

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

**Su Kefirinin Şalgam Suyu Benzeri İçecek Üretiminde
Kullanımı**

Nurşah UYANSIZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Su Kefirinin Şalgam Suyu Benzeri İçecek Üretiminde
Kullanımı

Nurşah UYANSIZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 25/12/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN (Danışman)
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2023-15853

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
KISALTMALAR	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Fermantasyon Teknolojisi	5
2.2. Şalgam Suyunun Bileşimi	8
2.3. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	10
2.4. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri	12
2.5. Su Kefiri.....	13
3. MATERYAL METOD.....	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Hammadde	19
3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç Ve Gereçler	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecek Üretimi.....	19
3.3. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecek Üretiminde Yapılan Genel Analizler.....	21
3.3.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecekte Yapılan Fenolik Toplam Monomerik Antosiyanin Ve Renk Analizleri	23
3.3.2. Mikrobiyolojik Analizler	25
3.3.3. Antioksidan Aktivite Analizi.....	26
3.3.4. Duyusal Analiz	26
3.3.5. İstatiksel Değerlendirme	27
4. ARAŞTIRMA VE BULGULARI TARTIŞMA.....	29
4.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçeceğin Fermantasyon Süreci.....	29
4.1.1. Hamur Fermantasyonu (I. Fermantasyon)	29
4.1.2. Havuç Fermantasyonu (II. Fermantasyon).....	29
4.2. Su Kefiri Kullanılarak Üretilen Şalgam Benzeri İçeceğin Genel Bileşimi	30
4.2.1. PH	31
4.2.2. Toplam Titrasyon Asitliği	32
4.2.3. Toplam Kuru Madde Miktarı.....	32
4.2.4. Suda Çözünen Kuru Madde (Briks)	33

4.3. Su Kefiri İlavesi İle Üretilen Şalgam Benzeri İçeceklerin Toplam Fenolik Toplam	
Antosiyanin ve Renk İçerikleri.....	34
4.3.1. Toplam Fenolik Madde	34
4.3.2. Toplam Monomerik Antosiyanin.....	34
4.3.3. Renk Değerleri ($L^*A^*B^*$, Hue, Chroma Ve Δe^*).....	35
4.4. Antioksidan Aktivite Tayini.....	36
4.5. Havuç Fermantasyonu Süresinde Mikrobiyolojik Analizler	37
4.5.1. Laktik Asit Bakteri (Lab) Sayısı.....	38
4.5.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı.....	39
4.5.3. Toplam Maya Sayısı.....	40
4.5.4. <i>Saccharomyces</i> Spp. Olmayan Maya Sayımı	41
4.5.5. Koliform Bakteri Sayısı	41
4.6. Duyusal Analiz	42
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
KAYNAKÇA	47
ÖZGEÇMİŞ	53

Su Kefirinin Şalgam Suyu Benzeri İçecek Üretiminde Kullanımı

Nurşah UYANSIZ

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
İkinci Danışman: Dr. Bilal AĞIRMAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışmada farklı tipteki (ticari toz, ticari dane, ve ev yapımı dane) su kefirleri kullanılarak geleneksel yöntem ile şalgam suyu üretimi amaçlanmıştır. Böylece şalgam suyunun fonksiyonel özelliklerini arttırmak ve üretimde fermantasyon süresini kısaltmak hedeflenmiştir.

Elde edilen verilere göre üretilen içeceklerde toplam asitlik, laktik asit cinsinden, 6,47-12,26 g/L arasında değişmiş ve en düşük değer kontrol grubuna aitken en yüksek değer ise ticari toz su kefir ilavesi olan denemede tespit edilmiştir.

pH değerleri en düşük kontrol grubu ve en yüksek ticari dane su kefir ilave edilen denemede olmak üzere 3,79 ile 4,30 arasında değişmiştir. Toplam monomerik antosiyanin içeriği, siyanidin-3-glukozit cinsinden, 170,50-295,85 mg/L arasında değişirken, toplam fenolik madde içeriği ise gallik asit cinsinden 836,45-2613,00 mg/L arasında değişmiştir. Toplam monomerik antosiyanin değeri en yüksek ticari dane su kefir ilavesi olan içecekte bulunurken, en yüksek toplam fenolik madde içeriği ise ticari toz su kefir ilavesi olan içecekte belirlenmiştir. Şalgam benzeri içeceklerin antioksidan aktiviteleri iki farklı yöntemle (DPPH ve ABTS) tespit edilmiş ve her iki yöntemde en düşük ve en yüksek antioksidan aktivite değerleri sırasıyla kontrol ve ev yapımı dane su kefir denemelerinde tespit edilmiştir. DPPH değerleri 30,45-75,68 µmol TE/mL arasında değişirken, ABTS değerleri ise 52,46-90,51 µmol TE/mL aralığında belirlenmiştir. Fermantasyon sırasında laktik asit bakteri sayısı 3,95-7,95 log kob/mL aralığında değişirken, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 5,09-8,19 log kob/mL aralığında, toplam maya sayısı 4,86-8,29 log kob/mL aralığında ve *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayıları 4,05-6,11 log kob/mL aralığında değişmiştir. Duyusal analiz ve satın alınabilirlik analiz sonuçlarına bakıldığında kontrol grubu şalgamın en fazla beğenildiği ancak su kefir ilaveli şalgam benzeri içeceklerin ise kontrol grubuna yakın puanlar aldığı görülmüştür. Su kefirinin ilavesi ile fermente edilen şalgam suyunun fonksiyonel özelliklerinin arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su kefir, Fermantasyon, Şalgam Suyu.

Use of Water Kefir in the Production of Shalgam-Like Beverages

Nurşah UYANSIZ

*Advisor: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
Co-Advisor: Dr. Bilal AĞIRMAN*

Department of Food Engineering

ABSTRACT

In this study, the aim was to produce shalgam juice using traditional methods with different types (commercial powder, commercial grain and homemade grain) of water kefir. The goal was to enhance the functional properties of turnip juice and shorten the fermentation process during production. According to the obtained data, the total acidity of the produced beverages, expressed as lactic acid, ranged between 6.47 and 12.26 g/L. The lowest value was observed in the control group, while the highest value was determined in the trial with the addition of commercial powdered water kefir. The pH values ranged from 3.79 to 4.30, with the lowest value in the control group and the highest value in the trial with the addition of commercial grain water kefir. The total monomeric anthocyanin content, expressed as cyanidin-3-glucoside, ranged from 170.50 to 295.85 mg/L, while the total phenolic content, expressed as gallic acid, ranged from 836.45 to 2613.00 mg/L. The highest total monomeric anthocyanin content was found in the beverage with the addition of commercial grain water kefir, while the highest total phenolic content was determined in the beverage with the addition of commercial powdered water kefir. The antioxidant activities of turnip-like beverages were determined using two different methods (DPPH and ABTS). In both methods, the lowest and highest antioxidant activity values were observed in the control and homemade grain water kefir trials, respectively. The DPPH values ranged from 30.45 to 75.68 $\mu\text{mol TE/mL}$, while the ABTS values ranged from 52.46 to 90.51 $\mu\text{mol TE/mL}$. During fermentation, the lactic acid bacteria count ranged from 3.95 to 7.95 log CFU/mL, the total mesophilic aerobic bacteria count ranged from 5.09 to 8.19 log CFU/mL, the total yeast count ranged from 4.86 to 8.29 log CFU/mL, and the non-Saccharomyces spp. yeast count ranged from 4.05 to 6.11 log CFU/mL. Sensory and purchase intent analysis results showed that the control group turnip juice was the most liked; however, the turnip-like beverages with water kefir additions received scores close to the control group. It was determined that the functional properties of fermented turnip juice increased with the addition of water kefir.

Keywords: Water Keifr, Fermentation, Shalgam Juice.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin ERTEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam boyunca bana yol göstererek bilgi ve deneyimlerini paylaşarak desteklerini hiç esirgemeyen ikinci eş danışmanım Sayın Dr. Bilal AĞIRMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve önerilerini sunan hocalarım Sayın Prof. Dr. Serkan SELLİ ve Sayın Prof. Dr. Haşim KELEBEK' e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmam süresince akademik anlamda ve laboratuvar çalışmalarında desteğini aldığım Sayın Ar. Gör. Bekir SAFKAN'a ayrıca teşekkür ederim. Tez yazımı boyunca moral ve motivasyonunu benden esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Egenaz KARAANKIN'a, Ayşe Selin DOĞRU'ya, Sena NAKİLCİOĞLU'na ve Hande EFEOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve bu dönemde desteklerini esirgemeyen annem Necmiye UYANSIZ'a ve babam Halis UYANSIZ'a teşekkür ederim.

FYL-2023-15853 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS11149 şalgam standardında kabul gören değerler	9
Çizelge 2.2. Su kefir florasında tanımlanan mikroorganizmalar	14
Çizelge 4.1. Farklı su kefir kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerin bileşimi	30
Çizelge 4.2. Fermantasyon süresince LAB sayıları (kob/mL) değişimi	38
Çizelge 4.3. Fermantasyon süresince TMAB (kob/mL) sayıları değişimi	39
Çizelge 4.4. Fermantasyon süresince toplam maya sayıları (kob/mL) değişimi.....	40
Çizelge 4.5. Fermantasyon süresince <i>Saccharomyces</i> spp. olmayan maya sayıları (kob/mL) değişimi.	41



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Homofermantatif laktik asit fermantasyonu	7
Şekil 2.2. Heterofermantatif laktik asit fermantasyonu	8
Şekil 3.1. Şalgam suyu ve su kefir ilavesi ile şalgam benzeri içecek üretimi akış şeması.....	21
Şekil 3.2. Hunter Lab Renk Koordinat Sistemi.....	25
Şekil 3.3. Duyusal analiz formu	27
Şekil 3.4. Satın alınabilirlik formu	27
Şekil 4.1. Fermantasyon süresi boyunca pH değişimi	31
Şekil 4.2. Fermantasyon süresi boyunca toplam asitlik değeri	32
Şekil 4.3. Fermantasyon süresi boyunca ölçülen briks değerleri	33
Şekil 4.4. Örneklerin duyusal analiz sonuçlarının örümcek ağı grafiğinde gösterimi	42
Şekil 4.5. Örneklerin satın alınabilirlik sütun grafiği.....	43

KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
AAB	: Asetik asit bakterileri
ABST	: 2,2'-azinobis 3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonate
Bm	: Belirtilmemiş
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
EPS	: Ekzopolisakkarit
g	: Gram
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
kg	: Kilogram
kob	: Koloni oluşturma birimi
L	: Litre
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
LAF	: Laktik Asit Fermantasyonu
Lb.	: <i>Lactobacillus</i>
Leu	: <i>Leuconostoc</i>
Log	: Logaritma
MEA	: Malt Extract Agar
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
MRS	: de, Man Ragose Sharpe
Na	: Sodyum
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Non-Sac.	: <i>Saccharomyces</i> spp. olmayan
PCA	: Plate Count Agar
S.	: <i>Saccharomyces</i>
SÇKM	: Seçili kuru madde
Spp.	: Species (Tür, çoğul)
Subs.	: Sunspecies (alt tür, çoğul)
T.S.E.	: Türk Standartları Enstitüsü
TF	: Toplam Fenolik
TMA	: Toplam Monomerik Antosiyanin
TMAB	: Toplam Mezofil Aerob Bakteri

TS : Türk Standartları
VRBA : Viole Red Bile Agar
 μ L : Mikrolitre



1. GİRİŞ

İnsan yaşamının dengeli bir şekilde sürdürülmesini sağlayan günlük gıdalar, kökenleri ve işleme yöntemleri farklılık gösteren çeşitli ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünler arasında fermentasyona dayalı olanların önemli bir yeri bulunmaktadır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984).

Fermentasyon, gıdanın tadını, lezzetini, yapısını, stabilitesini ve raf ömrünü artırır, farklı gelişim seviyelerine sahip tüm toplumlarda çeşitli fermente ürünler bulmak mümkündür. Çeşitli turşu, sirke, peynir ve alkollü içecekler gibi evrensel fermente gıdaların yanı sıra, şalgam suyu, kefir ve boza gibi geleneksel fermente ürünlerin üretimi ve tüketimi dünyanın farklı bölgelerinde sınırlı kalmıştır (Doğan, 2017). Laktik asidin muhafaza edici özelliğinin olduğu, bundan dolayı da çok eski zamanlardan beri meyve ve sebzelerin muhafaza edilmelerinde ve uzun ömürlü hale getirilmelerinde laktik asit fermentasyonundan yararlanıldığı bilinmektedir (Türker, 1974; Özler ve Kılıç, 1996).

Şalgam suyu, Türkiye’de endüstriyel ölçekte üretilen ve çok iyi bilinen, laktik asit fermentasyonuna tabi tutularak üretilen geleneksel fermente bir üründür (Ağırman ve Erten, 2018; Okcu, Ayhan, Altuntaş, Vural ve Poyrazoglu, 2016; Ağırman ve ark., 2021). Şalgam suyu; bulgurunu, ekşi hamur, içilebilir su ve sofraya tuzunun karıştırılıp, laktik asit fermentasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, şalgam suyu, şalgam turpu, mor havuç ve istenirse acı biber eklenerek hazırlanan bu karışımın tekrar laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmasıyla elde edilir (TS 11149, 2016).

Şalgam suyunun içerdiği laktik asit bakterilerinin etkisiyle beğenilen bir tada sahip olmasının yanında insan sağlığı üzerinde de faydalı olduğu bilinmektedir (Ağırman ve Tangüler, 2020). Şalgam suyuna ekşi ve beğenilen tadı veren laktik asidin insan sağlığına yararlarına; sindirim sisteminin pH’ını düzenleyici, sindirimi kolaylaştırıcı, ferahlatıcı ayrıca vücudun bazı minerallerden daha fazla faydalanmasını sağlaması yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmuştur (Özhan, 2000). Laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen fermente ve asidik pH’a sahip ürünlerde, patojen mikroorganizmalar gelişemediği için insan sağlığına yararlı olduğu söylenebilir (Fellows, 2000; Miişoğlu, 2004; McFeeters, 2004). Kökeni çok eskiye dayanan şalgam suyu, Adana, Hatay, Mersin, Osmaniye ve Kahramanmaraş şehirlerinde ve bu şehirlere bağlı ilçelerde çoğunlukla küçük işletmelerde ya da aile tipi işletmelerde direkt yöntem ile üretilmektedir (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan hammaddelerden asıl olarak siyah-mor havuç, bulgurunu, ekmek mayasıdır (*Saccharomyces cerevisiae*) ancak alternatif olarak ekşi mayası da kullanılabilir, kaya tuzu, şalgam turpu ve içme suyu kullanılmaktadır. Şalgam suyu Türkiye’de bulunan birçok şehirde ve bunlara bağlı ilçelerde üretilmektedir bunda dolayı yörelerin geleneksel tercihlerine göre sarımsak, acı toz biber, kırmızı pancar da eklenebilir (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Şalgam üretiminde fermantasyon esnasında ilave edilen tuzun laktik asit bakterilerini teşvik etme gibi işlevinin yanında, bozulma yapan mikroorganizmalar ile birlikte patojen mikroorganizmaları inhibe etme işlevi de vardır (Nout ve Rombouts, 1992, Tangüler, 2010).

Şalgam suyunun raf ömrü kapalı kaplarda + 4°C 'de 3 ay gibi kısa bir süre ile sınırlıdır. Raf ömrü pastörizasyon gibi ısı işlem ile uzatılabilse de siyah havucun pişmiş bir koku ve tat oluşumu meydana gelmesi istenmeyen duyuşal özelliklerin açığa çıkmasına sebep olmaktadır (Erten ve ark., 2008)

Şalgam suyu, insan vücudunda bulunan toksinlerin uzaklaştırılmasına yardımcı, idrar söktürücü özelliğı, böbrek kumu ve taşının düşürölmesi, apse, dolama, kan çıbanı, ergenlik akneleri, egzama, akciğer ve bronşları temizleme, gibi insan sağlığına faydalı etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda olarak sayılmaktadır (Üçok ve Tosun, 2012). Şalgam suyu laktik asit fermantasyonu sonucu meydana gelen bir içecek olmasından dolayı patojen mikroorganizmalar gelişemez bu durum şalgam suyunun sağlık açısından güvenli gıdalar kategorisine girmesini sağlar(Üçok ve Tosun, 2012).

Şalgam suyunun esas hammaddesi olan siyah havucun önemli birantosiyenin kaynağı olduğı bilinmektedir. İnsan sağlığına faydaları kalp ve damar hastalıkları, katarakt ve bağışıklık sistemi gibi faydalı etkileri olduğı bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Üçok ve Tosun, 2012). Şalgam suyunun kendine özgü lezzeti, probiyotik özelliklere sahip olması (Tangüler ve Ağırman, 2020), insan sağlığı üzerindeki faydalı etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda olması, katkısız ve doğal olduğı için güvenilir gıdalar kategorisine girmesiyle yöresel ürün özelliğinden çıkmış sadece Türkiye'de değil dünyanın birçok ülkesinde bilinen geleceğın gıdası olma özelliğini gösterme eğiliminde olan fermente bir içecek olmuştur (Üçok ve Tosun, 2012).

Su kefir ile ilgili ilk açıklamayı Ward (1982) tarafından yapılmış, zencefilli bira kültürünün bilinen kefire benzediğini fakat aynı olmadığını bildirmiştir. Zencefilli bira bitkisinin, maya ve bakterilerinin simbiyotik bir karışımını içerdığını açıklamış ve en iyi yeterli nitrojenli organik madde içeren sulu pancar ya da şeker kamışı çözeltilerinde geliştiğini bulmuştur (Güzel- Seydim ve ark., 2021). Su kefirinin kökeninin nereden geldiğı ayrıntılı olarak bilinmemektedir (Güzel- Seydim ve ark., 2021)

Su kefir, çoğunlukla Meksika ve Brezilya başta gelmek üzere evlerde geleneksel olarak üretilen ve tüketilen fermente bir içecektir. %3 ile%10 arasında sakkaroz, çoğunlukla limonun tercih edildiğı taze meyveler, incir gibi kuru meyvelerle hazırlanan çözeltiye su kefir mikroorganizmalarının aşılması ile meydana gelmektedir (Bhadra vd., 2007). Oda sıcaklığında bir ya da iki gün fermantasyona bırakıldıktan sonra asitli, şeker oranı düşük, sarıdan turuncuya değışen tonda renk almış, düşük miktarda alkol içeren fermente bir içecek elde edilir (Gulitz vd., 2011).

Su kefir daneleri, mikroorganizmaların yerleşmiş olduğı bir polisakkarit matrisinden meydana gelir. Su kefir granülleri jöle kıvamında, yarı saydam, sarıdan kahverengiye değışen renk skalasına sahip, düzenli bir şekli ve boyutu olmayan görünüşe sahiptir(Neve ve Heller, 2002; Moretti ve ark.,2022). Pitching işlemi olarak adlandırılan fermente içeceğın filtrelenmesi yönteminden sonra

bir sonraki fermantasyon için su kefir taneleri muhafaza edilir ve daha sonraki fermantasyon için kullanılır (Verce ve ark., 2019; Moretti,2022).

