T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GLUTENSİZ VE KATKISIZ ŞALGAM SUYU ÜRETİMİ VE YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ İLE RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI

ŞEYDA YANARDAĞ KARABULUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. SAMİ BULUT

EDİRNE-2020

ŞEYDA YANARDAĞ KARABULUT'un hazırladığı "**GLUTENSİZ VE KATKISIZ ŞALGAM SUYU ÜRETİMİ VE YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ İLE RAF ÖMRÜNÜN UZATILMASI**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:	İmza
Prof. Dr. Ayşe Zeynep HİÇŞAŞMAZ KATNAŞ	……
Prof. Dr. Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU	……
Doç. Dr. Sami BULUT	……

Tez Savunma Tarihi: 24/12/2020

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Doç. Dr. Sami BULUT
Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

……
Doç. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

.... / .... / ....
Şeyda YANARDAĞ KARABULUT

Yüksek Lisans Tezi

Glutensiz Ve Katkısız Şalgam Suyu Üretimi Ve Yüksek Hidrostatik Basınç İle Raf Ömrünün Uzatılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada geleneksel bir içeceğimiz şalgam suyunun bulgur unu yerine %60 mısır ve %40 pirinç unu ile glutensiz olarak üretimi sağlanmış ve bu ürünün standartlara uygunluğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler glutensiz şalgam suyunun duyusal olarak, renk ve ekşilik hariç, standart ticari şalgam suyu ile karşılaştırılabilir nitelikte olduğunu göstermiştir. Standart formülasyonlu şalgam suyu ile glutensiz şalgam suyunun toplam asit miktarı dışında kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Elde edilen glutensiz şalgam suyunun raf ömrünü uzatmak amacıyla yüksek hidrostatik basınç (YHB) işlemi kullanılmıştır. Bu amaçla tepki yüzeyi tasarımı kullanılarak laktik asit bakterilerine (LAB) en az zarar verirken, maya ve küflerde maksimum düzeyde inaktivasyon sağlayan koşullar araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar en uygun basınç ve süre kombinasyonunun 320 MPa ve 5 dakika olduğunu göstermiştir. Belirlenen bu parametreler kullanılarak basınçlanan şalgam suları oda koşulları ve buzdolabı koşullarında depolanarak raf ömrü çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla raf ömrü boyunca kimyasal, mikrobiyolojik, duyusal testler ve renk analizi yapılmıştır. Raf ömrü süresince yapılan mikrobiyolojik analizlerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), LAB ve toplam maya küf sayılarındaki değişim izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar YHB uygulandıktan sonra oda koşullarında (15-20°C) depolanan şalgam sularının raf ömrünün 34 günden 63 güne uzadığını göstermiştir. Buzdolabı koşullarında (3±2°C) depolanan şalgam sularının raf ömrünün kontrol örneğinde 109 gün olduğu, basınçlı örnekte ise 315 günden daha uzun olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma YHB uygulaması ile glutensiz şalgam suyunun raf ömrü uzatılırken içerdiği LAB'lerinin kısmen korunabileceğini göstermiştir.

Yıl :2020

Sayfa Sayısı :80

Anahtar Kelimeler : Glutensiz şalgam suyu, yüksek basınç teknolojisi, raf ömrü

Master Thesis

Production of Gluten And Additive –Free Shalgam and Extension of Its Shelf Life With High Hydrostatic Pressure

Trakya University Institute of Natural Sciences

Food Engineering Department

ABSTRACT

In this study, turnip juice, which is a traditional beverage was produced gluten-free with 60% corn and 40% rice flour. Gluten free turnip juice was then compared with the industry standards (TS11149). In terms of sensory properties, there was no statistically significant difference between the gluten-free turnip juices and the standard commercial turnip juice, except the color and sourness. The chemical and microbiological properties of the standard formulation product and gluten-free turnip juices were similar except for the total acid content. In order to increase the shelf life of gluten free turnip juice, high hydrostatic pressure (HHP) was used. An experimental design was used to obtain a response surface for the purpose of finding optimum conditions that could achieve maximum yeast and mold inactivation while minimising damage to lactic acid bacteria (LAB). Results showed that a 5 min pressure treatment at 320 MPa could serve this purpose, hence shelf life studies were carreid aout at this pressure time combinatins. After pressurization, turnip juices were stored under room conditions (15-20°C) and at refrigerator conditions (3±2°C). Chemical, microbiological and sensory tests, as well as colour analysis were carried out throughout the shelf life. The change in the total number of mesophilic aerobic bacteria (TMAB), LAB and total yeasts and molds were followed druing the shelf life. Results showed that the shelf life of pressurized turnip juice stored at room conditions (15-20°C) were increased from 34 days to 63 days. It was determined that the shelf life of turnip juice stored at chilled conditions was 109 days for the unpressurized control samples, whereas there was no signs of spoilage in pressurized samples even after 315 days os storage. This study

showed that the shelf life of gluten free turnip juice could be extended sicngificantly by HHP, while partially preserving the LAB’s present in turnip juice.

Year : 2020

Number of Pages : 80

Keywords : Gluten-free shalgam juice, high hydrostatic pressure, high pressure processing, shelf life.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince bana yol gösteren, beni teşvik eden, değerli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Sami BULUT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Siyah havuç temininin halk pazarları ve marketlerden mümkün olamadığı yaz aylarında hiçbir ücret talep etmeden ve normalde kargo ile gönderme hizmeti sunmadığı halde yardımlarını esirgemeyen Mersin haline,

Raf ömrü çalışması boyunca 20'nin üzerinde duyusal panel gerçekleştirdiğim değerli panelistlerim ve iş arkadaşlarım Araş. Gör. Yılmaz ÖZCAN'a, Araş. Gör. Recep GÜNEŞ'e, Araş. Gör. Merve USAL'a, Araş. Gör. Başak Ebru ÖZCAN'a, Öğr. Gör. Gülce Bedis KAYNARCA'ya, Araş. Gör. Göknur AĞCA'ya, Araş. Gör. Safiye GÜNDOĞAN'a, Araş. Gör. Mustafa Şen YILDIZ'a, Araş. Gör. Abdulkerim Ahmet KAPLAN'a, Araş. Gör. Yasin DUYSAK'a, Araş. Gör. Onur YAVAN'a, Dekan Sekreterimiz Ayşe BAYRAK'a, sevgili Kırklareli Üniversitesi Gıda Mühendisliği öğrencilerimize,

Tez aşamam sırasında daima yanımda hissettiğim, maddi manevi desteklerini esirgemeyen değerli eşim Halil'e biricik oğullarım Ömer Efe ve İbrahim Mete'ye gösterdikleri sabır ve anlayış için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv

ABSTRACT vi

TEŞEKKÜR viii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xii

ÇİZELGELER DİZİNİ xiv

ŞEKİLLER DİZİNİ xvi

BÖLÜM 1 1

GİRİŞ 1

BÖLÜM 2 3

LİTERATÜR ÖZETİ 3

2.1. Şalgam Suyunun Özellikleri 3

2.1.1. Şalgam Suyu Üretim Teknolojisi 4

2.1.1.1. Geleneksel Yöntem 4

2.1.1.2. Doğrudan Fermantasyon 6

2.2. Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi 6

2.3. Şalgam Suyu İle İlgili Yapılan Çalışmalar 7

2.4. Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi 11

2.4.1. Yüksek Basınç Teknolojisi Düzeneği 15

2.4.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerindeki Etki Mekanizması 16

2.4.3. Ortam Koşullarının Mikroorganizmaların Basınç Hassasiyetine Etkisi 19

2.4.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Sporlar Üzerinde Uygulanabilirliği 20

2.4.5. Yüksek Basınç Teknolojisinin Diğer Etkileri 21

BÖLÜM 3 22

MATERYAL VE METOT 22
3.1. Şalgam Suyu Üretimi 22
3.1.1. Geleneksel Fermantasyon.....22
3.1.2. Doğrudan Fermantasyon 22
3.1.3. Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi 23
3.2. Üretilen Şalgam Suyunun Standartlara Uygunluğunun Belirlenmesi 23
3.2.1. pH ve Toplam Asit Analizi.....23
3.2.2. Kuru Madde Tayini.....24
3.2.3. Tuz Tayini.....24
3.2.4. Kül Tayini.....24
3.3. YHB Teknolojisinin Uygulanması 25
3.4. YHB Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....26
3.4.1. TMAB (Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı) Analizi.....26
3.4.2. LAB Analizi.....27
3.4.3. Toplam Maya ve Küf Analizi 27
3.5. YHB Uygulanan Örneklerde ve Kontrol Örneklerinde Raf Ömrü Çalışması.....27
3.5.1. Renk Tayini 27
3.5.2. Duyusal Analiz 28
3.6. İstatistiksel Analiz 29
BÖLÜM 4 31
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 31
4.1. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Karşılaştırılması 31
4.1.1. pH ve Toplam Asitilik 31
4.1.2. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Bileşimi ve TS 11149 ile Karşılaştırılması 33
4.1.3. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının TMAB, LAB ve Maya-Küf İçeriklerinin Literatür ile Kıyaslanması 35
4.1.4. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi 35
4.2. YHB Denemeleri İçin Doğrudan Fermantasyon ile Üretilen Glutensiz Şalgam Suyunda Fermentasyon Süresince pH ve Toplam Asit Değişimi 37
4.3. Glutensiz Şalgam Suyunda YHB Denemeleri.....38

4.4. YHB Uygulanmış Glutensiz Şalgam Suyunun Raf Ömrünün Belirlenmesi 41
4.4.1. Raf Ömrü Çalışması için Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi 41
4.4.2. Glutensiz Şalgam Suyunun Mikrobiyel Yükü 42
4.4.3. YHB Uygulaması 42
4.4.4. Oda Koşullarında Depolanan Örneklerde Yapılan Analiz Sonuçları 43
4.4.4.1. pH ve Toplam Asit Tayini 43
4.4.4.2. Renk Tayini 44
4.4.4.3. Mikrobiyolojik Analizler 46
4.4.4.4. Duyusal Analizler 47
4.4.5. Buzdolabında Depolanan Örneklerde Yapılan Analiz Sonuçları 49
4.4.5.1. pH ve Toplam Asit Tayini 49
4.4.5.2. Renk Tayini 51
4.4.5.2. Mikrobiyolojik Analizler 52
4.4.5.3. Duyusal Analizler 54
BÖLÜM 5 56
SONUÇ 56
KAYNAKLAR 58
ÖZGEÇMİŞ 62
TEZ ÖĞRENCİSİNE AİT TEZ İLE İLGİLİ BİLİMSEL FAALİYETLER 64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a*	kırmızılık-yeşillik
b*	sarılık-mavilik
B	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış
CIE	Uluslararası Aydınlatma Kurumu
dk.	dakika
DPA	dipikolinik asitin kalsiyum iyonu
DRBC	dichloran rose bengal chloramphenicol
G-	glutensiz şalgam suyu
GB	genel beğeni skoru
GB-YHB	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin genel beğeni skoru
HSD	tam olarak önemli fark
K	yüksek hidrostatik basınç uygulanmamış kontrol örneği
L*	parlaklık
LAB	laktik asit bakterisi
LAB-YHB sayısı	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin laktik asit bakteri
log KOB/ml	ml'de koloni oluşturan birim sayısının logaritması
LSD	en önemsiz fark
M	market örneği
m/m	kütle/kütle
m/v	kütle/hacim
mg GAE/L	litrede mg olarak gallik asit eşdeğeri
mg cy-3-glu/L	litrede mg olarak siyanidin-3-glukozit eşdeğeri
MK	toplam maya- küf sayısı

MK-YHB	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin toplam maya- küf sayısı
MPa	mega pascal
MRS	Man, Rogosa and Sharpe
PBS	fosfat tamponu
PCA	plate count agar
SF	standart formülasyonlu (bulgur unlu) geleneksel şalgam suyu
TA	toplam asit miktarı, g/l
TA-YHB	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin toplam asit miktarı, g/l
TMAB	toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı
TMAB-YHB	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı
TS	Türk standardı
YHB	yüksek hidrostatik basınç
µL	mikro litre
ΔE	market örneğinden toplam renk farklılığı
ΔE-YHB	yüksek hidrostatik basınç uygulanmış örneğin market örneğinden toplam renk farklılığı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. YHB ile üretilen ticari ürünler…….14

Çizelge 2.2. Mikroorganizmaların inaktivasyonuna etki eden faktörler…….16

Çizelge 2.3. Mikroorganizmaların farklı sıcaklık ve basınç uygulamalarında canlılık kayıpları……...17

Çizelge 2.4. Hücresel yapı ve proseslere etki için yüksek basınç düzeyleri……...18

Çizelge 3.1. Örnek duyusal analiz formu……29

Çizelge 3.2. YHB deneme planı için belirlenen bağımsız değişkenler ve değerleri…...30

Çizelge 4.1. Hamur fermantasyonu süresince pH ve toplam asit değişimi…….31

Çizelge 4.2. Havuç fermantasyonu süresince pH ve toplam asit değişimi……..32

Çizelge 4.3. Üretilen standart formülasyonlu ve glutensiz şalgam sularının fermantasyon sonlandırıldığında ölçülen pH ve TA değerlerinin literatür sonuçları ve TS 11149 ile kıyaslanması……33

Çizelge 4.4. Şalgam sularında yapılan analiz sonuçları……..34

Çizelge 4.5. Şalgam sularının kimyasal özelliklerinin literatür ile kıyaslanması……34

Çizelge 4.6. Şalgam sularının fermantasyon sonlandırıldığındaki logaritmik ölçekteki TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısının literatürdeki fermantasyon sonu değerleri ile kıyaslanması……35

Çizelge 4.7. +4°C'de depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması……36

Çizelge 4.8. Doğrudan fermantasyon süresince glutensiz şalgam suyunda pH ve toplam asit değişimi…….37

Çizelge 4.9. TMAB, LAB ve maya ve küf sayılarındaki logaritmik azalma ile basınç ve basınçlama süresi arasındaki ilişkiyi gösteren quadratik tepki yüzeylerine ait *p* değerleri ve model korelasyon katsayıları……..40

Çizelge 4.10. YHB denemeleri için logaritmik azalma oranları…….41

Çizelge 4.11. YHB uygulaması ve raf ömrü çalışması için doğrudan fermantasyon ile üretilen glutensiz şalgam suyunda pH ve toplam asit değişimi……...42

Çizelge 4.12. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) boyunca yapılan pH ve TA analiz sonuçları……...43

Çizelge 4.13. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) boyunca yapılan renk analizi sonuçları……...44

Çizelge 4.14. Şalgam sularında belirlenen renk parametrelerinin birinci gün değerlerinin market örneği ile kıyaslanması……45

Çizelge 4.15. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) depolama boyunca TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısında logaritmik ölçekte (log KOB/ml) meydana gelen değişimler……..……46

Çizelge 4.16. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması……48

Çizelge 4.17. Şalgam sularında +4°C'de depolama boyunca yapılan pH ve TA analiz sonuçları……...50

Çizelge 4.18. Şalgam sularında +4°C'de depolama boyunca yapılan renk analizi sonuçları……...51

Çizelge 4.19. Şalgam sularında +4°C'de depolama boyunca TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısı için logaritmik ölçekte (log KOB/ml) analiz sonuçları…….……53

Çizelge 4.20. Buzdolabında (+4°C) depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması…….55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretim akım şeması.....……..…5

Şekil 2.2. Gıdaların yüksek basınçta işlenmesi sırasında tipik basınç-sıcaklık eğrileri..12

Şekil 2.3. Kesikli çalışan bir YHB sistemi…….…….15

Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan yüksek hidrostatik basınç düzeneği……..26

Şekil 4.1. Fermantasyon süresince pH ve toplam asit değişimi……..32

Şekil 4.2. Uygulanan basınç ve basınçlama süresinin fonksiyonu olarak a) TMAB, b) LAB ve c) maya-küf sayılarında meydana gelen azalmaları (logaritmik ölçekte) gösteren tepki yüzeyleri……...39

Şekil 4.3. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde pH ve TA değişimi ...….44

Şekil 4.4. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde raf ömrü süresince meydana gelen toplam renk değişimi …….46

Şekil 4.5. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerin duyusal özelliklerindeki değişim…….49

Şekil 4.6. Şalgam sularının +4°C'de depolamada pH ve TA değişimi……...51

Şekil 4.7. Şalgam sularının +4°C'de depolamada raf ömrü süresince meydana gelen toplam renk değişimi …….…….52

Şekil 4.8. Şalgam sularının +4°C'de depolamada TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısında logaritmik ölçekte (log KOB/ml) meydana gelen değişimler. ……..…….54

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Vitamin, mineral, fenolik madde gibi zengin bileşimi ve sağlık üzerinde olumlu bir çok etkisi olan fermente içeceğimiz şalgam suyunun üretiminde bulgur unu kullanılmaktadır. İçerdiği bulgur unu gluten hassasiyeti taşıyan bireylerin ürünü tüketmesine engel teşkil etmektedir. Bu nedenle bu ürünün mısır ve pirinç unu hammaddeleriyle üretilebilirliğinin araştırılması önem taşımaktadır.

Şalgam suyu fermente bir içecek olduğundan patojen mikroorganizmaların gelişme riski düşük olan güvenli bir içecektir (Üçok & Tosun, 2012). Ancak yabani mayaların özellikle yaz aylarında üründe gelişmesi raf ömrünü kısıtlamaktadır (Canbaş & Fenercioğlu, 1984). Coşkun (2017) 4°C'de depolanan bir ürünün raf ömrünü yaklaşık 3-4 ay olarak bildirmiştir.

Şalgam suyunun üretiminde yalnızca sınırlı düzeyde benzoik asit kullanımına izin verilirken sorbik asit kullanımı ise yasaklanmıştır (Üçok & Tosun, 2012). Ayrıca artan tüketici farkındalığı da koruyucu içeren ürünlerin piyasada tercih edilmemesine neden olmaktadır. Bu nedenle bazı üreticiler şalgam suyunu pastörizasyon işlemine tabi tutmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar pastörizasyon işleminin ürünün tadını olumsuz etkilediğini, pişmiş havuç kokusu oluşturduğunu (Canbaş & Fenercioğlu, 1984), antosiyanin içeriğini azalttığını, ürünün rengini olumsuz etkilendiğini göstermektedir (Dereli, Türkyılmaz, Yemiş & Özkan, 2015; Kırca, Özkan & Cemeroğlu, 2007; Türkyılmaz, Yemiş & Özkan, 2012). Şalgam suyunun duyusal ve fonksiyonel özelliklerinin daha iyi korunması amacı ile ısıl olmayan gıda muhafaza teknolojileri kullanılabilir. Bu yöntemlerden biri olan yüksek hidrostatik basınç teknolojisi (YHB) ile gıdaların organoleptik özelliklerine önemli ölçüde zarar vermeden gdaların raf ömrü

uzatılabilmektedir (Huang, Lung, Yang & Wang, 2014; Martin, Canovas & Swanson, 2002; Rendueles vd., 2011). Ayrıca bu teknolojinin renk, aroma, besleyici öğeler, uçucu bileşikler ve vitaminler üzerine etkisi sınırlı olduğundan daha kaliteli ürünlerin üretilmesine imkân tanımaktadır. (Huang vd., 2014).

YHB bazı maya ve küfleri 300 MPa gibi düşük basınç düzeyinde inhibe edebilmektedir (Rendueles vd., 2011). LAB sayısı üzerine YHB teknolojisinin etkisinin incelendiği bir çalışmada 400, 500 ve 600 MPa basınç ve 5 dakika uygulama süresinde salam ürününde *Lactobacillus viridescens* sayısında sırasıyla 2, 7 ve 8 log KOB/g azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Park, Sohn, Shin & Lee, 2001).

