T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜREKLİ SİSTEMLERDE ULTRASES UYGULAMASININ ŞALGAM SUYUNUN RAF ÖMRÜ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

MUSTAFA ÜMİT İRKİLMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. MUHAMMET ARICI

İSTANBUL, 2017

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜREKLİ SİSTEMLERDE ULTRASES UYGULAMASININ ŞALGAM SUYUNUN RAF ÖMRÜ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa Ümit İRKİLMEZ tarafından hazırlanan tez çalışması 09.06.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Yrd. Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Yrd. Doç. Dr. Halime PEHLİVANOĞLU

Sebahattin Zaim Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Çalışmalarım ve yüksek lisans eğitim sürecimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bilimsel bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşmaktan geri durmayan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli danışman hocam, Sayın Prof.Dr.Muhammet ARICI' ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.
Tez çalışmalarım sürecinde ihtiyaç duyduğum her anda bana destek olan Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü' nün değerli öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine ve tez savunmamda yer alan değerli jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım.
Çalışmalarım süresince tezimin laboratuvar kısmında birçok yardımları bulunan ve çalışamama çeşitli katkılar sağlayan Yüksek Lisans öğrencileri; Mahmut KILIÇLI ve Kübra Feyza DOĞAN'a yapmış oldukları desteklerden dolayı çok teşekkür ederim.
Hayatım boyunca; bana maddi, manevi desteklerini esirgemeyen, topluma faydalı bir birey olmam için çaba gösteren babam Sayın Hasan İRKİLMEZ' e ve aileme teşekkür ederim.

Haziran, 2017

Mustafa Ümit İRKİLMEZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ iv

KISALTMA LİSTESİ v

ŞEKİL LİSTESİ vii

ÇİZELGE LİSTESİ ix

ÖZET x

ABSTRACT xii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 9
1.3 Hipotez 10

BÖLÜM 2

KURAMSAL TEMELLER 11

2.1 Ultrases 11
2.1.1 Ses Dalgalarının Özellikleri 13
2.1.2 Ultrasesin Mekanizması 14
2.1.3 Ultrasesin Gıda Endüstrisinde Kullanımı 15
2.1.3.1 Mikrobiyal İnaktivasyon 15
2.1.3.2 Ekstraksiyon 16
2.1.3.3 Enzim İnaktivasyonu 16
2.1.3.4 Kurutma 17

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM 18

3.1 Materyal 18
3.2 Yöntem 18
3.2.1 Ultrases İşlemi 18
3.2.2 Ultrases İşlem Şartlarının Belirlenmesi 20
3.2.3 Isıl İşlem Uygulaması 24
3.2.4 Şalgam Sularının Depolanması 24
3.3 Şalgam Sularında Yapılan Fizikokimyasal Analizler 25
3.3.1 Toplam Kuru Madde Tayini 25
3.3.2 Suda Çözünür Kurumadde 26
3.3.3 Asitlik Tayini 26
3.3.4 Renk Analizi 27
3.3.5 Tuz Tayini 28
3.3.6 pH Analizi 29
3.4 Mikrobiyolojik Analizler 29
3.4.1 Toplam Mezofilik-Aerofilik Bakteri (TMAB) Sayısının Belirlenmesi 29
3.4.2 Toplam Maya-Küf Sayısının Belirlenmesi 30
3.4.3 Koliform Bakteri Sayısının Belirlenmesi 30
3.4.4 Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayısının Belirlenmesi 31
3.5 Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi 31
3.5.1 Ekstraksiyon İşlemi 32
3.5.2 Toplam Fenolik Miktarının Belirlenmesi 32
3.5.3 Toplam Antosiyanin İçeriğinin Belirlenmesi 33
3.5.4 Antiradikal Aktivite (DPPH) Analizi 34
3.6 Bulanıklık Kalite Özellikleri 34
3.6.1 Bulanıklık Seviyesi 34
3.6.2 Bulanıklık Kararlılığı 35
3.7 Vizkozite Analizi 35
3.8 Duyusal Analiz 35
3.9 Verilerin İstatistiksel Analizi 35

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA 36

4.1 Şalgam Sularının Depolama Sürecindeki Değişimi 36
4.1.1 Mikrobiyal Yükdeki Değişimler 36
4.1.1.1 Toplam Maya Küf Sayısındaki Değişimler 36
4.1.1.2 Toplam Laktik Asit Bakteri Yükündeki Değişimler 40
4.1.1.3 Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Yükündeki Değişimler 43
4.1.2 Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimler 45
4.1.2.1 Toplam Asitlik Değişimi 46
4.1.2.2 Ultrases Uygulamasının pH Değişimine Etkisi 48
4.1.2.3 Ultrases Uygulamasının Kuru Madde Üzerine Etkisi 50
4.1.2.4 Ultrases Uygulamasının Renk Değerlerine Etkisi 52
4.1.2.5 Bulanıklık kalitesindeki değişimler 57

4.1.2.5.1 Bulanıklık Seviyesindeki Değişimler 58
4.1.2.5.1 Bulanıklık kalitesindeki Değişimler 60
4.1.3 Vizkozitedeki Değişimler.....63
4.1.4 Biyoaktif Bileşenlerdeki Değişimler 65
4.1.4.1 Toplam Fenolik Madde Değişimi..... 65
4.1.4.2 Toplam Antosiyanin Değişimi..... 69
4.1.4.3 Dpph İndirgeme Aktivitesindeki Değişimler 71
4.2 Duyusal Analiz 74

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER.....77

KAYNAKLAR..... 80

EK-A

ÖZGEÇMİŞ..... 86

SİMGE LİSTESİ

°C	Santigrat
dk	Dakika
f	Frekans
GAE	Gallik Asit EQdeğeri (mg L^{-1})
Hz	Hertz
kHz	Kilo Hertz
kob	Koloni oluşturan birim
NTU	Nefelometrik bulanıklık birimi
pH	Hidrojen gücü
P	İstatistiki anlamlık seviyesi
P	Güç (W)
UI	Ultrases şiddeti
±	Standart sapma
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

$AgNO_3$	Gümüş Nitrat
$AlCl_3$	Aluminium Trichloride
DPPH	2,2-diphenyl-1-pcyrylhydrazyl
FCR	Folin- Ciocalteu reaktifi
g	Gram
HCl	Hidroklorik asit
K_2CrO_4	Potasyum kromat
Log	Logaritma
LAB	Laktik asit bakterisi
L	Litre
MS	Monosonikasyon
MTS	Manotermosonikasyon
mg	Miligram
mL	Mililitre
NaOH	Sodyum hidroksit
NaClO	Sodyum hipoklorit
spp	Subspecies
TS	Termosonikasyon
TMAB	Toplam mezofil aerob bakteri
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite ölçümü
US	Ultrases