Su kefirinin mikroflorası çok zengindir, su kefir taneleri çeşitli ve birden fazla mikroorganizma içerir. Su kefir fermantasyonun esas mikroorganizmaları laktik asit bakterileridir bunlardan en yaygın olanları *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus nagelii* ve *Lactocaseibacillus paracasei*'dir. Maya türlerinden en yaygın olan ise *Saccharomyces cerevisiae* (Laureys ve De Vuyst, 2017; Laureys ve ark., 2018)'dır. Bunların yanı sıra diğer türdeki laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve bifidobakteri türlerinin oluştuğu da açıklanmıştır (Laureys ve ark., 2019) Yakın zamanlarda su kefir ile ilgili biyolojik aktivitesi dahil olmak üzere, çok fazla bilimsel araştırmalar yapılmıştır (Gamba ve ark., 2019; Egea ve ark., 2020; Lynch ve ark., 2021; Pendón ve ark., 2021; Moretti ve ark., 2022). Su kefirinin fermente bir ürün olmasından dolayı ürettiği organik asitler, patojenik mikroorganizmaların gelişmesini büyük ölçüde engellendiği gözlemlenmiştir (Koroleva, 1988; Anselmo ve ark., 2001; Zavala ve ark., 2016).

Su kefirinden izole edilen mikroorganizma suşlarının birbirinden farklı probiyotik özelliklere sahip olduğu açıklanmıştır Golowczyc ve ark., 2011; Rodrigues ve ark., 2005; Schneedorf, 2012; Socol ve ark., 2010; Cufaoğlu ve Erdinc, 2022). Bundan dolayı su kefirinin sağlık üzerindeki olumlu özellikleri, içerdiği mikroorganizma suşlarının probiyotik özellikte olduğu ile ilişkilendirilebilir (Marsh ve ark.,2013; Cufaoğlu ve Erdinc., 2022). Su kefirinin içerdiği probiyotik mikroorganizma suşlarının fonksiyonel özellikleri, tüketilen oran ile direkt ilişkilidir. Bunlar göz önüne alındığında su kefirinin, anti-kanserojen (Zamberi ve ark., 2016), antioksidan (Alsayadi ve ark., 2013; Kumar vd., 2021; Özçelik vd, 2021), antimikrobiyal (Silva ve ark., 2009; Gonda ve ark., 2019; Romero-Luna ve ark., 2020) gibi etkileri olduğu bazı çalışmalar ile ortaya konulmuştur.

Su kefirinin ve şalgam suyunun, kimyasal, mikrobiyolojik ve fonksiyonel özellikleri dikkate alındığında bu gıdaların sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmekte ve fonksiyonel gıdalar kategorisine girmektedirler. Su kefirinin, fermente bitkisel ürünler üzerinde kullanımı hakkında literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu konudan yola çıkarak bu tez çalışmasında, su kefirinin şalgam suyu benzeri içecek içerisine ilave yapılarak kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerindeki değişimleri incelenmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Fermantasyon Teknolojisi

Gıda hammaddelerinin fermantasyonu en eski gıda işleme teknolojilerinden biri olarak kabul edilen, dünya çapında kullanılan bir yöntemdir (Anagnostopoulos ve Tsaltas, 2019).

Fermente gıdaların tanımı, yakın zamanda güncellenerek, istenen mikrobiyal çoğalma ve gıda bileşenlerinin enzimatik dönüşümlerini içeren bir gıda veya içecek olarak tanımlanmıştır (Marco ve ark. 2021; Kavruk ve ark., 2021). Fermantasyon sonucunda gıda ortamındaki asitlik artışı, pH düşüşü ve antimikrobiyal metabolitlerin oluşumu, bu yöntemin temel prensiplerindendir (Palamutoğlu ve Baş 2020).

Fermente edilmiş gıdalar, bitkisel ya da hayvansal kaynaklı ürünlerin doğal yollarla veya starter kültürlerin ilavesiyle elde edilmesiyle oluşan ürünlerdir. Bu tür yiyecek ve içecekler, bakteriler, mayalar ve mantarlar gibi mikroorganizmalar ile enzimler yardımıyla üretilmektedir (Tamang, Shin, ve ark., 2016).

Fermantasyon, gıdaların içindeki organik maddelerin (özellikle karbonhidratların), organik asitler ve sağlığa yararlı diğer bileşiklere dönüştüğü bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Bayesen ve Yüksel 2023). Fermantasyon sırasında ortaya çıkan yararlı bileşikler arasında antioksidanlar, probiyotikler ve kolesterol düşürücü bileşikler yer alır. Bu bileşikler, antimikrobiyal ve kolesterol düşürücü etkileriyle tedavi edici özelliklere sahip olabilir (Karaçıl ve Tek, 2013).

Fermantasyon gıdanın tadı, aroması, yapısı ve besleyicisi değerinin artırmasının yanı sıra raf ömrünün uzamasını da sağlamaktadır. Bu biyolojik olaydan farklı kültürdeki insanlar farklı geleneksel hammaddeler kullanarak yararlanmaktadır. Bunlara yoğurt, kefir, turşular, çeşitli peynirler, sofralık zeytinler, bazı alkollü içkiler, tarhana, sake, kırmızı ve fazlası örnek verilebilir (Tangüler, 2010).

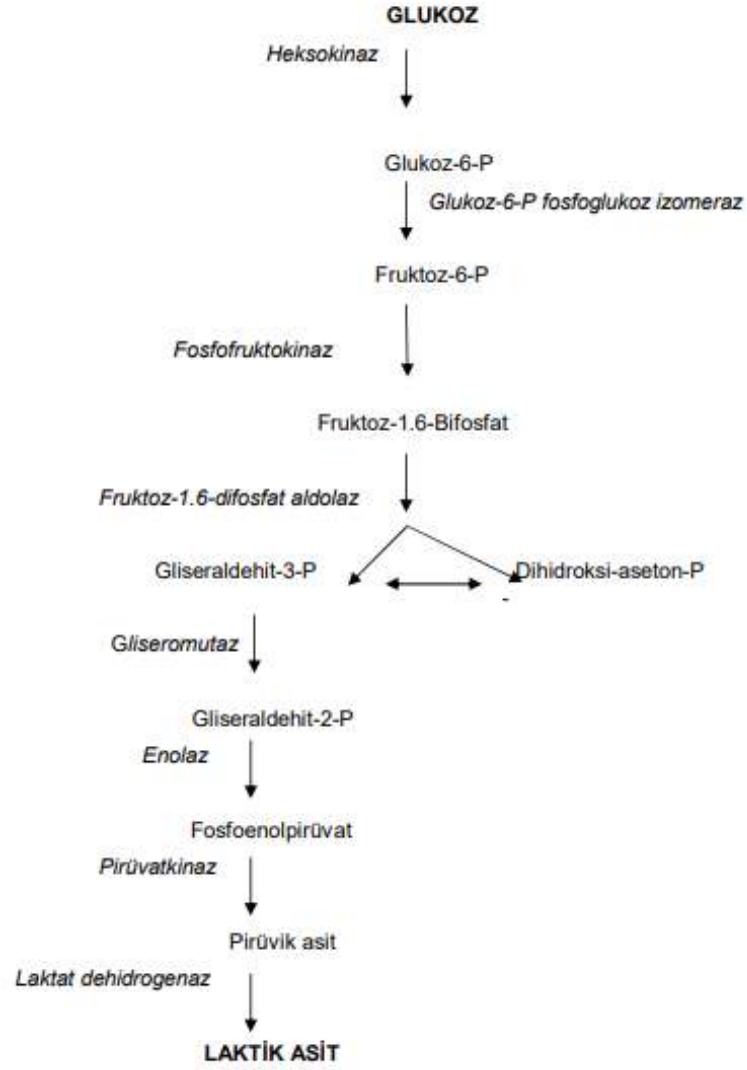
Laktik asit bakterileri (LAB), mayalar ve asetik asit bakterileri, fermente gıdaların üretiminde yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalardır (De Vuyst ve Leroy 2020).

Laktik asit fermantasyonu sonucu elde edilen fermente ürünlerde önemli miktarda laktik asit bakterileri bulunur. Laktik asit bakterileri elde edilen fermente ürüne hoş tat, aroma vermesi dışında raf ömrünü uzatmada da yardımcı olur (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler ve Erten, 2011; Çankaya ve Tangüler, 2018). Homofermantatif (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* ve *Streptococcus* vb.) laktik asit bakterileri Embden-Meyerhof-Parnas yolunu kullanarak glikoz fermantasyonunda ana veya tek metabolik son ürün olarak laktik asit oluştururlar. Heterofermantatif (*Leuconostocs*, *Oenococcus*, *Weisella* ve bazı *Lactobacillus* vb) pentoz yolu (heksoz monofosfat) ile eşit molarlarda laktat CO₂ etanol veya asetat üretirler (Erten ve ark.,2008).

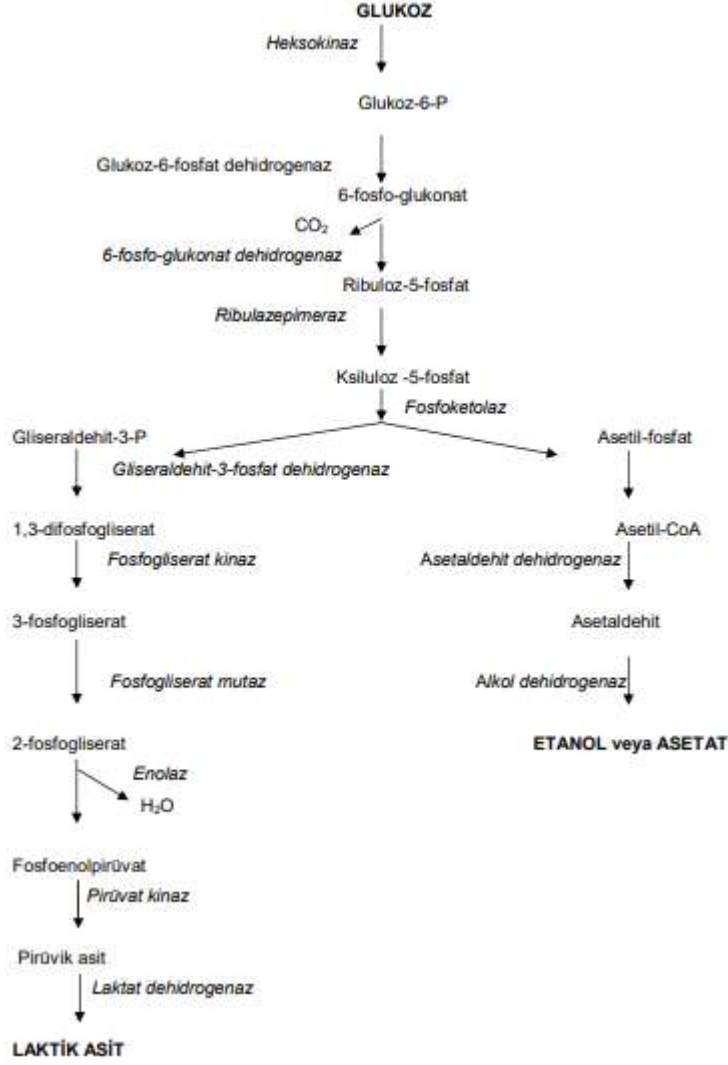
Laktik asit bakterileri gıda teknolojisinde elzem bir role sahiptir. Bunlar yoğurt, kefir, kırmızı gibi fermente süt ürünleri, sauerkraut, turşu, boza, tarhana ve oğru gibi tahıl ürünleri ayrıca şarap, sucuk, balık sosu gibi birçok gıdanın olgunlaştırılması, üretimi ve raf ömrünün uzamasını sağlamak

için kullanılır (Caplice ve Fitzgerald, 1999; Holzapfel ve Wood, 1995; Blandio ve ark., 2003; Tangüler, 2010).

Fermantasyon, organik asitler, alkoller, bakteriyosinler ve diğler antimikrobiyal son ürünlerin, fermantasyon ortamındaki mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda oluşması nedeniyle, gıdaların korunmasında en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, dünya genelinde 5.000'den fazla farklı fermente gıda ve içecek çeşidinin üretildiğı ve tketildiğı tahmin edilmektedir (Marco vd., 2021; Samtiya vd., 2021). Fermente bitkisel ürünlere, fermantasyon sonucunda oluşan asitten dolayı yoğun bir ilgi artışı gözlemlenmektedir. Sebzelerin oğru, uygun koşullarda yeterli salamura içerisinde bırakıldığında floralarında bulunan laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından doğal fermantasyona uğratılır (zler ve Kılıç, 1996; Acar, 1998; Tangüler,2010). Fermentasyon sonucu oluşan laktik asidin koruyucu özelliğinden kaynaklı meyve ve sebzelerin dayanıklılığını arttırmakta önemli bir role sahip oldukları bilinmektedir (zler ve Kılıç, 1996; Tangüler,2010). Doğal olarak fermente edilmiş sebzelerde yumuşama, renk ve aroma kaybı gibi problemler meydana gelebilmektedir. Kontrollü fermantasyon ile sebzelerin muhafazası mümkün olmakla beraber normal sebze sularına oranla diyet ve beslenme fizyolojisi bakımından etkili, duyuşal özellikleri ile kolayca ayrılabilen laktik asit fermantasyonu ile sebze suları üretilbilir (zler ve Kılıç,1996; Tangüler, 2010)



Şekil 2.1. Homofermantatif laktik asit fermentasyonu (Marshall ve Tamime, 1997; Axelsson, 1998; Hutkins, 2006).



Şekil 2.2. Heterofermantatif laktik asit fermantasyonu (Marshall ve Tamime, 1997; Axelsson, 1998; Hutkins, 2006).

2.2.Şalgam Suyunun Bileşimi

Her ülkenin kendi kültürünün ve yeme alışkanlıklarının, hammaddelerinin bir parçası olan geleneksel fermente ürünleri vardır. Şalgam, Türkiye’de endüstriyel şekilde üretilen ve ülke çapında iyi bilinen laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan fermente bir içecektir (Ağırman ve ark., 2021).

Şalgam suyu, kırmızı renkli, bulanık ve ekşi tada sahip bir içecektir ve oluşumunda laktik asit bakterileri önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye’de oldukça popüler bir içecek olan şalgam suyu Adana, Mersin, Kahramanmaraş yörelerinde üretilmekle beraber, İzmir, İstanbul ve Ankara’da da tüketimi oldukça yaygınlaşmıştır (Erten ve ark.,2008).

Şalgam suyunda tat ve aromaya en çok etki eden laktik asit miktarı 5,18 ile 8,91 g/L arasında değişir. Asetik asit cinsinden hesaplaması yapılan uçar asidin ortalama konsantrasyonu 0,89 g/L iken, kül 17,25 g/L, toplam kuru madde 26 g/L, etil alkol 3,64 g/L, protein 1,25 g/L, CO₂ 0,74 g/L ve tuz 16,3 g/L’dir. Rengini siyah havuçtaki renk maddelerinden (antosiyantinler) alan şalgam suyunda renk indisi 71-131 arasında değişmektedir. (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993;

Ağırman, 2014). Antosiyanin konsantrasyonu 88,3 mg/L ile 134,6 mg/L arasında değişiklik göstermektedir. (Miişoğlu, 2004; Erten ve ark, 2008). Şalgam Suyunun bileşimi çizelge 2.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS11149 şalgam standardında kabul gören değerler (TS, 2016)

Şalgam Suyu Bileşeni	Minimum	Maksimum	Ortalama	TS 11149 Standardı
Toplam asitlik ^{xx} (g/L)	5,94	8,91	7,11	≥ 6,0
pH	3,33	3,67	3,49	≤ 3,8
Laktik asit(g/L)	5,18	8,05	6,81	≥ 4,5
Uçar asit ^{yy} (g/L)	0,57	1,16	0,89	≤ 1,0
Etil Alkol(g/L)	1,32	6,41	3,64	bm
Kuru madde(g/L)	22,9	29,2	26,0	≥ 28
Protein(g/L)	0,88	1,83	1,25	bm
Kül(g/L)	14,6	20,65	17,25	≤ 2,0
NaCl(%)	1,37	1,97	1,63	≤ 1,7
Karbondioksit(g/L)	0,44	0,79	0,74	bm
Renk indisi (D520)	71	131	102	bm
Antosiyanin ^{zz} (mg/L)	88,3	134,6	114,1	bm

^{xx}Laktik asit cinsinden ,^{yy} : Asetik asit cinsinden, ^{zz}: Siyanidin-3-glikozid cinsinden, bm: Belirtilmemiş

Şalgam suyu içeriğinde aminoasitleri ve suda çözünür vitaminleri barındırır. Siyah havuç bileşimindeki şekerler öncelikli laktik asit olmak üzere metabolik son ürünlere fermente olmaktadır. Bu yüzden, tüm şekerler fermente edilirse şalgam suyu bileşiminde şeker bulunmaz. Ek olarak şalgam suyu potasyum (300-1000 mg/L), fosfor (10,6- 22,2 mg/L), kalsiyum (89-173 mg/L), demir (0,2-2,9 mg/L) ve diğer bazı mineralleri de içermektedir (Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler, 2010).

Şalgam suyunun fermantasyonu hammaddelerde, ürünün üretildiği ve depolandığı tankların yüzeyinde bulunan ayrıca ekşi hamur ekstraktında bulunan mikroorganizmalara bağlıdır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Arıcı, 2004; Tangüler, 2010).

Şalgam suyu ile ilgili yapılan çalışmalarda, geleneksel yöntemlerle üretilen şalgam suyunun fermantasyonunda rol alan LAB’nin *Lacticaseibacillus 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 pentosaceaceus* olduğu, mayaların ise daha çok *Candida krusei*, *Pichia kudriavzevii*, *P. fermentans*, *P. saitoi*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Turulopsis holmii* olarak tanımlandığı tespit edilmiştir (Erten ve ark., 2008; Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012a, b; Samantır, 2014; Ekinci ve ark., 2016; Coskun, 2017; Bircan ve Erten, 2018; Kafkaskıray, 2020; Akman ve ark., 2021; Kahve ve ark., 2022; Mujdeci ve ark., 2023).

Canbaş ve Fenercioğlu (1984) yaptığı bir çalışmada Adana ilinin değişik semtlerinden aldıkları şalgam sularının bazı kimyasal bileşimlerini belirlemiş ve bu bileşimlerin satış yerine göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar mayanın ve hammaddenin farklılıklarının şalgam suyu üzerinde bir etkisi olup olmadığını incelemek amacıyla kurduğu denemelerde bu değişikliklerin pek bir etkisi olmadığını gözlemlemişlerdir.