Kısa literatür özetinden anlaşılacağı üzere, şalgam suyunda bozulma etmenlerinin başında gelen maya ve küfler 300 MPa gibi düşük basınç sayılabilecek basınçlarda inaktive edilebilirken, bu basınçlarda LAB canlılıklarını önemli ölçüde koruyabilmektedir. LAB probiyotik özellikleri ön plana çıkan bakteriler olduğundan, geleneksel fermente ürünlerde LAB'nin korunmasının sağlık açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle standart formülasyonlu ve glutensiz şalgam suyu üretilerek standartlara (TS11149 şalgam suyu standardı) uygunluğu araştırılmıştır. Daha sonra üretilen glutensiz şalgam suyu ile YHB denemeleri yapılarak maya ve küflerin en etkin bir şekilde inaktive edildiği, LAB'nin ise en iyi korunduğu basınçlama koşulları araştırılmıştır. Belirlenen basınçlama koşullarında YHB işlemine tabi tutulan şalgam suları oda koşullarında ve buzdolabı koşullarında saklanarak raf ömrü çalışmaları yapılmıştır. Mikrobiyolojik, duyusal, kimyasal testler ile renk ölçümleri yapılarak raf ömrü belirlenmiş ve YHB teknolojisinin glutensiz şalgam suyunun pastörizasyonunda kullanılabilme potansiyeli irdelenmiştir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Şalgam Suyunun Özellikleri

TS11149 şalgam suyu standardında şalgam suyu, "Bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, kara havuç (*Daucus carota L.spp. sativus*), şalgam ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istenildiğinde ısıl işlem ile dayanıklı hale getirilen bir ürün" olarak tanımlanmıştır.

İştah açıcı ve sindirimi düzenleyici geleneksel bir ürünümüz (Canbaş & Fenercioğlu, 1984, Özler & Kılıç, 1996) olan şalgam (*Brassica rapa subsp. rapa*) suyunun üretiminde maya olarak genellikle ekşi hamur ve tuz olarak da kaya tuzu kullanılmaktadır (Üçok & Tosun, 2012). Bulgur unu (bulgur yerine), ekşi hamur ve şalgam katılarak yapılan ürünlerin daha yüksek tüketici beğenisine sahip olduğu belirlenmiştir (Canbaş & Fenercioğlu, 1984). Şalgam, laktik asit fermantasyonu ürünü olduğundan patojen gelişimi riski düşük olan geleneksel bir içeceğimizdir (Üçok & Tosun, 2012). Kalsiyum, demir ve A, C, B grubu vitaminlerini içeren şalgam suyunun (Canbaş & Fenercioğlu, 1984) vücuttan toksinleri uzaklaştırdığı, böbrek taşı oluşumunu azalttığı, akne, egzama, apse ve hematomu tedavi etmeye, idrar söktürmeye, akciğer ve bronşları temizlemeye yardımcı olduğu bildirilmiştir (Coşkun, 2017).

Şalgam suyu sıcak havalarda yabani mayalar tarafından bozulmaya çok yatkındır (Canbaş & Fenercioğlu, 1984). Bu bozulmada asıl etkili olan maya *Candida inconspicua*'dır (Coşkun, 2011). Bozulmayı önlemek için şalgam suyu üretiminde en

çok 200 mg/l benzoik asit kullanımına izin verilirken, sorbik asit kullanımı yasaklanmıştır (Üçok & Tosun, 2012). Ayrıca yapılan bir çalışmaya göre raf ömrünü artırmak için uygulanan pastörizasyon da tadı olumsuz etkilemekte üründe pişmiş havuç kokusu oluşturmaktadır (Canbaş & Fenercioğlu, 1984).

2.1.1. Şalgam Suyu Üretim Teknolojisi

Geleneksel fermantasyon (iki aşamalı) ve doğrudan fermantasyon (tek aşamalı) olmak üzere iki tip üretim mevcuttur (Üçok & Tosun, 2012). Üçok ve Tosun (2012) fermantasyonösüresinin 2-4 hafta olduğunu ve fermantasyonun *Leuconostoc mesenteroides* ile başladığını, *Lactobacillus brevis, Pediocoocus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* ile devam ettiğini ve artan asitlik ile bu bakterilerin etkisinin azalması ile aside dayanıklı *L. plantarum* bakterisi ile tamamlandığını bildirmişlerdir. Bir araştırmada farklı boyutlarda doğranmış siyah havuçların fermantasyon üzerindeki etkisi incelenmiş ve 3 cm boyutlarında kesilmesinin fermantasyon için en ideali olduğu belirlenmiştir (Utuş, 2008).

2.1.1.1. Geleneksel Yöntem

Şekil 2.1'e göre geleneksel yöntemle üretimde hamur fermantasyonu ve havuç fermantasyonu olmak üzere iki kademeli fermantasyon gerçekleştirilmektedir (Üçok & Tosun, 2012). Öncelikle bulgur unu, tuz ve maya ile elde edilen hamur 3-4 gün fermente edilmektedir. Daha sonra hamur ekstrakte edilip siyah havuç, tuz ve içme suyu ilave edilerek havuç fermantasyonu başlatılmaktadır. Toplam asit artışı durunca havuç fermantasyonu sonlandırılmaktadır (Utuş, 2008).



Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretim akım şeması (Üçok & Tosun, 2012).

2.1.1.2. Doğrudan Fermantasyon

Bu yöntemde kara havuç, bulgur unu, tuz, şalgam, su, ekmek mayası veya ekşi hamur oda sıcaklığında fermantasyona bırakılmakta (Üçok & Tosun, 2012) ve toplam asit artışı durunca fermantasyon sonlandırılmaktadır (Utuş, 2008).

Bazı üretimlerde önceden üretilmiş şalgam suyundan %15 oranında katıldığı fermantasyon yönteminden de bahsedilmektedir (Coşkun, 2017).

2.2. Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi

Gluten buğday, arpa, yulaf ve çavdarın esas proteini olup glutenin ve gliadin karışımından oluşmaktadır (Guandalini & Polanco, 2015).

Gluten hassasiyeti günümüze kadar çölyak hastalığı ve buğday alerjisi olarak tanımlanmıştır. Ancak bu hastalıklardan herhangi birine sahip olmayan bireylerde de hassasiyet görülebilmektedir. Bu nedenle artık çölyak dışı gluten duyarlılığı olarak adlandırılmaktadır (Bulsa, 2015; Guandalini & Polanco, 2015). Kadınlarda ve genç ya da orta yaştaki bireylerde görülme olasılığı daha yüksektir (Bulsa, 2015; Guandalini & Polanco, 2015). Belirtileri kabızlık ve/veya ishal, şişkinlik, karın ağrısı, (Guandalini & Polanco, 2015; Rostami, Rostami-Nejad & Dulaimi, 2015) mide bulantısı, epigastrik ağrı, gastroözofageal reflü, yorgunluk, baş ağrısı, fibromiyalji benzeri eklem / kas ağrısı, bacak veya kol uyuşması, deri döküntüsü, depresyon, anemidir (Guandalini & Polanco, 2015).

İçerdiği bulgur unundan ötürü gluten hassasiyeti olan bireylerin tüketemeyeceği bir geleneksel ürünümüz olan şalgam suyunun bulgur ununa alternatif olarak pirinç ve mısır unlarından üretilebilirliğinin araştırılması gluten hassasiyeti taşıyan bireylerin de şalgam suyunu tüketebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Her ne kadar piyasada satılan bazı şalgam sularında “gluten içermez” ibaresi bulunsa bile, üreticilerle yaptığımız görüşmelerden anladığımız kadarı ile üretiminde bulgur kullanılmaktadır. Bu ibarenin etikete konulabilme gerekçesi olarak “analiz sonuçlarına göre şalgamda glutenin bulunmayışı” öne sürülmektedir. Bu durumun gluten hassasiyeti olanlar için olumsuz sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir.

2.3. Şalgam Suyu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ticari şalgam sularının kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada LAB, TMAB, toplam maya, *Saccharomyces* olmayan maya ve koliform bakteri sayısı sırasıyla 6.97, 6.72, 5.64, 4.47 ve 1.49 log KOB/ml olarak belirlenmiştir. Laktik asit cinsinden toplam asitilik 6.54–7.25 g/L pH 3.28–3.48 olarak ölçülmüştür. Örneklerdeki laktik asit, asetik asit ve etanol miktarları ise sırasıyla 2.66–4.74 mg/L, 0.345–1.19 mg/L ve 0.79–5.03 g/L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca *Lactobacillus* (*Lb.*) *plantarum* (dominant) *Lb. brevis, Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii* and *Lb. fermentum* suşları şalgam suyunda izole edilmiştir (Tangüler & Erten, 2012a).

Şalgam suyu üretim metodunun şalgam suyunun mikrobiyel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada geleneksel fermantasyon, doğrudan fermantasyon ve starter kültür ilavesi ile fermantaston yöntemleri kıyaslanmıştır. Toplam asitlik laktik asit cinsinden 6.33–9.22 g/L, pH 3.42–3.55, LAB sayısı 7.43–7.74 log KOB/ml, TMAB sayısı 7.03–7.46 log KOB/ml, toplam maya sayısı 6.96–7.50 log KOB/ml, non-*Saccharomyce*s maya sayısı 4.21–5.19 log KOB/ml olarak belirlenmiştir. *Lactobacillus plantarum* ve *Lb. buchneri* en çok izole edilen bakteriler olup starter kültür ilavesi ile geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu en yüksek duyusal beğeniye sahipken doğrudan fermantasyon ile üretimin hem fermantasyonun başındaki yüksek koliform bakteri içeriğinden hem de düşük duyusal beğenisinden dolayı tercih edilen bir metod olmadığı belirlenmiştir (Tangüler, Saris ve Erten, 2014). Şalgam suyundaki aroma konsantrasyonunun incelendiği bir çalışmada altmış aroma bileşeni tanımlanmış ve *Lb. plantarum* starter kültürü ile üretilen şalgam suyunda uçucu bileşen içeriğinin geleneksel ve doğrudan fermantasyonla üretilen örneklerden daha yüksek olduğu fakat genel aroma profilinin ise üç farklı üretim yönteminde de benzer olduğu belirlenmiştir (Tangüler, Selli, Şen, Cabaroğlu & Erten, 2017). Ayrıca toplam asit miktarı *Lb. plantarum* ile gerçekleştirilen üretimde en yüksek olup doğrudan fermantasyonla gerçekleştirilen üretimde en düşük olarak belirlenmiştir (Tangüler vd., 2017). Geleneksel yöntem ile doğrudan fermantasyonun genel kompozisyon, biyoaktif fenolik bileşikler ve antioksidan kapasitesi yönünden kıyaslandığı bir diğer çalışmada ise doğrudan fermantasyon ile daha yüksek fenolik ve antioksidan potansiyeline ulaşıldığı belirlenmiştir. Toplam asit miktarı ve pH geleneksel ve doğrudan

fermantasyon için sırasıyla 7.65, 7.89 g/L, 3.39, 3.31 olarak belirlenmiştir (Tanrıseven, Kadiroğlu, Selli & Kelebek, 2020).

Havuç fermantasyonunun gerçekleştirildiği ortamın sıcaklığının (10°C, 22°C ve 35°C) fermantasyon sürecine etkisinin incelendiği bir araştırmada sıcaklık arttıkça fermantasyon süresinin kısaldığı belirlenirken, düşük sıcaklıklarda fermantasyon sonunda ulaşılan TMAB, LAB ve toplam maya sayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (10°C > 22°C >= 35°C) (Çankaya & Tangüler, 2018).

Siyah havuç yerine kırmızı pancarın ne ölçüde kullanılabileceğinin araştırıldığı bir çalışmada starter kültürle (*L. plantarum* ve *L. brevis)* fermantasyon ve maya ile fermantasyon yöntemleri kıyaslanmıştır. Kırmızı pancarın tek başına kullanıldığı bütün örneklerde pastörizasyon sonrası rengin önemli ölçüde bozulduğu bu nedenle kırmızı pancarın üretimde tek başına kullanılamayacağı belirtilmiştir (Özler & Kılıç, 1996).

Bir diğer çalışmada ise siyah havuç miktarının şalgam suyunun toplam asitlik, fenolik madde, antosiyanin ve duyusal beğenisi üzerine etkisi incelenmiş siyah havuç miktarı ile bu özellikler arasında doğrusal ilişki belirlenmiştir. Fermentasyon için kullanılan havuç miktarları %10, %15 ve %20 olarak ayarlanmış ve elde edilen şalgam sularında toplam fenolik madde ve antosiyanin içerikleri sırasıyla 455.51, 654.01, 858.51 mg GAE/L; 157.52, 214.94, 306.40 mg cy-3-glu/L olarak belirlenmiştir (Bayram, Erdoğan, Esin, Saraçoğlu & Kaya, 2014).

Şalgam suyunda sodyum içeriğini azaltmaya yönelik bir çalışmada NaCl (sodyum klorür) ve KCl (potasyum klorür)'ün farklı oranlardaki karışımları kullanılmış bileşimi olumsuz etkilemeden duyusal açıdan kabul edilebilir bir şalgam suyunda sodyum içeriğinin maksimum %70 azaltılabileceği belirlenmiş fakat kontrol kadar duyusal beğeniye sahip bir üretim için sodyum içeriğini azaltma yüzdesi 47 olarak belirlenmiştir (Deryaoğlu, 2005). Şalgam suyunda farklı klor tuzlarının farklı oranlarda kombinasyonlarının kullanılarak sodyum içeriğinin azaltılmasına yönelik bir diğer çalışmada NaCl ve KCl'den oluşan bire bir kombinasyonda en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Ağırman & Erten, 2018). Şalgam suyunda tuz içeriğini azaltmaya yönelik bir diğer çalışmada ise hammadde olarak geleneksel üretimden farklı olarak siyah havuç suyu konsantiresi, peynir altı suyu, NaCl ve siyah havuç kullanılmış duyusal beğenisi

düşük olsa da tuz içeriği düşürülmüş daha besleyici şalgam sularının üretilebileceği tespit edilmiştir (Güven, Yetim & Cankurt, 2019).

Yapılan bir çalışmada pastörize edilmiş havuç suyuna farklı laktik asit suşlarının inoküle edilmesi ile şalgam suyu üretimi için en ideal starterler sırasıyla *Lb. plantarum* (fermantasyonda en yüksek sayıya ulaşan ve en yüksek asitliği üreten), *Lb. fermentum* ve *Lb. paracasei subsp. paracasei* olarak belirlenmiştir (Tangüler ve Erten, 2013). Bir diğer çalışmada ise geleneksel yöntem ile üretilen şalgam sularında fermanasyon süresince baskın LAB olarak da *Lb. plantarum* belirlenmiştir. *Lb. paracasei subsp. paracasei* de ikincil baskın LAB olarak belirlenmiştir. *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus fermentum* belirlenen diğer suşlar olup *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceaceus*, ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* fermantasyonun başlarında tespit edilmiş olup femantasyon sonlandığında ise tespit edilememişlerdir (Tangüler & Erten, 2012b).

Şalgam suyundan izole edilen LAB'lerinin aminoasit dekarboksilaz aktivitelerinin ve biyojenik amin oluşturma kabiliyetlerinin araştırıldığı bir çalışmada ise 56 LAB tanımlanmış ve bunlar *Lactobacillus spp.* (51 izolat), *Lactococcus spp*. (3 izolat), *Streptococcus sp*. (bir izolat) ve *Leuconostoc sp.* (bir izolat) olarak belirlenmiştir. Fermantasyon sırasında laktik asit bakterilerinin esas olarak triamin ve agmatin, az miktarda da putresin oluşturdukları belirlenmiştir (Mete, Coşansu, Demirkol & Ayhan, 2017).

Piyasadan temin edilen 20 farklı şalgam suyunda biyojenik amin içeriğinin belirlendiği bir çalışmada ise putresin en çok bulunan biyojenik amin olarak belirlenmiştir. Toplam biyojenik amin içeriği 26.7-134.2 mg/L olup izin verilen maksimum limit değerin altındadır (Özdestan & Üren, 2010).

Şalgam suyundaki LAB'lerinin fenolik asit dekarboksilaz aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada *P. pentosaceus* ve *Lb. plantarum* fenolik asit dekarboksilaz üreticisi olarak belirlenmiş ve bunların üretimde starter olarak kullanılmasının ürünün duyusal ve besleyici değerini (fenolik bileşik miktarı, antioksidan kapasitesi) artıracağı tespit edilmiştir (Okçu, Ayhan, Güneş Altuntaş, Vural & Poyrazoğlu, 2016).

Şalgam suyunun fermantasyon sürecinde antosiyanin stabilitesinin ve biyoyararlılığının incelendiği bir çalışmada fermantasyon sürecinin ilk 12 gününde son

12 gününe göre toplam fenolik madde, antosiyanin içeriği ve toplam antioksidant kapasitesinin daha fazla arttığı belirlenmiştir. Fermantasyon işleminin flavanoid, antosiyanin, fenolik ve antioksidan kapasitesinin biyoyararlılığını işlem görmemiş siyah havuçtaki biyoyararlılıklarına göre artırdığı belirlenmiştir. Fakat şalgam suyunda HPLC (yüksek performanslı sıvı kromotografisi) ile 16 farklı fenolik madde tespit edilmiş olup, biyoyararlılık testinden sonra insan vücudu tarafından emilebilenlerin sayısı beşe düşmüştür ve antosiyanin olarak sadece siyanidin varlığı tanımlanmıştır (Toktaş, Bildik & Özçelik, 2018).

Ticari şalgam sularının kimyasal, biyolojik ve antiproliferatif (kanser hücrelerinin çoğalmasını önleyici etkisi) özelliklerinin incelendiği bir çalışmada şalgam suyunda 21 *Lactobacillus* türü tanımlanmış, bileşimindeki temel şekerin fruktoz olduğu belirlenmiş ve in vitro koşullarda fenolik ve mikrobiyel kompozisyonu sayesinde kolon kanserine karşı antiproliferatif etki gösterdiği belirlenmiştir (Ekinci vd. 2016).

Şalgam suyu ile yapılan bir diğer çalışma ise geleneksel yöntem ile üretilen şalgam suyuna dondurarak kurutma yönteminin uygulanması ile şalgam suyu tozunun eldesidir. Bunun uygun oranda sulandırılması ile de duyusal beğenisi gerçeğine yakın bir alternatif instant şalgam suyu tozu elde edilmiştir (Boyacı Gündüz, C. P., Ağırman, B. & Erten, H., 2018).

Pastörize şalgam suyu, pastörize edilmemiş şalgam suyu ve sorbat eklenmiş şalgam suyu örneklerinde depolama boyunca kalite parametrelerindeki değişimin izlendiği bir çalışmada depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça antosiyanin içeriği ve renk yoğunluğu azalırken polimerik renk yüzdesi ve kararmanın arttığı belirlenmiştir. Ayrıca 4°C'de antosiyanin için yarılanma süresi ise 231-239 gün olarak belirlenmiştir (Türker, Aksay & Ekiz, 2004). Pastörizasyonun siyah havuç suyuna etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada ise stabil antosiyanin miktarının %3-16 azaldığı ve polimerik rengin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir (Clariana, Valverde, Wijngaard, Mullen, & Marcos, 2011). Başka bir çalışmada ise siyah havuç suyunda pastörizasyonla toplam fenolik madde ve renksiz fenolik bileşik olan hidroksisinamik asit içeriğin arttığı antioksidan aktivite değerinin bu iki değer ile yüksek korelasyon gösterdiği belirlenmiştir (Dereli vd., 2015). Ayrıca pastörizasyonun yüksek renk yoğunluğu ve stabilitesi sağladığı belirlenmiştir (Dereli vd., 2015). Bir diğer çalışmada ise ısıtma ve depolama sürecinde

artan pH, brix ve sıcaklık değerlerinin de monomerik antosiyaninlerin bozulma oranını artırırdığı belirlenmiştir (Kırca vd., 2007).