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Sesin frekans aralığı 24
Şekil 2. 2 Ultrases işlemci cihazı 25
Şekil 2. 3 Ses dalgasının özellikleri 26
Şekil 2. 4 Kavitasyon sonucu asimetrik patlayan bir kabarcık 27
Şekil 3. 1 Ultrases (US) sistemi sürekli sistemakış hattı 32
Şekil 3. 2 Isıl işlem uygulaması 33
Şekil 3. 3 Depolamaya hazırlanmış olan şalgam şişeleri 34
Şekil 3. 4 Şalgam sularının hassas terazide tartımı ve toplam kuru madde miktarı için etüvde kurutulması 35
Şekil 3. 5 Şalgam suları için pH belirlenmesi 36
Şekil 3. 6 Şalgam sularının 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmesi ve titrasyon işleminin tamamlanmış son hali 37
Şekil 3. 7 Şalgam suları için renk ölçümlerinin yapılması 38
Şekil 3. 8 Şalgam sularında mikrobiyolojik analizler için besi yerlerinin hazırlanması ve steril kabinde mikrobiyolojik ekim işleminin yapılması 39
Şekil 3. 9 Ultrases uygulanmış şalgam sularında TMAB sayılması 40
Şekil 3. 10 Ultrases işlemleri uygulanmış şalgam sularında maya-küf sayımı 41
Şekil 3. 11 Ultrases işlemlerinin uygulandığı şalgam sularında LAB'nin anaerobik ortamlarda oluşturdukları koloniler 42
Şekil 3. 12 Şalgam sularının metanolle hazırlanan ekstraksiyonu için santrifüjleme işlemi ve santrifüjleme öncesi ekstraktların inkübasyona bırakılması 43
Şekil 3. 13 Toplam fenolik miktarının belirlenmesinde kullanılan spektrofotometre cihazı ve örneklerin hazırlanması 44
Şekil 4. 1 Ultrases işleminin toplam maya ve küf (log kob /mL) dekontaminasyon optimum noktası 51
Şekil 4. 2 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam maya küf (log kob/mL) yükündeki değişimi 55
Şekil 4. 3 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam laktik asit bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi 57
Şekil 4. 4 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi 60
Şekil 4. 5 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca asitlik (mg/L laktik asit) değişimi 61
Şekil 4. 6 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca pH değişimi 64

Şekil 4. 7 Ultrases uygulamasının şalgam sularında depolama boyunca kuru madde (%) değişimi 66
Şekil 4. 8 Ultrases uygulanan şalgam sularının L* değeri değişimi 68
Şekil 4. 9 Ultrases uygulanan şalgam sularının kroma (C) değeri değişimi 71
Şekil 4. 10 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık seviyesindeki değişimi 73
Şekil 4. 11 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık kalitesindeki değişimi 76
Şekil 4. 12 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca 100 RPM'deki viskozite (cP) değişimi 78
Şekil 4. 13 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam fenolik madde (GAE mg/L) değişimi 80
Şekil 4. 14 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam antosiyanin (mg/L) değişimi 82
Şekil 4. 15 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca DPPH indirgeme aktivitesindeki (Troloks eşdeğeri mg/L) değişimi 84
Şekil 4. 16 Ultrases uygulanan şalgam sularının duyusal özelliklerindeki değişimi 86

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 Ultrases uygulaması için seçilen ultrases uygulamaları 22
Çizelge 4. 2 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam maya küf (log kob/mL) yükündeki değişimi 52
Çizelge 4. 3 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam laktik asit bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi 55
Çizelge 4. 4 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam mezofilik-aerobik bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi 57
Çizelge 4. 5 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca asitlik (mg/L laktik asit) değişimi 60
Çizelge 4. 6 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca pH değişimi ... 62
Çizelge 4. 7 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca kuru madde (%) değişimi..... 64
Çizelge 4. 8 Ultrases uygulanan şalgam sularının L* değeri değişimi 66
Çizelge 4. 9 ltrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca kroma değeri değişimi..... 69
Çizelge 4. 10 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık seviyesindeki (NTU) değişimi 71
Çizelge 4. 11 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık kalitesindeki (%) değişimi 74
Çizelge 4. 12 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca 100 RPM'deki viskozite (cP) değişimi 76
Çizelge 4. 13 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam fenolik madde (GAE mg/L) değişimi 78
Çizelge 4. 14 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam antosiyanin (mg/L) değişimi 80
Çizelge 4. 15 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca DPPH indirgeme aktivitesindeki (Troloks eşdeğeri mg/L) değişimi 82
Çizelge 4. 16 Ultrases uygulanan şalgam sularının duyusal özelliklerindeki değişimi.. 84

ÖZET

SÜREKLİ SİSTEMLERDE ULTRASES UYGULAMASININ ŞALGAM SUYUNUN RAF ÖMRÜ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mustafa Ümit İRKİLMEZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Muhammet ARICI

Şalgam suyu laktik asit fermentasyonu ile üretilen, ülkemize özgü, besleyici değeri yüksek, fonksiyonel bir içecektir. Şalgam suyu halen geleneksel yöntemlerle üretilmekte olup, üretimin kesikli sistemle yapılması, şalgam suyunun raf ömrünü artırabilmek amacıyla fazla miktarda koruyucu kullanılması ve bu uygulamaların kalite özelliklerinde meydana getirdiği olumsuz koşullar şalgam suyu üretiminde önemli problemler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sürekli sistemde ultrases işlemi kullanılarak, ultrases işleminin şalgam suyunun kalite özelliklerine etkisi ve raf ömrünün uzatlması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla belirlenen beş işlem şartında sıcaklık değerleri sırasıyla (60, 56, 50, 47°C) ve akış hızları sırasıyla (1.000, 200, 200, 500, 200 dk/L) olan işlem şartlarında şalgam suyuna ultrases işlemi uygulanmış ve 6 aylık depolamaya bırakılarak belirli aralıklarla kalite özelliklerine bakılmıştır. Depolama boyunca mikrobiyal özellikler, fizikokimyasal özellikler ve duyusal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Şalgam suyuna uygulanan ultrases işleminin gerçek etkilerinin tespit edilebilmesi için ısıl işlem (72°C'de 20 s) ve kontrol işlemleri gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal özelliklere bakıldığında, ultrases uygulamasının ısıl işlem ve kontrole göre olumsuz bir etki oluşturmadığı görülmüştür. Şalgam suyunun mikrobiyal özelliklerdeki değişimi incelendiğinde, sürekli sistem ultrases uygulamasının mikrobiyal gelişimi bazı işlem şartlarında ısıl işleme yakın olabilecek kadar engellediği tespit

edilmiştir. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında ısıl işleme göre çok daha iyi sonuçlar alındığı belirlenmiştir. Genel olarak sürekli sistemde ultrases uygulanan şalgam sularının kalite özelliklerinin ısıl işleme yakın değerler aldığı, raf ömrünün ise arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Şalgam suyu, sürekli sistem, ultrases, raf ömrü

ABSTRACT

EFFECT OF ULTRASOUND APPLICATION ON SHELF LIFE AND QUALITY PROPERTIES OF SALGAM JUICE IN CONTINUOUS SYSTEMS

Mustafa Ümit İRKİLMEZ

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Muhammet ARICI

Shalgam juice will be produced with lactic acid fermentation, will be a functional, high nutritional value for my country. Shalgam juice is still produced by traditional methods, production is done with cut system the excessive use of preservatives in order to increase the shelf life of shalgam juice and the adverse conditions that these practices cause in the quality properties shalgam is emerging as an important problem in the production of water. In this study, ultrasonication was used in continuous system, ultrasound process was applied to the quality characteristics of shalgam juice and extension of shelf life was tried to be provided. For this purpose, the five temperature conditions respectively (60, 56, 50, 47°C) and flow rates respectively (1.000, 200, 200, 500, 200 dk/L) ultrasonication was applied to the shalgam juice in the process conditions and the quality properties were determined at certain intervals by leaving to 6 months storage. Changes in microbial properties, physicochemical properties and sensory properties during storage were investigated. Heat treatment (20 s at 72 ° C) and control operations were carried out to determine the real effects of ultrasonic treatment applied to shalgam juice. When the physicochemical properties were examined, it was seen that the application of ultrasonics had no negative effect on heat treatment and control. When the change in microbial characteristics of shalgam juice is examined, it has been determined that continuous system ultrasound

application inhibits microbial growth in some processing conditions to near heat treatment. When the results of sensory analysis of ultrasound applied shalgam waters during storage were taken into consideration, it was determined that much better results were obtained compared to heat treatment. Generally, it has been determined that the quality characteristics of shalgam juices applied ultrasonically in continuous system are close to the values of heat treatment and the shelf life is increased.