Erginkaya (1992) yaptığı çalışmada doğal yollarla ekşi hamur elde ederek şalgam suyu üretmiştir. Fermantasyon sürecinde mikrobiyal florayı incelemiş ve etkin olan laktik asit bakterilerinin *Lactiplantibacillus plantarum* spp. *Araniosus*, *Limosilactobacillus fermentum* ve *Levilactobacillus brevis* olduğunu saptamıştır.

Utmuş (2008) siyah havuç boyutlarının şalgam suyu kalitesi üzerinde araştırma yapmıştır. Farklı siyah havuç boyutlarıyla yaptığı denemelerde laktik asit cinsinden, 7,15- 7,75 g/L, laktik asit 5,6 – 6,3 g/L, pH 3,45 – 3,53, antosiyanin, siyanidin-3-glikozit cinsinden, 120,18 – 145,60 mg/L, toplam fenol OY₂₈₀ olarak 23,3 – 28,99 arasında değerler elde etmiştir.

Güneş (2008) şalgam suyunun kalitesi üzerine havuç oranlarını araştırdıkları çalışmada %10, %12,5, %15, %17,5 ve %20 oranlarında siyah havuç içeren denemeler kurmuştur. Toplam asitlik, laktik asit cinsinden, %10 oranında siyah havuç ilave edilen örnekte 4,95 g/L, %12,5 oranında siyah havuç ilave edilen örnekte 5,46 g/L, %15 oranında siyah havuç ilave edilen örnekte 6,05 g/L, %17,5 oranında siyah havuç ilave edilen örnekte 6,74 g/L ve %20 oranında siyah havuç ilave edilen örnekte 7,45 g/L bulguları elde etmiştir.

Şalgam suyu iştah açıcı bir etkiye sahip olmasının dışında sindirim üzerinde olumlu etkisi de olan amino asitler, suda çözünen vitaminler ve mineraller içeren serinletici bir içecektir (Erten ve ark.,2008)

2.3. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Şalgam suyu üretiminde kullanılan hammaddelerden asıl olarak siyah-mor havuç, bulgur unu, ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) alternatif olarak ekşi mayası da kullanılabilir, kaya tuzu, şalgam turpu ve içme suyu kullanılmaktadır. Şalgam suyu Türkiye’de bulunan birçok şehirde ve bunlara bağlı ilçelerde üretilmektedir bunda dolayı yörelerin geleneksel tercihlerine göre sarımsak, acı toz biber, kırmızı pancar da eklenebilir (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Siyah havuç (*Daucus carota L.*), binlerce yıldır dünya çapında ekilen *Apiaceae* ailesine ait en önemli kök sebzelerden bir tanesidir (Erten ve ark.,2008). Dünya çapında yıllık havuç üretimi 2002 yılında 21 milyon ton olduğu öne sürülmüşken (Erten ve ark.,2008) 2005 yılında 25 milyon ton ayrıca 2016 yılında ise 42 milyon ton olarak kayıtlara geçmiştir (Tangüler ve Ağırman, 2020). Havucun iki farklı türü vardır; siyah havuç ve turuncu havuç (Erten ve ark., 2008). Havuç türlerinin botanik derecelendirmesi “doğuya ait antosiyanin grup” ve “batıya ait karoten grup” olarak iki şekilde ele alınmaktadır. Türkiye, Mısır, Pakistan ve Hindistan’da geleneksel olarak yetişen havuç türlerinin antosiyanin doğu ülkeleri grubunu oluşturmaktadır ve bilimsel adı, *Daucus carota* ssp.

sativus var. *atrorubens* Alef olarak belirtilmektedir (Erten ve ark., 2008). Batıya ait karoten grup havuç türleri dünya çapında üretimi yapılmaktadır ve bilimsel adı *D.carota* ssp. *sativus* olarak belirtilmektedir.(Erten ve ark., 2008).

Turuncu havuç, β -karoten, C vitamini ve sakkaroz bakımından zengin, siyah havuç ise en çok kullanılan ve en önemli doğal gıda renklendiricisi olarak kullanılan gıdadır (Erten ve ark., 2008). Yetiştirilme koşulları ve türler bakımından çeşitlilik gösteren siyah havuçlar elzem miktarda şeker (42,4-397,5 g/kg) içermektedirler. Siyah havuçta bulunan şekerin önemli bir kısmını sakkaroz (12-331,9 g/kg) oluşturmaktadır, glikoz (5,54-56,4 g/kg) ve fruktoz (4,25-43,6 g/kg) minimum miktarda bulunmaktadır (Tangüler ve Ağırman, 2020). Protein, antosiyanin (siyanidin-3-glikozid türünden), mineral maddelerden ise fosfor, kalsiyum ve sodyum da siyah havucun bileşimini oluşturmaktadır (Tangüler ve Ağırman., 2020). Şalgam suyu fermantasyonunda siyah havucun esas hammadde olarak kullanılmasının en önemli sebeplerinden biri olarak, içerisinde bulunan antosiyaninlerden elde edilen pigmentasyon(kırmızı renk) olarak gösterilmektedir (Erten ve ark., 2008) Siyah havuç, şalgam suyunun başlangıcı olan havuç fermantasyonunda, ilk aşamada, %10-20 aralığında ilave edilmekteyken, TSE standartlarına göre şalgam suyunun asitliğini dengelemek amacıyla minimum olarak %15 oranında ilave edilmesi gerektiği önerilmiştir (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Şalgam turpu, *Brassicaceae* familyasına ait endüstriyel açıdan çok önemli bitki türlerinden biridir. Avrupa, Asya, Amerika gibi endüstriyel devlerinden olan ülkelerde tohumu, kökü, yaprakları için yetiştirilen bir bitki olmasının yanı sıra şalgam suyuna adını da vermektedir. Ekimi çok eski yıllardan günümüze kadar devam etmekte olup, bitki botaniğinde bilimsel adı *Brassica rapa* var. *rapa* L. olarak geçmektedir (Tangüler ve Ağırman, 2020). Şalgam turpunun bileşimini oluşturan fenolik bileşiklerden, protein 0,55-1,10 g/100g oranında, vitaminlerden; A, C, B, K, ve folat, mineral maddelerden; kalsiyum, magnezyum, demir, kükürt, iyot, fosfor ayrıca şekerlerden de glikoz, 0,19-1,41 g/100g, fruktoz, 0,14-1,10 g/100g ve sakkaroz 0,206-3,64 g/100g oranlarında bulunmaktadır (Tangüler ve Ağırman, 2020). Şalgam suyu üretiminde, eğer elde edilebildiyse şalgam turpu ilavesi bütün üretim tekniklerinde maksimum olarak %2 oranında kullanılmaktadır (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Bulgur, Orta Doğu ülkelerinde ve Türkiye’de kökeni çok eski zamanlara dayanan ve bazı işlemlerden geçtikten sonra elde edilen bir buğday ürünüdür (Tangüler ve Ağırman, 2020). Dünya genelinde buğdaya yoğun bir talep artışı yaşanmasının sebepleri olarak, kimyasal bir katkı maddesi içermemesinden dolayı doğal gıda ürünü olarak adlandırılmasının yanı sıra lif, vitamin, mineral açısından yüksek besin değeri, raf ömrünün uzun olması ve ekonomik olması öne sürülmüştür (Tangüler ve Ağırman, 2020). Bulgur unu, bulgura işlenmek amacıyla kaynatılmış ve kurutulmuş buğdayın dış kabukları ayıklandıktan sonra, kırma haline getirilmesi aşamasında ortaya çıkan ve elek altında kalan kısımdır. Dahası kırma haline gelmiş tanenin %2-3’lük kısmını meydana getirmektedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Tangüler ve Erten, 2009; Tangüler, 2010). Bulgur unu bileşimini

oluşturan toplam şeker miktarı 2,23-3,30 g/100 aralığında, nişasta miktarı ise 4,44-5,84 g/100g oranındadır. Ayrıca protein ve kül miktarları sırasıyla 12,4-17,6 g/100g, 2,32-3,59 g/100g aralığında bulunur. Önemli oranda bulunan mineral maddelerden demirin oranı 57,9-79,5 mg/kg, potasyum oranı 2,69-4,55 g/kg, sodyum oranı 298-447 mg/kg ve son olarak kalsiyum oranı ise 1,395-1,598 g/kg aralığında bulunmaktadır (Tangüler ve Ağırman, 2020). Geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen şalgam suyu üretiminde hamur ve havuç fermantasyonunda, direkt yöntem ile üretilen şalgam suyunda ise sadece havuç fermantasyonunda, mikroorganizmalar için, başta laktik asit bakterileri için, bulgur unu önemli bir besin kaynağını oluşturmaktadır (Tangüler ve Ağırman, 2020).

Şalgam suyu üretiminde geleneksel olarak ekşi hamur kullanılmaktadır ancak bazı üreticiler nadiren de olsa doğrudan ekmek mayası da kullanabilmektedir (Tangüler ve Ağırman, 2020) Ekşi hamurun elde edilebilmesi için 27-28 °C sıcaklığında 6 saat boyunca ekmek mayası hamurunun fermantasyona tabi tutulması gerekmektedir. Ekşi hamurun mikroflorasının temelini *Saccharomyces* türündeki maya oluştururken onun yanı sıra, çeşitli maya türleri, laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterilerinin de bulunduğu bilinmektedir (Tangüler ve Ağırman, 2020). Ekşi hamurdan, *Lactobacillus subsp. Lindneri*, *L.platarum*, *L.brevis*, *Lactobacillus pontis*, *Limosilactobacillus fermentum* laktik asit bakterileri en sık izole edilen ve tanımlanan türler arasındadır. Ancak *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Enterococcus* türüne ait bazı cinsler de ekşi hamurun mikroflorasında yer alır. En başta *S.cerevisiae* 'nın yer almasıyla *Candida krusei* ve *C.millieri* gibi çeşitli maya türleri de ekşi hamurun bileşiminde bulunur(Tangüler ve Ağırman, 2020).

Şalgam suyu üretiminde faydalanan tuz işlem görmemiş kaya tuzudur (Erten ve ark., 2008; Tangüler ve Erten, 2009; Tangüler, 2010).

Şalgam suyu üretiminde tuz %1-2 aralığında fermantasyon florasını korumak amacıyla ilave edilmektedir (Tangüler, 2010).

Şalgam suyu üretiminde fermantasyon esnasında ilave edilen tuzun laktik asit bakterilerini teşvik etme gibi işlevinin yanında, bozulma yapan mikroorgnizmalar ile patojen mikroorganizmaları inhibe etme işlevi de vardır (Nout ve Rombouts, 1992, Tangüler, 2010).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan suyun içilebilir olması önemlidir (Erten ve ark., 2008).

2.4. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri

Şalgam suyu üretimi için standart bir üretim prosesi mevcut değildir. Üretim prosedürü, üreticiye veya operatöre bağlı olarak farklılık gösterir Şalgam suyunun üretiminin iki ana yöntemi bulunmaktadır. Bunlar geleneksel yöntem ve doğrudan yöntem olarak ikiye ayrılır. (Erten ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2010; Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b; Tangüler ve ark, 2014a).

Geleneksel yöntem hamur fermantasyonu ve havuç (ana) fermantasyonu olarak iki aşamadan meydana gelir. Hamur fermantasyonunun LAB'nin ve mayaların zenginleştirilmesi amacıyla gerçekleşir (Tangüler ve Erten, 2011). Bulgur unu (%3), tuz (% 0,2), ekşi maya (%0,2) ve yeterli su karıştırılır, bu işlemden sonra elde edilen karışım 3-5 gün oda sıcaklığında bekletilir. Fermente

edilmiş olan bulgur unu ve ekşi maya karışımı, yeterli su ile üç beş defa ekstrakt edilir. İlk fermentasyon (hamur) sırasında, esas olarak LAB'ın ve az miktarda mayaların elzem aktiviteleri nedeniyle asit içeriğinin artmasıyla pH değerinde önemli bir düşüş gerçekleşir. Hamur fermentasyonundan elde edilen ekstrakt, ana (havuç) fermentasyonu için de içerdiği ekşi maya florasından dolayı iyi bir başlangıç sağlar (Erten ve ark., 2008).

Doğrudan yöntem üretim yönteminde, hamur fermentasyonu gerçekleştirilmez. Siyah havuçlar neredeyse aynı boyutta olmak üzere küçük parçalar halinde kesilir. Doğranmış siyah havuçlar üzerinde tuz, maya (*S. cerevisiae*) veya ekşi hamur, istenirse şalgam turpu ve gerekli miktarda su ilavesi edilerek karıştırılır. Oda sıcaklığında, 3-10 gün fermentasyona bırakılır (Erten ve ark., 2008; Tangüler, 2010). Fermentasyon sırasında esas olarak LAB, laktik asit, etanol, asetik asit ve diğer organik bileşenleri oluşturarak şalgam suyuna kendine özgü tat ve aromasını verir (Tangüler ve Erten, 2012).

Mevsimsel sıcaklık farklılıkları fermentasyon sırasında, şalgam suyu içeriğindeki baskın florayı etkiler (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler, 2010). Mayaların çoğu 20°C-30°C arasında değişen sıcaklıklarda baskındır fakat çoğu LAB 30°C-35°C sıcaklıklarda hızla gelişirler (Ribereau-Gayon ve ark., 2000a).

2.5. Su Kefiri

Su kefir, sakkaroz çözeltisine ilave edilen kurutulmuş veya taze meyveler ile su kefir daneleri ilave edilerek elde edilen hafif asidik, tatlı ve köpüklü bir içecektir (Pidoux, 1989; Fiorda ve ark., 2017; Moretti 2022). Su kefir dünya çapında bulunmasıyla birlikte su kefir danelerinin gerçek kökeni tam olarak bilinmemektedir. Polisakkarit danelerinin 'Opuntia Kaktüs İncir' bitkinin yapraklarından kaynaklandığı öne sürülmüştür. Su kefir farklı isimlerle bilinmektedir, bunlar: Şekerli kefir, Tibicos, 'Zencefil bira', 'Tibi taneleri', 'Kaliforniya arıları', 'Afrika arıları', 'Bira fıstığı', 'Gilead balsamı', 'Bèbées', 'Japon bira tohumları' şeklindedir (Laureys ve De Vust, 2014).

Su kefir, sakkaroz çözeltisi, kuru veya taze meyve, su kefir danelerinin karıştırılıp fermentasyona bırakılması sonucunda elde edilir (Pidoux, 1989; Fiorda ve ark., 2017; Laureys ve De Vust., 2014; Moretti ve ark., 2022). Genellikle bu karışım oda sıcaklığında anaerobik koşullar altında iki ile dört gün arasında değişen sürede fermente edilir. Su kefir, sarımtırak bir renge, meyvemsi aromaya, hafif tatlı ve asidik bir yapıya sahip köpüklü bir içecektir. (Waldherr ve ark., 2010; Laureys ve De Vust, 2014; Laureys ve ark., 2018).

Su kefir fermentasyonu, meyve veya meyve özlerinin ilavesinden bağımsız olarak, danelerin sakkaroz çözeltisine eklenmesiyle kendiliğinden gerçekleşir (Lynch ve ark., 2021). Fermentasyon 20°C ile 37°C arasında, 24 ile 72 saat aralığında, %6-%10 oranında değişen sükröz çözeltisinde ve %6-%10 oranında değişen su kefir danelerinin varlığı ile gerçekleşir (Laureys ve ark., 2018; Moretti ve ark., 2022). Su kefir daneleri, fermente üründen filtrelenerek daha sonraki fermentasyon işlemi için kullanılabilir (Verce ve ark., 2019, Moretti ve ark., 2022)

Fermantasyon için çeşitli sakkaroz kaynaklarına ek olarak kuru veya taze meyveler de tercih edilebilir. Rafine şeker ve esmer şeker en yaygın karbon kaynağını oluştururken, meyveler ise azot kaynağı olarak tercih edilir (Cufaoğlu ve Erdiñ, 2023). Meyvenin türü, işlenme şekli (örneğin kurutulmuş), koruyucu madde yokluğu ve su kefirini kontamine edebilecek mikroorganizmaların (*Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp.) varlığına dikkat edilmelidir (Randazzo ve ark., 2016; Cufaoğlu ve Erdiñ, 2023). Fermantasyon bitiminde meydana gelen amino asitler, vitaminler ve mineraller gibi besin maddeleri de kurutulmuş meyvelerden sağlanır. Aynı zamanda mikrobiyal tür çeşitliliğinin, substrat tüketiminin ve metabolit üretiminin de kullanılan meyve türlerine göre değişkenliği iddia edilmektedir (Cufaoğlu ve Erdiñ, 2023). Su kefir fermantasyonu için en sık tercih edilen şeker kaynağı ham şeker kamışıdır buna ilaveten fermantasyon için en çok tercih edilen meyveler kuru incir veya kuru üzumdür (Verce ve ark., 2019, Moretti ve ark.,2022).

Su kefir danelerinde bulunan mikroorganizmaların farklı substratlara uyum sağlama kapasitesinin fazlalığı sayesinde, fermantasyon çok çeşitli şeker kaynakları kullanılarak gerçekleştirilebilir (Bueno ve ark., 2021; Moretti ve ark., 2022). Su kefir taneleri, yaklaşık olarak %70 *Lactobacillus* spp., %10 *Leuconostoc* spp., %10 *Acetobacter* spp., %5 *Bifidobacterium* spp. ve %5 oranında diğer bakteri türlerini barındırır (Fiorda ve ark., 2017)

Su kefirinin florasında tanımlanmış olan mikroorganizmalar Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Su kefir florasında tanımlanan mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar	
Bakteriler	Mayalar
<i>Acetobacter fabarum</i>	<i>Candida lambica</i>
<i>Acetobacter lovaniensis</i>	<i>Candida valida</i>
<i>Acetobacter orientalis</i>	<i>Hanseniaspora vinalis</i>
<i>Bifidobacterium aquikefir sp. nov</i>	<i>Hanseniaspora uvarum</i>
<i>Enterobacter hormachei</i>	<i>Hanseniaspora yabensis</i>
<i>Gluconobacter frateurii</i>	<i>Kloeckera apiculata</i>
<i>Lentilactobacillus buchneri</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Pichia caribbica</i>
<i>Secundilactobacillus collinoides</i>	<i>Saccharomyces pretoriensis</i>
<i>Lactobacillus fructivorans</i>	<i>Zygosaccharomyces florentinus</i>
<i>Liquorilactobacillus hilgardii</i>	
<i>Liquorilactobacillus hordeii</i>	
<i>Liquorilactobacillus mali</i>	
<i>Liquorilactobacillus nagelii</i>	
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	
<i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i>	
<i>Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides</i>	

Su kefiri fermantasyonunda kullanılan esas şeker kaynağı sakkaroz olmasına rağmen, su kefirinin dane dışındaki sıvı kısmı glukoz ve fruktoz içermektedir. Sakkarozun dönüşümünü, mayalarda bulunan intervaz enzimi ile gerçekleşmektedir (Değirmencioğlu, 2020).