Şalgam suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine YHB ve ultrasonikasyon yöntemlerinin etkisinin belirlendiği çalışmada YHB; 3-15 dk., 200-500 MPa, 4-40°C aralıklarında çalışılmıştır. Acılı şalgam suyu için optimum koşulların 34.23°C, 15dk. ve 500 MPa olarak belirlendiği çalışmada basınçlama sonrası toplam maya küf, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* ve *Lactobacillus paracasei* sayıları sırası ile 3.09 log KOB/ml, 2.51 log KOB/ml ve 2.68 log KOB/ml olarak belirlenmiştir. Acısız şalgam suyu için 40°C, 15dk., 363.6 MPa olarak belirlenen optimum koşullarda basınçlama sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri ve *L. paracasei* sayıları sırası ile 3.16 log KOB/ml ve 2.94 log KOB/ml olarak belirlenmiştir. Yapılan raf ömrü çalışmaları sonucunda 90 gün süre ile 4-22°C'de depolanmış örneklerde duyusal olarak bozulma ve kalite kriterlerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir (Ateş, 2019).

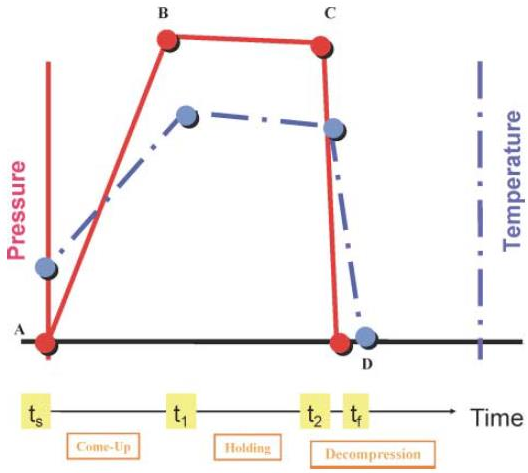
Şalgam benzeri bir bitki olan Brassica napus'un kalite parametreleri (renk, antioksidan aktivitesi, glukozinolat profili) üzerine yüksek basınç ve sıcaklığın (200, 400 ve 600 MPa ve 20°C ve 40°C'de) etkilerinin incelendiği bir çalışmada yüksek basıncın kalite parametrelerini sıcaklığa göre daha çok etkilediği saptanmıştır. Haşlama işlemi yüksek basınca göre daha az renk değişimine neden olurken antioksidan kapasitesinin en az etkilendiği ve renk, tekstür ve glukozinolat profili parametrelerinin en iyi korunduğu uygulama 20°C ve 600 MPa olarak belirlenmiştir (Clarina vd., 2011).

Şalgam suyunda bakteriyel gelişim ürün bileşimindeki laktik asit bakterileri tarafından baskılanırken yabani mayaların gelişiminin önüne geçilememesi en büyük endüstriyel sorunlardandır. Bu nedenle yapılan bir çalışmada *Candida inconspicua* gelişiminde darbeli ultraviyole ışığın etkileri incelenmiş ve kuvars penceresinden 5 cm uzaklık ve 60 saniye uygulama ile 2.8 log azalma sağlanmış, en uygun modelleme ise Weibull modeli olarak belirlenmiştir (Karaoğlan, Keklik & Işıklı, 2017).

2.4. Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi

YHB teknolojisi patojenik mikroorganizmaların vejetatif formlarını ve bazı enzimleri gıdaların organoleptik özelliklerine fazla zarar vermeden oda sıcaklığında inaktive edebilen termal olmayan bir gıda işleme teknolojisidir (Balasubramaniam, 2003; Huang vd., 2014; Rendueles vd., 2011). Bu teknolojinin uygulanmasında, basıncı

taşıyan faz olarak genellikle su kullanılır ve paketlenmiş gıda basınç çemberine yerleştirildikten sonra basınç artırılarak istenilen etki elde edilmeye çalışılır (Huang vd., 2014). Bu teknolojinin ticari olarak uygulanabilir olması için genel olarak 100-600 MPa aralığında seçilen bir basıncın, 10 dakikadan daha kısa bir işlem süresince uygulanması hedeflenir (Balasubramaniam, 2003). Gıdanın bileşimine bağlı olarak gıdanın sıcaklığı her 100 MPa'da yaklaşık 3°C artmaktadır (Şekil 2.2) Balasubramaniam, 2003; (Rendueles vd., 2011). Isıl işlemlerde sınırlayıcı faktörler olan gıdanın boyutu ve şekli bu teknolojide önem taşımamaktadır (Balasubramaniam, 2003; Huang vd., 2014; Martin vd., 2002; Rendueles vd., 2011). Bunun nedeni, Pascal'ın izostatik prensibine göre, basıncın eşit, düzgün ve gıdanın her noktasına anlık olarak iletilmesidir (Martin vd., 2002; Rendueles vd., 2011).



Şekil 2.2. Gıdaların yüksek basınçta işlenmesi sırasında tipik basınç-sıcaklık eğrileri (Balasubramaniam, 2003).

Yüksek basınç renk, aroma, vitamin ve antioksidan gibi fonksiyonel bileşenleri ve besin ögelerini korurken protein, karbonhidrat gibi yüksek molekül ağırlıklı bileşenlerin yapısında değişikliklere neden olabilmektedir (Huang vd., 2014; Martin vd., 2002). Nişastada jelleşmeye neden olduğu da bilinen YHB, proteinlerin ikincil, üçüncül, dördüncül yapılarında ve membranlar gibi kompleks yapılarda da değişikliğe neden olmaktadır. Bu değişikliklerin YHB'ın iyonik bağlar, hidrojen bağları, hidrofobik ve

elektrostatik etkileşimler üzerine etkisinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Rendueles vd., 2011).

Ülkemizde YHB teknolojisi ticari olarak kullanılmadığından bu teknolojinin maliyeti konusunda veri bulunmamaktadır. Amerika'da yapılan bir çalışmaya göre gıdanın kg'ı başına ekipman ve proses maliyetinin kullanılan ekipmanın kapasitesine bağlı olarak 0.1 dolardan daha az olduğu tahmin edilmiştir (Balasubramaniam, 2003). Başka bir veriye göre YHB'ın litre başına maliyeti 0.1-0.2 €, ısıl işlemin litre başına maliyeti 0.02-0.04 € olarak öngörülmüştür (Indrawati, Van Loey, Smout & Hendrickx, 2003).

YHB'ın gıdalardaki ilk uygulaması 1899 yılında yapılmış ve sütte 463 MPa ve 1 saatlik uygulamanın ekşimeyi 24 saat engelleyebildiği belirlenmiştir (Huang vd., 2014). Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi uygulama alanları genellikle et ve ürünleri, süt ve ürünleri, deniz ürünleri, meyve sebze ürünleri ve çeşitli içeceklerdir (Huang vd., 2014). YHB ile üretilmiş dilimlenmiş jambon, istiridye, meyve suları (Martin vd., 2002) reçel, jöle, balık, et ürünleri, salata sosu, pirinç kekleri ve yoğurt piyasaya sürülmüş market ürünlerinden birkaçıdır (Balasubramaniam, 2003).

Çizelge 2.1. YHB ile üretilen ticari ürünler (Indrawati vd., 2003).

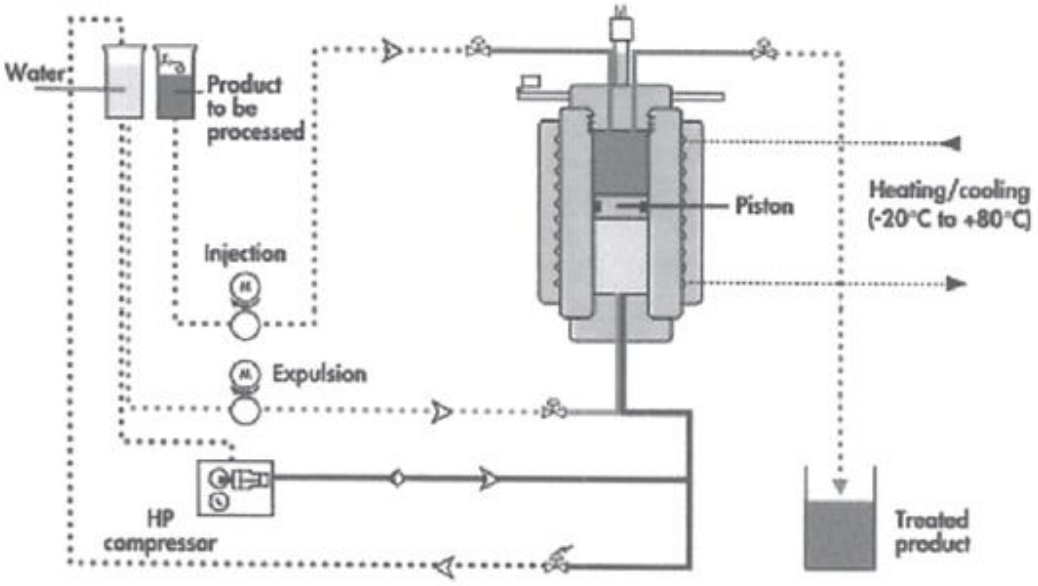
Ürün	**Ülke**	**Basınç/sıcaklık**	**Raporlanan YHB etkisi**
Meyve/sebze ürünleri			
pH 4.5'un altında meyve ürünleri, reçel, jöle, püre yoğurt	Japonya	400MPa,10-30dk.,20°C	Pastörizasyon, iyi jelleşme, hızlı şeker nüfuzu pektinmetil esteraz aktivitesini sınırlama
Greyfurt suyu	Japonya	200MPa,10-15dk.,5°C	Acı tadı azaltma
HP ile üretilmiş mandalina suyunu %20 oranında içeren karışım	Japonya	300-400MPa,2-3dk.,20°C	Dimetil sülfit kokusunu azaltma, metil metiyonin sülfoksidin termal degredasyonunu azaltma, pastörizasyon
Sorbe ve dondurma üretimi için şeker ilaveli tropikal meyveler	Japonya	50-200MPa	Şekerin hızlı nüfuzu ve suyun uzaklaştırılması
Meyve suları için buz çekirdekleyici bakteriler	Japonya	-	Xanthomonas inaktivasyonu, Buz çekirdeği özelliği kaybı olmaz
Çiğ sake (pirinç şarabı)	Japonya	-	Maya inaktivasyonu, ısıl işlem uygulanmadan fermantasyonun durdurulması
Mandalina suyu	Japonya	-	Soğuk pastörizasyon
Pirinç keki, aromatik taze otlar, hipoalerjenik ön pişirme uygulanmış pirinç, haşlanmış pirinç için uygun paketler	Japonya	-	Mikrobiyel azalma, taze aroma ve lezzet, pirinçte gözenekli yapıda artış, alerjenik proteinlerden tuz ekstraksiyonu
Sıkma portakal suyu	UK	500MPa,25°C	Mikrofloranın ve enzimlerin inaktivasyonu (özellikle mayalar), doğal lezzeti koruma
Meyve suyu	Fransa	400MPa,25°C	Mikrofloranın inaktivasyonu (10^6 KOB/g'a kadar), pektinmetil esterazın kısmi inaktivasyonu
Et/balık ürünleri			
Çiğ domuz jambonu	Japonya	250MPa,3saat,20°C	Hızlı olgunlaşma(2 haftadan 3 saate), hızlı tenderizasyon, sululuk, uzun raf ömrü
Şarküteri tarzı işlenmiş et	İspanya	400-500MPa,20°C	-
Balık sosisi	Japonya	400MPa	Jelleşme, mikrobiyel sanitasyon, iyi tekstür
İstiridye	USA	300-400MPa,10dk.,25°C	Mikrobiyel inaktivasyon, çiğ tat ve aromanın korunması, şekil ve boyutun korunması

YHB'ın gıdalardaki uygulama alanları genellikle raf ömrünün uzatılmasına yönelik olsa da çözünme/difüzyon proseslerinde, dondurma/çözme işlemlerinde, protein ve diğer makromoleküllerin modifikasyonunda da kullanılmaktadır (Martin vd., 2002).

YHB bazı enzimlerin inaktivasyonu, sindirilebilirlik, biyoyaralılık, teknolojik ve fonksiyonel özelliklerde değişim gibi çeşitli etki alanlarına sahiptir (Rendueles vd., 2011). 100-600 MPa arası yapılan uygulamalar gıdalardaki ticari uygulamaların yerine geçebilmektedir (Huang vd., 2014). Enzim inaktivasyonu için ise genellikle mikrobiyel inaktivasyon için gerek duyulandan daha yüksek basınç uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Martin vd., 2002).

2.4.1. Yüksek Basınç Teknolojisi Düzeneği

Düzenek basınçlı kap, kapatılabilir iki uç, uçların kapalı kalmasını sağlayan yapı, istenen basıncı üreten yüksek basınçlı pompa ve sistemin kontrol düzeneği olmak üzere beş temel kısımdan oluşmaktadır (Balasubramaniam, 2003). Şekil 2.3'deki gibi kesikli ve yarı sürekli çalışan çeşitleri mevcut olup yarı sürekli sistem sıvı gıdalar için tasarlanmıştır (Balasubramaniam, 2003).



Şekil 2.3. Kesikli çalışan bir YHB sistemi (Martin vd., 2002).

2.4.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerindeki Etki Mekanizması

YHB teknolojisin mikroorganizmalar üzerine etkisi basıncın şiddeti, süresi, tipi gibi faktörlerin yanı sıra mikroorganizmanın türü, şekli, gelişme evresi, ortam koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır. Çizelge 2.2'de YHB teknoljisinin mikroorganizmaların inaktivasyonunda etkili olan faktörler özetlenmiştir.

Çizelge 2.2. Mikroorganizmaların inaktivasyonuna etki eden faktörler (Martin vd., 2002).

Faktörler
1. Uygulanan basınç
2. Uygulanan basıncın tipi
Çevrimli
Sürekli
3. Sıcaklık
4. Süre
5. Mikroorganizmanın türü ve ırkı
Şekil
Gram pozitif mi negatif mi
6. Mikroorganizmanın gelişme evresi ve kültür yaşı
7. Mikroorganizmanın bulunduğu ortamın kompozisyonu ve özellikleri
İyonik güç ve iyon çeşitleri
Su aktivitesi
pH

Birçok vejetatif bakteride oda sıcaklığında 400-600 MPa basınç ile 4 log üzeri azalma görülmektedir (Rendueles vd., 2011). Parazitler ve protozoalar (*Cryptosporidium parvum, Anisakis simplex, Trichinella spiralis, Ascaris*) 100-400 MPa gibi daha düşük basınçlarda hasar görmektedir (Rendueles vd., 2011). Mayalar ve küfler ise basınca orta düzeyde direnç göstermektedir (Rendueles vd., 2011). Birçok maya oda sıcaklığında 300 MPa basınç ile birkaç dakika içerisinde inaktive edilebilmektedir (Balasubramaniam, 2003). Bakteri sporları ise 1000 MPa'ın üzerinde bile canlılığını sürdürebilmektedir (Huang vd., 2014). Bu sporlardan en yüksek dirence sahip olan *Bacillus amyloliquefaciens* yüksek basınç teknolojisinde standartların oluşturulmasında hedef mikroorganizma olarak önerilmektedir (Rendueles vd., 2011). Ayrıca zarflı virüsler de çıplak virüslere göre basınca daha duyarlıdır (Rendueles vd., 2011). Çizelge

2.3'de bazı mikroorganizmaların farklı sıcaklık ve basınçlarda canlılık kayıpları özetlenmiştir.

Çizelge 2.3. Mikroorganizmaların farklı sıcaklık ve basınç uygulamalarında canlılık kayıpları (Huang vd., 2014; Rendueles vd., 2011).

Tür	Substrat	Sıcaklık (°C)	Basınç (MPa)	D değeri (dk.) / log azalma	Referans
Vejetatif					
***E.coli* O157:H7**	Mango suyu	20-23°C	250	8.73 dk.	Huang vd., 2014
***E.coli* O157:H7**	Balık bulamaç	20-25 °C	400	3.19 dk.	Huang vd., 2014
S. aureus	Tampon fosfat	23°C	500	1.6 dk.	Huang vd., 2014
S. aureus	Jambon	23°C	550	2.2 dk.	Huang vd., 2014
L. monocytogenes	Balık bulamaç	20-2 °C	350	4.16 dk.	Huang vd., 2014
S. typhimurium	Çiğ süt	25°C	300	9.21 dk.	Huang vd., 2014
Campylobacter jejuni	Domuz bulamaç	25°C -10 dk.	300	6 log	Rendueles vd., 2011
Salmonella Enteritidis	Et suyu	35°C -10 dk.	345	8.22 log	Rendueles vd., 2011
***Vibrio parahaemolyticus* O3:K6**	İstiridye	10°C -3 dk.	300	5 log	Rendueles vd., 2011
LAB	Çin lahanası	10-30 dk.	400	2.7-4.6 log	Li vd., 2010
LAB	Çin lahanası	10-30 dk.	600	7.0 log	Li vd., 2010
Maya	Çin lahanası	10-30 dk.	400-600	2.2-2.7 log	Li vd., 2010
Lactobacillus viridescens	Salam	5 dk.	400, 500, 600	2 log, 7 log, 8 log	Park vd., 2001
Virüs					
Hepatitis A virüsü	İstiridye	10°C -1 dk.	400	>3 log	Rendueles vd., 2011
Norovirüs	İstiridye	5°C -5 dk.	400	4 log	Rendueles vd., 2011
Spor					
C. sporogenes	Sığır eti	80°C	700	15.8 dk.	Huang vd., 2014
C. sporogenes	Süt	90°C	700	13.6 dk.	Huang vd., 2014
C. sporogenes	Tampon sodyum fosfat	91°C	600	5.95 dk.	Huang vd., 2014
B. amyloliquefaciences	Deiyonize su	105°C	700	0.4 dk.	Huang vd., 2014
B. stearothermophilus	Yumurtalı poğaça	105°C	400	0.72 dk.	Huang vd., 2014
B. coagulans	Domates suyu	75°C	600	2.1 dk.	Huang vd., 2014

B. cereus	-	30°C -25 dk.	400	0.5 log	Rendueles vd., 2011
C. perfringens	-	25,45,65°C - 30 dk.	500	Yok denecek kadar az azalma	Rendueles vd., 2011
C. perfringens type A	-	75°C -15 dk.	650	3.7 log	Rendueles vd., 2011
C. botulinum proteolytic Type A	-	80°C – 6 dk.	600	5 log	Rendueles vd., 2011

100 MPa basınç kısmi protein denatürasyonuna neden olabiliyorken 200 MPa basınç hücre zarında ve hücre içi yapısında hasarlar meydana getirebilmektedir (Huang vd., 2014). Bu nedenle yüksek basıncın mikroorganizmalar üzerindeki etkisi hücre morfolojisi üzerindeki etkileri, hücresel canlılığı korumada elzem olan metabolik reaksiyonlar üzerindeki etkileri ve genetik mekanizma üzerindeki etkileri olmak üzere 3 temel başlık altında toplanabilir (Huang vd., 2014). Çizelge 2.4'te hücresel yapı proseslere etki için yüksek basınç düzeyleri özetlenmiştir.

Çizelge 2.4. Hücresel yapı ve proseslere etki için yüksek basınç düzeyleri (Huang vd., 2014).