Keywords : Shalgam juice, continious system, ultrasound, shelf life

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İnsanın yaşamını sürdürebilmesi için, gıda alması gerekir. Bu gıdalar kökenleri ve işlenme biçimleri ile değişik formlarda olurlar. Bu gıdalar arasında fermente gıdaların önemi büyüktür. Gelişme düzeyleri ne olursa olsun tüm toplumlarda fermentasyon ürünlerinin tüketimi vardır. Bunlardan çeşitli peynirler, yoğurt, alkollü içkiler, turşular evrensel nitelik kazanmasına karşın, sake, kefir, şalgam şuyu, boza gibi fermente ürünler ise bölgeler ile sınırlı kalmışlardır [24].

Şalgam suyu, yayılması bölgesel olarak kalan fermente ürünlerden biridir. Türk Standartları'nda, Şalgam suyu; "bulgur unu, ekşi hamur, içilebilir su (TS 266) ve yemeklik tuzun (TS 933) karıştırılıp laktik asit fermentasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, şalgam (*Brassica rapa*), mor havuç (*Daucus carota*), ve istenirse acı toz biber (TS 2419) ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermentasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istendiğinde isıl islem ile dayanıklı hale getirilen üründür" şeklinde tanimlanmaktadır [25]. Tanımında, her ne kadar isıl işlemle de şalgamın dayanıklı hale getirilebileceği belirtilmişse de, ısıl işlemin tatta neden oldüğü değişiklikler nedeniyle bü yöntem şalgam suyü uretimine, uygulamada hemen hemen hiç girmemiştir.

Şalgam suyunun önceleri evlerde üretildiği, damak tadına ve hammadde çeşitliliğine bağlı olarak farklı formülasyonların kullanıldığı bildirilmektedir. Geleneksel olarak üretilegeldiğinden kesin bir üretim akış şeması yoktur. Hammadde çeşitliliğinin yanı

sıra üretim aşamalarının da duyusal tercihler doğrultusunda çeşitlilik gösterdiği bilinmektedir. Endüstriyel üretimde de standart bir üretim tekniği olmamasına rağmen, şalgam suyu üretim yöntemi, geleneksel (2 aşamadan oluşan fermentasyon) ve doğrudan (tek aşamalı fermentasyon) şalgam suyu üretimi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [26].

Genel olarak şalgam suyu üretiminde fermentasyon, sebzelerde bulunan doğal mikrobiyatadan yararlanılarak spontan olarak veya starter kültür ilave edilerek kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmektedir [27].

Curiciferae familyasından Brassica cinsine ait bir bitki olan şalgamın bilimsel adı *Brassica rapa*'dır [28].

Apiaceae familyasından iki yıllık bir bitki olan (*Daucus carota* L.) binlerce yıldan beri yetiştirilmektedir [29].

Siyah havuç ülkemiz dışında; Afganistan, Mısır, Pakistan, Hindistan ve Uzak Doğu ülkelerinde yetiştirilmektedir [37].

Bulgur unu, bulgura işlenmek üzere kaynatılmış kurutulmuş buğdayın dış kabukları ayrıldıktan sonra, kırma haline getirilmesi sırasında oluşan ve elek altında kalan kısmı olup, kırma haline getirilen tanenin %2-3'lük kısmını oluşturur [28, 30].

Ekmek mayası, genellikle melas gibi şekerli hammaddelerden elde edilen *Saccharomyces* cerevisiae türü üst fermentasyon tipi kültür mayasıdır. Ekmek mayası sıvı, preslenmiş veya kuru maya olarak elde edilir [26, 31].

Ancak, şalgam suyu üretiminde maya olarak genellikle ekşi hamur kullanılır [31, 32].

Tuz olarak aksi belirtilmedikçe sodyum klorür kullanılır. Şalgam suyu üretiminde kullanılan tuz genellikle kaya tuzudur [31, 33].

Şalgam suyu üretiminde fermentasyon iki aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamada bulgur unu, tuz, ekşi hamur ve suyun karışımından oluşan hamurun fermentasyonu, ikinci aşama ise hamurun bez torbalar içine alınarak, salamura ilavesinden sonra kırmızı havuç ve şalgam ile oluşan fermentasyonudur [34] .

Şalgam suyu üretimi starter kültür kullanımı ile de gerçekleştirilebilmektedir. Kırmızı havuç ve şalgamların üzerine hazırlanan starter kültür ilave edilir ve 24 saat kapalı bidonda bekletilir. Bu aşamadan sonraki işlemler klasik yöntem ile şalgam suyu üretiminde olduğu gibi devam ettirilir [34].

Fermente sebze sularının fermentasyonu laktik asit bakterileri ile doğal yollardan ya da starter kültür kullanılarak kontrollü bir şekilde gerçekleştirilir. Fermentasyonda önemli bir role sahip olan mikroorganizmalar ise laktik asit bakterileridir. Fermente bitkisel ürünlerin fermentasyonu *Leuconostoc* mesenteroides tarafından başlatılır. Bu laktik asit bakterisi heterofermantatiftir ve son ürün olarak laktik asit yanında diğer organik asitleri de üretir. Asit miktarındaki artış ile bu mikroorganizmalar ölür ve fermentasyon *Lactobacillus* brevis, *Pediocoocus* pentosaceus ve *Lactobacillus* plantarum tarafından devam ettirilir. *Lactobacillus* brevis ve *Pediocoocus.* pentosaceus türlerinin etkisi asitliğin daha fazla artmasıyla kaybolur ve fermentasyon *Lactobacillus plantarum* bakterisi tarafından tamamlanır [35].

Şalgam suyu fermentasyonunda etkili olan laktik asit bakteri suşları incelendiğinde 3 farklı suş elde edilmiştir. Bu inceleme sonucunda bulunan suşlar *Lactobacillus* plantarum spp. arabinosus, *Lactobacillus* fermentum ve *Lactobacillus* brevis'dir. *L.* plantarum, diğer fermente ürünlerde de en çok rastlanan laktik asit bakterisidir. Özellikle ekşi hamur eldesinde, fermente sucukların olgunlaşmasında starter kültür olarak kullanılır. Şalgam suyundan izole edilen kakao fermentasyonunda rol oynayan *Lactobacillus* fermentum daha çok süt ürünlerinde, bira ve fermente hububat ürünlerinde rastlanan *Lactobacillus* brevis suşları da ekşi hamurda starter olarak kullanılan laktik asit bakterileridir [36].