Su kefiri daneleri, LAB, asetik asit bakterileri, mayalar ve bazen de bifidobakteriler içermektedir (Laureys ve De Vuyst, 2016; Verce ve ark., 2019; Pendon ve ark., 2021; Moretti ve ark., 2022). LAB su kefirinin danelerinin birincil olarak karmaşık yapısını oluştururken, oksijenin varlığına bağlı olarak asetik asit bakterileri de ikincil bir role sahiptir. LAB ve AAB'nin faaliyetleri ile çeşitli fermantasyon yan ürünler (etanol, asetik asit, laktik asit vb.) oluşmaktadır (Stadie, 2013; Değirmencioğlu, 2020). Mayalar da ise *Saccharomyces* türleri ile birlikte non-*Saccharomyces* türleri de bulunmaktadır (Lynch ve ark., 2021).

Su kefiri daneleri 5-20 mm çapında düzensiz bir şekle sahip, jelatinimsi bir yapıya sahiptir. Danelerin ortalama kuru madde miktarı %10-%14 arasında değişmektedir (Lynch ve ark., 2021; Laureys ve ark., 2017; Magalhães ve ark., 2010, 2011; Pidoux, 1989; Pidoux ve ark., 1988).

Su kefiri daneleri dekstran ekzopolisakkaritlerden (EPS) meydana gelir ve yarı saydam, suda çözünmez bir yapıya sahiptir (Waldherr ve ark., 2010; Laureys ve De Vuyst, 2014; Laureys ve ark., 2018). Yapısı en çok incelenmiş α -glukan dekstran olup, dekstran α -1,6-bağlarıyla birbirine bağlanmış glukoz moleküllerinden oluşan düz zincire, tekrar eden α -1,3-, α -1,4- ve α -1,2 bağlarıyla dallanma gösteren yan zincirlerin bağlanmasından meydana gelmektedir (Değirmencioğlu, 2020).

Laureys ve arkadaşları (2018) oksijen varlığı, besin konsantrasyonu ve besin kaynağı bakımından farklılık gösteren sekiz su kefiri fermantasyon serisini, sekiz ardışık geri eğimli şekilde incelemiştir. Oksijen varlığının asetik asit bakterilerini çoğalttığını bununla beraber asetik asit konsantrasyonunun artmasıyla *Bifidobacterium aquakefir*'in nispi bolluğunu azalttığını gözlemlemiştir. Düşük besin konsantrasyonu sonucunda fermantasyon hızının düşük olduğu ayrıca yüksek pH değerlerinin artışıyla beraber *Comamonas testosteroni*/ *tiyooksidanların* gelişmesini gözlemlemiştir. Düşük besin konsantrasyonları *Lactobacillus hilgardii* ve *Dekkera bruxellensis*'in gelişmesini desteklemiş olduğunu, yüksek besin konsantrasyonun ise *Lactobacillus nagelii* ve *Saccharomyces cerevisiae*'nin gelişmesini desteklediğini gözlemlemiştir. Kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm ile yapılan su fermantasyonlarında stabilite gözlemlenmiştir. Kuru kayısı ile yapılan fermantasyon sonucunda en yüksek pH seviyesi ve su kefiri danelerinde büyüme gözlemlenmiştir. Kuru üzümle gerçekleştirilen fermantasyonda ise en düşük pH bununla beraber su kefiri danelerinde büyüme gözlemlenmiştir.

Corona ve arkadaşları (2010) fermente edilebilir sebze sularını substrat olarak kullanarak elde ettikleri yeni fermente içeceklerin yapısal karakterizasyonunu incelemiştir. Havuç, rezene, kavun, soğan, domates ve çilek suları, su kefiri mikroorganizmaları tarafından geri eğimli metot kullanılarak fermantasyona tabi tutmuşlardır. LAB ve mayaların substratların hepsinde geliştiğini gözlemlemiştir. Fermantasyon sonunda uçucu organik bileşiklerde artış görünürken, çözünür kuru madde içeriğinde azalma gözlemlenmiştir. Alkol konsantrasyonları artarken, aldehytlerin

konsantrasyonunun azaldığı, renk özelliklerinde değişiklik meydana geldiği gözlemlenmiştir. Çilek, soğan ve kavunda yüksek miktarlarda ester bulunduğu, havuç ve rezenede ise ciddi seviyede terpen artışı görülmüştür. Çilek, soğan ve domates suları fermentasyon sonunda yüksek antioksidan seviyesini korumuş olduğunu gözlemlenmiştir. Genel kalite değerlendirmesinde havuç suyu ile yapılan kefir benzeri içeceğin en çok beğenilen ürün olduğu jüriler tarafından raporlanmıştır. Bu çalışma ile kefir benzeri içeceğin daha da geliştirilmesi görüşü desteklenmiştir.

Çevik ve arkadaşları (2019) su kefirinin geleneksel üretiminde şeker kaynağı olarak pekmez, bal, rafine olmayan şeker kaynaklarının kullanımının su kefir daneleri üzerine etkilerini incelemiştir. 10 gram bal ve 10 gram pekmez, 10 gram rafine olmayan şeker, 10 gram rafine şekerden oluşan 4 grup oluşturmuşlardır. Her grup için 2 gram su kefir danesi ve 500 mL içme suyu kullanılmıştır. 25°C'de 48 saat fermentasyonu gerçekleştirmişlerdir ve bu çalışma 5 hafta sürmüştür. Dane ağırlığı, pH iki günde bir, mikrobiyolojik analizler (*Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp. ve maya içeriği) ve etanol miktarı yedi günde bir ölçülmüştür. Farklı şeker kullanımının danelerin ağırlığında önemli bir fark yaratmadığını gözlemlenmiştir. Bal ve pekmez kullanılarak üretilen su kefirinde *Lactococcus* spp. ve maya içeriği diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bu çalışma su kefir üretiminde bal ve pekmezin alternatif şeker kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Cai ve ark., (2020) nar ve balkabağı hammaddeleri kullanarak su kefir üretenlerdir ve mikrobiyolojik profili, antioksidan potansiyeli ve duyu kalitesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada su kefirinden izole edilen bakteri türünün laktik asit bakterileri olduğu ortaya konmuştur. *Lactobacillus acidophilus*, *Levilactobacillus brevis*, *Lactocaseibacillus casei*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus parakefir*, *Lactococcus lactis* ve *Leuconostoc mesenteroides* izole edilen laktik asit bakterileridir. Laktik asit bakterilerinin spesifik suşları, özellikle bazı *Lactobacillus* cinsleri, bağışıklık sistemini modüle etme kabiliyetlerinin yanı sıra patojenik bakteri ve parazitlerin büyümesini veya istilasını önleme kapasiteleri nedeniyle probiyotik olarak kullanılabildiği sonucuna varılmıştır. En çok *Saccharomyces* maya türünün izole edildiği, ancak kefir dane çeşitlerinin çoğunda baskın olarak *S. cerevisiae* ve *S. unisporus* suşlarının daha yaygın olduğu belirtilmiştir. *Candida* maya türünün, en baskın olan *C. holmii* ve *C. kefyr* suşları olduğu ve bu mayaların probiyotik gıda takviyesi olarak değerlendirilebileceği açıklanmıştır. Laktik asit bakterilerinin ve diğer bazı mikroorganizmaların fermentasyonu ile polifenollerin toplam içeriği arttığı ayrıca organik asitler ve enzimler antioksidan aktiviteyi etkilediği açıklanmıştır bunun nedeni olarak enzimler bağlı fenolikler serbest bırakarak antioksidan kapasiteyi artırır teorisinde bulunmuşlardır. Bu çalışmada nar suyu, meyve bazlı kefir yapımında kullanılmıştır. Nar suyunun içerdiği laktik ve asetik asitler gibi bazı organik asitlerin serbest bıraktığı belirtilmiş ve bu bileşiklerin tümü, kefirin tadını değiştirmenin yanı sıra sağlık açısından da faydalar sağlayabildiği için ayrıca narın, kefirin ekşi tadını nötralize edebilen glikoz ve fruktoz içerdiğinden dolayı tüketicilerin duyu olarak kabul edilebilirliğini arttırmış olduğu

belirtilmiştir. Balkabağı kullanılarak yapılan su kefirinde ise orijinal tadın ekşiye döndüğü ancak daha düşük konsantrasyonlarda bal kabağı püresi kullanılırsa panelistler tarafından kabul edilebileceği belirtilmiştir.

Magalhaes ve ark. (2010) su kefirinin mikrobiyotasının kompozisyonunu çıkarmak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Fenotipik ve genotipik yöntemler ile 289 bakteri ve 129 maya izole edilmiştir. Tanımlanan başlıca bakteriyel izolat %23,8 oranıyla *Lb. paracasei*, %16,31 oranıyla *Acetobacter lovaniensis*, %11,71 oranıyla *Lactobacillus parabuchneri*, %10,03 oranıyla *Lactococcus lactis*, %10,03 oranıyla *Lactococcus lactis* şeklinde sıralanmıştır. İzole edilen en yaygın mayalardan ise *Saccharomyces cerevisiae* %54,26 oranında ve *Kluyveromyces lactis* %20,15 oranında şeklinde sonuca varmışlardır.

Kaya (2022) su kefir danelerini proteinli ve normal ortamda fermente ederek, biyokütle artışını, mikrobiyal konsorsiyumunu, mikrobiyolojik içeriğini belirlemiştir. Su kefir tüketimine alternatif içecekler olarak, proteinli dört farklı içecek ayrıca da zencefil, reyhan ve limonu her iki grup için kullanarak, dört kontrol grubu dahilinde sekiz farklı içecek geliştirmiştir. Proteinli ortamda gelişen dane ağırlığının kontrol danesine göre %400 arttığını gözlemlemiştir. Proteinli ortamda aktifleştirilen su kefir konsorsiyumunda farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Danenin biyokütle ağırlığının fazla olması ise proteini kullanan mikroorganizmaların ekzopolisakkarit üretme yeteneğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında 20 gün süresince proteinsiz ortamda aktifleştirilen su kefir danesi örneğinde laktik asit bakteri içeriğinde farklılık gözlemlenmiş, proteinli ortamda aktifleştirilen su kefir danesi örneğinde laktik asit bakteri ve kok içeriğinde 3 log kob/mL değişim olduğunu gözlemlemiştir. Proteinli ortamın asetik asit, laktik asit bakterileri ve maya üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Farklı içerikli içeceklerin analiz sonuçlarında genel olarak proteinle zenginleştirilmiş içeceklerin toplam laktik asit bakteri içeriğinin ve kok içeriğinin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu (~2 log) görülmüş. Zencefilin antimikrobiyal etkisi olmasına rağmen her iki grup içekte en fazla laktik asit bakteri içeriği ve kok içeriği zencefil içeren içeceklerde olduğu belirtilmiştir. Titrasyon asitliği proteinle zenginleştirilmiş içeceklerde kontrol grubuna göre daha yüksektir. Proteinli ortamda mikroorganizma aktivitesinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Laktik asit bakterileri ve maya florası bakımından süt kefirine benzer bir yapıya sahip olan su kefir taneleri, vegan diyet benimseyen, laktoz intoleransı olan veya alerjik reaksiyon riski taşıyan bireyler tarafından tüketilebilecek potansiyele sahiptir. Farklı şeker kaynaklarıyla çalışabilme özelliği sayesinde, su kefir çeşitli duyuşsal ve fonksiyonel özelliklere sahip yeni içeceklerin üretiminde kullanılabilir. Ancak, su kefirinin ev üretiminden endüstriyel düzeye taşınması için kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Değirmencioğlu, 2020)



3. MATERYAL METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde

Bu çalışma için gerekli olan şalgam suyunda kullanılacak olan siyah havuç, bulgur unu, Adana'dan temin edilmiştir. Araştırmada kullanılmış olan ticari su kefir mayası Danem (Danem Süt ve Süt ürünleri Ltd. Şti.) firmasından ve ev yapımı su kefir ise Etik Farma şirketinden temin edilmiştir. Ekmek mayası yerel bir marketten alınmış ve Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü şebekesinden temin edilen içme suyu kullanılmıştır.

3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Denemeler Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Şalgam benzeri içecek üretiminde fermantasyon için 28 °C ye ayarlı bir inkübatör kullanılmıştır.

Hamur fermantasyonu (I. Fermantasyon) için 10 litrelik plastik bir kap içerisinde, havuç fermantasyonu (II. Fermantasyon) ise 2 litrelik cam damacanalarda gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecek Üretimi

Bu çalışmada su kefirinin şalgam benzeri içecek üzerindeki kalite özelliklerine olan etkilerinin araştırılması ve fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanarak geleneksel yöntem kullanılarak şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel yöntem ile üretim Erten ve ark., (2008)'in çalıştığı şekilde iki aşamada ve iki tekerrür olacak şekilde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada 4 farklı deneme kurulmuştur.

1. Su kefir ilavesi olmayan kontrol grubu
2. 3 gram ticari toz su kefir ilavesi
3. 3 gram ticari dane su kefir ilavesi ve
4. 3 gram ev yapımı dane su kefir ilavesi

İlk aşamada %3 bulgur unu, %0,2 ekmek mayası, %0,2 tuz ve yeteri miktarda içilebilir su 10 litrelik plastik kapta karıştırılarak yoğurulmuş ve hamur kıvamına getirilmiştir. Daha sonra 10 litrelik kapta 28°Cde inkübatörde hamur fermantasyonu gerçekleşmesi için bırakılmıştır. Hamur fermantasyonu 5 günlük sürede tamamlanmıştır.

I. Fermantasyondan elde edilen hamur, II. Fermantasyonu gerçekleştirmek için 2 litrelik 4 ayrı cam damacanaya (tekerürlü toplam 8 damacana) eşit miktar olacak şekilde aktarılmıştır. Daha

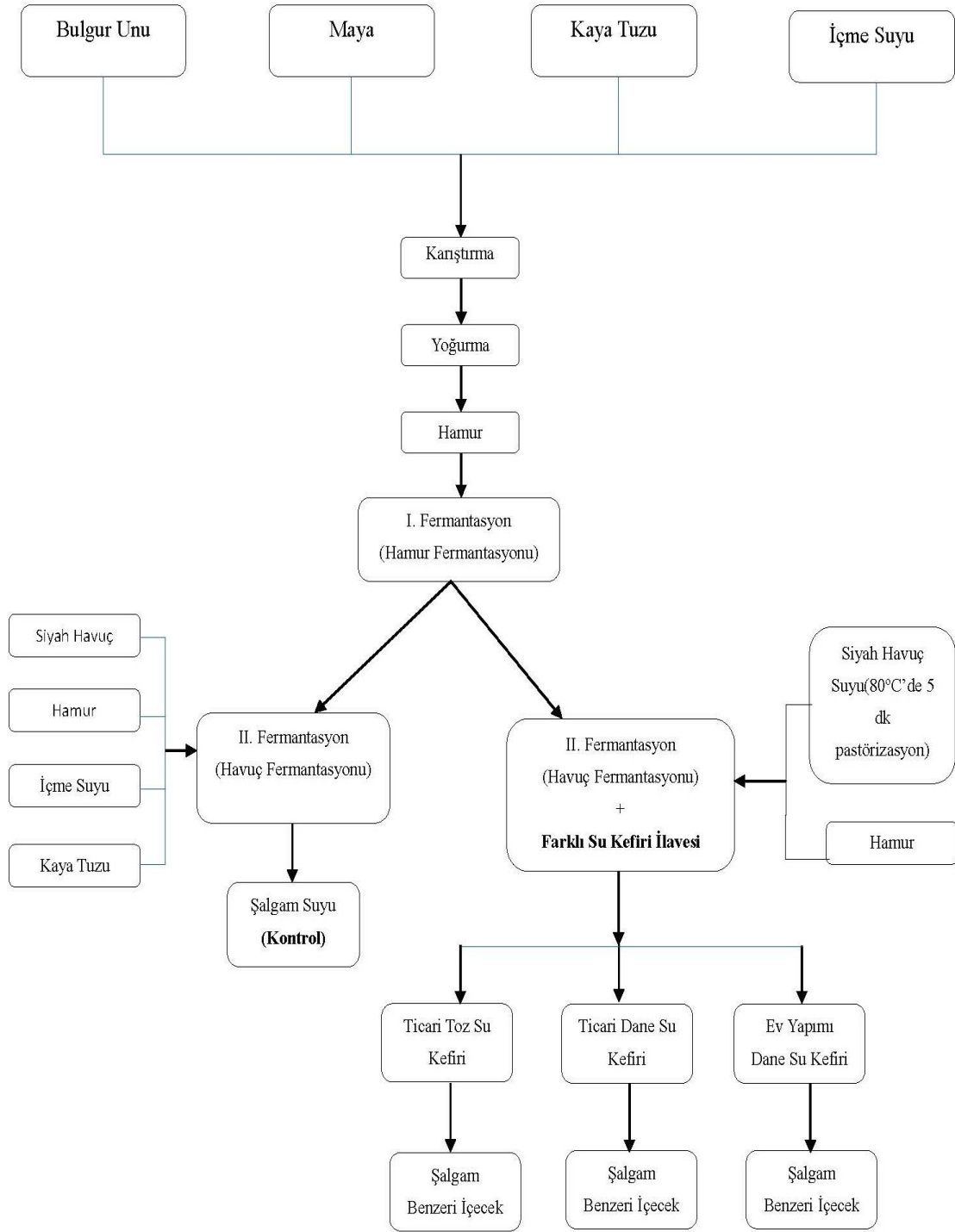
sonra hamurların aktarıldığı kontrol grubu dışında kalan 3 damacanaya (tekerrürlü olacak şekilde 6) %30 oranında yıkanmış, ayıklanmış, suyu sıkılmış ve 80°C de 5 dk su banyosunda pastörize edilmiş siyah havuç suyu ilave edilmiştir. Kontrol grubu olan damacanalara (tekerrürlü olacak şekilde toplam 2) ise yıkanmış, ayıklanmış doğranmış %30 oranında siyah havuç ile %1 oranında kaya tuzu ve içme suyu ilave edilmiştir.

Tuz ilavesi yapılmayan ve siyah havuç suyunun kullanıldığı cam damacanalara ev yapımı su kefiri, ticari yöntemle elde edilen toz su kefiri ve ticari danen su kefiri ilaveleri yapılmıştır. Su kefiri ilavesi yapılmayan ve siyah havuçların doğranarak kurulduğu deneme ise kontrol grubu olarak baz alınmıştır.

Fermantasyon 28°C'de inkübatörde gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon gidişi toplam asit tayini yapılarak izlenmiş ve asit miktarındaki artış stabil hale geldiğinde fermantasyona son verilmiştir. Fermantasyon sonunda üretilen tüm içecekler duyu analizi yapılmaya kadar sıcaklığı 4 °C'ye ayarlanmış Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.