Hücresel Proses / Yapı	İnhibitör basınç düzeyi (MPa)
Hareketlilik	10
Hücre bölünmesi	20
Besin alımı	15-20
Etanol fermantasyonu	25-50
Membran protein fonksiyonu	25-50
Replikasyon	50
Transkripsiyon	50-100
Protein sentezi	50
Protein oligomerizasyonu	50-100
Çözünür enzim fonksiyonu	100
Canlılık	100-200
Protein yapısı (monomer)	200
DNA yapısı (çift heliks)	1000

YHB'ın hücredeki asıl hedefi hücre membranıdır (Rendueles vd., 2011). Bu basınç membrandaki bazı proteinleri inaktive ederek homeostasis dengesini bozabilmektedir (Rendueles vd., 2011). Yüksek basıncın hücrede meydana getirdiği değişiklikler ise ATP sentezini engellemesi, hücre içi pH'ı düşürmesi, protein

moleküllerindeki kovalent olmayan bağları kırmasıdır (Huang vd., 2014). Birincil protein yapısı yüksek basınçtan etkilenmezken ikincil yapıdaki hidrojen bağları hasar görebilmektedir (Huang vd., 2014). İkincil yapıdaki molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağları ancak 700 MPa'ın üzerindeki uygulamalar ile parçalanabilmekte ve bu parçalanma geri dönüşümsüz protein denatürasyonuna neden olmaktadır (Huang vd., 2014). 200 MPa üzeri uygulamalar ise proteinlerin üçüncül yapılarında önemli değişiklikler meydana getirmektedir (Huang vd., 2014). 100-300 MPa protein yapısındaki değişiklikler için geri dönüşümlü olabiliyorken 300 MPa üzeri geri dönüşümsüzdür (Huang vd., 2014). YHB'ın ribozomun konfigürasyonunu değiştirerek de protein sentezini inhibe edebileceği saptanmıştır (Huang vd., 2014; Rendueles vd., 2011). Sonuç olarak YHB protein yapısında hasar meydana getirmekte, sentezini düşürmekte ve protein tamirini inhibe etmektedir (Huang vd., 2014).

E. coli O157:H7 ve *B. subtilis*, *S. aureus* gibi gram pozitif bakteriler stres koşullarına direnç göstermeyi sağlayan genetik materyale sahip olduklarından yüksek basınç uygulamasına daha dirençlidir (Huang vd., 2014). Bu nedenle *E.coli* yüksek basınç uygulamasında standartların geliştirilmesi için hedef mikroorganizma görülürken *E.coli* O157:H7 hazır yiyecek üretiminde hedef mikroorganizma kabul edilmiştir ve 5 log azalma iyi üretim için yeterli kabul edilmiştir (Huang vd., 2014). Bu direncin şiddeti mikroorganizmanın tipinden, gelişme çağının hangi safhasında olduğundan ve çevresel koşullardan etkilenmektedir (Indrawati vd., 2003). Gelişme çağının durgun ve logaritmik fazında olanlar eksponansiyel fazında olanlardan, prokaryotlar ökaryotlardan, istisnaları olmakla birlikte gram pozitifler negatiflerden ve koküsler basillilerden daha dirençlidir (Huang vd., 2014; Indrawati vd., 2003; Martin vd., 2002; Rendueles vd., 2011). Hücre membranının akışkanlığı doymamış yağ asidi içeriğinden etkilendiği için yüksek oranda doymamış yağ asidi içeren hücre zarları daha dirençlidir ve bu oran psikrotrof bakterilerde artmaktadır (Huang vd., 2014; Rendueles vd.,2011).

2.4.3. Ortam Koşullarının Mikroorganizmaların Basınç Hassasiyetine Etkisi

YHB uygulaması birçok gıdanın temel bileşeni olan su molekülünün iyonlarına ayrışmasına neden olarak gıdanın pH'ını düşürmektedir (Balasubramaniam, 2003). Bu düşüş 25°C'de 100 MPa'da 0.73 birim olarak belirlenmiştir (Balasubramaniam, 2003). Bu değişim mikroorganizmaların inaktivasyon kinetiklerini de etkilemektedir

(Balasubramaniam, 2003). Bakteriler nötral pH'da YHB uygulamasına daha dirençli olup artan veya azalan pH ile birlikte basınca olan duyarlılıkta artmaktadır (Huang vd., 2014; Rendueles vd., 2011). Ayrıca YHB ısıl işlem ile birlikte uygulandığında pH değeri 4.5'in altında olan bakteri sporlarına da etki edebilmektedir (Huang vd., 2014).

Gıdalardaki protein, şeker, lipid, mineral gibi bileşenler mikroorganizmaların yüksek basınca direncini artırabilmektedir (Huang vd., 2014; Martin vd., 2002; Rendueles vd., 2011). Kanatlı eti, süt gibi besin değeri yüksek gıdalar da mikroorganizmalar için koruyucu olabilmektedir (Rendueles vd., 2011). Ayrıca katı gıdalar sıvı gıdalara göre mikroorganizmalar için daha dirençli koşulları oluşturabilmektedir (Huang vd., 2014). Ayrıca yüksek tuz konsantrasyonu, asidik koşullar, yüksek/düşük sıcaklıklar ve oksidatif stres gibi ekstrem durumlarda mikroorganizmalar tarafından oluşturulan proteinler yüksek basınca direnci de artırmaktadır (Rendueles vd., 2011). Düşük sıcaklıklarda basınca artan hassasiyet hidrofobik etkileşimlerin zayıflaması ve fosfolipitlerin kristalizasyonu ile hücre zarında meydana gelen yapısal ve akışkanlıktaki değişiklikler ile açıklanabilir (Rendueles vd., 2011).

Şalgam suyunun düşük pH değeri ve yüksek tuz içeriği mikroorganizma gelişmesinin önündeki engeller olup engel teknolojisi gereği, YHB teknolojisinin şalgam suyunun raf ömrünü uzatabileceği düşünülmektedir.

2.4.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Sporlar Üzerinde Uygulanabilirliği

600 MPa patojenik mikroorganizmaların büyük çoğunluğunun gelişimini inhibe ederken endosporları da inhibe edip yeterli sterilizasyon koşullarına ulaşabilmek için bu basınç uygulaması uygun sıcaklık uygulaması ile birlikte yürütülmelidir (Huang vd., 2014). Eşdeğer toplam basınç uygulamasındansa dalgalı (darbeli, titreşimli, salınımlı, çevrimli) basınç uygulaması daha etkilidir çünkü tekrarlanan hızlı dekompresyonlar çimlenmekte olan sporlar üzerinde daha fazla hasar meydana getirerek inhibisyonu sağlamaktadır (Huang vd., 2014; Martin vd., 2002).

Sporları inhibe etmek için öncelikle düşük (100-200 MPa) ya da orta düzeyde (50-300 MPa) basınç uygulaması yapılarak çimlenme sağlanmalıdır (Huang vd., 2014, Martin vd., 2002; Rendueles vd., 2011). Sporulasyon aşamasında uygulanan düşük

basınca ek olarak artan sıcaklık uygulaması hem çimlenmeyi hem inhibisyonu artırmaktadır (Martin vd., 2002). Bakteri sporlarının çimlenmesi için gerekli basınç 100-600 MPa arasında değişmektedir (Huang vd., 2014). İkinci aşamada ise oluşan vejetatif bakterilerin yüksek sıcaklık uygulaması ile ve/veya yüksek basınç ile (Martin vd., 2002) etkisiz hale getirilmesi sağlanmalıdır (Huang vd., 2014). İlk aşamada uygulanan düşük basınç sporların besin alım reseptörlerini aktive ederek çimlenmeyi başlatmaktadır (Huang vd., 2014). Çimlenmeyi sağlamak için uygulanan basınç 30 dakika kadar uzun sürebilmektedir (Martin vd., 2002). Ancak bu basınç gereğinden fazla süre uygulanırsa çimlenmeyi başlatan DPA (dipikolinik asitin kalsiyum iyonu) iyonunun tükenerek endosporun demineralize olmasına ve çimlenememesine neden olmaktadır (Huang vd., 2014; Rendueles vd., 2011).

Sporların inhibisyonu için yapılan çalışmalara ve araştırmalara rağmen YHB teknolojisinin sterilizasyon amaçlı kullanımı sektörde ve pratikte henüz mevcut olmayıp teknolojinin esas kullanım amacı soğuk pastörizasyondur (Rendueles vd., 2011).

2.4.5. Yüksek Basınç Teknolojisinin Diğer Etkileri

Bu teknoloji sayesinde enzim inaktivasyonu ile portakal suyunda partiküllü yapının stabil kalması (>500 MPa ve >1 dakika), elma (>800 MPa), armut, avakado (>800 MPa), üzüm (>700 MPa), muz, mantar (>800 MPa), patates (>800 MPa) gibi gıdalarda enzimatik kararmanın önlenmesi, elma suyunda patulin konsantrasyonunun azalması, ette tenderizasyon (Martin vd., 2002) ve balık proteinlerinin tekstürizasyonu (Indrawati vd., 2003) sağlanabilmektedir. YHB protein jelasyonunda sıcaklık uygulamasına alternatif olabilmekte elde edilen jelin daha az opak, daha parlak, daha beyaz, taze krema benzeri lezzete sahip olması (soğuk sütlü tatlılar için) sağlanabilmektedir (Martin vd., 2002).

Peynir üretiminden önce süte uygulanan YHB rennet pıhtılaşma süresinin azalmasına, ıslak ağırlık veriminin ve jel sertliğinin artmasına neden olmaktadır (Martin vd., 2002).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Şalgam Suyu Üretimi

Üretimin bir bölümü geleneksel fermantasyon yöntemi ile bir bölümü ise doğrudan fermantasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Böylece her iki yöntemin ürün kalitesi üzerine etkisi kıyaslanmıştır.

3.1.1. Geleneksel Fermantasyon

Geleneksel şalgam suyu %3 bulgur unu, %0.2 tuz, %0.2 kuru maya ve içme suyu ile hamur haline getirilmiştir (standart formülasyon-SF). Oda koşullarında gerçekleştirilen üç gün hamur fermantasyonunun ardından içme suyu ile hamur 4-5 kez ekstrakte edilmiş ve bu ekstrakta %1 kaya tuzu, %20 siyah havuç ilave edilip içme suyu ile hacmine tamamlanmıştır. Oda koşullarında gerçekleştirilen fermantasyon süresi boyunca her gün 2 paralelli olarak pH ve toplam asit değişimi ölçülmüş pH ve/veya toplam asit değeri sabitlendiğinde (son üç günde) fermantasyon sonlandırılıp kaba filtre kağıtları ile filtrasyon gerçekleştirilmiştir. Şalgam suları bir litrelik steril cam şişelere doldurulup depolanmıştır.

3.1.2. Doğrudan Fermantasyon

Geleneksel şalgam suyu için %3 bulgur unu, % 0.2 tuz, % 0.2 kuru maya uygun bez torbaya konulup ağzı sıkıca bağlanıp fermantasyonun gerçekleştirileceği kaba alınmıştır. Üzerine %1 kaya tuzu, %20 siyah havuç ve dolum seviyesine kadar içme suyu eklenip oda koşullarında fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon takibi,

sonlandırılması, elde edilen şalgam suyunun filtrelenmesi ve şişelenmesi geleneksel fermantasyonda (3.1.1) açıklandığı gibi yapılmıştır.

3.1.3. Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi

Glutensiz şalgam suyu bulgur unu yerine %60 mısır unu, %40 pirinç unundan oluşan karışım ile hazırlanmış olup diğer tüm bileşenler için formülasyon aynı kalmıştır. Fermantasyon takibi, sonlandırılması, elde edilen şalgam suyunun filtrelenmesi ve şişelenmesi geleneksel fermantasyonda (3.1.1) açıklandığı gibi yapılmıştır.

3.2. Üretilen Şalgam Suyunun Standartlara Uygunluğunun Belirlenmesi

TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunun pH'ı 3.3-3.8, titre edilebilir asitlik (laktik asit olarak) en az 6.0 g/L, çözünür katı madde en az %2.5 (m/m), tuz oranı ve kül miktarı en çok %2.0 (m/v), toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı en fazla $1.0x10^5$ KOB/ml, koliform bakteri sayısı ise en fazla 1100 KOB/ml olmalıdır (Ekinci vd., 2016; Özer ve Çoksöyler, 2015).

Elde edilen şalgam sularının standartlara uygunluğunu belirlemek amacıyla aşağıda belirtilen kimyasal testler iki paralelli olarak çalışılmıştır.

3.2.1. pH ve Toplam Asit Analizi

Örneklerin pH'ı Hanna HI2211 pH metresi ile ölçülmüştür.

Hamurda toplam asit tayini için 10g örnek tartılıp kayıpsız olarak 100 ml'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Balon çalkalanarak örnek iyice karıştıktan sonra damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır. Balon içeriği filtre edilip filtrattan erlenmayere 25 ml alınıp üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein eklenerek 0.1 N NaOH (sodyum hidroksit) ile açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarına göre toplam asit hesaplaması yapılmıştır (Cemeroğu, 2013).

Şalgam suyu örneklerinde toplam asit tayini için 10 ml örnek alınıp 0.1 N NaOH ile manyetik karıştırıcı eşliğinde pH metrede 8.1 dönüm noktasına kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarına göre toplam asit hesaplaması yapılmıştır (Cemeroğu, 2013).

Toplam asitlik laktik asit cinsinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Cemeroğu, 2013).

Titrasyon asitliği, g/L = V x f x E x 1000 / M (3.1)

V: titrasyonda harcanan 0.1N NaOH miktarı, ml

f: titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü

E: 1ml 0.1N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g (0.009008g laktik asit)

M: titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml veya g.

3.2.2. Kuru Madde Tayini

Darası alınmış kurutulmuş kuru madde kaplarına 10 ml örnek pipetlenmiştir. Örnek kaynar su banyosunda suyu uçana kadar tutulup etüvde (Nüve FN055) 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. 1 saat ara ile yapılan iki tartım arası fark 5 mg ve altına düşene kadar kurutmaya devam edilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

3.2.3. Tuz Tayini

Mohr metodundan yararlanılmıştır. 10 ml şalgam suyu 100 ml'lik ölçü balonunda saf su ile hacme tamamlanmıştır. Balon içeriği filtre edilip filtrattan 10 ml alınarak 250 ml'lik erlenmayere aktarılmıştır. Üzerine 100 ml damıtık su eklenerek pH metre eşliğinde 0.1N NaOH ile 8.1 dönüm noktasına kadar titre edilmiştir. Nötralize edilmiş örnek çözeltisine %5'lik potasyum kromat çözeltisinden 2 ml eklendikten sonra büretteki 0.1 N $AgNO_3$ (gümüş nitrat) çözeltisiyle esmer kırmızı renk oluşana kadar titre edilmiştir. Harcanan $AgNO_3$ miktarına göre hesaplama yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

% tuz miktarı = V x f x 0.005844 x S_f *x 100* (3.2)

V: titrasyonda harcanan 0.1N $AgNO_3$ miktarı, ml

f: 0.1N $AgNO_3$ çözeltisinin faktörü

S_f: seyreltme faktörü

0.005844: 1 ml 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisinin eşdeğeri 0.005844 g NaCl'dür.

3.2.4. Kül Tayini

550°C'de yakılıp desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan krozelere 25 ml örnek pipetlenmiştir. Kaynar su banyosunda suyu tamamen buharlaştırıldıktan sonra kül

fırınında (Wisd FHPX-03) 105°C'de 1 saat kurutulmuştur. 550°C'de 6-8 saat sabit ağırlıkta beyaz kül oluşana kadar yakılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.3. YHB Teknolojisinin Uygulanması

YHB teknolojisinin uygulanabilmesi için mikrobiyolojik ve kimyasal analiz örnekleri yaklaşık 10'ar ml, duyusal analiz örnekleri ise yaklaşık 200'er ml olarak uygun steril paketlerde hava kabarcığı kalmayacak şekilde paketlemiştir. Basınç uygulaması esnasında paketlerin patlayıp basınç ortamından kontamine olmaması için vakum altında ikinci bir paketleme yapılmıştır. Kullanılan yüksek basınç sistemi (MSE-CIP-WB-5500 model, MSE Teknoloji Ltd., Gebze, Türkiye) 50 mm iç çapında ve 0.7 litre çalışma kapasitesindedir. Sistem 0-90°C aralığında maksimum 550 MPa basınçta, -12°C'de ise maksimum 320 MPa basınçta çalışabilmektedir. Basıncı taşıyan faz olarak propilen glikol (Kimetsan Co., Ltd., Ankara, Türkiye) kullanılmıştır. Basınç odasının içindeki ortamın sıcaklığı, bir soğutma sirkülatörüne (model RE1050S, Lauda Dr. R. Wobser GmbH & Co. KG., Almanya) bağlı olan ve basınç kabını çevreleyen bobinlerle kontrol edilmiştir. Basınç; test basınç değerine yaklaşık 6 MPa/sn hız ile ulaşmakta, test süresi kadar örneği bu basınç altında tutmakta ve basınç tahliye vanası ile basınç değerinin düşürülmesi ise yaklaşık 10 saniyede gerçekleşmektedir (Bulut, 2014).



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan yüksek hidrostatik basınç düzeneği.

3.4. YHB Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

3.4.1. TMAB (Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı) Analizi

Dülüsyon sıvısı olarak kullanılan fosfat tamponu (PBS) 8 g NaCl, 0.2 g KCl (potasyum klorür), 1.44 g Na_2HPO_4 (disodyum fosfat), 0.24 g KH_2PO_4 (mono potasyum fosfat) tartılıp saf su ile 1 litreye tamamlanarak hazırlanmıştır. HCl (hidroklorik asit) ile pH'sı 7.1'e ayarlanmıştır.

Kontrol ve basınçlı örneklerden 1'er ml alınıp pH'sı 7.1'e ayarlanmış PBS kullanılarak dülüsyonlar hazırlanmıştır. Damlatma yöntemiyle Plate Count Agar'a (PCA, Merck) iki paralelli olarak ekimleri yapılmıştır. Bu amaçla her bir dilüsyondan 3'er damlatma (10 µL) yapılmıştır. 30°C'de 48-72 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır (Özer & Çoksöyler, 2015). Damlatma yöntemi ile koloni tespit edilmeyen basınçlanmış örneklerden 100 µL alınarak yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve bu şekilde tespit sınırının 10 KOB/ml olması sağlanmıştır.

3.4.2. LAB Analizi

Kontrol ve basınçlı örneklerden 1'er ml alınıp alınıp pH'sı 7.1'e ayarlanmış PBS kullanılarak dülüsyonlar hazırlanmıştır. Damlatma yöntemi ile MRS Agar'a (Man, Rogosa and Sharpe, Merck) iki paraleleli olarak ekim yapılmıştır. Bu amaçla her bir dilüsyondan 3'er damlatma (10 µL) yapılmıştır. 30°C'de 48-72 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır (Özer & Çoksöyler, 2015). Damlatma yöntemi ile koloni tespit edilmeyen basınçlanmış örneklerden 100 µL alınarak hem M17 Agar'a (Merck, %0.5 g laktoz eklenmiş) hem de MRS Agar'a yayma yöntemi ile ekim yapılmış sonuçlar iki besiyeri için ortalama olarak verilmiştir. Bu şekilde tespit sınırının 10 KOB/ml olması sağlanmıştır.

3.4.3. Toplam Maya ve Küf Analizi

Kontrol ve basınçlı örneklerden 1'er ml alınıp pH'sı 7.1'e ayarlanmış fosfat tamponu (PBS) kullanılarak dülüsyonlar hazırlanmıştır. Yayma plaka yöntemi ile Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar'a (Merck) iki paralelli olarak ekim yapılmıştır. 25°C'de 5 gün inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılmıştır (Özer & Çoksöyler, 2015).

3.5. YHB Uygulanan Örneklerde ve Kontrol Örneklerinde Raf Ömrü Çalışması

YHB uygulamasında raf ömrü çalışması için glutensiz şalgam suyu üretimi yaklaşık 8 litre olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen şalgam suyunun 5 litresi buzdolabı koşullarında (3-4°C) saklanan örnekler için, geri kalan 3 litresi ise oda koşullarında (15-20°C, sıcaklık kontrolü yapılmaksızın) saklanan örnekler için kullanılmıştır.