Deryaoğlu [1] tarafından yapılan bir çalışmada, piyasadan şalgam suları alınarak bunların bileşimleri incelenmiş ve şalgam suyu üretim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Üretim denemeleri sonucunda, birinci fermentasyon süresinin 3-5 gün ve ikinci fermentasyon süresinin 5-6 gün sürdüğü ortaya koyulmuştur. Şalgam suyu örneklerinde yapılan analizlerde; toplam asit 66,9-99,1 me/L, laktik asit 5,18-8,44 g/L, uçar asit 0,57-1,16 g/L, alkol 1,32-7,30 g/L, pH 3,33-3,67 protein 0,88-1,83 g/L, demir 0,9-2,9 mg/L potasyum 300-1.000 mg/L, fosfor 10,6-22,2 mg/L ve kalsiyum 89-173

mg/L olarak tespit edilmiştir. Şalgam suyu üretiminde kullanılan bulgur unu, siyah havuç, su ve tuz miktarlarının şalgam suyunda bulunan mineral içeriğinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Erginkaya ve Hammes [2] tarafından yapılan bir çalışmada spontan bir şekilde ekşi hamur elde edilerek ve bu ekşi hamurla şalgam suyu üretilmiştir. Fermentasyonda etkili olan laktik asit bakterilerinin tanımlanması, fermentasyon boyunca mikrobiyolojik flora incelenerek yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda şalgam suyundan *Lactobacillus plantarum* spp. *arabinosus*, *Lactobacillus fermentum* ve *Lactobacillus brevis*'i izole etmişlerdir.

Özhan ve Çoksöyler [3] tarafından yapılan bir çalışmada 4 farklı sıcaklıkta (5, 20, 30, 35°C) ve 4 farklı pH' da (3,0, 3,5, 4,0, 4,5) şalgam suyu depolanması yapılmış ve depolama ile beraber E. *coli*' nin inaktivasyonu birinci derceden reaksiyon kinetiği kullanılarak izlenmiştir. Çalışmanın sonucunda 5°C' de pH 4,5, 4, 3,5' da 20°C'de pH 4,5, 3,5, 4' de *Escherichia coli* sayısında istatistiksel olarak önemli bir inaktivasyon gözlemlenmediği açıklanmıştır. Çalışmada pH'nın artmasıyla D değerinin arttığı bildirilmiş ve sıcaklık artışıyla D değerinin azaldığı belirtilmiştir. Sonuçta pH<4 olan şalgam sularının oda sıcaklığı koşullarında depolanmasının bir risk ortaya çıkarmayacağı bildirilmiştir. Bunun dışında pH değeri 3,34-3,64, tuz miktarı 17,5 g/L ve pH 3,64'de toplam asit miktarı 0,648 (% laktik asit cinsinden) olarak tespit edilmiştir.

Wu vd. [4] tarafından yapılan bir çalışmada yoğurt fermentasyonu ve süt homojenizasyonunda ultrases kullanımının etkili olduğu belirtilmiştir. Ultrasesin yoğurdun fermentasyonunda yağ globüllerini parçalayarak, pH' nın değişmesini arttırdığı ve bunun homojenizasyon cihazından daha etkin bir şekilde gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca ultrasesin fermentasyon süresini yarım saat kadar azalttığı belirtilmiştir. Çalışmada ultrasesin fermentasyonu tamamlamış yoğurt üzerinde su tutma kapatisesini ve vizkoziteyi arttırdığı ancak sinerisisi azalttığı belirtilmiştir. Sonuçta ultrases teknolojisnin kullanımının gıda endüstrisinde uygulamasının oldukça büyük bir öneme sahip olduğu vurgusu yapılmıştır.

McClements [5] tarafından yapılan bir çalışmada ultrases ile klorlamanın yanında kaynatma, ekstrem pH kullanımı gibi bulaşıyı giderme tekniklerinin birlikte kullanımı mikroorganzma inaktivasypnunda inaktivasyon verimini arttırdığı belirtilmiştir.

Scherba vd. [6] tarafından yapılan bir çalışmada sulu ortamlarda 24 kHz ve farklı genliklerde uygulanan ultrasesin *Escherichia coli* üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak ultrases uygulama zamanına paralel olarak mikrobiyal inaktivasyon da artış olduğu belirtilmiştir.

Miles vd. [7] tarafından yapılan bir çalışmada süspansiyon durumundaki *Escherichia coli*' nin konsantre edilebilirliğini ultrasesle 3 dakikalık işleme tabi tutularak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada *Escherichia coli* hücreleri ($6x10^7$ kob/mL) %1 süt barındıran kuvvetle süspanse edilmiştir ve 2,05 MHz, 360 kPa' lık basınçta 3 dakika sonikasyonla bakterilerin süspanse halden konsantre edilebilirliği gri renkli bantların oluşması ile gözlemlenmiştir.

Piyesena vd. [8] tarafından yapılan çalışmada 700 kHz' lik sonikasyon işleminin yanında sıcaklık ve pH kullanılarak bu işlemlerin *Escherichia coli* üzerinde etkisi araştırılmıştır. *Escherichia coli* ilk olarak başlangıç sıcaklığı 17°C olan tuzlu suda süspanse edilmiş, sırasıyla 10 ve 30 dakika işlem uygulanmıştır. Bu işlemler sonunda canlı kaln hücreler sırasıyla %37,86 ve %8,1 oranında olmuştur. Başlangıç sıcaklığı 32°C olan tuzlu suda süspanse edilen *Escherichia coli*' ler ise 10 dak için canlı kalan hücre oranı %0,83, 30 dakika için canlı kalan hücre oranı %0,2 olarak belirlenmiştir. Aynı işlemler süte uygulandığında hiçbir şekilde inaktivasyon olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak süte %10 oranında portakal suyu eklenmesiyle pH 2,6 ve 5,6 ya ayarlanarak canlı kalan hücrelerin oranına bakılmış ve bu oranların sırasıyla %0,3 ve %100 olduğu belirtilmiştir.

Jonson vd. [9] tarafından yapılan bir çalışmada biyofilmlerde *Escherichia coli* inaktivasyonunu sağlamak için kullanılan ultrasesin gıda ve su endüstrilerinde

kullanımının yararlı olabileceği görüşü belirlenmiştir. Bu amaçla 70 kHz lik ultrases ile beraber gentamicin sülfate kullanılmış ve *Escherichia coli* sayısının iki saat içerisinde % 97' ye varan oranlarda azaldığı görülmüştür.

Guerrero vd. [10] tarafından yapılan bir çalışmada ultrasesin *Saccharomyces cerevisiae* üzerinde olan etkisi (20 kHz, dalga büyüklüğü 71-110 µm) 3 farklı sıcaklık (35, 45 ve 55 °C) ve 2 farklı pH' da (5,6, 3,0) Sabouraud Broth' da incelenmiştir. Uygulanan ultrases sonucunda dalga büyüklüğü arttıkça *Saccharomyces cerevisiae*' nın direnci azalmıştır. Uygulanan işlemde sıcaklık artışı oldukça D değerinde azalma meydana gelmiştir. pH'nın düşük olması (3,6) *Saccharomyces cerevisiae*' nın direncinde dalga büyüklüğü 71,4 µm ve sıcaklığı 45°C olan deneme haricinde bir etki yapmamıştır. D değeri 56°C'lik sıcaklık kullanımı haricinde ki sıcaklık değerlerinde önemli ölçüde azalmıştır.