Denemeler 2 tekerürlü olarak yürütülmüştür. Deneme deseni ve kullanılan geleneksel yöntem Şekil 3.1'de verilmiştir (Erten ve Tangüler, 2012)

Fermantasyon sürecinin takibi için fermantasyon süresince pH ve toplam asitlik tayini analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Şalgam suyu ve su kefiri ilavesi ile şalgam benzeri içecek üretimi akış şeması

3.3.Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecek Üretiminde Yapılan Genel Analizler

Su kefiri kullanılarak şalgam benzeri içecek üretiminde II. Fermentasyon boyunca pH ve toplam asitlik tayini analizleri uygulanmıştır.

pH Analizi

Su kefiri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerde II. fermantasyon süresince ve fermantasyonunu tamamlayan denemelerin pH tayini, cam elektrotlu dijital pH metre (Mettler Toledo) ile laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 1990).

Toplam Asit Tayini

Su kefiri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerde II. fermantasyon süresince toplam asitlik, laktik asit cinsinden ölçülmüştür. Denemelerden alınan 10 mL örneğin üzerine 20 mL saf su eklenerek pH metre ile potansiyometrik titrasyon gerçekleştirilmiş ve pH 8,1'e ulaşmak için 0,1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır (AOAC, 1990).

Toplam Kuru Madde Tayini

Fermantasyon sürecini tamamlamış denemelerden yaklaşık 3 g ağırlığında örnekler alınarak 70°C fanlı etüvde kurutulmuş ve denemelerin kuru madde miktarı belirlenmiştir. İlk olarak, kurutma işlemi için önceden hazırlanmış kaplar etüvde belirli bir süre bekletilmiştir. Bu sürenin ardından, kapların sabit bir tartıma ulaşabilmesi için desikatöre alınmış, daraları tartılmış ve not edilmiştir. Sonrasında, bu kaplarda denemeler tartılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Tartımı tamamlanan denemeler, 70°C fanlı etüvde kurumaya bırakılmıştır. Tartım değeri sıfırdan sonraki 3. veya 4. haneler değişmediği sürece işlem devam ettirilmiştir. Değişim gözlemlenmediği anda analiz sonlandırılmıştır. Kuru madde değerleri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Kuru Madde} = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)}$$

M1: kurutma öncesi boş kap/kapak ağırlığı (g)

M2: işlem öncesi kap+örnek ağırlığı (g)

M3: işlem sonrası kap+örnek ağırlığı (g)

Briks (SÇKM)

Su kefiri ilavesi ile şalgam benzeri içeceklerin Briks (SÇKM) değerleri el refraktometresi kullanılarak hesaplanmıştır. (AOAC,1990)

3.3.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçecekte Yapılan Fenolik Toplam Monomerik Antosiyanin ve Renk Analizleri

Toplam Fenolik Madde Tayini

Su kefirini kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerde ve kontrol grubunda toplam fenolik madde tayini, Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen yöntemde yapılan değişikliklerle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, fenolik bileşenlerin Folin-Ciocalteu çözeltisinin fosfomolibdrik-fosfotungstik çözeltisini indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturması ve bu mavi rengin kolorimetrik olarak ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Analiz için 100 mL ekstrakt cam bir tüpe aktarılmıştır. Eklenen ekstrakt üzerine 100 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 300 mL saf su eklenmiştir. Vortex ile karıştırıldıktan sonra 10 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda 100 mL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve 2 saat karanlıkta bekletilen örnekler vortex ile yeniden karıştırılmıştır. Örnekler, şahide karşı 765 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazı ile okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı, 50-1000 µg/mL aralığında bulunan standart eğri denklemi ile hesaplanmıştır. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit/L cinsinden sunulmuştur.

Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Su kefirini kullanılarak üretilen şalgam benzeri içecekte ve kontrol grubunda toplam monomerik antosiyanin tayini, Fuleki ve Franc (1968) tarafından geliştirilen ve Giusti ile Wrolstad (2001) tarafından iyileştirilen pH diferansiyel metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metodun temel prensibi, monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'da renkli oksonyum formunun, pH 4,5'te ise renksiz hemketal formunun baskın olmasıdır. Bu durumdan faydalanarak, antosiyanin içeren ortamların pH değerleri 1,0 ve 4,5'e ayarlandığında okunan absorbans değerleri arasındaki farkın toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriği ile doğru orantılı olduğu gözlemlenmiştir.

Siyah havuçta yer alan antosiyaninlerin en yüksek absorbans gösterdiği dalga boyu (λmaks) 520 nm'dir. Ortamda süspansiyon halinde bulunabilecek kolloidlerin absorbans okumalarına etkisini ortadan kaldırmak ve bulanıklığı belirlemek amacıyla 700 nm dalga boyu kullanılmıştır (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Bu analiz başlangıcında, denemeden 0,5 mL örnek alınarak cam deney tüplerine otomatik pipet yardımıyla enjekte edilmiştir. Ardından, pH=1 için absorbans okuması amacıyla 9,5 mL 0,025M KCl çözeltisi (HCl ile pH=1'e ayarlı) ve pH=4,5 için absorbans okuması amacıyla 9,5 mL 0,4M C₂H₃NaO₂ çözeltisi (HCl ile pH=4,5'e ayarlı) eklenmiştir. Cam tüpler vorteks ile karıştırılmış ve 15 dakika karanlıkta dengeye gelmeleri beklenmiştir. Daha sonra tüpler tekrar vorteks ile karıştırılarak absorbans ölçümleri spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında 1 cm kalınlığında tek kullanımlık spektrofotometre küvetleri kullanılmıştır. Su kefirini kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerin toplam monomerik antosiyanin miktarı, havuçta baskın olan siyanidin-3-glikozit cinsinden (Gil ve ark., 2000) aşağıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$TMA \text{ (mg/L)} = (A) * (MW) * (SF) * 1000(\epsilon) * (1)$$

A: pH 1,0 ve 4,5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı;

$$A = ((A520-A700)_{pH1} - (A520-A700)_{pH4,5})$$

MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (449,2)

SF: Seyreltme faktörü

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı (26900)

l: Absorbans ölçümü yapılan küvetin ışın yolu mesafesi (1 cm)

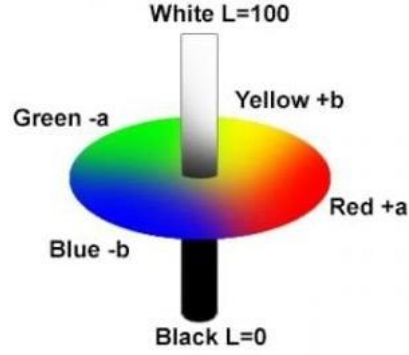
Renk Değerleri Ölçümü

Su kefirini kullanarak üretilen şalgam benzeri içecekler ve kontrol grubunda renk tayini, HunterLab (Model 45/0 HunterLab Color Flex, Reston, Virginia, USA) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesinde siyah ve beyaz seramiklerle kalibrasyon işlemi yapılmış ve okuma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar arasında L^* , a^* , b^* , C^* , Hue* değerleri bulunmaktadır (Wibowo ve ark., 2015). ' L^* ' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık-koyuluk); '+ a^* ' değeri kırmızı; '- a^* ' değeri yeşil; '+ b^* ' değeri sarı ve '- b^* ' değeri mavi renkleri ifade etmektedir. C^* değeri, rengin doygunluğunu, yani donukluk veya canlılık durumunu tanımlar.

Bir nesnenin aynı L^* değerinde artan C^* değeri, daha canlı bir renge dönüşüm anlamına gelir. Hue* değeri ise a^* ve b^* trigonometrik renk düzleminde bir nesnenin hangi temel renge (kırmızı- 0°; sarı - 90°; yeşil - 180°; mavi - 270°) daha yakın olduğunu belirler. Matematiksel olarak Hue*, a^* ve b^* değerlerinin trigonometrik renk düzlemindeki eğimin derece cinsinden açısı eşdeğeridir. C^* ve Hue* değerlerinin kesişim noktası, analiz edilen nesnenin sahip olduğu rengin koordinatlarını verir. Son olarak, ΔE^* değeri karşılaştırılan iki nesne arasındaki toplam renk farkını ifade eden bir renk parametresidir. L^* , a^* ve b^* temel renk değerleri kullanılarak C^* ve Hue* değerleri aşağıda belirtilen formüller aracılığıyla hesaplanmıştır (Davarcı ve ark., 2019; Güçlü ve ark., 2022).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\text{Hue}^* = \arctan b^* / a^*$$



Şekil 3.2. Hunter Lab Renk Koordinat Sistemi

3.3.2. Mikrobiyolojik Analizler

Su kefirı kullanılarak üretilen şalgam benzeri içecek denemelerinden alınan 1 ml'lik örnekler, steril %0,85'lik fizyolojik tuzlu su ile 1:9 oranında seyreltilmiştir. Aynı dilüsyon sıvısı ile uygun oranda ek dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu dilüsyonlar, LAB, toplam mezofili aerobik bakteri (TMAB), koliform bakteri ve maya sayımı için kullanılmıştır.

Laktik Asit Bakteri Sayılarının Belirlenmesi

LAB belirlenmesi amacıyla Man, Rogosa ve Sharpe Agar (MRS agar) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar, MRS agar plakalarına yüzeye yayma yöntemiyle eklenmiştir. Petri kutuları, içinde oksijeni uzaklaştıran gaz paketleri (Anaerocult) bulunan anaerobik kavanozlarda 37 °C'de 48 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra gelişen kolonilerin sayımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar log kob/ml cinsinden sunulmuştur (Harrigan ve McCance, 1990).

Koliform Bakteri Aranması

Koliform bakterilerin tespitinde Violet Red Bile Agar (VRBA Agar) besiyeri kullanılmıştır. Petriler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra koloni sayımı yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar log kob/ml cinsinden sunulmuştur (Halkman, 2005).

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayılarının Belirlenmesi

TMAB sayılarının belirlenmesi amacıyla Plate Count Agar (PCA) kullanılmıştır. Dökme plaka yöntemiyle hazırlanan dilüsyonların ekimi gerçekleştirilmiş ve 30 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen koloniler sayılarak elde edilen sonuçlar log kob/ml cinsinden sunulmuştur (Halkman, 2005).

Maya Sayılarının Belirlenmesi

Maya sayılarının belirlenmesi amacıyla Malt Extract Agar (MEA) besiyeri kullanılmış, *Saccharomyces* spp. dışındaki mayaların sayımı için ise L-lizin agar tercih edilmiştir. Bakteri gelişimini önlemek için 0.1 g/L oksitetrasiklin eklenmiştir (Fleet, 1993). 25 °C'de 72-96 saat inkübasyon süresinin ardından oluşan koloniler sayılmış ve elde edilen sonuçlar log kob/ml cinsinden sunulmuştur (Halkman, 2005).

3.3.3. Antioksidan Aktivite Analizi

Su kefiri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içecekler ve kontrol grubu denemelerinin antioksidan aktiviteleri, DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Klimeczak ve arkadaşları (2007) tarafından önerilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak denemelere uygun hale getirilmiştir. Antioksidan aktivite analizi için 100 µL deneme örneği üzerine 3000 µL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH; %80 metanolde 0,025 g/L) eklenmiştir. Kontrol örneği olarak 100 mL saf su kullanılmıştır. Vortex ile karıştırıldıktan sonra, bir saat boyunca karanlıkta reaksiyonun dengeye gelmesi için bekletilmiştir. Süre sonunda, örneklerin absorbans değeri %80 metanol çözeltisine karşı 515 nm dalga boyunda ayarlanmış spektrofotometrede ölçülmüştür (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005). Örneklerin antioksidan aktivite değerleri, DPPH inhibisyon yüzdesi olarak aşağıda verilen eşitlik ile ifade edilmiştir.

$$\%AA = \frac{A_K - A_0}{A_K} \times 100$$

ABTS yöntemi, Saafi ve arkadaşlarının (2009) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem kapsamında, 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) çözeltisi, 2.45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık bir ortamda 12-16 saat bekletilmiştir. Sonrasında, bu çözeltinin sodyum asetat (pH 4,5) tamponu ile seyreltilmesi sağlanmış ve spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0,700 ±0,01 absorbans değerine ulaşması hedeflenmiştir. Daha sonra, 20 µL aspir ekstraktı ile 2,98 mL hazırlanan tampon karıştırılmış ve absorbans, 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri, Trolox (10–100 µmol/L) standart eğim çizelgesi kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Trolox cinsinden µM/kg olarak ifade edilmiştir.

3.3.4. Duyusal Analiz

Gerçekleştirilen denemelerden elde edilen örneklerin duyusal analiz değerlendirmesi, Bariller ve Benard (1986) tarafından önerilen sıralama (tercih) testleri kullanılarak yapılmıştır. Panelistler, renk, koku, lezzet, asitlik, aroma ve tuzluluk gibi kriterlere göre 1 ile 9 arasında puanlama yapmışlardır. Ardından, satın alınabilirlik testi ile panelistlerden 1 ile 5 arasında bir satın alınabilirlik

derecesi puanlamaları istenmiştir. Duyusal analiz, 9 kişilik bir panelist grubunun katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Aşağıdaki duyusal analiz kriterlerine göre kodlanmış 251, 486, 735 ve 972 numaralı örnekleri 0 ile 9 puan arasında değerlendiriniz.

Puan Skalası				
Panelist Adı Soyadı:		Tarih: ... /.../2023		
Özellikler	251	486	735	972
Renk				
Koku				
Lezzet				
Asitlik				
Aroma				
Tuzluluk				

Oldukça İyi	9-8
Çok İyi	8-7
İyi	7-6
Biraz İyi	6-5
Ne İyi Ne Kötü	5-4
Biraz Kötü	4-3
Kötü	3-2
Çok Kötü	1-2
Tüketilemez	0-1

Şekil 3.3. Duyusal analiz formu

SATIN ALINABİLİRLİK

Aşağıdaki ürünleri satın alınabilirlik derecelerini 1 ile 5 arasında puanlama yaparak değerlendiriniz.

Kesinlikle Alırım: 5

Kararsızım: 3

Kesinlikle Almam: 1

ÜRÜN KODU	PUAN
251	
486	
735	
972	

Şekil 3.4. Satın alınabilirlik formu

3.3.5. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen analiz sonuçları Anova tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş ve önemli bulunan farklılıklar Tukey ve Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır (Özdamar, 2011).



4. ARAŞTIRMA VE BULGULARI TARTIŞMA

4.1. Su Kefiri Kullanılarak Şalgam Benzeri İçeceğin Fermantasyon Süreci

Bu çalışmada şalgam suyu üretimi Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji laboratuvarında geleneksel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan denemede hamur fermantasyonu 5 gün, havuç fermantasyonu ise 4 gün sürmüştür.

4.1.1. Hamur Fermantasyonu (I. Fermantasyon)

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretiminde LAB'nin zenginleştirilmesi amacıyla üretimin ilk aşaması olan hamur fermantasyonu kullanılır (Erten ve ark, 2008; Ağırman, 2014). Çalışmada hamur fermantasyonu için kullanılacak olan hammaddeler; bulgur unu (%3), ekşi maya (%0.2) ve içilebilir nitelikte sudur. Yoğrulup hamur kıvamına getirilen hammaddelerden oluşan karışım 28°C sıcaklığındaki inkübatörde 10 litrelik plastik kapta 5 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır.

4.1.2. Havuç Fermantasyonu (II. Fermantasyon)

Fermantasyon, 28°C sıcaklığındaki inkübatörde gerçekleştirilmiştir. Denemelerin pH ve asit miktarı sabitleninceye kadar izlenilmiş, sabit değerlere geldiğinde fermantasyon sonlandırılmıştır. Toplam asitliğin 4. günde sabitlenmesi ardından havuç fermantasyonu sonlandırılmıştır.

4.2. Su Kefiri Kullanılarak Üretilen Şalgam Benzeri İçeceğin Genel Bileşimi

Üretilen şalgam benzeri içeceklerin genel bileşimi çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı su kefiri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerin bileşimi

Bileşim	Kontrol	Ticari Toz Su Kefiri	Ticari Dane Su Kefiri	Ev Yapımı Dane Su Kefiri
pH	3,79 ± 0,070 ^a	4,06 ± 0,282 ^{ab}	4,30 ± 0,106 ^a	4,21 ± 0,106 ^a
Toplam Asitlik (g/L) *	6,47 ± 0,268 ^c	12,26 ± 0,141 ^a	9,14 ± 0,124 ^b	11,05 ± 0,636 ^a
Briks	1,95 ± 0,212 ^c	6,35 ± 0,070 ^a	5,20 ± 0,141 ^b	5,00 ± 0,141 ^b
Kuru Madde (g/L)	9,73 ± 2,14 ^b	37,03 ± 3,50 ^a	21,24 ± 9,02 ^a	48,06 ± 42,25 ^a
Renk Değerleri				
L*	20,23 ± 2,70 ^a	1,94 ± 0,28 ^b	1,74 ± 0,11 ^b	2,13 ± 0,05 ^b
a*	52,90 ± 3,90 ^a	13,15 ± 1,64 ^b	11,83 ± 1,07 ^b	14,56 ± 0,22 ^b
b*	34,74 ± 4,54 ^a	3,21 ± 0,41 ^b	2,85 ± 0,12 ^b	3,43 ± 0,33 ^b
Chroma	63,31 ± 5,01 ^a	13,54 ± 1,69 ^b	12,17 ± 1,07 ^b	14,96 ± 0,29 ^b
Hue	32,21 ± 1,94 ^a	13,72 ± 0,06 ^b	13,59 ± 0,63 ^b	13,26 ± 1,04 ^b
Toplam Fenolik madde (mg/L) **	836,45 ± 3,88 ^b	2613,00 ± 0,55 ^a	2506,95 ± 140,36 ^a	2386,00 ± 205,48 ^a
Antioksidan Aktivite				
DPPH (µmol TE/mL) ***	30,45 ± 0,03 ^c	71,63 ± 0,142 ^b	72,41 ± 1,68 ^{ab}	75,68 ± 0,377 ^a
ABTS (µmol TE/mL) ****	52,46 ± 0,066 ^d	84,54 ± 0,000 ^c	87,77 ± 0,596 ^b	90,51 ± 0,099 ^a
Toplam Monomerik Antosiyanin *****	196,45 ± 86,05	290,80 ± 8,20	295,85 ± 21,84	170,50 ± 76,36

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Tukey testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$ seviyesinde) bulunmuştur

* Laktik asit cinsinden

** Gallik asit cinsinden

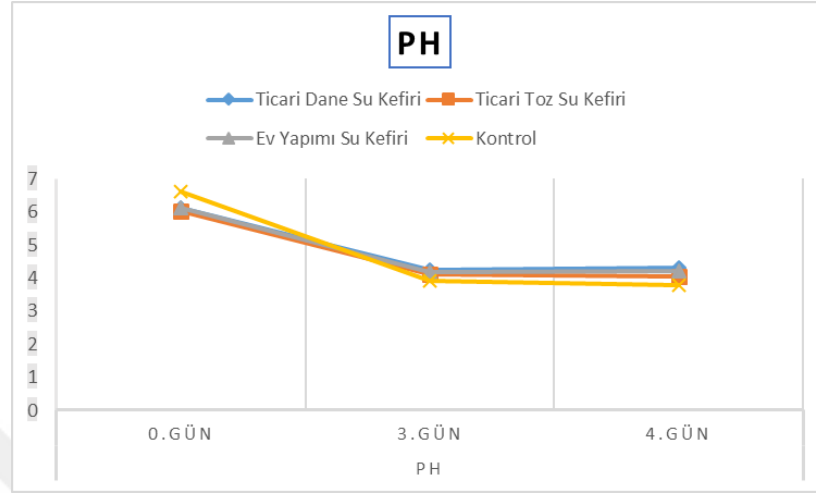
*** (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)

**** (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin- 6-sülfonikası))

***** siyanidin-3-glikozit eşdeğeri olarak

4.2.1. pH

Kurulan denemelerin fermentasyon başlangıcından bitişine kadar sürede pH değişim grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir.