Örneklerin raf ömrü belirli periyotlarla pH, toplam asit, renk duyusal panel ve TMAB, LAB, maya-küf analizleri ile takip edilmiştir.

3.5.1. Renk Tayini

Konica Minolta Renk tayin cihazı ile Uluslararası Aydınlatma Kurumu (CIE) tarafından tanımlanan LAB sistemine göre örneğe ait L* (parlaklık), a* (kırmızılık-yeşillik), b* (sarılık-mavilik) değerleri belirlenmiştir.

L* değeri parlaklık değerini vermekte olup, ölçülen renge göre 0-100 arasında değişen değerler alabilmektedir. a* pozitif değer aralığında ölçülen renk kırmızı, negatif değer aralığında ölçülen renk ise yeşil olmaktadır. Aynı şekilde b* pozitif değer aralığında ölçülen renk sarı, negatif değer aralığında ise mavidir (Bayram vd., 2014). Bu değerler aşağıda verilen formüle göre ΔE değerinin hesaplanmasında referans olarak kullanılmıştır. ΔE değerinin hesaplanmasında standart örnek; market örneği olan Doğanay markalı şalgam suyudur.

$$\Delta E = [(L_2-L_1)^2 + (a_2-a_1)^2 + (b_2-b_1)^2]^{1/2} \quad (3.3)$$

ΔE: örneklerin standart örnekten toplam renk farklılığı

2: standart örnek (market örneği)

1: kontrol örneği (basınç uygulanmamış) veya basınçlı örnek

3.5.2. Duyusal Analiz

Örneklere uygulanan duyusal analiz 5 skalalı puanlama testidir. Örnek grupları kontrol olarak market örneğiyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Panalistlere yaklaşık 30 ml olarak sunulan her bir örneğin renk, koku, lezzet, ekşilik, genel beğeni olarak 1'den 5'e kadar puanlanması istenmiştir. Her bir panel 7 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Panalistlere, 2 veya 3 örnekten oluşan; örneklerden biri market örneği olan duyusal panel belirli periyotlarla uygulanmıştır.

Çizelge 3.1. Örnek duyusal analiz formu.

PUANLAMA TESTİ					
Panalistin Adı Soyadı: Tarih: Ürün: Saat:					
Kalite Kriterleri	**Örnek Kodları**				
	142		**729**		**451**
Renk					
Koku					
Lezzet					
Ekşilik					
Genel beğeni					
Puan değerleri ile ilgili açıklamalar	1 Çok kötü	2 Kötü	3 Orta	4 İyi	5 Çok iyi

3.6. İstatistiksel Analiz

Desing expert v.11 yazılımı (Stat-Ease Inc., Minneapolis, USA) tepki yüzeyi için deneysel tasarım ve istatistiksel analiz için kullanılmıştır. Tepki yüzeyi için döndürülebilir merkezi kompozit (rotatable central composit) tasarım kullanılmıştır. Bu tasarıma göre optimum YHB parametrelerin optimizasyonu amacıyla yapılacak olan denemelerde Çizelge 3.2'de belirtildiği gibi 2 bağımsız değişken ve bu değişkenlere bağlı olarak değişen 3 tepki değişkeni (TAMB, Maya-küf, LAB sayılarında meydana gelen logaritmik azalmalar) incelenmiştir. Elde edilen veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve her bir bağımlı değişken için en iyi tepki yüzeyi modelinin (doğrusal, kuadratik veya iki faktör etkileşimi) belirlenmesi için bütün kareler toplamı (Sequential model sum of squares) ve modelin veriye uyum eksikliği (lack of fit) testleri uygulanmıştır. Varyans analizi sonucuna göre, F-değerinin saf hata değerine en yakın, determinasyon katsayısı (R^2) değerinin ise en yüksek olduğu modeller tepki yüzeyini oluşturmak için kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak seçilmiş ve her değişkenin önemi F-testi ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. YHB deneme planı için belirlenen bağımsız değişkenler ve değerleri

FAKTÖRLER	BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER	DEĞİŞKEN SEVİYELERİ		
		-1	0	1
X_i	BASINÇ DÜZEYİ	200	250	300
X_j	SÜRE	4	6	8

Deneysel tasarımdan elde edilen tepkilerin değerlendirilmesinde 3.4'de verilen denklemden yararlanılmıştır (Box & Draper 1987).

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} X_i X_j \quad (3.4)$$

Burada;

y : Sistemin tepkisini,

β_0 : Model sabiti

$\beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$: Değişken katsayılarını

X_i, X_j : Kodlanmış bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Standart formülasyonlu şalgam suyu ile glutensiz şalgam suyunun duyusal beğenisindeki farklılık varyans analizi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA), çoklu karşılaştırmalar (Post Hoc Multiple Comparisons) ile SPSS 22 programında değerlendirilmiştir. Posthoc testlerinden LSD (en önemsiz fark), Tukey, Duncan, ve Student-Newman-Keuls (S-N-K) kullanılmıştır (Erol, 2013). Farklılıktaki anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Karşılaştırılması

Bulgur unu içeren standart formülasyonlu şalgam suyu ve glutensiz şalgam suyu üretimi geleneksel fermantasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bölüm 3.2'de anlatılan test ve analiz sonucunda elde edilen veriler literatür verileri ve TS 11149 ile ile karşılaştırılmıştır.

4.1.1. pH ve Toplam Asitilik

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi hamur fermantasyonu süresince pH değeri azalmış olup toplam asit değeri artmıştır.

Çizelge 4.1. Hamur fermantasyonu süresince pH ve toplam asit değişimi.

Hamur	pH		Toplam asit (g/kg)	
Fermantasyonu	G-	SF	G-	SF
0. gün	5.11±0.06	5.47±0.02	2.14±0.26	2.31±0.31
1. gün	4.31±0.12	4.82±0.06	6.20±0.28	5.89±0.18
2. gün	4.15±0.10	4.56±0.09	6.50±0.63	8.93±1.16
3. gün	4.27±0.13	4.23±0.17	7.47±0.28	12.81±0.21

G-: glutensiz; SF: standart formülasyon; ± standart sapma.

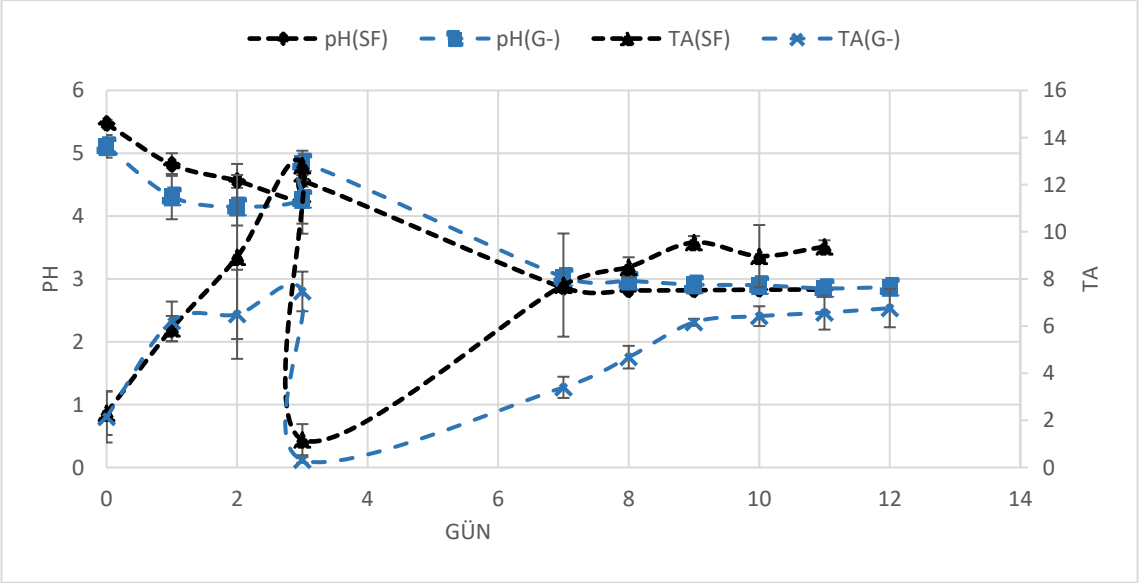
Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1'de görüldüğü üzere havuç fermantasyonuna geçişte ekstrakt içme suyu ile dolum hacmine tamamlandığı için pH değerlerinde kısmi bir artış

ve toplam asit değerlerinde keskin bir düşüş gözlenmiş ancak ilerleyen fermantasyon süresince pH değerleri azalmış olup toplam asit değerleri artmıştır.

Çizelge 4.2. Havuç fermantasyonu süresince pH ve toplam asit değişimi.

Havuç	pH		Toplam asit (g/l)	
Fermantasyonu	G-	SF	G-	SF
0. gün	4.85±0.03	4.56±0.03	0.32±0.04	1.18±0.22
4. gün	3.03±0.00	2.86±0.01	3.40±0.15	7.74±0.73
5. gün	2.97±0.01	2.82±0.01	4.68±0.16	8.50±0.14
6. gün	2.91±0.01	2.82±0.01	6.16±0.05	9.55±0.09
7. gün	2.90±0.01	2.83±0.01	6.42±0.14	8.97±0.44
8. gün	2.85±0.01	2.83±0.01	6.57±0.24	9.37±0.09
9. gün	2.87±0.01	-	6.76±0.27	-

G-: glutensiz; SF: standart formülasyon; ± standart sapma.



Şekil 4.1. Fermantasyon süresince pH ve toplam asit değişimi (G-: glutensiz; SF: standart formülasyon).

Çizelge 4.3'e göre üretilen şalgam sularının toplam asit değerleri literatür ve standart ile paralellik gösterirken pH değeri literatür verilerine ve TS standardına göre düşük kalmaktadır. Düşük pH fermantasyon sürecinin daha etkin bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Ağustos ayında gerçekleştirilen bu üretimde, fermantasyonun daha etkin bir şekilde gerçekleştiği düşünülebilir.

Çizelge 4.3. Üretilen standart formülasyonlu ve glutensiz şalgam sularının fermantasyon sonlandırıldığında ölçülen pH ve TA değerlerinin literatür sonuçları ve TS 11149 ile kıyaslanması.

	pH	TA(g/l)
Standart formülasyonlu	2.83	9.37
Glutensiz	2.87	6.76
Güven vd. (2019)	3.49-3.96	5.98-10.8
Tangüler (2019)	3.43-3.56	6.36-9.27
Ağırman ve Erten (2018)	3.26-3.47	7.4-8.71
Gündüz vd. (2018)	3.62	9.16
Mete vd. (2017)	3.5	4.5
Özer ve Çoksöyler (2015)	3.4	7.3
Bayram vd. (2014)	3.58-3.62	3.7-5.0
Tangüler vd. (2014)	3.42-3.55	6.33-9.22
Tangüler ve Erten (2012a)	3.28-3.48	6.54-7.25
Tangüler ve Erten (2012b)	3.5	6.81-8.27
Çakır (2011)	3.31-4.13	6.3-12.6
Özdestan ve Üren (2010)	3.15-4.25	5.30-10.28
Utuş (2008)	3.45-3.53	7.15-7.75
Deryaoğlu (2005)	3.38-3.49	7.19-7.69
Özler ve Kılıç (1996)	3.34-3.37	5.2-8.9
TS 11149 Şalgam suyu standardı	33-3.8	>6

4.1.2. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Bileşimi ve TS 11149 ile Karşılaştırılması

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre briks en az %2.5 (m/m), tuz ve kül miktarı en çok %2 ve toplam kuru madde en az %2.5 olmalıdır (Ağırman & Erten, 2018; Boyacı-Gündüz vd., 2018; Ekinci vd., 2016; Özer & Çoksöyler, 2015). Çizelge 4.4'teki verilere göre üretilen şalgam sularının tuz ve kül değerleri standarda uygun olup glutensiz şalgam suyunun briks değeri ve hem standart formülasyonlu hem glutensiz şalgam sularının toplam kuru madde değerleri standarttaki minimum değerlerin altında kalmaktadır.

Çizelge 4.4. Şalgam sularında yapılan analiz sonuçları.

Analizler	G-	SF	TS 11149
Kül (g/L)	12.98±0.06	13.94±0.02	< 20
Toplam kuru madde(g/L)	18.06±0.11	21.49±0.10	> 25
Briks	2.08±0.00	2.83±0.00	> 2.5
% Tuz	1.47±0.06	1.55±0.01	< 2.0
pH	2.82±0.01	2.81±0.01	3.3-3.8
Toplam asit(laktik asit,g/L)	6.53±0.24	9.10±0.09	> 6.0

G-: glutensiz; SF: standart formülasyon; ± standart sapma.

Çizelge 4.5.'e göre üretilen şalgam sularının toplam kuru madde değerlerinin literatürden düşük olmasının nedeni filtrasyon aşamasında meydana gelen madde kayıpları olarak öngörülmektedir. Üretilen şalgam sularının kül değerleri ise literatür ile paraleldir. Glutensiz şalgam suyunun briks değerinin literatürden ve standarttan düşük olmasının nedeni kullanılan hammaddelerin farklı olması dolayısıyla da suda çözünen madde miktarının da farklı olmasıdır.

Çizelge 4.5. Şalgam sularının kimyasal özelliklerinin literatür ile kıyaslanması.

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

G-: glutensiz; SF: standart formülasyonlu; ± standart sapma.

Kül, pH ve tuz değerleri glutensiz şalgam suyu ile yaklaşık aynı olan standart formülasyonlu şalgam suyunun toplam kuru madde, TA, briks değerleri sırasıyla 3.43 g/l, 2.57 g/l ve % 0.75 daha yüksektir.

4.1.3. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının TMAB, LAB ve Maya-Küf İçeriklerinin Literatür ile Kıyaslanması

Çizelge 4.6'daki verilere göre üretilen şalgam sularının TMAB ve LAB sayıları literatür ile paralel; maya-küf sayıları ise literatür sonuçlarından daha düşüktür. Hem üretilen şalgam sularının, hem de literatür sonuçlarının, Ekinci vd. (2016) ve Özer & Çoksöyler (2015) hariç, TMAB sayısı standartta tanımlanan limit değerin üzerindedir. Bunun nedeni hammaddedeki mikrobiyel yük farklılığı, üretim sırasındaki kontaminasyon kaynakları, hamur fermantasyon sürecinin mikrobiyel yükü artırması olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Şalgam sularının fermantasyon sonlandırıldığındaki logaritmik ölçekteki TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısının literatürdeki fermantasyon sonu değerleri ile kıyaslanması.

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

4.1.4. Standart Formülasyonlu ve Glutensiz Şalgam Sularının Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Standart formülasyonlu ve glutensiz şalgam suyunun duyusal beğenisinin kıyaslanabilmesi için raf ömrünün ilk 198 günü boyunca düzenli periyotlarla duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.7. +4°C'de depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması

Duyusal kalite	19. gün			93. gün			121. gün			152. gün			178. gün			198. gün		
kriterleri	SF	G-	M	SF	G-	M	SF	Gsiz	M	SF	G-	M	SF	G-	M	SF	G-	M
Renk	3.87	2.73	3.67	4.20	3.67	4.00	4.00	2.86	4.14	3.29	2.29	4.57	3.43	2.29	4.57	3.57	3.00	4.00
Koku	3.47	3.40	2.40	3.60	3.33	3.40	4.00	3.86	2.86	3.14	2.57	2.86	3.43	2.86	3.71	3.29	3.43	3.43
Lezzet	3.13	2.87	2.87	3.47	2.87	3.93	3.43	3.43	3.29	2.86	2.86	2.86	3.71	3.14	3.57	3.14	3.57	3.14
Ekşilik	3.47	3.00	2.53	3.87	3.20	3.73	3.86	3.43	3.29	2.86	2.57	2.57	4.00	3.29	3.71	3.57	4.14	3.00
Genel beğeni	3.07	2.87	2.93	3.53	3.00	3.67	3.71	3.71	3.00	2.86	2.57	3.00	3.71	2.86	4.14	3.29	3.71	3.43

SF: standart formülasyonlu şalgam suyu, G-: Glutensiz şalgam suyu, M: Market örneği

Duyusal beğeninin korunduğu ve depolamanın olumsuz etkilerinin henüz gözlenmediği 19., 93. ve 121. gün duyusal verilerine one way ANOVA uygulanmıştır. LSD ve Tukey HSD (tam olarak önemli fark) çıktılarına göre ise glutensiz şalgam suyunun hem üretilen standart formülasyonlu şalgam suyu ile hem de market örneği ile arasındaki renk farklılığı istatiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Glutensiz şalgam suyunun ortalama renk skoru diğer iki gruptan düşüktür. LSD ve Tukey HSD çıktılarına göre standart formülasyonlu ile market örneği arasındaki koku farklılılığı istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Buna göre kokusu en çok beğenilen grup laboratuvarda üretilen standart formülasyonlu şalgam suyu olmuştur. LSD çıktılarına göre standart formülasyonlunun ekşiliğinin hem glutensiz şalgam suyunun ekşiliğinden hem de market örneğinin ekşiliğinden farklılığı istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Ekşilikte en beğenilen ürün stanadart formülasyonlu şalgam suyu olmuştur. Lezzet ve genel beğeni skorlarındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$)

4.2. YHB Denemeleri İçin Doğrudan Fermantasyon ile Üretilen Glutensiz Şalgam Suyunda Fermentasyon Süresince pH ve Toplam Asit Değişimi

En uygun basınçlama parametrelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmak üzere doğrudan fermantasyon ile üretilen glutensiz şalgam suyuna ait fermantasyon süresince yapılan pH ve toplam asit ölçüm değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Doğrudan fermantasyon süresince glutensiz şalgam suyunda pH ve toplam asit değişimi.

Doğrudan fermantasyon	pH	Toplam asit (g/l)
1. gün	4.66±0.06	1.28±0.38
2. gün	3.50±0.02	2.67±0.38
3.gün	3.32±0.01	3.94±0.32
4. gün	3.19±0.0	5.26±0.18
6. gün	2.97±0.02	6.49±0.45
8. gün	2.88±0.0	7.48±0.39
9. gün	2.86±0.0	7.54±0.38
10. gün	2.83±0.0	7.33±0.10
13. gün	2.85±0.02	7.84±0.33
16. gün	2.80±0.02	8.02±0.09

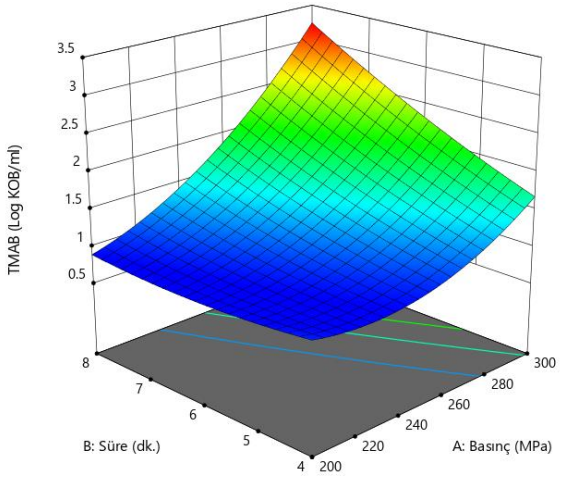
± standart sapma.

Üretilen şalgam suyunun toplam asit değeri Çizelge 4.3'teki literatür verileri ve TS 11149 ile paralel olup pH değeri literatür verilerine ve TS 11149'e göre düşük kalmaktadır Elde edilen şalgamların pH'larının düşük olması yaz aylarında fermentasyonun gerçekleştirildiği laboratuvarda ortam sıcaklığının yüksek olması sonucu fermantasyonun etkin bir şekilde gerçekleşmiş olması ile açıklanabilir.