Tsukamoto vd. [11] tarafından yapılan bir çalışmada sodyum hipoklorit çözeltisi (NaOCL) kullanılmasıyla 27,5 KHz'de klorinasyonun ultrasonik uygulamanın *Saccharomyces cerevisiae*'nın gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Analizlere ek olarak maya hücrelerinin gelişiminde ultrasesin etkisini belirlemek için koloni sayımı yapılmıştır. Mikroorganizmalarda kalorimetrinin nitel ve nicel analizler için zaman tasarrufu konusunda avantaja sahip olduğu bildirilmiştir. Denemelerde 0-30 ppm arasında sodyum hipoklorit çözeltisi kullanılmıştır. Maya hücrelerinde bakterisidal etki özellikle sonikasyonun kısa süreli uygulamalarında görülmüştür. Sonikasyon gücü ve zamanın artışıyla bakterisidal etkinin de doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Bu sonuçlarla, ultasesin sebep olduğu kavitasyonun, kavitasyon baloncuklarına en yakın hücrelere zarar verdiği ve hızlı bir ölüme neden olduğu bildirilmiştir.

Salleh-Mack ve Roberts [12] tarafından bir çalışmada, ultrasesle yapılan pastörizasyon işlemi üzerinesıcaklığın, organik asitlerin(sitrik ve malik asit), pH'nın (2,5 ve 4,0) ve şeker konsantrasyonunun etkilerini araştırmışlardır. Ultrases işleminin süresi model organizmanın 5 log azalmasını sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Çalışma için kullanılacak model organizma *Escherichia coli* ATCC25922' dır. Çalışma sırasında ultrasesden kaynaklı ısı açığa çıktığı için işlem 30°C' de veya bu sıcaklığın daha altında

işlem sıcaklığını korumak için ve termal etkiler sebebiyle oluşabilecek inaktivasyonları ortadan kaldırmak için soğutucu (-30°C) ile örtülü beher kabı kullanılarak ısıyı çıkarmayı kapsamaktadır. İşlem sırasında çözülebilir katıların varlığının sonikasyon süresinin arttığı yerde koruyucu etki oluşturduğu belirlenmiştir. Düşük pH ortamı *Escherichia coli*' nin sonikasyona karşı daha az direnç göstermesine sebeb olmuştur. Organik asitlarin etkisi diğer parametrelere göre en az etki gösteren parametre olmuştur.

Jayasooriya vd. [13] tarafından yapılan birçalışmada, etin yapısı üzerinde ultrasonikasyonun olumlu etkileri olmasına karşın, et yüzeyinde ki mikroorganizmaların üzerinde öldürücü biretki yapmadığı belirlenmişir. Bunun nedeninin et yüzeyindeki çatlak ve benzeri yapılara mikroorganizmaların sıkı bir şekilde tutunmalarından ileri geldiği belirtilmiştir.

Ertugay ve diğ. [14] tarafından yapılan bir çalışmada, ultrases uygulaması ile homojenizasyon etkinlik değerinin (HE) düşürülebildiğinin bildirmişlerdir. Homojenizasyonun iyi şekildegerçekleşebilmesi için homojenizasyon etkinlik değerinin 10' un altında olası gerekmektedir. Buna bağlı olarak ultrases işlem süresi ve gücü artırıldıkça HE değerinin azalmakta olduğu belirtilmiştir.

Nguyen ve diğ. [15] tarafından yapılan bir çalışmada, asit jeli oluşumunda ultrases işleminin etkisini yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulamasıyla (80°C- 30 dk) karşılaştırmışlardır. Bu sebeple yağsız süte farklı sürelerde (5-30 dk) ultrases işlemi uygulamışlardır. Sıcaklığın düşük tutlmasıyla, ultrases işlem sıcaklığının serum proteinin denatürasyonu için gerekli sıcaklık değerinden düşük olduğu (20-40°C) asit jelinin G' (elastik modülüs) değerinin düşük çıktığı bildirilmiştir. Ultrases işlem sıcaklığı serum proteini denatürasyonu sıcaklığına ulaşması ile G' değerinin yüksek sıcaklıkta ısıl işlem ile hazırlanan asit jelinin G' değerine yaklaştığı bildirilmiştir.

Şengül ve diğ. [16] tarafından yapılan bir çalışmada, ultrases işlemi ile geleneksel homojenizasyonla homojenize edilen sütlerden elde edilen yoğurtların su tutma kapasitesi araştırılmış ve işlemlerin homojeniszasyon etkinlik değerlerini

karşılaştırmışlardır. Klasik homojenizasyon işlemi için 55°C' de 200 bar basınç uygulanmıştır. Ultrases işlemi için %20-50-70 güç seviyeleri ve 3-6 dk süreleri kullanılmıştır. Ultrases işlemindeki güç seviyesi %50' nin üzerinde olduğunda klasik homojenizasyon işlemine göre daha iyi homojenizasyon etkinlik değeri elde edildiği bildirilmiştir. Yoğurdun su tutma kapasitesinin klasik homojenizasyonuna göre ultrases işleminde daha yüksek çıktığı bildirilmiştir.

Chouliara ve diğ. [17] tarafından yapılan bir çalışmada sütün, termizasyon ve pastörizasyon işlemi uygulandıktan sonra ultrases işlemi uygulanması sonucu karşılaştırma yapılıp, sütün mikrobiyal, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada çiğ süte düşük sıcaklıkta kısa süre ısıl işlem uygulanmış süt (55°C sıcaklıkta 15 saniye ısıl işlem) ve homojenize pastörize süt (75°C sıcaklıkta 15 saniye ısıl işlem) kullanılmıştır ve bu sütlere ısıl işlem uygulanmıştır. Ultrases işlemi 200W güce ve 24 kHz frekansa sahip ultrases cihazı ile yapılmıştır. Örnek miktarı 200 ml olarak belirlenmiş ve bu örnek için 22 mm' lik prob kullanılmıştır. Ultrases işlemi 5 farklı dakika (0, 2, 4, 8 ve 16 dakika) seçilerek uygulanmıştır. Ultrasesten kaynaklı örneğin aşırı ısınmasını önlemek amacıyla örnek kabının etrafına buz-su banyosu kullanılmıştır. Uygulanan süre baz alınarak işlem sıcaklığı 15-25°C arasında tutulmuştur. Çalışmada toplam canlı sayısı ve psikrotrofik sayısı mikrobiyolojik olarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda ultrases işlem süresinin artması ile 3 örnek grubunun raf ömrünün arttığı belirlenmiştir. En az toplam canlı ve psikrotrofik sayısının geliştiği örnek grubu olarak pastörize süte ultrases işlemi uygulanan sütler olduğu belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen duyusal analiz sonuçlarına göre işlem uygulanmayan örnekler tat bakımından ultrases işlemine tabi tutulan sütlere göre daha iyi puanlar almıştır. Çalışmada ultrases işlemi ile sütte bulunan mikrobiyal yükün azaltıldığı belirtilmiştir. Elde edilen duyusal analiz sonuçlarına göre ultrases işleminden sonra meydana gelen tat bozukluğunun tanımlanmasının zor olduğu fakat yanık ile yabancı tat arasında bir tanımlamanın yapıldığı belirtilmiştir.

Riener ve diğ. [18] yoğurdun su tutma kapasitesinin (STK) ultrases işlemi ile üretilen yoğurtlarda geleneksel yöntemle üretilen yoğurtlara göre daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Riener ve diğ. [19] yoğurtta serum ayrılmasının yüksek güçlü ultrases uygulamasında klasik ısıl işlem uygulamasına göre daha fazla azaltabildiğini bildirmişlerdir.