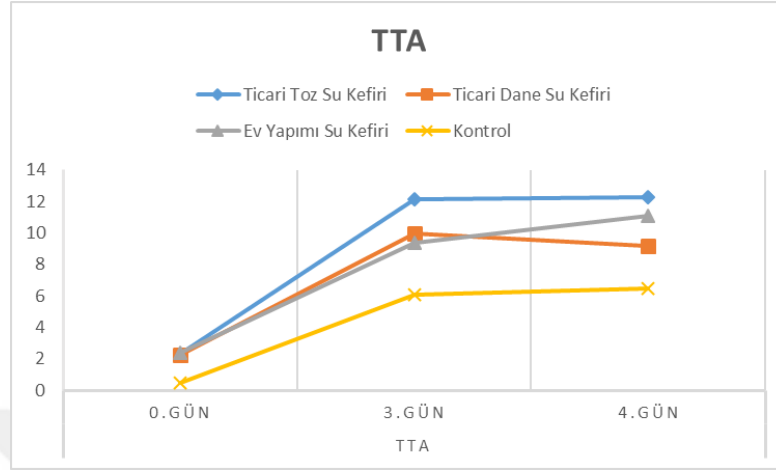
Şekil 4.1. Fermentasyon süresi boyunca pH değişimi

Su kefirı kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerde pH aralığı 3,79-4,30 aralığında değişmektedir (Şekil 4.1). Kontrol grubu en düşük pH’a sahipken, ticari üretilen dane su kefirı ise en yüksek pH seviyesine sahiptir. Su kefirı kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerde Şalgam Suyu Standardına (TS 11149) uyan yalnızca kontrol grubu olduğu bulunmuştur. Su kefirı ilavesi yapılan denemelerde pH standartların üstünde çıkmıştır.

Ağırman ve ark. (2024) siyah havuç, elma, üzüm ve yeşil lahana sularını süt bazlı olmayan probiyotik bir içecek elde etme amacıyla su kefirı daneleri ilavesiyle fermente etmişlerdir. Yeşil lahana 3,59 ile en düşük pH seviyesine sahipken siyah havuç ise 4,03 ile en yüksek pH sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. pH değeri açısından örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

4.2.2. Toplam Titrasyon Asitliği

Su kefirı ilavesi ile yapılan şalgam suyu benzeri içeceklerde toplam asitlik değerleri fermentasyon boyunca değişimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Fermentasyon süresi boyunca toplam asitlik değeri

Farklı su kefirı ilavesi ile elde edilen denemelerde toplam asitlik laktik asit cinsinden, ticari toz su kefirı ilavesinde olan denemede 12,26 g/L, ticari dane su kefirı ilavesi olan denemede 9,14 g/L, ev yapımı dane su kefirı ilavesi olan denemede 11,05 g/L ve kontrol denemesinde ise 6,47 g/L bulunmuştur (Şekil 4.2).

Şalgam Suyu Standardına göre toplam asitliğin en düşük 6 g/L olması gerektiği bildirilmiştir. Kontrol grubu ile kurulan su kefirı denemeleri de bu standardı karşılamaktadır.

Bayram ve ark (2014), %10, %15, %20 oranlarında siyah havuç kullanarak şalgam denemeleri kurmuşlardır ve çalışmalarında sırasıyla toplam asitlik 3,7 g/L, 4,8 g/L ve 5,0 g/L sonuçlarını elde etmişlerdir.

Ağırman ve ark (2024), siyah havuç, elma, üzüm ve yeşil lahana sularını süt bazlı olmayan probiyotik bir içecek elde etme amacıyla su kefirı daneleri ilavesiyle fermente etmişlerdir. Bu denemelerde elde ettikleri toplam asitlik sırasıyla 13,08 g/L, 8,42 g/L, 8,16 g/L ve son olarak 9,23 g/L şeklinde bulmuşlardır.

Örnekler arasındaki toplam asitlik farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

4.2.3. Toplam Kuru Madde Miktarı

Şalgam suyunda, su ve diğer uçucu maddelerin buharlaştırılmasından sonra geriye kalan maddeler, toplam kuru maddeyi oluşturur. Bu kuru madde, suda çözünen ve çözünmeyen kısımlardan meydana gelir. Suda çözünen kısımlar şekerler, asitler ve tuzlardan oluşurken, suda çözünmeyen kısımlar ise selüloz ve nişasta gibi polisakkaritleri içerir (Canbaş, 1985; Deryaoğlu, 1990).

Yapılan çalışmada kurulan denemelerin kuru madde oranı 9,73-48,06 g/L aralığında bulunmuştur. Şalgam suyu standardının yenilenen versiyonuna göre kuru madde miktarı en az 28 g/L olmalıdır (TS, 2016). Şalgam suyu üretiminde fermantasyon süreci, kullanılan malzemelerin miktarı ve kalitesi kuru madde miktarını doğrudan etkileyebilir.

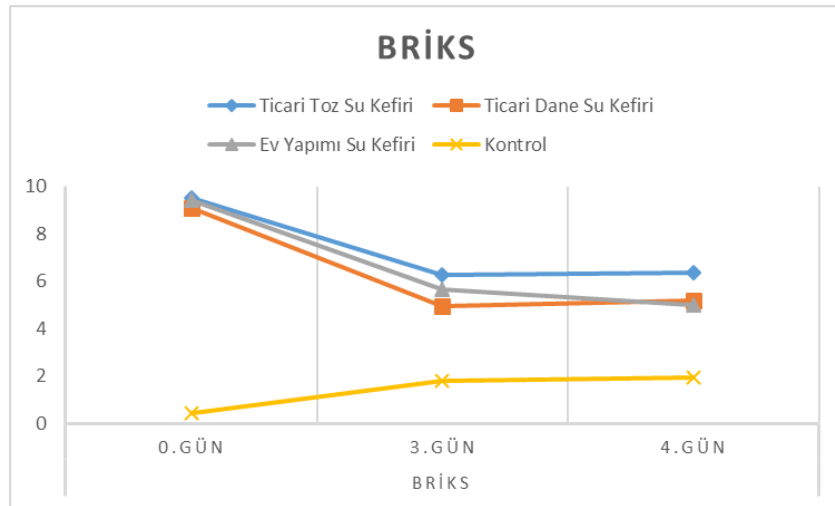
Biçerdöğ (2022) şalgam suyunun kalite ve özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada piyasadan 5 farklı şalgam suyu temin etmiş ve kuru madde oranlarını incelemiştir. İncelenen şalgam sularının kuru madde değerlerinin 1,74 g/L ile 2,27 g/L arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Ağırman (2024), Türkiye genelinde tüketime sunulan beş farklı endüstriyel şalgam suyunun kuru madde miktarlarını değerlendirmiş ve bu ürünlerin TS 11149 Şalgam Suyu Standardı'na uygunlukları incelemiştir. Değerlerin 1,59 g/L ile 2,71 g/L olduğunu gözlemlemiş ve standartların çok altında olduğunu belirtmiştir.

Bu tez kapsamında kuru madde miktarı açısından, farklı üretim yöntemleri arasında %5 önem seviyesinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Kontrol denemesi şalgam standartlarına kıyasla düşük seviyede bulunurken, Biçerdöğ (2022), ve Ağırman (2024)'ın çalışmalarına uyumludur.

4.2.4. Suda Çözünen Kuru Madde (BRİKS)

Kurulan denemelerin fermantasyon boyunca ölçülen briks değerleri Şekil 4.3' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Fermantasyon süresi boyunca ölçülen briks değerleri

Su kefirli ilavesiyle şalgam benzeri içecek üretiminde briks değerleri Şekil 4.3' de verilmiştir. Toz ticari su kefirli ilavesi ile kurulan denemede briks değeri 6,35, ticari dane su kefirli ilavesi ile kurulan denemede briks değeri 5,20, ev yapımı dane su kefirli ilavesi ile kurulan denemede briks değeri 5 ve kontrol denemesinde 1,95 aralığında değerler tespit edilmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) Şalgam Suyu Standardına (TS 11149) göre, su kefir ilavesi ile yapılan denemeler bu standardı karşılamakta, kontrol grubu karşılamamaktadır.

Corona ve ark (2016) yaptığı çalışmada havuç, rezene, karpuz, soğan, domates ve çilek sularını, su kefir danesi ilavesi ile fermantasyona tabi tutmuşlardır. En yüksek briks değeri 9,17 ile soğan, en düşük ise 1,87 ile rezene bulunmuştur. Havucun briks değeri ise 3,38 bulunmuştur.

Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada üzüm suyunun briks değeri 6,85, siyah havuç suyunun briks değeri 6,95, elma suyunun briks değeri 4,90 ve yeşil lahananın briks değeri de 5,00 değerleri aralığında bulunmuşlardır. Briks değerleri bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

4.3. Su Kefiri İlavesi ile Üretilen Şalgam Benzeri İçeceklerin Toplam Fenolik Toplam Antosiyanin ve Renk İçerikleri

4.3.1. Toplam Fenolik Madde

Fenolik bileşikler, fenolik asitler, flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler şeklinde sınıflandırılmakta ve şalgam suyu, özellikle antosiyaninler açısından zengin bir içecek olarak bilinmektedir (Ribereau-Gayon ve ark., 2006). Fenol bileşenlerinin tayini, Folin-Ciocalteu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Santrifüj ile ayrıştırılıp berrak hale getirilen örneklerin absorbans değerlerine karşılık gelen toplam fenol bileşikleri miktarı, gallik asit ile oluşturulan standart grafikten faydalanılarak mg gallik asit/L cinsinden belirlenmiştir.

Farklı su kefir ilavesi ile üretilen denemelerde toplam fenol miktarı gallik asit cinsinden 836,45 mg/L ile 2613,55 mg/L arasında bulunmuştur. En yüksek değer ticari toz su kefir ile üretilen denemeye aitken, en düşük değer ise kontrol grubuna aittir (Şekil 4.1.).

Akbulut ve ark. (2024) geleneksel şalgam içeceğine üzüm posasının ilavesinin yapılabilirliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada %100 siyah havuç, %75 siyah havuç+ %25 üzüm posası, %50 siyah havuç+%50 üzüm posası, %25 siyah havuç+%75 üzüm posası ve son olarak da %100 üzüm posası kullanmışlardır. Bu denemeleri belirli bir fermantasyon süresine tabi tutmuşlardır. %100 siyah havuç kullanılan içekte fermantasyonun 9. gününde toplam fenol 927,70 mg/L çıkmıştır ve bu denemelerin arasındaki en yüksek değere sahip denemedir.

Ağırman ve ark. (2024) yaptığı çalışmada üzüm suyunun toplam fenol değerini gallik asit cinsinden 190,42 mg/L, siyah havuç suyunun 1248,60 mg/L, elma suyunun 290,85 mg/L ve son olarak yeşil lahananın değerinin ise 107,22 mg/L olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gerçekleştirilen varyans analizine göre, toplam fenol miktarı açısından gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, önem seviyesi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

4.3.2. Toplam Monomerik Antosiyanin

Kırmızı renkli meyve (çilek, vişne, ahududu) ve sebze (siyah havuç, kırmızı pancar) sularına ve kırmızı şaraplara çekici renklerini hammaddelerden gelen antosiyaninler verir. Antosiyaninler

hem ürün kalitesi hem de sağlık açısından değerli bileşiklerdir. Meyve ve sebzelerdeki antosiyaninler, ortam sıcaklığı, pH seviyesi, oksijen varlığı, enzim uygulamaları, parçacık boyutu, presleme işlemi ve hammadde miktarına bağlı olarak ürüne farklı oranlarda geçer. (Canbaş, 1991; Canbaş, 1995; Karadeniz ve Ekşi, 1999; Iverson, 1999; Ribereau-Gayon ve ark., 2000; Türker ve ark., 2004).

Su kefir ilave edilerek üretilen şalgam benzeri içeceklerde toplam antosiyanin miktarı, siyanidin-3-glikozit cinsinden belirlenmiştir (Şekil 4.1). Denemelerde antosiyanin miktarı 170,50 mg/L ile 295,85 mg/L arasında değerler bulunmuştur. En yüksek değer ticari toz su kefir ilavesi olan denemede tespit edilmiştir ve sırasıyla ticari dane su kefir ilavesi olan deme, ikinci sırada kontrol denemesi ve en düşük değer ise ev yapımı ticari su kefir ilavesinde tespit edilmiştir.

Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada siyah havuç suyunun toplam monomerik antosiyanin miktarını, siyanidin-3-glikozid cinsinden, 391,31 mg/L bulmuştur. Akbulut (2024) ve ark yaptığı çalışmada %100 siyah havuç kullandığı denemesinde toplam monomerik antosiyanin miktarını fermantasyonun 9. gününde 232,43 mg/L bulmuştur. Tanrıseven (2018) çalışmasında 10, %15 ve %20 havuç içeren şalgam suları üretmiştir ve bu çalışmada sırasıyla toplam antosiyanin miktarlarını 57, 215 ve 306 mg (siyanidin glikozit cinsinden) /L olarak rapor etmiştir.

Bu tez kapsamında elde edilen veriler daha önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Toplam antosiyanin miktarları arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.3.3. Renk Değerleri ($L^*a^*b^*$, Hue, Chroma ve ΔE^*)

Şalgam sularının renk tayininde, denemelerin rengi Color Quest XE HunterLab marka renk ölçüm cihazı ile ölçülmüş ve uluslararası L^* , a^* , b^* sistemi (Hunter Renk Sistemi) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Şalgam suyunun kendine has koyu kırmızı rengi, siyah havucun içerdiği yüksek miktardaki antosiyanin bileşenlerinin fermantasyon sırasında suya geçmesinden kaynaklanmaktadır (Bozdoğan ve Yaşar, 2019). L^* değerinin sıfıra yaklaşması, rengin koyulaştığını gösterirken, a^* değerinin artması, kırmızı renk tonunun yoğunlaştığını ifade eder. Elde edilen verilerde L^* değerleri 20,23-1,74 arasında olduğu gözlemlenmiştir. En düşük L^* değeri ticari dane su kefirinde gözlemlenirken, en yüksek değer de kontrol grubuna aittir. Yüksek antosiyanin seviyesine sahip siyah havuçların kullanılmasıyla birlikte koyu renkliliğin en belirgin olduğu denemeler su kefir ilavesi olanlar olduğu gözlemlenmiştir ve bunun nedeni olarak direkt siyah havuç suyunun kullanımından kaynaklı olduğu rapor edilmiştir. Literatürdeki diğer şalgam suyu değerleri ile karşılaştırılabilir veriler elde edilmiştir.

Hunter renk sistemine göre a^* kırmızılık değerleri incelendiğinde kontrol grubunun a^* değeri 52,90 ile oldukça yüksek bir kırmızı tonunu ifade etmektedir. Diğer denemelerde (Ticari Toz, Ticari Dane ve Ev Yapımı Dane Su Kefiri) a^* değerleri sırasıyla (13,15), (11,83) ve (14,56) olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, kontrol grubunun diğer gruplara göre daha yoğun bir kırmızı renge sahip olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunun b^* değeri 34,74 ile en yüksek sarı tonunu göstermektedir. Diğer denemelerde b^* değerleri ise (3,21), (2,85) ve (3,43) olarak ölçülmüştür. Bu,

kontrol grubunun bir miktar sarı ton içerdiğini, diğer denemelerin ise sarılık açısından daha zayıf olduğunu ortaya koymaktadır.

Chroma değeri, rengin doygunluğunu ve saflığını belirtirken, diğer bir ifadeyle renk aydınlığının griden ne kadar farklı olduğunu ölçme anlamına gelir. Hue değeri ise kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor gibi ana renkleri veya yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor, mor-mavi ve mavi-yeşil gibi renk tonlarını ifade eden bir parametredir. Hue değerinin birimi derece (°) olup, 0° kırmızı rengi, 90° ise sarı rengi temsil etmektedir (Çelik ve Çakmakçı, 2020). Kontrol grubunun Chroma değeri 63,31 ile en yüksek seviyededir; bu durum, renginin diğer denemelere göre daha doygun ve yoğun olduğunu göstermektedir. Diğer denemeler arasında ticari toz su kefir 13,54, ticari dane su kefir 12,17 ve ev yapımı dane su kefir 14,96 gibi daha düşük Chroma değerleri ile yer alarak, rengin daha soluk olduğunu ortaya koymaktadır. Hue değeri, rengin ana tonunu ifade etmektedir. Kontrol grubunun Hue değeri 32,21 olup, bu değer diğer içeceklerden belirgin bir şekilde yüksektir. Ticari toz su kefir 13,72, ticari dane su kefir 13,59 ve ev yapımı dane su kefir 13,26 ile daha düşük Hue değerlerine sahip olup, bu durum, bu içeceklerin renginin kontrol grubuna kıyasla daha az belirgin olduğunu göstermektedir.

Tangüler ve ark. (2021), şalgam suyu üretiminde geleneksel ve doğrudan yöntemleri karşılaştırmış; geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında L* (13,78- 14,25), a* (4,74 – 5,20) ve b* değerlerinin (-0,12 - -0,35) aralığında olduğu, doğrudan yöntemle üretilenlerde ise L* (13,27 – 14,23), a* (2,95 – 5,58) ve b* değerlerinin (0,16 – 1,17) aralığında olduğu belirlenmiştir.

Ağırman ve ark (2024), siyah havuç suyunun renk değerlerini ölçmüş ve L* (1,03), a* (7,03), b* (1,61), Chroma (7,21) ve Hue (12,89) aralığında belirlemiştir.