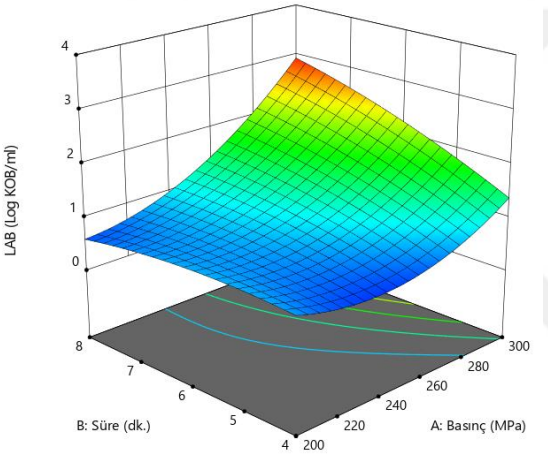
4.3. Glutensiz Şalgam Suyunda YHB Denemeleri

Basınçlanmamış kontrol örneğinde TMAB, LAB ve maya-küf sayıları sırasıyla 7.60±0.29, 6.76±0.23 ve 6.32±0.04 log KOB/ml olarak belirlenmiştir.

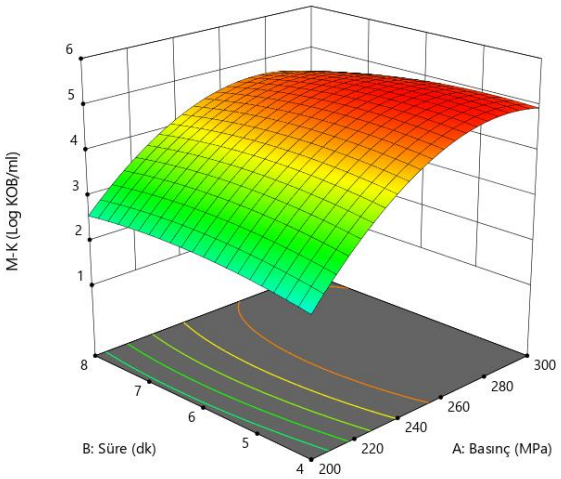
Design Expert yazılımı ile 180-320 MPa ve 3.2-8.8 dakika basınçlama süresinin TMAB, LAB ve maya-küf sayısında meydana getirdiği değişiklikler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu sonuçlara ait tepki yüzeyleride Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



a)



b)



c)

Şekil 4.2. Uygulanan basınç ve basınçlama süresinin fonksiyonu olarak a) TMAB, b) LAB ve c) maya-küf sayılarında meydana gelen azalmaları (logaritmik ölçekte) gösteren tepki yüzeyleri.

TMAB, LAB ve maya ve küf için elde edilen quadratik tepki yüzeylerine ait *p* değerleri ve model korelasyon katsayıları Çizelge 9'da ve bu tepki yüzeylerine ait denklemler aşağıda verilmiştir.

TMAB sayısındaki log azalama (KOB/ml) =

$$1.24 + 0.7652 \times A + 0.3732 \times B + 0.4125 \times AB + 0.367 \times A^2 + 0.0896 \times B^2 \quad (4.1)$$

LAB sayısındaki log azalama (KOB/ml) =

$$1.05 + 0.7337 \times A + 0.3396 \times B + 0.4375 \times AB - 0.5127 \times A^2 - 0.1367 \times B^2 \quad (4.2)$$

Maya küf sayısındaki log azalama (KOB/ml) =

$$4.75 - 1.11 \times A - 0.0761 \times B - 0.185 \times AB - 0.9621 \times A^2 - 0.2071 \times B^2 \quad (4.3)$$

Yukarıdaki denklemlerde; *A* basınç ve *B* süreyi göstermektedir.

Çizelge 4.9. TMAB, LAB ve maya ve küf sayılarındaki logaritmik azalma ile basınç ve basınçlama süresi arasındaki ilişkiyi gösteren quadratik tepki yüzeylerine ait *p* değerleri ve model korelasyon katsayıları.

	p değeri		
	TMAB	LAB	Maya Küf
Basınç (*A*)	0.0001	0.0003	0.0011
Süre (*B*)	0.0005	0.0021	0.6630
Basınç * Süre (*AB*)	0.0014	0.0029	0.4625
Basınç^2 (A^2)	0.0011	0.0019	0.0044
Süre^2 (B^2)	0.1593	0.0794	0.3386
Model R^2	0.001	0.004	0.0057
Model *p* değeri	0.98	0.99	0.93

Tepki yüzeyleri basınç ve süre arttıkça mikrobiyal inaktivasyonun da arttığını göstermektedir. Maya-küf sayısında maksimum 5 log düzeyinde bir azalma kaydedilirken, TMAB ve LAB sayısında yaklaşık 3 log düzeyinde azalma kaydedilmiştir. Bu sonuçlar basıncın artırılması ile maya-küf sayısının tespit sınırının altına (<10 KOB/ml) düşebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.10. YHB denemeleri için logaritmik azalma oranları.

Basınç (MPa)	Süre (dk.)	Log Azalma		
		TMAB	LAB	MK
180	6	0.92	2.06*	1.24
200	5	0.92	0.72	2.49
200	8	0.89	0.68	2.40
250	3.2	0.98	0.38	4.34
250	6	1.24	0.98	5.04
250	6	1.07	1.15	5.14
250	6	1.42	1.02	4.06
250	8.8	1.95	1.12	4.56
300	4	1.60	1.35	4.89
300	8	3.22	3.06	4.06
321	6	3.12	3.06	4.64

* Outlier - modelde kullanılmamıştır.

Şekil 4.2 ve Çizelge 4.10'dan görüleceği üzere 300 MPa üzerindeki basınç uygulaması maya küf inaktivasyonunda yüksek ölçüde etkin olup LAB sayısı ise önemli düzeyde korunabilmektedir.

Elde edilen sonuçlar, 300-350 MPa aralığında maksimum maya küf inaktivasyonun sağlandığını, LAB sayısındaki azalmanın ise maya-küflere nazaran daha sınırlı gerçekleştiğini göstermiştir. Basınçlama süresi arttıkça LAB sayısındaki azalmanın arttığı da göz önünde bulundurularak raf ömrü denemleri için 320 MPa basınç ve 5 dakikalık işlem süresi belirlenmiştir.

4.4. YHB Uygulanmış Glutensiz Şalgam Suyunun Raf Ömrünün Belirlenmesi

4.4.1. Raf Ömrü Çalışması için Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi

Optimizasyon çalışmaları sonucunda elde edilen en uygun basınç ve basınçlama süresi kullanılarak yapılacak olan raf ömrü denemeleri için yeterli miktarda (8 litre) glutensiz şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmişitir.

Çizelge 4.11'de YHB uygulamasında raf ömrü çalışması için doğrudan fermantasyon ile üretilen glutensiz şalgam suyunun fermantasyon süresince pH ve toplam asit değişimi özetlenmiştir.

Çizelge 4.11. YHB uygulaması ve raf ömrü çalışması için doğrudan fermantasyon ile üretilen glutensiz şalgam suyunda pH ve toplam asit değişimi.

Doğrudan fermantasyon	pH	TA (g/l)
1. gün	5.44±0.02	0.856±0.14
2. gün	4.51±0.01	2.072±0.36
3.gün	4.04±0.01	2.702±0.0
6. gün	3.56±0.0	7.206±0.09
7. gün	3.56±0.0	7.342±0.14
8. gün	3.59±0.01	4.323±0.09**
9. gün	3.64±0.01	4.774±0.09
10. gün	3.63±0.01	4.460±0.05
13. gün	3.76±0.01	5.270±0.23
14. gün	3.76±0.01	5.495±0.09
15. gün	3.79±0.01	5.405±0.27
17. gün	3.69±0.01	5.225±0.18
20. gün	3.70±0.01	5.540±0.05
21. gün	3.65±0.0	5.135±0.09
22. gün	3.59±0.01	5.045±0.0
23. gün	3.58±0.01	5.090±0.05

± standart sapma.
**Fermantasyona bırakılan şalgam suları gaz oluşumundan kaynaklanacak patlamaları ve sızmaları önlemek adına dolum hacmine 8. günde tamamlandığı için toplam asit miktarında ani düşüş gölemlenmiştir.

Fermantasyon sonunda ulaşılan pH (3.58) Çizelge 4.3'teki literatür verileri ve standart ile uyumlu olup TA değeri (5.09 g/l) standarttaki minimum değerinin altında kalmaktadır. Bu durum kış aylarında fermentasyonun daha düşük ortam sıcaklığında gerçekleştirilmiş olması ile açıklanabilir.

4.4.2. Glutensiz Şalgam Suyunun Mikrobiyel Yükü

Doğrudan fermantasyon ile üretilen glutensiz şalgam suyunun TMAB, LAB ve toplam maya küf için başlangıç mikrobiyel yükü sırasıyla 7.78±0.15; 6.77±0.68; 5.53±0.14 log KOB/ml olarak belirlenmiştir.

4.4.3. YHB Uygulaması

Raf ömrü denemleri için hazırlanan şalgam suları 320 MPa basınçta 5 dk. Süre ile basınçlandıktan sonra elde edilen örnekler oda koşulları (15-20ºC) ve buzdolabı koşullarında (3-4ºC) depolanmıştır.

4.4.4. Oda Koşullarında Depolanan Örneklerde Yapılan Analiz Sonuçları

4.4.4.1. pH ve Toplam Asit Tayini

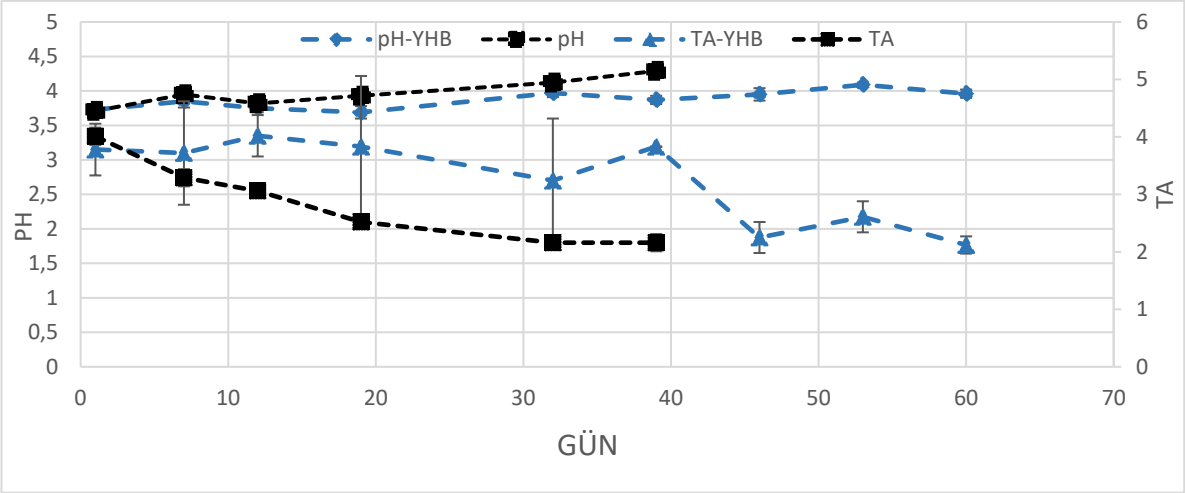
Şalgam sularında raf ömrü boyunca haftada bir pH ve TA tayini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.12. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) boyunca yapılan pH ve TA analiz sonuçları.

Analiz günü	YHB		Kontrol	
	pH	Toplam asit (g/l)	pH	Toplam asit (g/l)
1. gün	3.73±0.01	3.78±0.15	3.71±0.01	4.01±0.05
7. gün	3.85±0.03	3.72±0.30	3.95±0.03	3.29±0.05
12. gün	3.75±0.02	4.02±0.12	3.82±0.01	3.06±0.0
19. gün	3.69±0.03	3.83±0.41	3.93±0.01	2.52±0.0
32. gün	3.97±0.02	3.24±0.36	4.12±0.01	2.16±0.0
39. gün	3.87±0.02	3.83±0.0	4.29±0.03	2.16±0.05
46. gün	3.95±0.03	2.25±0.09	-	-
53. gün	4.09±0.01	2.61±0.09	-	-
60. gün	3.96±0.02	2.12±0.05		

YHB: basınçlı örnek; Kontrol; kontrol örneği; ± standart sapma.

Şekil 4.3'e göre YHB uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin depolama boyunca pH değerleri ve değişimleri arasında farklılık olmayıp, toplam asit değerinin depolama boyunca basınçsız örnekte daha keskin bir düşüş yaşadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde pH ve TA değişimi (pH-YHB, TA-YHB: basınçlı örnek; pH, TA: kontrol örneği).

4.4.4.2. Renk Tayini

Şalgam sularında raf ömrü boyunca haftada bir renk tayini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) boyunca yapılan renk analizi sonuçları.

	YHB				Kontrol			
Gün	L*	a*	b*	Δ*E*	L*	a*	b*	Δ*E*
1.	37.20±0.09	5.21±0.13	-2.78±0.03	16,66	25.10±0.08	1.22±0.01	-1.0±0.05	4,08
7.	21.27±0.01	1.74±0.09	0.16±0.03	0,31	21.85±0.02	1.57±0.04	0.53±0.0	0,63
12.	21.18±0.01	0.50±0.02	0.08±0.02	1,03	23.42±0.0	4.35±0.02	0.78±0.04	3,61
19.	20.60±0.01	1.19±0.39	0.52±0.01	0,75	25.14±0.0	8.68±0.01	1.11±0.03	8,21
32.	20.84±0.01	0.66±0.01	0.28±0.02	0,93	26.37±0.03	11.27±0.0	1.22±0.01	11,07
39.	21.56±0.03	3.33±0.02	1.05±0.04	1,99	21.40±0.01	7.41±0.04	1.58±0.06	6,05
46.	22.31±0.0	6.29±0.06	1.17±0.07	4,98	-	-	-	
53.	22.88±1.01	4.69±0.26	1.17±0.12	3,68	-	-	-	
60.	23.95±0.09	8.35±0.16	1.53±0.03	7,46				

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği; ± standart sapma. Δ*E* değerleri market örneği ile kıyaslanarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14'e göre üretilen basınçlı ve kontrol örneklerinin L* değerleri market örneğinden daha yüksek olup bunun nedeni etkin filtrasyon ile ürünün bulanıklığının daha az olmasıdır. Basınçlı şalgam suyunun a* değeri hem market örneğinden hem de kontrol örneğinden daha yüksek olması kırmızılığın bu üründe daha yüksek olduğunu

göstermektedir. Basınçlı ve kontrol örneklerinin negatif b değerleri ürünlerde mavi rengin sarı renkten daha baskın olduğunu göstermektedir. Şalgam suyunda mavi rengin daha baskın olması fenolik maddelerin mavi-mor renk eğilimleri ile açıklanabilir.

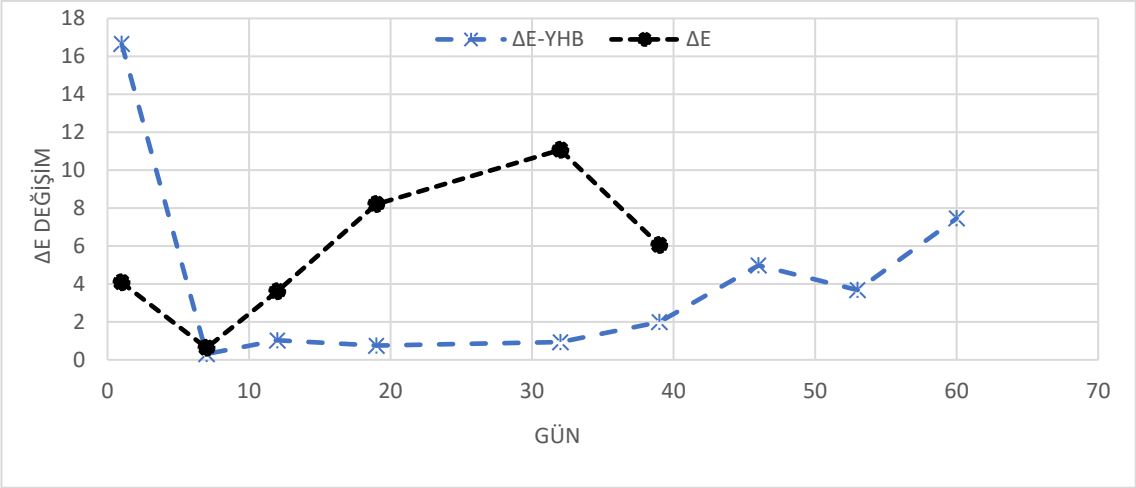
Çizelge 4.14. Şalgam sularında belirlenen renk parametrelerinin birinci gün değerlerinin market örneği ile kıyaslanması.

Ürün	L*	a*	b*	Δ*E*
YHB (1. gün)	37.20	5.21	-2.78	16.66
Kontrol (1. gün)	25.10	1.22	-1.0	4.08
Market örneği	21.26	1.49	0.34	-

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği.

Şekil 4.4'e göre basınçlı örneğin market örneğinden toplam renk farklılığı depolama başlangıcında çok yüksek olup depolama sürecinde keskin bir düşüş göstermiş ve depolamanın 8-36 günleri arasında önemli değişim gözlenmemiş olup 36. günden sonra artan bozulma ile birlikte renk farklılığında keskin bir artış gözlenmiştir.

Şekil 4.4'te görüleceği üzere kontrol örneğinin market örneğinden toplam renk farklılığı depolamanın ilk yedi gününde ve 32-39 günleri arasında keskin bir şekilde azalmış olup 7-32 günler arasında eksponansiyel bir artış göstermiştir. Buna karşın, basınçlı örneklerin kontrol örneğine kıyasla market örneğine daha yakın renk değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde raf ömrü süresince meydana gelen toplam renk değişimi (Δ*E*-YHB basınçlı örnek; Δ*E*: kontrol örneği).

4.4.4.3. Mikrobiyolojik Analizler

Şalgam sularında raf ömrü boyunca yapılan TMAB, LAB ve maya-küf sayısında meydana gelen değişimler Çizelge 4.15'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.15. Şalgam sularında oda koşullarında depolama (15-20°C) depolama boyunca TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısında logaritmik ölçekte (log KOB/ml) meydana gelen değişimler.

	YHB			Kontrol		
	TMAB	LAB	MK	TMAB	LAB	MK
1. gün	4.53±0.16	4.00±0.18	1.00±0.0	7.78±0.15	7.08±0.68	5.53±0.14
7. gün	7.76±0.15	7.43±0.19	3.81±0.14	7.72±0.05	7.74±0.03	8.54±0.03
19. gün	6.00±0.07	6.30±0.09	5.81±0.04	8.20±0.10	8.20±0.08	8.34±0.08
32. gün	8.34±0.02	8.34±0.08	8.77±0.03	8.89±0.10	8.88±0.16	8.18±0.15
39. gün	8.23±0.13	8.04±0.21	7.48±0.03	8.89±0.18	8.89±0.20	8.79±0.17
46. gün	8.08±0.12	7.96±0.19	7.76±0.69	-	-	-
53. gün	7.96±0.24	7.62±0.07	7.93±0.05	-	-	-
60. gün	8.41±0.22	8.43±0.07	8.04±0.15	-	-	-

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği; ± standart sapma.

YHB uygulanan örneklerde ilk gün yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda TMAB, LAB ve maya-küf için logaritmik azalma değerlerinin sırasıyla 3.25, 2.78 ve 4.53 olduğu gözlemlenmiştir. Maya-küf sayısında yüksek düzeyde azalma (4.53 log) ve

LAB sayısında daha düşük düzeyde bir azalma (2.78 log) sağlanmış olması amaca uygun YHB işlemi gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Basınçlanmış örneklerde raf ömrü süresince TMAB, LAB ve maya-küf sayısında artış gözlemlenmiştir. Bu durum basınçlama sırasında hasar görmüş mikroorganizmaların oda koşullarında depolanması sırasında kendilerini tamir etemleri ve hasar görmemiş mikroorganizmaların da sayıca çoğalmaları ile açıklanabilir.