Bermudez-Aguire ve diğ. [20] tarafından yapılan bir çalışmada ısıl işlem uygulaması(63°C-30dk) ile termosonikasyon (24 kHz, 400W %0, 30, 60, 90 ve 100 güçte 63°C sıcaklıkta ve 30dk) uygulaması ile sütün protein, asitlik, yağ, renk ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. İşlemlerin ardından sütleri 4°C' de 16 gün boyunca depolamışlardır. Termosonikasyon işleminin uygulandığı örneklerde protein içeriğinin ve pH değerinin azaldığı asitliğinin ve yağ içeriğinin arttığı belirtilmiştir. Yağ içeriğinin artmasını termosonikasyonun neden olduğu kavitasyonun yağ globüllerini kırması ve triaçilgliserolün serbest kalmasına bağlamışlardır. Proteinlerde ki azalma ise denatüre olan serum protenleri ve kazeinin üçüncül vedördüncül yapısında meydana gelen kısmi modifikasyona bağlı olduğunu belirtmişlerdir. pH değerindeki azalma kavitasyon sonucunda meydana gelen enzimatik faaliyetlere ve asitlik değerindeki artış ise sonikasyon ve lipolize sonrasında oluşan nitrit, nitrat ve hidrojen peroksit ile ilişkilendirilmiştir. Ultrases uygulanan örneklerin depolama sonunda mezofilik bakteri içeriğinde 2 log'dan fazla artış gözlemlenmemiştir. Ultrases gücünün artması ile bakterilerdeki azalma da artmış buda hücre duvarlarının zarar görebilmesi için belirli oranda bir ultrases gücünün gerekliliğini göstermektedir. Ultrasesin gücünün artışına göre oluşan kavitasyon hücre duvarlarında porlar oluşturmakta hücre yapısı dağılmakta ve hücreler kırılmaktadır. Ayrıca sulu ortamda suyun sonolizi ile oluşan serbest radikaller ve bunların kombinasyonu bakterisid etki yapmaktadır.

Shanmugam ve diğ. [21] tarafından yapılan bir çalışmada pastörize yağsız sütte 4 farklı süre (15, 30, 45, 60 dk), 2 farklı sıcaklıkta(22 ve 30°C), 20 kHz frekansta ve 20,41 W' lık enerjide örneklerin bulanıklığında azalma meydana gelirken vizkozitelerinde değişim gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Uygulanan güç seviyelerinde sonikasyon süresinin

artması ile akustik kavitasyonun ürettiği kayma etkilerinden dolayı çözünen partiküllerde azalma gözlemlenmiştir. Yağ globüllerinde büyük ölçüde azalma meydana gelirken kazein misellerinin boyutunda iki güç seviyesinde küçük azalmalar meydana gelmiştir. Sonikasyon sonucu oluşan kavitasyonla oluşan türbülansın partiküllerin hareketliliğinde artışa sebeb olduğu ve agregat oluşumunu desteklediği belirtilmiştir. Serum proteinlerinin denatüre olması sonucunda bu proteinlerin çözünen partiküller arasında azalmasını sağladığı belirtilmiştir. Denatüre olan/agregat oluşturan serum proteinlerinin κ-kazein ile interaksiyona girdiği ve miseller agregat oluşturduğunu ve bu agragatların tiyol-disülfit değişim reaksiyonu ile oluştuğunu bildirmişlerdir.

Tiwari et al. [22] tarfından yapılan bir çalışmada taze portakal suyuna ultrases işlemi uygulanarak pH, briks ve toplam asitlikte önemli bir değişikliğe neden olmadığını ($P<0,05$); bulanıklık değeri, kararma indeksi ve renk parametrelerinin (L, a ve b) ultrases şiddeti ve süresinin artmasıyla birlikte önemli seviyede etkilendiği belirtilmiştir.
Guerrero-Beltran ve Barbosa-Canovas [23] tarafınadn yapılan bir çalışmada, 254 nm dalga boyu kullanılarak sürekli sistemde mango nektarındaki *Saccharomyces cerevisiae* yükünü 2,94 log'a kadar, PFO enzimini ise % 81' e kadar inaktive etmeyi başarmışlardır.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı daha kaliteli, daha lezzetli, standart ve koruyucunun kullanılmadığı/daha az koruyucun kullanıldığı bir şalgam suyu üretilebilmesi için güncel gıda işleme yöntemlerinden ultrases işleminin spesifik özellikleri/ etki mekanizmalarını şalgam suyuna en iyi şekilde uyarlayarak hem alternatif bir üretim prosesinin geliştirilmesini hemde şalgam suyunun raf ömrünü farklı koşullarla uzatılması, şalgam suyu üretiminde koruyucu kullanılmadan alternatif yöntemlerin geliştirilmesidir. Ultrases teknolojisi kullanılarak şalgam suyunun kalite kayıplarının azaltılması ve şalgam suyu üretiminde sürekli sistemin uygulanabilirliği üzerine çalışmaktır.

1.3 Hipotez

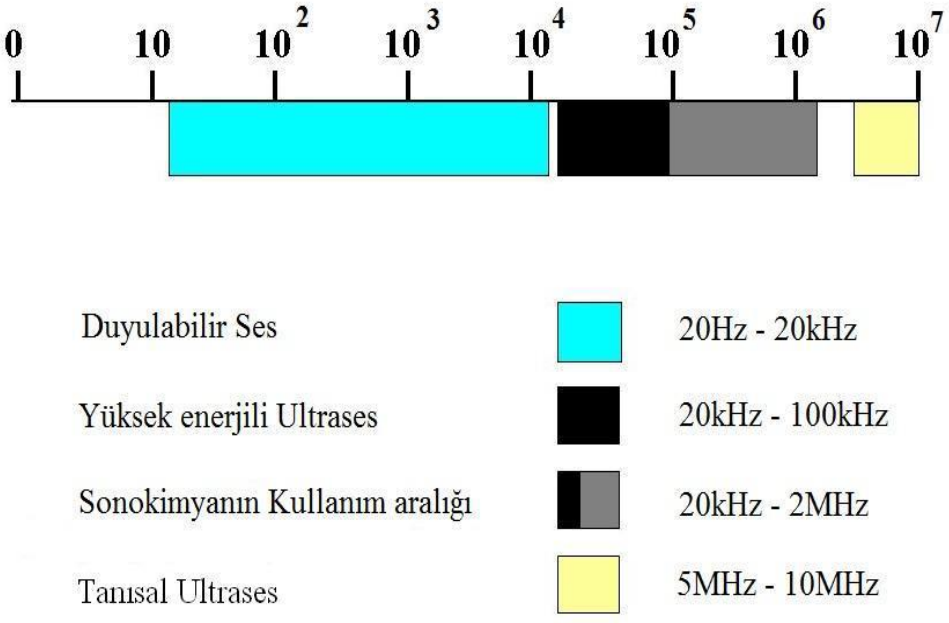
Şalgam suyuna uygun güç ve frekanslarda sürekli sistemde ultrases işlemi uygulanarak, şalgam suyunun besin değerinde ve kalite özelliklerinde herhangi bir olumsuz etki meydana getirmeden zararlı mikroorganizmalardan arındırarak raf ömrünü uzatmaktır.

BÖLÜM 2

KURAMSAL TEMELLER

2.1. Ultrases

Ultrases insan kulağının algılayamadığı (20 Hz-20 kHz) ses dalgalarına verilen addır. Farklı bir tanımla ultrases saniyede 20.000 veya daha fazla ses dalgasından oluşan mekanik bir enerji olayıdır. Ultrasesin yer aldığı frekans aralığı Şekil 2.1'de gösterilmiştir [38].