Elde edilen verilere göre denemelerin renk değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunduğu (p <0,05) ve denemelerin renk değerleri arasındaki farklılıklara göre kontrol grubunun diğerlerinden ayrıldığı gözlemlenmiştir.

4.4. Antioksidan Aktivite Tayini

Bazı araştırmalara göre, bir ürünün antioksidan kapasitesi genellikle toplam fenolik içerik ve antosiyanin içeriği ile orantılıdır (Li ve ark., 2012; Tanguler ve ark., 2021). Bu bağlamda, siyah havuç, yoğun mor rengiyle tanınan ve birçok sağlık faydası sunduğu gösterilen eşsiz bir antosiyanin kaynağı olarak bilinmektedir (Pereira-Caro ve ark., 2021). Antosiyaninlerin varlığı, siyah havuçların sağlık üzerindeki olumlu etkilerini desteklemekte ve bu nedenle gıda üretiminde önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Tez kapsamında yapılan çalışmada antioksidan seviyesi ABTS ve DPPH yöntemleri kullanarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). ABTS değerleri 52,46 ile 90,51 µmol TE/mL arasında bulunmuştur. En yüksek değer 90,51 µmol TE/mL ev yapımı dane su kefir ilavesi ile yapılan denemedir. En düşük ise 52,46 µmol TE/mL ile kontrol denemesi olduğu gözlemlenmiştir. ABTS değeri en yüksek olan örneklerin, toplam monomerik antosiyanin miktarının en düşük seviyelerde

olduğu gözlemlenirken; en düşük ABTS değerine sahip örneklerde ise toplam monomerik antosiyanin miktarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. DPPH yöntemi, antioksidan analizinde DPPH radikalinin azaltma yeteneğini ölçer ve bu nedenle 515 nm'deki renk değişimini değerlendirir. Bu yöntem, antioksidanların varlığında DPPH çözeltisinin mor renginin azalmasını gözlemleyerek, örneğin antioksidan kapasitesini belirlemek için kullanılır (Başer, 2013). Kurulan denemelerde DPPH değerleri 30,45 $\mu\text{mol TE/mL}$ ile 75,68 $\mu\text{mol TE/mL}$ arasında değişmektedir. En yüksek değer ev yapımı dane su kefir ilavesi ile kurulan deneme olurken, en düşük değer de kontrol denemesine ait olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak siyah havuç suyundaki bileşenler ile su kefirindeki mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler, antioksidan aktiviteyi değiştirmesi ayrıca da çeşitli su kefir ilavesi, siyah havuç suyunun pH değerini değiştirerek, antioksidan bileşiklerin stabilitesini etkileyebileceği yorumu yapılabilir. Daha yüksek asidite seviyeleri, bazı vitaminlerin ve antioksidan bileşiklerin stabilitesini etkileyebileceği de düşünülmektedir.

Başer (2013), yaptığı çalışmada farklı metotla üretilen ve içeriği farklı olan şalgam sularının ve farklı illerden temin ettiği siyah havuç sularının antioksidan kapasitelerini incelemiştir. ABTS değerlerini şalgam sularında 2,43-4,37 $\mu\text{mol TE/mL}$ aralığında bulmuştur. Siyah havuç sularının ABTS değerleri ise 6,95-10,68 $\mu\text{mol TE/mL}$ aralığında bulmuştur. DPPH metoduyla yaptığı analizlerde ise farklı şalgam sularının değerleri 3,53-5,96 $\mu\text{mol TE/mL}$, siyah havuç suları ise 10,16-15,26 $\mu\text{mol TE/mL}$ aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Su kefirinin antioksidan aktivite değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Literatürde yapılan diğer çalışmalara göre elde edilen verilerden çok daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5. Havuç Fermantasyonu Süresinde Mikrobiyolojik Analizler

Havuç fermantasyonu sırasında çeşitli su kefirleri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içeceklerin, fermantasyonun başladığı gün, 3. gün ve fermantasyon bitişi zaman aralığında örnekler alınmış ve bu örneklerde belirli mikroorganizmaların sayıları tespit edilmiştir. Denemelerin laktik asit bakterileri (MRS), toplam mezofil aerob bakterileri (PCA), toplam maya sayıları (MEA), *Saccharomyces* spp. olmayan maya türleri (L-Lysine) ve koliform bakterilerinin (VRBA) sayımı, parantez içerisinde belirtilen besiyerlerinde yapılmıştır. Fermantasyon süreci boyunca tüm denemelerde elde edilen LAB, TMAB, toplam maya, *Saccharomyces* spp. olmayan mayalar ve koliform bakterilerin sayısal sonuçları Çizelge verilmiştir.

4.5.1. Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayısı

Çizelge 4.2. Fermantasyon süresince LAB sayıları (kob/mL) değişimi

Kefir Türü	0. Gün (log kob/mL)	3. Gün (log kob/mL)	4. Gün (log kob/mL)
Ticari Toz Su Kefiri	5,85 ± 0,29	7,43 ± 0,12	7,31 ± 0,11
Ticari Dane Su Kefiri	5,92 ± 0,17	7,95 ± 0,26	7,53 ± 0,18
Ev Yapımı Dane Su Kefiri	4,94 ± 0,17	7,47 ± 0,19	7,69 ± 1,11
Kontrol	3,95 ± 1,41	7,86 ± 0,55	7,73 ± 0,61

**Denemeler arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).*

Havuç fermantasyonu başlangıcında denemelerin LAB sayısı 3,95-5,92 log kob/mL arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Ev yapımı dane su kefir ilavesi olan denemede istikrarlı bir artış gözlemlenirken, diğer denemelerde fermantasyonun 3. gününe kadar artış gözlemlenirken, 4. günde düşüş gözlemlenmiştir.

Fermantasyonun üçüncü gününde en yüksek LAB sayısı 7,95 log kob/mL ile ticari dane su kefir ilavesi yapılan denemede belirlenmiş, en düşük miktar ise 7,43 log kob/mL ile ticari toz su kefir denemesinde belirlenmiştir. Fermantasyonun son gününde ise en yüksek LAB sayısı ise kontrol denemesinde 7,73 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda en düşük LAB sayısı 7,31 log kob/mL ile ticari toz su kefir ilave edilen denemede belirlenmiştir.

Ağırman ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, siyah havuç fermentasyonu süresince kok LAB ve çubuk LAB sayıları incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, kok LAB sayısı 8,03 log kob/mL ve çubuk LAB sayısı 8,04 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Üzüm suyunda bu değerler sırasıyla 7,67 log kob/ mL, 7,44 log kob/mL, elma suyunda 7,62 log kob/mL, 7,23 log kob /mL ve son olarak da yeşil lahanada sırasıyla 5,26 log kob/mL ve 5,22 log kob/mL şeklinde belirlenmiştir.

Corona ve ark. (2016) yaptığı çalışmada çeşitli sebze ve meyve sularını su kefir dane ilavesi ile fermente etmiş, LAB sayılarını MRS ve M17 agar kullanarak incelemişlerdir. Havuç suyunun değerleri MRS ve M17 değerleri aynı çıkmış bu değer 8,5 log kob /mL'dir. Diğer ürünler ise sırasıyla rezene için 8,6 log kob/mL, 8,1 log kob/mL, kavun için 9,1 log kob /mL, 9,2 log kob/mL, soğan için 8,9 log kob/mL, 8,5 log kob /mL, çilek için 7,7 log kob/mL, 6,4 log kob/mL ve son olarak domates için bu değerler MRS ve M17 aynı olup 8,9 log kob/mL şeklinde bulunmuştur.

Elde edilen veriler daha önce yapılan benzer çalışmalardaki verilere uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Denemeler arasındaki hesaplanan laktik asit bakterisi (LAB) sayıları, denemeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$).

4.5.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı

Kurulan farklı denemelerin havuç fermantasyonu sırasında TMAB sayıları incelenmiştir (Çizelge 4.3)

Çizelge 4.3. Fermantasyon süresince TMAB (kob/mL) sayıları değişimi

Kefir Türü	0. Gün (log kob/mL)	3. Gün (log kob/mL)	4. Gün (log kob/mL)
Ticari Toz Su Kefiri	5,93 ± 0,48	7,80 ± 0,06	7,71 ± 0,00
Ticari Dane Su Kefiri	5,80 ± 0,25	7,86 ± 0,12	8,13 ± 0,13
Ev Yapımı Dane Su Kefiri	5,09 ± 0,50	8,10 ± 0,21	8,19 ± 0,02
Kontrol	5,96 ± 0,70	8,05 ± 0,29	8,25 ± 1,01

**Denemeler arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$)*

Fermantasyon sonunda üretilen şalgam ve şalgam benzeri içeceklerin TMAB sayıları 7,71 log kob/mL ile 8,25 log kob/mL aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Denemelerin genelinde, fermantasyonun son gününe kadar düzenli bir artış gözlemlenmiştir fakat ticari toz su kefir ilavesi yapılan denemede üçüncü gün artış gözlemlenirken fermantasyonun son gününde düşüş olmuştur.

Fermantasyon sonunda kontrol denemesi 8,25 log kob/mL ile en yüksek TMAB sayısına ulaşırken, ticari toz su kefir ilave edilen deneme ise 7,71 log kob/mL ile en düşük TMAB içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada üzüm suyu, siyah havuç suyu, elma suyu ve yeşil lahana suyunu su kefir dane ilavesiyle fermantasyona tabi tutmuştur. TMAB sayılarını incelemiştir ve sırasıyla bu değerler 7,77 log kob/mL, 6,53 log kob/mL, 7,70 log kob/mL ve son olarak 6,06 log kob/mL arasında olduğu ifade edilmiştir. Bu değerlerde siyah havuç suyunda ve yeşil lahana suyunda fermantasyonun birinci günü bir artış gözlemlenirken son gününde bir düşüş olduğu belirtilmiştir.

Corona ve ark. (2016) yaptığı çalışmada havuç, rezene, kavun, çilek ve domates sularını önce pastörize edip sonra da su kefir dane ilavesi ile fermantasyona tabi tutmuştur. TMAB sayılarını incelemiştir bu değerler sırasıyla 8,4 log kob/mL, 8,5 log kob/mL, 9,1 log kob/mL, 8,6 log kob/mL, 7,8 log kob/mL ve son olarak 9,0 log kob/mL aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Elde edilen veriler daha önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Denemeler arasında hesaplanan toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını ortaya koymaktadır ($p>0,05$)

4.5.3. Toplam Maya Sayısı

Şalgam benzeri içeceklerin ve kontrol denemelerinin havuç fermantasyonu sırasında toplam maya sayısındaki değişimler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Fermantasyon süresince toplam maya sayıları (kob/mL) değişimi

Kefir Türü	0. Gün (log kob/mL)	3. Gün (log kob/mL)	4. Gün (log kob/mL)
Ticari Toz Su Kefiri	5,91 ± 0,47	7,35 ± 0,14	7,19 ± 0,39
Ticari Dane Su Kefiri	5,82 ± 0,23	7,89 ± 0,07	7,90 ± 0,33
Ev Yapımı Dane Su Kefiri	4,86 ± 0,55	7,75 ± 0,20	8,29 ± 0,16
Kontrol	5,94 ± 0,24	7,40 ± 1,42	7,85 ± 1,39

**Denemeler arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur (p>0,05)*

Su kefir i ilavesi ile kurulan denemelerin havuç fermantasyonu sonunda toplam maya sayımı yapılmıştır. Değerler 7,19 log kob /mL ile 8.29 log kob/mL arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Kurulan denemelerde genel anlamda fermantasyonun ilk günü ile son günü arasında istikrarlı bir artış olmuştur. Ticari toz su kefir i ilavesi olan denemede ise üçüncü gün artış gözlemlenirken fermantasyonun son gününde bir düşüş meydana gelmiştir. Fermantasyon sonunda ev yapımı dane su kefir i ilavesi yapılan deneme 8,29 log kob/mL ile en yüksek değere sahipken, ticari toz su kefir i ilavesi ile kurulan deneme 7,19 log kob/mL ile en düşük toplam maya değerine sahiptir.

Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada üzüm, siyah havuç, elma ve yeşil lahana sularını ilk olarak pastörize edip daha sonra da su kefir i dane ilavesi yaparak fermantasyona tabi tutmuşlardır. Değerler sırasıyla 7,79 log kob/mL, 6,79 log kob/mL, 7,79 log kob/mL ve son olarak 4,37 log kob/mL aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Corona ve ark (2016) yaptığı çalışmada DRBC agar kullanarak, sularını sıkıp, pastörize edip daha sonra da su kefir i dane ilavesi yaparak fermente ettiği çeşitli sebze ve meyve sularının toplam maya sayılarını incelemişlerdir. Bunlardan havuç suyunun toplam değerleri 6,7 log kob/mL, rezene 5,5 log kob/mL, kavun 7,8 log kob/mL, soğan 3,3 log kob/mL, çilek 7,7 log kob/mL ve son olarak domates 7,1 log kob/mL aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen veriler daha literatüre benzerlik göstermektedir. Denemeler arasında hesaplanan toplam maya sayıları, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

4.5.4. *Saccharomyces* spp. olmayan Maya Sayımı

Kurulan denemelerin havuç fermantasyonu süresinde değişen *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayımı Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Fermantasyon süresince *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayıları (kob/mL) değişimi.

Kefir Türü	0. Gün (log kob/mL)	3. Gün (log kob/mL)	4. Gün (log kob/mL)
Ticari Toz Su Kefiri	4,05 ± 0,29 ^c	5,20 ± 0,46 ^b	4,15 ± 0,21 ^b
Ticari Dane Su Kefiri	5,44 ± 0,15 ^b	4,83 ± 0,07 ^b	5,75 ± 0,11 ^a
Ev Yapımı Dane Su Kefiri	4,42 ± 0,01 ^c	4,19 ± 0,20 ^b	5,59 ± 0,44 ^a
Kontrol	6,11 ± 0,16 ^b	5,21 ± 0,09 ^b	5,16 ± 0,44 ^{ab}

* Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Tukey testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$ seviyesinde) bulunmuştur

Farklı su kefir ilavesi ile kurulan denemelerde havuç fermantasyonu sırasında gelişen *Saccharomyces* spp. olmayan sayımı yapılmıştır. Fermantasyon sonunda *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayısının en yüksek değeri ticari dane su kefir ilavesi yapılan denemede 5,75 log kob/mL olarak tespit edilirken, en düşük sayı ise 4,15 log kob/mL ile ticari toz su kefir ilavesi yapılan denemede belirlenmiştir.

Kurulan denemelerde *Saccharomyces* spp. olmayan sayısında, ticari toz su kefir ilave edilen deneme hariç, diğer denemelerin tamamında 0. gün ile 3. gün aralığında bir düşüş gözlemlenmiştir. Ticari ve ev yapımı dane su kefirleri ilavesi yapılan denemelerde fermantasyon sonunda 3. güne kıyasla bir artış gözlemlenirken, ticari toz su kefir ilavesi ile kurulan deneme ve kontrol denemelerinde *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayısında düşüş belirlenmiştir.

Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada üzüm suyunda *Saccharomyces* spp. olmayan sayı değerini 7,43 log kob/mL, siyah havuçta bu değeri 6,25 log kob/mL, elma suyunda 7,28 log kob/mL ve son olarak yeşil lahanada bu değer 4,03 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Şalgam suyu ile ilgili yapılan araştırmalarda, *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayıları Utuş (2008) tarafından 4,82-6,46 log kob/mL, Tangüler (2010) tarafından ise 4,21-5,19 log kob/mL olarak rapor edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen değerler Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmaya göre düşük, Utuş (2008) ve Tangüler (2010)'e göre ise uyumlu bulunmuştur. Elde edilen değerler, *Saccharomyces* spp. olmayan maya sayımında istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

4.5.5. Koliform Bakteri Sayısı

Su kefir ilavesi ile elde edilen şalgam benzeri içecek denemelerinde havuç fermantasyonu sırasında toplam koliform bakteri sayısı tespiti yapılmıştır. Fermantasyon başlangıcında bulunan koliform bakteri sayısının 3,74 log kob/mL ile 5,93 log kob/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Fermantasyonun başlangıcından itibaren asitlik artışı ve pH düşüşü ile koliform sayısında azalma görülmüş ve fermantasyon sonunda denemelerin hiçbirinde koliform bakteriye rastlanılmamıştır.

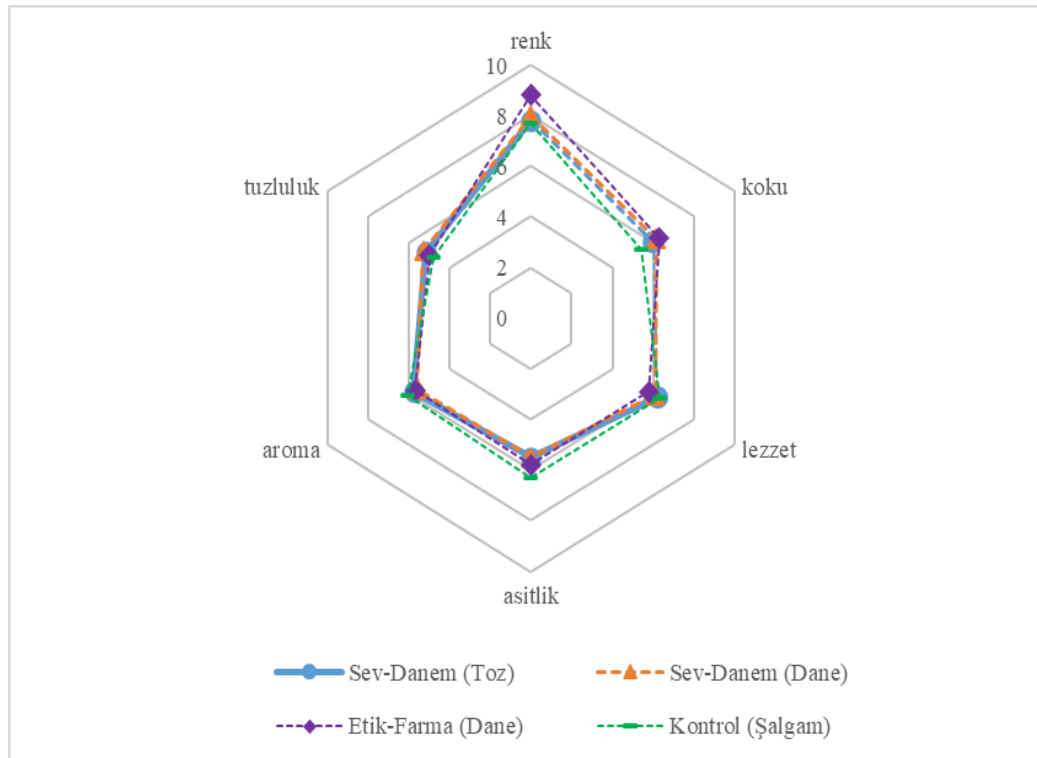
Elde edilen veriler, şalgam suyu üzerine gerçekleştirilen diğer çalışmalarla benzer sonuçlar içermektedir. Tangüler (2010) ve Güneş (2008), ürettikleri şalgam sularında fermantasyonun 6. gününden itibaren koliform bakteriye rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Utuş (2008) ise fermantasyonun 5. gününden itibaren ürettiği şalgam suyunda koliform bakteri tespit edilmediğini rapor etmiştir. Ağırman ve ark (2024) yaptığı çalışmada çeşitli sebze ve meyve sularında da fermantasyonun başlangıcından ve son gününe kadar koliform bakteriye rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

Fermantasyon başlangıcında elde edilen veriler istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

4.6. Duyusal Analiz

Su kefiri kullanılarak üretilen şalgam benzeri içecekler için 1-9 puan arasında puanlama yapılarak renk, koku, aroma, asitlik ve tuzluluk özelliklerini baz alarak 9 kişilik panelist tarafından değerlendirilmiştir. Kullanılan analiz formu şekil verilmiştir. Denemeler için rastgele 3 haneli rakamlar verilerek denemeler adlandırılmış ve panelistlere sunulmuştur.