Çizelge 4.15'e göre basınçlı örneklerin 60 gün boyunca TMAB ve LAB sayıları sırasıyla 4.53'ten 8.41'e ve 4.00'dan 8.43 log KOB/ml'ye yükselmiştir. Basınçlı örneklerde toplam maya-küf sayısı ise ilk 32 gün keskin bir şekilde artıp 60 gün boyunca toplam-maya küf sayısı 1.00'dan 8.04 log KOB/ml'ye yükselmiştir.

Çizelge 4.15'e göre basınç uygulanmayan kontrol örneğinde ise TMAB ve LAB sayıları 39 gün boyunca ufak artış göstermiş ve sırasıyla 7,78'den 8.89'a ve 6.77'den 8.89 log KOB/ml'a yükselmiştir. Toplam maya-küf sayısı ise ilk 7 günde keskin bir artış göstermiş ve 39 gün boyunca 5.53'ten 8.79 log KOB/ml'ye yükselmiştir. 34. günde yapılan duyusal analiz verilerine göre kontrol örneğinin tüketilemeyecek kadar bozulduğu tespit edildiği için raf ömrü takibi sonlandırılmıştır. Basınçlı ve basınçsız örneklerin depolama boyunca ulaştıkları TMAB, LAB, toplam maya-küf sayıları arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir.

4.4.4.4. Duyusal Analizler

Şalgam sularında raf ömrü boyunca haftada bir duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Raf ömrü boyunca belirlenen renk, koku, lezzet, ekşilik ve genel beğeni skorları Çizelge 4.16'da, genel beğenideki değişim ise Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması.

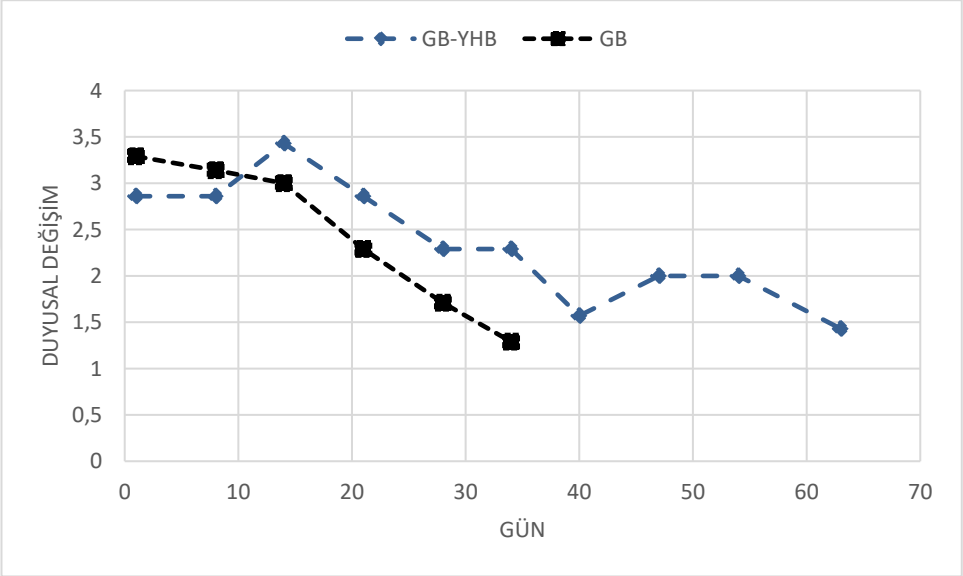
Duyusal kalite	1. gün			8. gün			14. gün			21. gün			28. gün		
kriterleri	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M
Renk	4.00	4.57	3.14	3.86	3.86	4.00	4.14	3.71	4.57	4.00	2.71	4.86	4.29	2.57	4.71
Koku	3.29	3.43	3.14	2.57	2.86	4.43	3.14	2.86	3.86	2.71	2.71	4.71	2.43	1.86	4.00
Lezzet	2.71	3.14	3.86	2.57	2.71	4.00	3.43	3.00	4.00	2.86	2.00	4.29	1.86	1.86	3.57
Ekşilik	2.43	2.86	3.71	2.43	3.00	4.29	3.14	3.14	3.86	3.00	2.29	4.14	2.14	1.86	3.57
Genel beğeni	2.86	3.29	3.57	2.86	3.14	4.43	3.43	3.00	3.86	2.86	2.29	4.29	2.29	1.71	3.71

Duyusal kalite	34. gün*			40. gün		47. gün		54. gün		63. gün	
kriterleri	B	K	M	B	M	B	M	B	M	B	M
Renk	3.86	2.43	4.14	3.14	4.57	3.57	4.29	3.57	4.29	2.14	4.29
Koku	2.14	1.86	3.43	1.57	4.14	2.14	3.43	1.86	3.86	1.57	4.43
Lezzet	2.43	1.14	3.43	1.43	3.57	2.00	3.43	2.00	3.71	1.43	4.43
Ekşilik	2.00	1.29	3.29	1.71	3.86	1.86	3.71	2.00	3.86	1.57	4.14
Genel beğeni	2.29	1.29	3.57	1.57	3.86	2.00	3.43	2.00	3.86	1.43	4.43

*34. günde yapılan duyusal analiz verilerine göre kontrol örneğinin tüketilemeyecek kadar bozulduğu tespit edilmiştir.

B: YHB uygulanmış örnek, K: YHB uygulanmamış kontrol örneği, M: Market örneği.

Şekil 4.5'e göre YHB uygulanmamış örnek oda koşullarında (15-20°C) depolamada 34. günde tüketilemeyecek duyusal beğeniye ulaşırken (genel beğeni 1.29) YHB uygulanmış örnek yaklaşık 63. günde (genel beğeni 1.43) tüketilemeyecek duyusal beğeniye ulaşmaktadır. Elde edilen bulgulara göre YHB teknolojisi ürünün raf ömrünü yaklaşık iki katına çıkarmıştır.



Şekil 4.5. Oda koşullarında (15-20°C) depolanan örneklerin duyusal özelliklerindeki değişim (GB-YHB, GB: örneklerin duyusal genel beğenisindeki değişim).

4.4.5. Buzdolabında Depolanan Örneklerde Yapılan Analiz Sonuçları

4.4.5.1. pH ve Toplam Asit Tayini

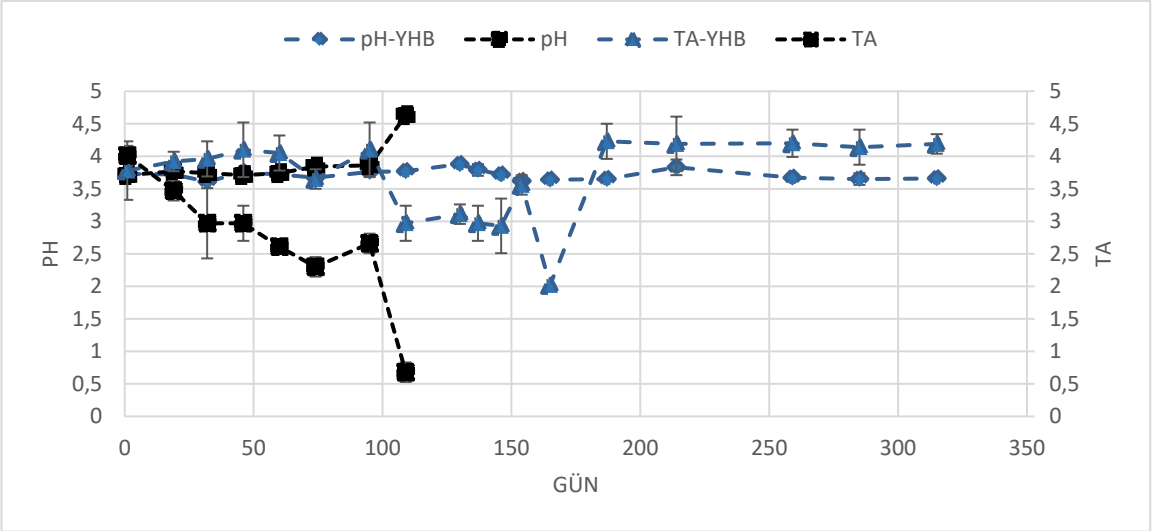
Şalgam sularında raf ömrü boyunca düzenli periyotlarla gerçekleştirilen pH ve TA analiz sonuçları Çizelge 4.17 ve Şekil 4.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.17. Şalgam sularında +4°C'de depolama boyunca yapılan pH ve TA analiz sonuçları.

Analiz günü	YHB		Kontrol	
	pH	Toplam asit (g/l)	pH	Toplam asit (g/l)
1. gün	3.73±0.01	3.78±0.15	3.71±0.01	4.01±0.05
19. gün	3.72±0.0	3.92±0.05	3.77±0.02	3.47±0.05
32. gün	3.61±0.01	3.96±0.09	3.74±0.02	2.97±0.18
46. gün	3.75±0.01	4.10±0.14	3.71±0.02	2.97±0.09
60. gün	3.72±0.02	4.05±0.09	3.74±0.01	2.61±0.0
74. gün	3.67±0.01	3.65±0.05	3.84±0.01	2.30±0.05
95. gün	3.76±0.02	4.10±0.14	3.86±0.02	2.66±0.05
109. gün	3.77±0.01	2.97±0.09	4.63±0.01	0.68±0.05
130. gün	3.88±0.01	3.11±0.05	-	-
137. gün	3.79±0.03	2.97±0.09	-	-
146. gün	3.72±0.01	2.93±0.14	-	-
154. gün	3.62±0.02	3.56±0.05	-	-
165. gün	3.64±0.0	2.02±0.0	-	-
187. gün	3.65±0.01	4.23±0.09	-	-
214. gün	3.83±0.04	4.19±0.14	-	-
259. gün	3.67±0.02	4.20±0.07	-	-
285. gün	3.65±0.03	4.14±0.09		
315. gün	3.66±0.01	4.19±0.05		

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği; ± standart sapma.

Şekil 4.6'ya göre basınçlı örneğin raf ömrü çalışması boyunca pH ve TA değeri yaklaşık olarak sabitken, basınçsız örneğin pH değeri 95. günden sonra keskin bir şekilde artarak 109. günde 4.63'e çıkmıştır. Bu örneklerin TA değeri ise 95. günden sonra keskin bir şekilde azalarak 109. günde 0.68'e düşmüştür.



Şekil 4.6. Şalgam sularının +4°C'de depolamada pH ve TA değişimi (pH-YHB, TA-YHB: basınçlı örnek; pH, TA: kontrol örneği).

4.4.5.2. Renk Tayini

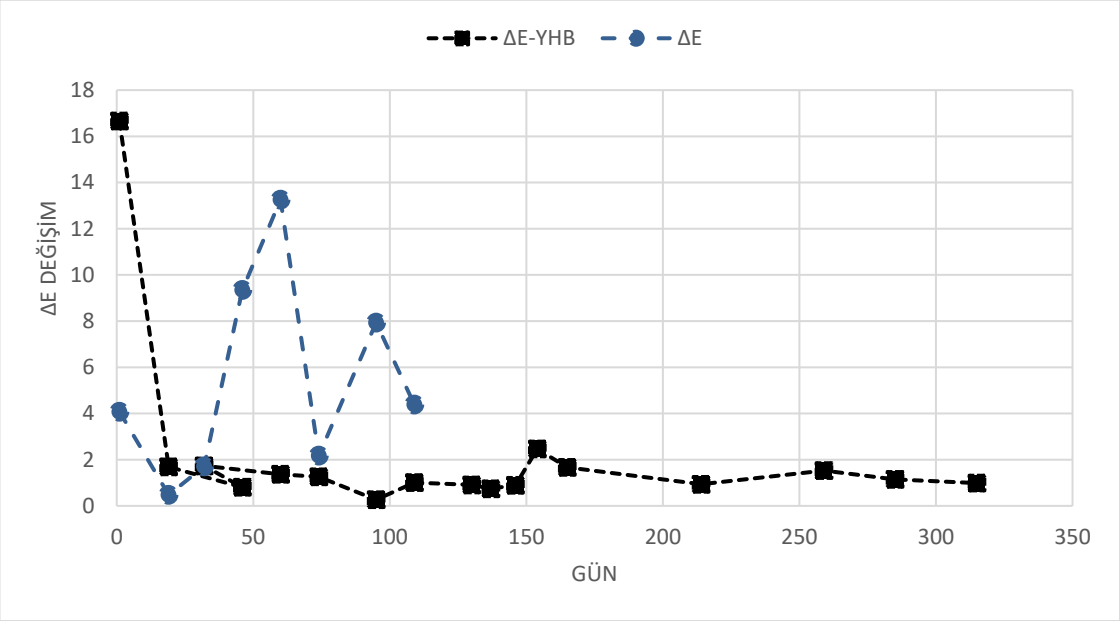
Şalgam sularında raf ömrü boyunca düzenli periyotlarla gerçekleştirilen renk analiz sonuçları Çizelge 4.18'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.18. Şalgam sularında +4°C'de depolama boyunca yapılan renk analizi sonuçları.

Gün	YHB				Kontrol			
	L*	a*	b*	Δ*E*	L*	a*	b*	Δ*E*
1.	37.20±0.09	5.21±0.13	-2.78±0.03	16,66	25.10±0.09	1.22±0.01	-1.0±0.05	4,08
19.	22.57±0.01	0.55±0.08	-0.16±0.03	1,69	20.88±0.01	1.27±0.04	0.53±0.02	0,48
32.	21.07±0.33	0.73±0.03	0.54±0.01	0,81	19.62±0.04	1.34±0.02	0.79±0.02	1,71
46.	20.13±0.02	0.20±0.09	0.60±0.07	1,74	29.99±0.06	4.37±0.01	-1.35±0.04	9,35
60.	20.16±0.09	0.76±0.01	0.70±0.03	1,37	33.83±0.08	4.88±0.01	-2.16±0.0	13,26
74.	20.95±0.08	0.40±0.09	0.89±0.02	1,26	21.00±0.14	3.46±0.01	1.22±0.08	2,17
95.	20.90±0.06	0.55±0.0	0.26±0.01	1,01	24.44±0.03	8.58±0.27	1.95±0.11	7,94
109.	21.25±0.08	1.55±0.01	0.60±0.02	0,27	21.70±0.04	5.83±0.05	0.79±0.02	4,39
130.	20.88±0.16	2.16±0.02	0.82±0.04	0,91	-	-	-	
137.	21.46±0.01	2.16±0.01	0.59±0.02	0,74	-	-	-	
146.	21.14±0.01	2.20±0.08	0.87±0.02	0,89	-	-	-	
154.	23.60±0.03	2.26±0.01	0.35±0.01	2,46	-	-	-	
165.	2.78±0.0	2.02±0.0	-0.10±0.0	1,67	-	-	-	
187.	28.86±2.49	3.15±1.28	-1.62±0.68	8,02	-	-	-	
214.	20.53±0.34	0.97±0.34	0.61±0.08	0,94	-	-	-	
259.	19.86±0.49	1.95±0.71	0.75±0.30	1,53	-	-	-	
285.	20.17±0.99	1.16±0.21	0.49±0.02	1,15				
315.	21.53±0.93	0.54±0.15	0.37±0.04	0,99				

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği; ± standart sapma.

Şekil 4.7'ye göre basınçlı örneğin market örneğinden toplam renk farklılığı depolama boyunca önemli olmayıp basınçsız örneğin market örneğinden toplam renk farklılığı depolama boyunca dalgalı bir değişim göstermiştir. Basınçlı örneğin market örneğinden toplam renk farklılığı basınçsız örneğe göre daha kararlı bir seyir izlemiştir.



Şekil 4.7. Şalgam sularının +4°C'de depolamada raf ömrü süresince meydana gelen toplam renk değişimi (Δ*E*-YHB: basınçlı örnek; Δ*E*: kontrol örneği).

4.4.5.2. Mikrobiyolojik Analizler

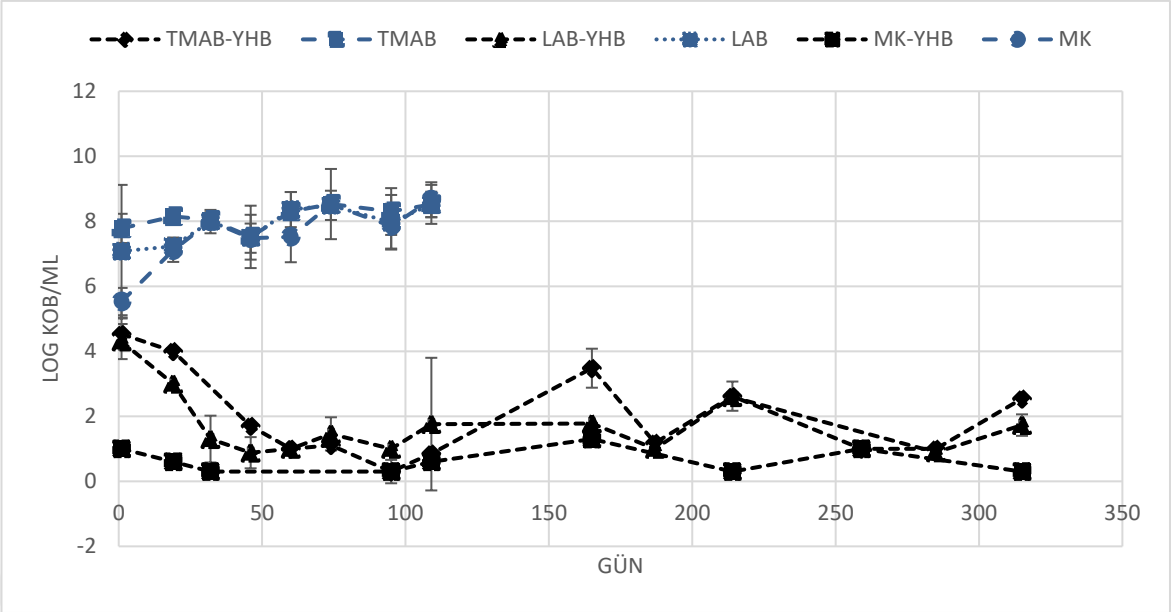
Şalgam sularında raf ömrü boyunca düzenli periyotlarla gerçekleştirilen mikrobiyel analiz sonuçları Çizelge 4.19'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.19. Şalgam sularında buzdolabında depolama (4-5°C) boyunca TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısı için logaritmik ölçekte (log KOB/ml) analiz sonuçları.

	YHB			Kontrol		
	TMAB	LAB	MK	TMAB	LAB	MK
1. gün	4.53±0.16	4.00±0.18	1.00±0.0	7.78±0.15	7.08±0.68	5.53±0.14
19. gün	4.00±0.0	3.00±0.0	0.60±0.0	8.15±0.02	7.23±0.09	7.11±0.12
32. gün	< 3.00	1.30±0.24	0.30±0.0	8.04±0.08	7.99±0.12	8.00±0.08
46. gün	1.70±0.02	0.88±0.16	< 0.30	7.52±0.32	7.51±0.23	7.48±0.15
60. gün	1.00±0.0	1.00±0.0	< 0.30	8.30±0.20	8.36±0.18	7.52±0.26
74. gün	1.11±0.12	1.46±0.17	< 0.30	8.53±0.36	8.49±0.15	8.52±0.01
95. gün	0.30±0.0	1.00±0.0	0.30±0.0	8.30±0.24	7.97±0.28	7.85±0.23
109. gün	0.85±0.20	1.76±0.68	0.60±0.0	8.52±0.20	8.52±0.13	8.66±0.18
165. gün	3.48±0.0	1.78±0.0	1.3±0.0	-	-	-
187. gün	1.18±0.15	1.00±0.0	<1.00	-	-	-
214. gün	2.62±0.02	2.59±0.05	0.30±0.0	-	-	-
259. gün	1.00±0.0	<1.00	1.00±0.0	-	-	-
285. gün	1.00±0.0	0.89±0.11	<1.00	-	-	-
315. gün	2.54±0.06	1.73±0.43	0.30±0.0	-	-	-

YHB: basınçlı örnek; Kontrol: kontrol örneği; ± standart sapma; log KOB/ml.