Şekil 2.1 Sesin frekans aralığı

Ultrasesin kullanımı son yıllarda artış göstermekte olup gıdalarda uygulandığı zaman fiziksel, mikrobiyal ve biyokimyasal oalarak gıdayı etkileyebilmesinden dolayı gıda teknolojisinde de önemi hızla artış göstermektedir. Ultrasesin gıda endüstrisinde kullanımı emülsiyon oluşturma, kurutma, kristalizasyon, kesme, bileşen ekstraksiyonu, köpük giderme, enzim ve mikrobiyal faaliyetlerin azaltılması veya kontrol edilmesi gibi konularda artış göstermektedir [39, 40].

Ultrasesin etkinliği sıcaklık, basınç, ultraviyole gibi farklı yöntemlerle kullanılarak artırılmaya çalışılmıştır. Bunun nedeni ultrases işleminin çoğu kez tek başına yeterli bir işlem olmamasıdır. Orta ve yüksek sıcaklıklarla ultrases işleminin beraber kullanımına termosonikasyon (TS) denilmektedir. Ultrses işlemi kullanımında sıcaklığın artırılması hem işlem etkinliğini yükseltmekte hem de işlem süresini azaltmaktadır. Düşük sıcaklık ve yüksek baınçla (600 kPa) beraber ultrases uygulamasına monosonikasyon (MS) adı verilmektedir. Burada ultrasesin işlem etkinliği büyük ölçüde artmaktadır. Bu uygulamaların yanında ultrases işleminde yüksek sıcaklık ve yüksek basınç uygulanmaktadır ki bu uygulamanın adı manotermosonikasyon (MTS) olarak isimlendirilmektedir. MTS işlemi termosonikasyon işlemine göre 6 ile 30 kat arasında daha etkin bir olaydır ve vejetatifler üzerinde inhibisyon etkisi vardır [41].

Ultrases birçok cihazla modifiye şekilde kullanılabilmektedir. Bunlardan ultrasonik su banyosu ve ultrases işlemcisi bu cihazlara örnek olarak verilebilir. Ultrases işlemcisi ise güç kaynağı, ultrases dönüştürücüsü, genlik yükseltici ve prob olarak dört parçadan oluşmaktadır. Ultrases işlemci parçalarından olan güç kaynağı, voltajı yüksek frekansta elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Ultrases dönüştürücüsü ise elektrik enerjisini sabit frekanstaki mekanik titreşimlere dönüştürmektedir. Genlik yükselticisi ise oluşan bu mekanik titreşimi istenen seviyeye ayarlamaktadır. Problar ise mekanik enerjiyi gıdalara veya işlem görmesi amaçlanan çözeltiye iletirler. Şekil 2.2’ de ultrases cihazı ve parçaları gösterilmiştir [42].

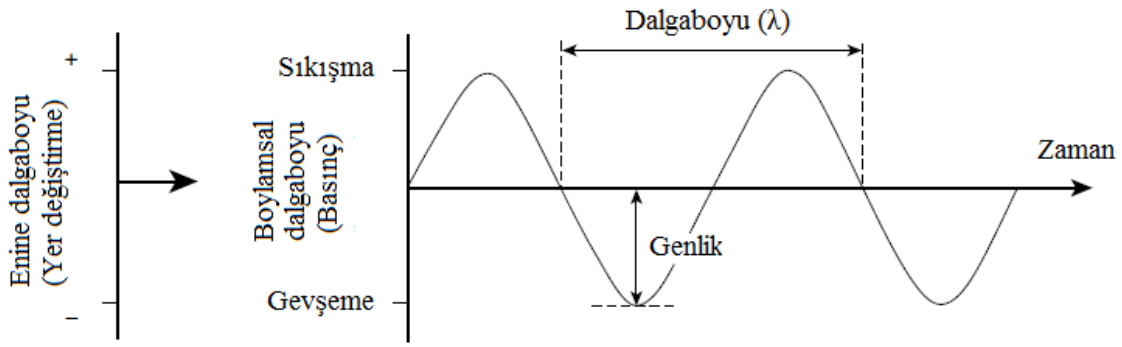


Şekil 2.2. Ultrases işlemci cihazı ve parçaları

2.1.1 Ses Dalgalarının Özellikleri

Ses dört temel parametreden (frekans, dalga boyu, genlik, ses şiddeti) oluşmaktadır. Ses dalgasındaki birbirine yakın iki tepenin birbirine olan uzaklıklarına dalga boyu, 1 saniyede oluşan ses titreşim sayısına veya bir noktadan geçen salınıma frekans denmektedir ve birimi Hertz (Hz)' dir [43].

Ses dalgasının sahip olduğu yüksekliğe genlik adı verilmektedir ve genlik ses dalgasının gücünü belirler. Ses dalgasının içerdiği enerji, genliğin karesiyle doğru orantılıdır. Şekil 2.3' de ses dalgasına ait özellikler gösterilmiştir. [43].

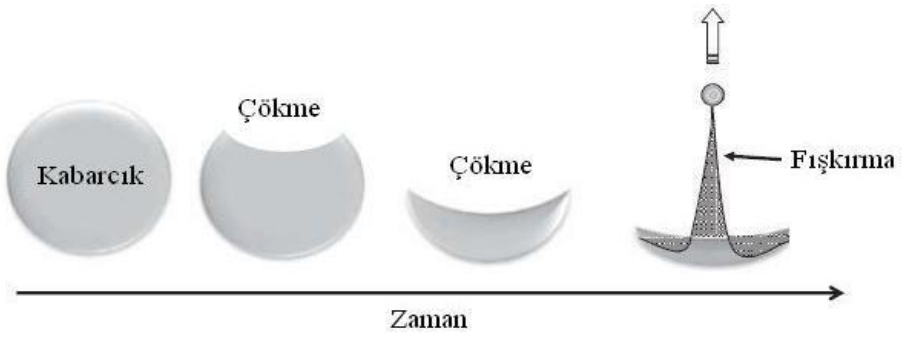


Şekil 2.3. Ses dalgasının özellikleri

2.1.2 Ultrasesin Mekanizması

Ultrases işleminin gıda işlemlerinde meydana getirdiği etkilerin temel faktörü akustik kavitasyondur. Bir sıvının içerisinden geçen ses dalgası ardışık olarak sıkışma ve gevşeme olaylarına maruz kalır. Ses daldası gevşeme pozisyonuna geçerken negatif basınç sıvının noktasal çekme kuvvetini aştığı zamanlarda mikrometre çaplarında kabarcık ve boşluklar oluşur. Yüksek güce sahip ultrases kullanılarak oluşturulan bu kabarcıklar birkaç dalgalanmayla hızlı bir şekilde gelişir ve patlarlar bu olaya kavitasyon denir[44].

Ultrases uygulanan bir sıvıdaki kabarcığın patlama anında asimetrik bir görüntü ortaya çıkar ki bunun nedeni kabarcığın katı bir yüzeyin yanında bulunmasıdır. Kabarcığın patlamasında ki aşamalarda kabarcık, önce küresel vaziyettedir, fakat hızla içeri doğru birçökme gerçeklerşir ve patlama meydana gelir. Bu aşamalarda patlama ve çökme katı yüzeye doğru hareket halinde olmaktadır [45]. Kabarcıkların çökmesinden sonra çökmenin meydana geldiği yönün tersine doğru çok güçlü bir fışkırma meydana gelir ki bu fışkırmanın hızı saniyede 1.000 metreye çıkabilmektedir. Şekil 2.4' te kavitasyona ait kabarcık oluşumu gösterilmiştir[46].