Duyusal analiz değerlerine göre sonuç grafiği örümcek ağ grafiği kullanılarak şekil verilmiştir.

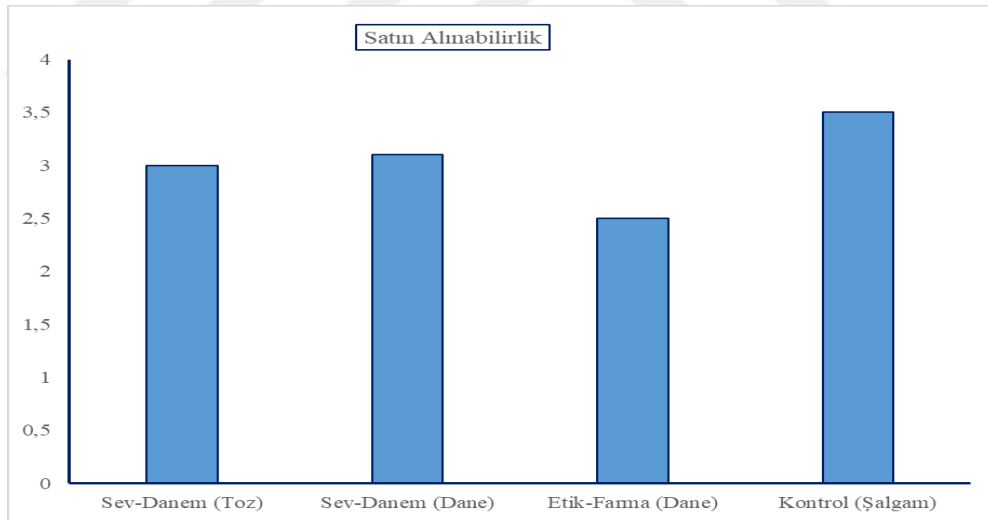


Şekil 4.4. Örneklerin duyusal analiz sonuçlarının örümcek ağ grafiğinde gösterimi

Şekil 4.4’de görüldüğü gibi özellikler açısından değerlendirmeler birbirlerine çok yakındır. Renk açısından beğenilmiş ve yakın değerler almışlardır en çok beğenilen deneme ise ev yapımı dane su kefirli ilavesi yapılan denemedir 8,8 puan verilmiştir. Koku özelliğinin en çok beğenilen deneme ise 6,3 puan ile ev yapımı dane su kefirli ilavesi ile kurulan deneme almıştır, diğer denemeler ise 5,4-6,2 arasında değerler almıştır. Lezzet açısından en çok beğenilen deneme kontrol grubu olmuştur. Lezzet açısından değerlendirmeler 6,3-5,8 aralığındadır. Kontrol grubu asitlik özelliğini baz aldığımızda en çok beğenilen deneme grubu olmuştur 6,3 puan almıştır. Diğer denemelerde ise bu değerler 5,8-5,5 arasında değişmektedir. Aroması en çok beğenilen grup kontrol denemesidir 6,1 puan almıştır en az beğenilen deneme ise 5,6 puan alan ticari dane su kefirli ilavesi yapılan denemedir. Tuzluluk bakımından en çok beğenilen deneme 5,3 puan alan ticari dane su kefirli denemesi olmuştur. Diğer denemelerde bu aralık 4,8 ile 5,2 puan aralığındadır.

Genel olarak baktığımızda su kefirli ilavesi ile yapılan şalgam benzeri içeceklerde en çok beğenilen grup kontrol grubu olurken, en az beğenilen grup ise ticari toz su kefirli ilavesi olan gruptur.

Farklı su kefirli ilavesi ile üretilen şalgam benzeri içecek denemelerin, 9 panelist tarafından satın alınabilirlik değerlendirmesi, kesinlikle alırım, kararsızım ve kesinlikle almam şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Puanlama sistemi Şekil 4.5’de verilmiştir. Panelistlerin değerlendirmesi sonucu elde edilen veriler sütun grafiği şeklinde şekil verilmiştir.



Şekil 4.5. Örneklerin satın alınabilirlik sütun grafiği

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere satın alınabilirliği en fazla olan grup 3,5 puan alan kontrol grubu olmuştur. Panelistler kontrol grubu için en fazla kesinlikle alırım değerlendirmesi yapmıştır. Kesinlikle almam değerlendirmesi ise satın alınabilirlik açısından en az tercih edilen grup ise 2,5 puan ile ev yapımı dane su kefirli ilavesi ile kurulan deneme olmuştur.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı farklı tipteki (ticati toz, ticari dane ve ev yapımı dane) su kefirinin şalgam suyu benzeri içecek üretiminde kullanımının üretilen içeceklerin, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi üzerinde etkisinin araştırılmasıdır. Kontrol denemesi olarak geleneksel yöntem ile fermente edilen şalgam suyu kullanılmıştır.

Su kefir ilavesi ile üretilen şalgam benzeri içeceklerde, ürünlerin fonksiyonel içeriklerinin kontrol grubu şalgam ile kıyaslandığında, su kefir ilavesi yapılan içeceklerin toplam fenol, toplam monomerik antosiyanin, antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Su kefir ilaveli içeceklerin asitlik değerlerinin fermente şalgama göre oldukça hızlı yükseldiği, dolayısıyla geleneksel şalgam suyu üretiminde fermantasyon süresini önemli ölçüde kısaltılabileceği tespit edilmiştir.

Son ürünler mikrobiyal açıdan incelendiğinde su kefir ilave edilen denemeler ile kontrol şalgam grubu arasında önemli bir farklılık olmadığı, su kefir ilavesinin ürünün mikrobiyolojik kalitesini negatif yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Duyu analizi yapılan denemelerde, su kefir ilavesi yapılan içecekler tat, koku, aroma, asitlik ve tuzluluk baz alındığında kontrol grubuna göre daha az beğeni almıştır. Renk açısından su kefir ilavesi yapılan içeceklerde kırmızılık daha baskın olup panelistler tarafından daha çok beğeni toplamıştır.

Su kefirinin bilinen üretim şekli dışında, vegan kaynaklı ürünleri substrat olarak kullanması ve fermente edilmesi ile ilgili çalışmalara literatürde çok rastlanılmamaktadır. Ancak su kefir içeceği probiyotik, antioksidan, antimikrobiyal, sindirim sistemi düzenleyici ve antienflamatuvar etkisi gibi birçok özelliği ile çok sayıda bilimsel çalışmada sağlıklı bir içecek olarak tarif edilmiştir. Siyah havuç suyunun da insan sağlığı üzerine birçok olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla siyah havuç suyunun su kefir daneleri kullanılarak fermente edilmesi sonucu elde edilecek şalgam benzeri içeceğin duyu özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapılması önerilmektedir.



KAYNAKÇA

- Ağırman, B. 2024. Bazı Ticari Şalgam Sularının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 14(3), 1524-1541. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1487121>
- Ağırman, B., Yıldız, I., Polat, S., Erten, H., 2024. The evaluation of black carrot, green cabbage, grape, and apple juices as substrates for the production of functional water kefir-like beverages. Food Science and Nutrition.
- Ağırman, B., Settanni, L., Erten, H. 2021. Effect of different mineral salt mixtures and dough extraction procedure on the physical, chemical and microbiological composition of şalgam: A black carrot fermented beverage. Food Chemistry, 344, 128618.
- Ağırman, B. 2014. Şalgam Suyu Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Sodyum Klorür Miktarının Azaltılması. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 115 s.
- Akbulut, M. ve Özcan, M. 2008. Some physical, chemical and rheological properties of sweet sorghum (sorghum bicolor (l) moench) pekmez (molasses). International Journal of Food Properties, 11(1), 79-91.
- Alsayadi, M.S., Al Jawfi, Y., Belarbi, M., ve Z. Sabri, F. 2013. Antioxidant Potency Of Water Kefir. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2(6), 2444–2447. <https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/7101>
- Anagnostopoulos, D.A.; Tsaltas, D. 2019. Fermented foods and beverages. In Innovations in Traditional Foods, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Woodhead Publishing: Sawston, UK ; pp. 257–291
- Başer, G. 2013 Biological And Chemical Characterization of Shalgam Juice. Yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, 123s.
- Bayesen, D., ve Yüksel, Z. 2023. Biyojen Aminlerin Fermente Gıdalarda Oluşum Süreci ve Etkileri. İstanbul Rumeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(2), 50-65.
- Bayram, M., Erdoğan, S., Esin, Y., Saraçoğlu, O. vd. 2014. Farklı siyah havuç miktarlarının şalgam suyunun bileşimine ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. Akademik Gıda, 12(1), 29-34.
- Bhadra, B., Sreenivas Rao, R., Naveen Kumar, N., Chaturvedi, P., Sarkar, P. K., ve Shivaji, S. 2007. *Pichia cecembensis* sp. nov. isolated from a papaya fruit (*Carica papaya* L., Caricaceae). FEMS Yeast Research, 7(4), 579-584.
- Biçerdöğ, D. 2022. şalgam suyunun kalite özelliklerinin ve bozulma yapan mayaların belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 71 s.
- Cai, Y., Sounderrajan, A., ve Serventi, L. 2020. Water kefir: A review of its microbiological profile, antioxidant potential and sensory quality. Acta Scientifci Nutritional Health, 4(6), 10-17.
- Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H. 1984. Şalgam suyu üzerinde bir araştırma. Gıda, 9(5).
- Cemeroğlu, B., ve Artık, N. 1990. Isıl İşlem ve Depolama Koşullarının Nar Antosiyaninleri Üzerine Etkisi. Gıda, 15(1).

- Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., ve Settanni, L. 2016. Characterization Of Kefir-Like Beverages Produced From Vegetable Juices. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 572-581.
- Cufaoğlu, G., ve Erdinc, A. N. 2022. An alternative source of probiotics: Water kefir. *Food Frontiers*.
- 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
- Darvishzadeh, P., Orsat, V., ve Martinez, J. L. 2021. Process optimization for development of a novel water kefir drink with high antioxidant activity and potential probiotic properties from Russian olive fruit (*Elaeagnus angustifolia*). *Food and Bioprocess Technology*, 14, 248-260.
- Değirmencioğlu, N. 2020. Su Kefiri: Kimyasal Bileşimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 443-459.
- De Vuyst L, Leroy F. 2020. Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes. 44(4):432-453.
- De Vuyst L, Van Kerrebroeck S, Harth H, Huys G, Daniel HM, Weckx S. 2014. Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or Uniform? 11-29. doi: 10.1016/j.fm.2013.06.002. PMID: 24230469.
- Doğan, K. 2017. Optimization of ultraviolet pasteurization conditions of shalgam (şalgam) juice and determination of its shelf life. Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 99 s.
- Erginkaya, Z., ve Hammes, W. P. 1992. Şalgam suyu fermentasyonu sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanmaları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 17(5).
- Erten, H., Tanguler, H., ve Canbaş, A. 2008. A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Salgam). *Food Reviews International*, 24(3), 352-359.
- Fiorda, F.A., de Melo Pereira, G.V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S.K., Pagnoncelli, M.G.B, Vandenberghe, L.P.S., Soccol, CR. 2017. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. *Food Microbiol*.
- Fuleki, T., & Francis, F. J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *Journal of Food Science*, 33(1), 72-77.
- Gulitz, A., Stadie, J., Wenning, M., Ehrmann, M. A., ve Vogel, R. F. 2011. The Microbial Diversity Of Water Kefir. *International journal of food microbiology*, 151(3), 284-288.
- Güneş, G. 2008. Şalgam suyu üretiminde en uygun siyah havuç (*Daucus Carota*) miktarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 58 s.
- Güzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., ve Greene, A. K. 2021. A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42-53.

- Halkman, A. K., 2005 Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Merck, Başak Matbaacılık Ve Tanıtım Hizmetleri Ltd Şti, Ankara, 358 s.
- Harrigan, W. F., ve McCance, M. E. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc.(London) Ltd.
- Harrigan, W.F., Mccance, M.E. 1990, Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology, 8th edn., Academic Press, London, 452 p.
- İyiçınar, H. 2007. Kontrollü şartlarda şalgam suyu üretimi üzerine farklı formülasyonların etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 66 s.
- İnce Palamutoğlu, M., ve Baş, M. 2020. Traditional Fermented Foods of Turkey. Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Ve Araştırmaları Dergisi, 2(3), 200-220. <https://doi.org/10.46413/boneyusbad.790343>
- Karaçıl, M. Ş., ve Tek, N. A. 2013. Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2), 163-174.
- Kavruk, M., Yurt, M. N. Z., Taşbaşı, B. B., Acar, E. E., vd. 2021. Boza Mikrobiyotasının Fermantasyon Sürecindeki Değişimi. Kocatepe Veterinary Journal, 14(2), 238-246. <https://doi.org/10.30607/kvj.895295>
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., ve De Vuyst, L. 2018. Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process. Food microbiology, 73, 351-361.
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., ve De Vuyst, L. 2019. The buffer capacity and calcium concentration of water influence the microbial species diversity, grain growth, and metabolite production during water kefir fermentation. Frontiers in microbiology, 10, 2876.
- Lynch, K.M., Wilkinson, S., Daenen, L., Arendt, E.K. 2021. An update on water kefir: Microbiology, composition and production. Int J Food Microbiol
- Magalhaes, K. T., M. Pereira, G. V., Dias, D. R., ve Schwan, R. F. 2010. Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26, 1241-1250.
- McFeeters, R. F. 2004. Fermentation microorganisms and flavor changes in fermented foods. Journal of food science, 69(1), FMS35-FMS37.
- Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M., ve León-Peláez, Á. 2022. Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. Future Foods, 5, 100123.
- Müjdeci, G.N., Tangüler, 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.
- Özcelik, F., Akan, E., ve Kınık, O. 2021. Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, roseship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. Food Bioscience, 42, 101219.

- Öztürk, B., Kılıç, G., Kırmızıgül, A., Atlama, K., vd. 2024. Türkiye’de Satışa Sunulan Şalgam Sularının Laktik Asit Bakterileri Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Gıda*, 49(4), 703-713. <https://doi.org/10.15237/gida.GD24031>
- Özhan, N. 2000. Şalgam suyunda *Escherichia coli*’nin yaşama süresinin bulunması. Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 54 s.
- Özler, N., & Kılıç, O. 1996. Şalgam Suyu Üretimi Üzerinde Araştırmalar. *Gıda*, 21(5).
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Douèche, B., ve Londvand, A. 2000. *Handbook Of Enology*, Vol. 1: The Microbiology Of Wine.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., ve Dubourdieu, D. 2000. Varietal Aroma. *Handbook Of Enology*, 2, 187-206.
- Romero-Luna, H. E., Peredo-Lovillo, A., Hernández-Mendoza, A., Hernández-Sánchez, H., Cauich-Sánchez, P. I., Ribas-Aparicio, R. M., & Dávila-Ortiz, G. 2020. Probiotic potential of *Lactobacillus paracasei* CT12 isolated from water kefir grains (Tibicos). *Current Microbiology*, 77, 2584-2592.
- Pidoux, M., Brillouet, J., Quemener, B., 1988. Characterization of the polysaccharides from a *Lactobacillus brevis* and from sugary kefir grains. *Biotechnology Letters* 10 (6).
- Samtiya, M., Aluko, R. E., Puniya, A. K., & Dhewa, T. 2021. Enhancing micronutrients bioavailability through fermentation of plant-based foods: A concise review. *Fermentation*, 7(2), 63.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Tamang, J. P., Shin, D. H., Jung, S. J., & Chae, S. W. 2016. Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in microbiology*, 7, 578.
- Tangüler, H. 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi Ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 393 s.
- Tangüler, H., Ağırman, B. 2020. Şalgam Suyu Üretimi, Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi, s.511-530 yay. haz. O. Erkmen, H. Erten, H. Sağlam, Nobel Yayınları, Ankara.
- Tanguler H, Gunes G, Erten H. 2014a. Influence of addition of different amounts of black carrot (*Daucus carota*) on shalgam quality. *J Food Agric Environ*, 12(2): 60-65.
- Tanrıseven, D., Dıblan, S., Selli, S., Kelebek, H. 2018. Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri. *Artıbilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 38-45.
- TS (Türk Standartları). 2016. TS 11149 Şalgam Suyu Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Utuş, D. 2008. Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (*Daucus Carota*) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi. Yüksek lisan tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 66 s.
- Üçok, E. F., ve Tosun, H. (2012). Şalgam Suyu Üretimi Ve Fonksiyonel Özellikleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 17-26.
- Zamberi, N. R., Abu, N., Mohamed, N. E., Nordin, N., Keong, Y. S., Beh, B. K., ve Alitheen, N. B. 2016. The antimetastatic and antiangiogenesis effects of kefir water on murine breast cancer cells. Integrative Cancer Therapies, 15(4), NP53-NP66.
- Zavala, L., Golowczyc, M. A., Van Hoorde, K., Medrano, M., Huys, G., Vandamme, P., ve Abraham, A. G. 2016. Selected *Lactobacillus* strains isolated from sugary and milk kefir reduce *Salmonella* infection of epithelial cells in vitro. Beneficial microbes, 7(4), 585-595.





ÖZGEÇMİŞ

Nurşah UYANSIZ. İlkokul eğitimini Adana Gazi İlköğretim okulunda tamamladı. Ortaokul ve lise eğitimini Adana Özel Gündoğdu Koleji'nde tamamladı. Üniversite lisans eğitimine 2013 yılında Kilis 7 Aralık Üniversitesinde başladı ve 2017 yılında mezun oldu. 2021 yılından itibaren Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında devam etti. ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Temel Eğitimi'ni, ISO 19011 İç Tetkikçi Eğitimi'ni, HACCP Eğitimi'ni, Gıda Savunması Eğitimi'ni, Kalite Yönetim Sistemleri Dokümantasyon Eğitimi'ni tamamlayarak sertifikalar aldı.