Şekil 4.8'e göre basınçsız örnekte 109. gününde raf ömrünü tamamlamış olup basınçlı örnekte 315 gün boyunca yapılan raf ömrü çalışmasında bozulma görülmemiştir. Basınçsız örnekte TMAB, LAB, maya-küf sayıları sırasıyla 8.52, 8.52 ve 8.66 log KOB/ml olduğunda duyusal olarak tüketilemeyecek duruma gelmiştir. Basınçsız örneğin mikrobiyel yükü raf ömrü boyunca kademeli olarak artmış olup basınçlı örneğin mikrobiyel yükü ilk 50 gün içinde keskin bir şekilde azalmıştır. Basınçlı örneğin 50-315 günleri arasında mikrobiyel yükü dalgalı bir değişim göstermiştir. Basınçlı örneğin depolamanın ilk 50 gününde mikrobiyel yükünün keskin bir şekilde azalması buzdolabı koşullarının engel etkisi oluşturduğunu göstermektedir. Basınç ile hasar gören hücrelerin büyük bir kısmı buzdolabı koşullarında canlılıklarını kaybetmişlerdir.



Şekil 4.8. Şalgam sularının +4°C'de depolamada TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısında logaritmik ölçekte (log KOB/ml) meydana gelen değişimler (TMAB-YHB, LAB-YHB, MK-YHB: basınçlı örnek; TMAB, LAB, MK: kontrol örneği).

4.4.5.3. Duyusal Analizler

Şalgam sularında raf ömrü boyunca düzenli periyotlarla duyusal analizler gerçekleştirilmiş ancak yaşanan küresel Covid-19 pandemisinden dolayı 110. günden sonra duyusal analizler devam ettirilememiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.20'de özetlenmiştir.

Sonuç olarak buzdolabı koşullarında depolanan kontrol örneğinin raf ömrü 109 gün olarak belirlenmiş olup basınçlı örnekte 315 gün boyunca yapılan raf ömrü çalışmasında bozulma görülmemiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde YHB teknolojisinin şalgam sularının raf ömrününün 3 katından daha uzun olmasını sağladığı söylenebilir.

Çizelge 4.20. Buzdolabında (+4°C) depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması.

Duyusal kalite kriterleri	4. gün			33. gün			61. gün			70. gün			81. gün			95. gün			110. gün*		
	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M	B	K	M
Renk	4.00	4.57	3.14	4.00	4.29	4.29	4.29	4.00	4.29	4.43	3.43	3.86	4.29	3.00	4.29	4.29	3.00	3.86	4.29	2.86	4.29
Koku	3.29	3.43	3.14	3.14	3.14	3.71	3.00	2.57	3.86	3.86	3.71	3.71	3.71	1.86	3.71	4.29	2.43	4.00	4.00	1.86	4.43
Lezzet	2.71	3.14	3.86	2.57	2.29	4.00	2.71	1.86	4.00	3.57	2.43	3.71	3.14	1.86	3.57	3.71	2.14	4.00	3.00	1.71	4.71
Ekşilik	2.43	2.86	3.71	2.57	2.29	4.57	2.43	2.00	4.29	3.86	2.29	3.71	3.29	2.00	3.71	3.86	2.14	4.29	3.00	1.71	5.00
Genel beğeni	2.86	3.29	3.57	2.71	2.29	4.00	2.71	1.86	3.86	3.71	2.29	3.71	3.43	1.86	3.57	3.86	2.14	4.14	3.43	1.29	5.00

*110. günde yapılan duyusal analiz verilerine göre kontrol örneğinin tüketilemeyecek kadar bozulduğu tespit edilmiştir.
B: YHB uygulanmış örnek; K: kontrol örneği; M: Market örneği.

BÖLÜM 5

SONUÇ

Fermente bir içecek olan şalgam suyu bulgur unu içerdiğinden gluten hassasiyeti taşıyan bireylerin tüketimine uygun değildir. Mısır ve pirinç unu ile üretilen glutensiz şalgam suyunda standart formülasyondaki ürüne göre briks ve toplam asit değerleri sırasıyla % 0.75 ve 2.61 g/l daha düşük belirlenmiştir. Bu farklılık formülasyon ve fermantasyon etkinlik derecelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. İstatistiksel olarak yapılan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre glutensiz şalgam suyu, renk kriteri dışında, market örneği ile rekabet edebilecek duyusal beğeniye sahiptir.

Glutensiz şalgam suyunun raf ömrünü artırmak amacıyla yapılan basınç denemeleri ile maksimum maya-küf ve minimum LAB inaktivasyonu sağlayan koşullar araştırılmıştır. Bu amaçla uygulanan 320 MPa ve 5 dk. işlem süresi sonunda elde edilen logaritmik azalma değerleri TMAB, LAB ve maya-küf için sırasıyla 3.25, 2.78 ve 4.53 log KOB/ml olarak gerçekleşmiştir.

Raf ömrü boyunca yapılan değerlendirmler, şalgam suyunda TMAB ve maya-küf sayısının 8 log KOB/ml'nin üzerine ve pH'nın da 4'ün üzerine çıktığında duyusal olarak tüketilemeyecek hale geldiğini göstermiştir. Buna göre, YHB uygulanmamış örnekler oda koşullarında (15-20°C) depolamada 34. günde duyusal olarak tüketilemeyecek duruma gelmiş olup, YHB uygulanmış örnekler 63. güne kadar tüketilebilir niteliğini korumuştur. Raf ömrü boyunca basınçlanmış örnekler, kontrol örnekleri ile kıysalandığında, market örneğine daha yakın renk değerlerine sahip bir eğri çizmiştir.

Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde depolamanın ilk günlerinde mikrobiyel yükte önemli ölçüde azalma kaydedilmiştir. Bu azalma engel etkisi (basınç ve soğukta muhafaza) ile açıklanabilir. Depolamanın ilk 60 gününde TMAB, LAB ve maya-küf sayıları sırasıyla 1.00, 1.00 ve <0.30 log KOB/ml'ye düşmüştür. Kontrol örnekleri 109. gününde raf ömrünü tamamlamış olup, basınçlanmış örneklerde 315 gün boyunca yapılan raf ömrü çalışmasında bozulma belirtisi göstermemiştir. Raf ömrü boyunca basınçlanmış örnekler kontrol örneğine kıyasla, market örneğine daha yakın renk değerlerine sahip bir eğri çizmiştir.

Elde edilen veriler YHB uygulanmış glutensiz şalgam suyunun oda koşullarında iki aydan daha uzun bir süre raf ömrüne sahip olabileceğini göstermiştir. Basınçlama işleminden sonra örneklerin buzdolabı koşullarında saklanması durumunda raf ömrünün 315 günden daha uzun olabileceği gözlemlenmiştir. Üretilen glutensiz şalgam suyunda bulunan LAB'nin tanımlanması yapılmamış olmakla birlikte, muhtemel probiyotik etkilerinden dolayı, seçilen basınçlama koşulları ile mümkün olduğunca korunmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler, orta derecede bir basınç düzeyi ile glutensiz şalgam suyunun raf ömrünün önemli düzeyde artırılabileceğini göstermektedir. Ancak denemelerde kullanılan şalgam sularının geleneksel metotlarla üretildiğini ve mikroflorasında bulunan mikroorganizmaların tanımlanmadığını belirtmek gerekir.

YHB ile glutensiz şalgam suyunun raf ömrünün artırılabileceği anlşıldığından, ileride yapılacak çalışmalarda glutensiz şalgam suyunun fonksiyonel özelliğinin ön plana çıkarılabilmesi için fermantasyonda probiyotik özelliği ve basınca dayanımı bilinen LAB suşları kullanılabilir. Starter kültürlerle kontrollü bir şekilde şalgam sularının üretilmesi, YHB ile elde edilen ürünün raf ömrü ve kalite parametrelerinde oluşabilecek değişkenlikleri de minimize edecektir.

Sonuç olarak YHB teknolojisinin çölyak hastalarının ihtiyacına cevap verebilecek glutensiz şalgam suyunun piyasaya kazandırılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ağırman, B. & Erten, H. (2018). The ınfluence of various chloride salts to reduce sodium content on the quality parameters of şalgam (shalgam): a traditional turkish beverage based on black carrot. *Journal of Food Quality*, Volume 2018, Article ID 3292185, 11 pages, https://doi.org/10.1155/2018/3292185.

Ateş, C. (2019). *Fermente şalgam içeceğinin pastörizasyonunda ultrasonikasyon ve yüksek hidrostatik basınç kullanımının kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Balasubramaniam, V. M. (2003). High pressure food preservation. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering* (s. 490 – 496). Marcel Dekker (Ed.), New York: 270 Madison Avenue.

Bayram, M., Erdoğan, S., Esin, Y., Saraçoğlu, O. & Kaya, C. (2014). Farklı Siyah Havuç Miktarlarının Salgam Suyunun Bilesimine ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda, 12*(1),29-34.

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

Box, G. E. P. & Draper, N. R. (1987). *Empirical Model-Building and Response Surfaces*, New York: John Wiley & Sons.

Bulut, S. (2014). The effects of high-pressure processing at low and subzero temperatures on inactivation of microorganisms in frozen and unfrozen beef mince inoculated with escherichia coli strain ATCC 25922. *Food Bioprocess Technology*, 7, 3033–3044. DOI 10.1007/s11947-014-1339-1.

Canbaş, A. & Fenercioğlu, H. (1984). Şalgam Suyu Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda Derneği, 5*, 279 – 286.

Cemeroğlu, B. (2013). *Gıda Analizleri*, Ankara: Bizim Grup Basımevi.

Clariana, M., Valverde, J., Wijngaard, H., Mullen, A. M. & Marcos, B. (2011). High pressure processing of swede (Brassica napus): impact on quality properties. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *12*, 85–92.

Coşkun, F. (2017). A traditional Turkish fermented non-alcoholic beverage, "shalgam". *Beverages*, *3*(4), 49. doi:10.3390/beverages3040049

Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity - a new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*, 34, 189 – 194.

Çakır, P. (2011). *Ülkemizde üretilen şalgam sularının bileşimleri ve gıda mevzuatına uygunlukları üzerine bir araştırma*. (Yayınlanmamamış yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

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.

Dereli, U., Türkyılmaz, M., Yemiş, O. & Özkan, M. (2015). Effects of clarification and pasteurization on the phenolics, antioxidant capacıty, color density and polymeric color of black carrot (daucus carota l.) juice. *Journal of Food Biochemistry, 39*, 528–537.

Deryaoğlu, A. (2005). Şalgam suyu üretiminde NaCl yerine KCl kullanılarak sodyum miktarını azaltma olanakları. *Gıda, 30*(5), 335 – 341.

Ekinci, F. Y., Baser, G. M., Özcan, E., Güçlü-Üstündağ, Ö., Korachi, M., Sofu, A., Blumberg, J. B. & Chen, C. O. (2016). Characterization of chemical, biological, and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, shalgam. *European Food Research and Technology, 242*, 1355–1368.

Erol, H. (2013). *SPSS Paket Programı İle İstatistiksel Veri Analizi*. Kayseri: Akademisyen.

Guandalini, S. & Polanco, I. (2015). Nonceliac gluten sensitivity or wheat intolerance syndrome. *The Journal of Pediatrics, 166*(4), 805 – 811.

Güven, N., Yetim, H. & Cankurt, H. (2019). Siyah havuç ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen tuzu azaltılmış şalgam suyunun fizikokimyasal ve duyusal özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15*, 599-610.

Huang, H. W., Lung, H. M., Yang, B. B. & Wang, C. Y. (2014). Responses of microorganisms to high hydrostatic pressure processing. *Food Control, 40*, 250 – 259.

Indrawati, Loey, A., V., Smout, C. & Hendrickx, M. (2003). High hydrostatic pressure technology in food preservation. *Woodhead Publishing Limited ve CRC Press LLC*. DOI: 10.1016/B978-1-85573-530-9.50023-1

Karaoğlan, H. A., Keklik, N. M. & Develi Işıklı, N. (2017). Modeling ınactivation of candida inconspicua isolated from turnip juice using pulsed UV light. *Journal of Food Process Engineering, 40*(2), 1- 9.

Kırca, A., Özkan, M. & Cemeroğlu, B. (2007). Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Chemistry, 101*, 212–218.

Li, L., Feng, L.,Yi, J., Hua, C., Chen, F., Liao, X.,Wang, Z. & Hu, X. (2010). High hydrostatic pressure inactivation of total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, yeasts in sour Chinese cabbage. *International Journal of Food Microbiology*, 142, 180–184.

Martin, M. F. S., Barbosa-Canovas, G. V. & Swanson, B. G. (2002). Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42*(6), 627 – 645.

Mete, A., Coşansu, S., Demirkol, O. & Ayhan, K. (2017). Amino acid decarboxylase activities and biogenic amine formation abilities of lactic acid bacteria isolated from shalgam. *International Journal of Food Properties*, *20*(1), 171–178.

Okçu, G., Ayhan, K., Güneş Altuntaş, E., Vural, N. & Poyrazoğlu, E. S. (2016). Determination of phenolic acid decarboxylase produced by lactic acid bacteria isolated from shalgam (s¸ algam) juice *using green analytical chemistry method. Food Science and Technology, 66,* 615–621. http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.072.

Özdestan, Ö. & Üren, A. (2010). Biogenic amine content of shalgam (s-algam): a traditional lactic acid fermented Turkish beverage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58,* 2602–2608. DOI:10.1021/jf903775.

Özer, N. & Çoksöyler, F. N. (2015). Şalgam suyunun bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, *Gıda*, *40*(1), 31-38.

Özler, N. & Kılıç, O. (1996). Şalgam suyu üretimi üzerinde araştırmalar. *Gıda Derneği*, *21*(5), 323 – 330.

Park, S. W., Sohn, K. H., Shin, J. H. & Lee, H. J. (2001). High hydrostatic pressure inactivation of *Lactobacillus viridescens* and its effects on ultrastructure of cells. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 775-781.

Rendueles, E., Omer, M. K., Alvseike, O., Alonso-Calleja, C., Capita, R. & Prieto, M. (2011). Microbiological food safety assessment of high hydrostatic pressure processing: A review. *Food Science and Technology*, *44*, 1251 – 1260.

Rostami, K., Rostami-Nejad, M. & Dulaimi, D. A. (2015). Post gastroenteritis gluten intolerance. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*, *8*(1), 66-70.

Tangüler, H., Selli, S., Şen, K. & Cabaroğlu, T. (2017). Aroma composition of shalgam: a traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *Journal of Food Science and Technology, 54,* 2011–2019.

Tangüler, H., Saris, P. E. J. & Erten, H. (2014). Microbial, chemical and sensory properties of shalgams made using different production methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 95,* 1008–1015. DOI 10.1002/jsfa.6781.

Tangüler, H. & Erten, H. (2013). Selection of potential autochthonous starter cultures from shalgam, a traditional Turkish lactic acid-fermented beverage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37,* 212-220.

Tangüler, H. & Erten, H. (2012a). Chemical and microbiological characteristics of shalgam(şalgam): a traditional turkish lactic acid fermented beverage. *Journal of Food Quality, 35***,** 298–230. doi:10.1111/j.1745-4557.2012.00447.x.

Tangüler, H. & Erten, H. (2012b). Occurrence and growth of lactic acid bacteria species during the fermentation of shalgam (salgam), a traditional Turkish fermented beverage. *Food Science and Technology, 46,* 36–41. doi:10.1016/j.lwt.2011.10.026.

Tanrıseven, D., Kadiroğlu, P., Selli, S. & Kelebek, H. (2020). LC-DAD-ESI-MS/MS-assisted elucidation of the phenolic compounds in shalgams: Comparison of traditional and direct methods. *Food Chemistry*, 305. doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125505

Toktaş, B., Bildik, F. & Özçelik, B. (2018). Effect of fermentation on anthocyanin stability and in vitro bioaccessibility during shalgam (şalgam) beverage production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 98*, 3066–3075. DOI 10.1002/jsfa.8806.

Türker, N., Aksay, S. & Ekiz**,** İ. (2004). Effect of storage temperature on the stability of anthocyanins of a fermented black carrot (daucus carota var. l.) beverage: shalgam. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52,* 3807-3813.

Türkyılmaz, M., Yemiş, O. & Özkan, M. (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent polymeric colour of black carrot (Daucus carota L.) juice. *Food Chemistry, 134*, 1052–1058.

Utuş, D. (2008). Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (daucus carota) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Üçok, E. F. & Tosun, H. (2012). Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 8*(1), 17 – 26.

ÖZGEÇMİŞ

EĞİTİM BİLGİLERİ		
2007-2012	Lisans	Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
2015-…..	Yüksek Lisans	Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇALIŞMA DENEYİMİ		
2013-…….	Arş. Gör.	Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

ÖSYM GÜNCEL SINAV SONUÇLARI		
01.03.2020	YÖKDİL	85.000
16.08.2020	ALES-SAY	94.668

AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Yardımcı araştırmacı olarak yer aldığı projeler:

- Gıda Endüstrisi İşletme Sularının Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi (KÜBAP)

- Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarını Geliştirme Projesi-I (KÜBAP)
- Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarını Geliştirme Projesi-II (KÜBAP)

Ulusal hakemli dergilerde yayınlar:

- Çetin, B., Şanlıdere Aloğlu, H., Uran, H. & Yanardağ Karabulut, Ş. (2016). Gıda İşletmelerinde Kullanılan Suların Gıda Güvenliği Yönünden İncelenmesi. *Akademik Gıda*, *14*(4), 375-381.

Uluslararası konferans ve sempozyumlar:

- Yanardağ Karabulut, Ş., Atik, A., Atik, İ., 2014. The Effects of Ultrasound Treatment on The Structural, Physical and Phtsicochemical Properties of Oils. 2nd International Congress on Food Technology 05-07 November, Kuşadası. (Poster Bildiri)

Ulusal konferans ve sempozyumlar:

- Yanardağ Karabulut, Ş., 2015. Yağlarda Kristalizasyon ve Gıda Stabilitesi. Yabited II. Bitkisel Yağ Kongresi 07-09 Mayıs, Tekirdağ. (Poster Bildiri)
- Yanardağ Karabulut, Ş., 2015. Yağ İkameleri ve Gıda Endüstrisinde Uygulama Alanları. Yabited II. Bitkisel Yağ Kongresi 07-09 Mayıs, Tekirdağ. (Poster Bildiri)
- Çetin, B., Yanardağ Karabulut, Ş., Şanlıdere Aloğlu, H., Güneş, R., 2015. Kırklareli ve Civarındaki Gıda Endüstrisi İşletme Sularının Gıda Güvenliği Açısından Uygunluğunun Belirlenmesi. 5. Gıda Güvenliği Kongresi 07-08 Mayıs, İstanbul. (Poster Bildiri)

TEZ ÖĞRENCİSİNE AİT TEZ İLE İLGİLİ BİLİMSEL FAALİYETLER

- Yanardağ Karabulut, Ş., Bulut, S., 2020. Glutensiz Şalgam Suyu Üretimi Ve Yüksek Hidrostatik Basınç İle Raf Ömrünün Arttırılması. Türkiye 13. Gıda Kongresi; 21-23 Ekim 2020, Çanakkale. (Sözlü Bildiri)
- Yanardağ Karabulut, Ş., 2020. The Effect of Gender on The Like of Shalgam. II. Uluslararası Tarım, Biyoloji ve Yaşam Bilimleri E-Konferansı, 1-3 Eylül, Edirne. (Poster Bildiri)