Şekil 2.4 Kavitasyon sonucu asimetrik patlayan bir kabarcık

Ultrasesin frekans ve yoğunluğu, ürünün viskozite ve yüzey gerilimi ve ortama sıcaklığı gibi parametreler ultrasesin kavitasyon oluşturma özelliğini ortaya çıkarmaktadır.

Sıcaklık artışı buhar basıncını artırmaktadır ve basınçta meydeana gelen bu artış ultrases şiddetini azaltmakta olup böylece gaz kabarcıklarının patlama süresi uzamaktadır [47].

2.1.3 Ultrasesin Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Gıdaların daha güvenilir, besin değeri yüksek ve organoleptik açıdan daha kaliteli, sağlığa uygun şekilde üretilebilmelerinin yanı sıra gıda endüstrisinde ısıl olmayan işlem uygulamaları gıdaların raf ömrünü de artrmaktadır. Bu taraflarıyla ısıl olmayan işlemler geleneksel yöntemlere göre alternatif olabilecek bir potansiyele sahiptir. Ultrases ise bu ısıl olmayan uygulamalara örnek olabilecek ümit var eden bir uygulamadır[48]. Gıda sanayinde ultrases uygulaması; mikrobiyal inaktivasyon, ektraksiyon, enzim aktivitesinin inhibisyonu ve kurutma gibi işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır.

2.1.3.1 Mikrobiyal İnaktivasyon

Ultrases yardımıyla mikroorganizmaların inaktivasyonu, değişen basınçla birlikte çok mikro düzeyde meydana gelen kabarcıkların parçalanmasına dayanmaktadır. Parçalanma esnasında oluşan mikromekanik şoklar mikroorganizmaların yapı ve fonksiyonlarını bozmaktadır. Ultrases uygulamasının tek başına değil, diğer yöntemlerle beraber kullanıldığında mikrobiyal inaktivasyon için etki oluşturabileceği belirtilmiştir [49].

Mikrobiyal inaktivasyonun sağlanmasında termosonikasyon, monosonikasyon, ve manotermosonikasyon işlemleri sıcaklık ve basınç gibi etkileşimlerle kombine edilerek kullanıldıklarında daha çok başarılı sonuçlar vermektedir [55]. Mikrobiyal inaktivasyonun sağlanması ultrases işleminin uygulandığı mikroorganizma türü ve özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [56]. Mikrobiyal inaktivasyonu

sağlamak amacıyla ultrases kullanımı üzerine yapılan çalışmaların sayısı genel olarak azdır. Ultrases gıda muhafaza yöntemlerinin etkinliğinin artırılmasında önemli bir potansiyele sahiptir. Gıda üretiminde nihai üründe mikrobiyal yükü azaltmak ve minimize edebilmek için, gıdada bulunan sağlık açısından risk oluştuabilecek mikroorganizmaları inaktive etmek, bunun yadında inaktive olmayan mikroorganizmaların gelişimlerini engellemek için tedbirler alınması zorunludur. Bu amaçla kullanılan uygulamalar geleneksel yöntemlerden olan termal işlemlerdir (pastörizasyon, sterilizasyon, UHT gibi). Ancak termal işlemler uygulandığında, üründe işlem süresi ve sıcaklığa bağlı olarak gıdanın besin değeri ve yapısal özelliklerinde istenmeyen durumların ortaya çıkabilmektedir [57].

Mikrobiyal inaktivasyonun sağlanmasında endüstriyel ölçekte ultrases ile klorlama, ekstrem pH kullanımı ve kaynatma gibi inaktivasyon yöntemlerinin kullanımı verimi artırmaktadır [58]. Ultrases kullanımı ile gıdalardaki mikroorganizma inaktivasyonunun koşullarını belirleyecek çalışmalara gereksinim artmaktadır. Bu nedenle, yapılacak çalışmalarda ultrasonik dalgalar, yüksek basınç ve yüksek sıcaklık kombinasyonlarının, insan sağlığı için önemli olan mikroorganizma etkilerinin, pH ve diğer bileşen özellikleri aralığında nasıl değiştiğinin araştırması yapılmalıdır. Bu çaılşmalar neticesinde elde edilen verilerle gıda güvenliği, betimleyici mikrobiyoloji, ürün geliştirme gibi alanlarda yararlı olacağı düşünülmektedir.

2.1.3.2 Ekstraksiyon

Ultrasesin ekstrakt elde etmedeki kullanımında uygulama ile hücre duvarının mekanik olarak parçalanması ile birlikte kütle transferinin sağlanması şeklinde olmaktadır. Hücre duvarının bu şekilde parçalanarak hücre içindeki sıvı ekstraktın hücre dışına çıkması kolay bir hale gelmiş olur. Ultrases uygulamasıyla ekstraksiyon işlemi yapılırken hücre duvarı parçalanıp ortadan kalktığı için diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre daha hızlıdır ve ısıl olmayan etkili bir alternatif yöntemdir.

Endüstride biyoaktif bileşen ekstraksiyonu için ultrases uygulaması bir yenilik olarak yerini almıştır [50]. Ultrases uygulamasıyla biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu, kısa zamanda yüksek düzeyde elde sağlaması, sıcaklık ve enerji sarfiyatını azaltma, çözücü tüketimini azaltma ve uygulaması kolay olan yöntemlerden birisidir [51].

2.1.3.3 Enzim İnaktivasyonu

Birçok enzim inaktivasyonuna ultrases uygulaması sebeb olabilmektedir. Ultrases uygulaması ile oluşan kavitasyon sonucu oluşan kimyasal ve mekanik etkiler enzim inaktivasyonunun olmasına sebeb olur. Bunun yanında ultrasesin sabit kavitasyon hücrelerinde meydana getirmiş olduğu titreşim ile beraber oluşan şok dalgaları, yanındaki sıvınında mikro dalgalanmasına sebep olur. Bu olayın sonucunda zincirdeki Van Der Waals interaksiyonları ve hidrojen bağları kırılır ve protein yapısındaki enzimlerin tersiyer, sekonder yapılarında değişikliğe yol açabilmektedir. Bu da enzimin biyolojik aktivitesinin kaybetmesine sebeb olmaktadır [52].

2.1.3.4 Kurutma

Günümüzde geleneksel kurutma yöntemlerinin yerini ısıl olmayan işlemler almaktadır ve bu işlemlerden birisi ultrases yardımıyla kurutma yöntemidir. Ultrases işlemine maruz kalarak bir materyali kurutma işlemine akustik kurutma denir. Kurutma işleminde ultrases tek başına kullanılabildiği gibi diğer enerji çeşitleriyle birlikte de kullanılabilmektedir. Hava sirkülasyonlu bir kurutma sisteminde havanın hızı, sıcaklık ve kütle aktarımını etkilemektedir. Kurutma işleminde ultrasesten faydalanmak ile sistem sıcaklığı ve süresinin düşürülmesi ile sıcaklığıa karşı hassasiyeti bulunan gıdaların kurutulması sağlanmaktadır [53].

Ultrases ile kurutma işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken iki ana faktör vardır ki bunlar; basınç ve frekanstır. Kurutma işlemlerinde ultrases şiddeti eşik değeri aşıldığında katı difüzyon oranlarının arttığı bildirilmiştir. Bunun yanında ultrases

şiddetindeki eşik değeri altında ise herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. Ultrases frekansının difüzyon üzerine etkisi henüz tam olarak anlaşılamamış ancak bununla birlikte yüksek ultrases frekanslarında difüzyon oranlarında hafif bir düzenleme saptanmıştır [54].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

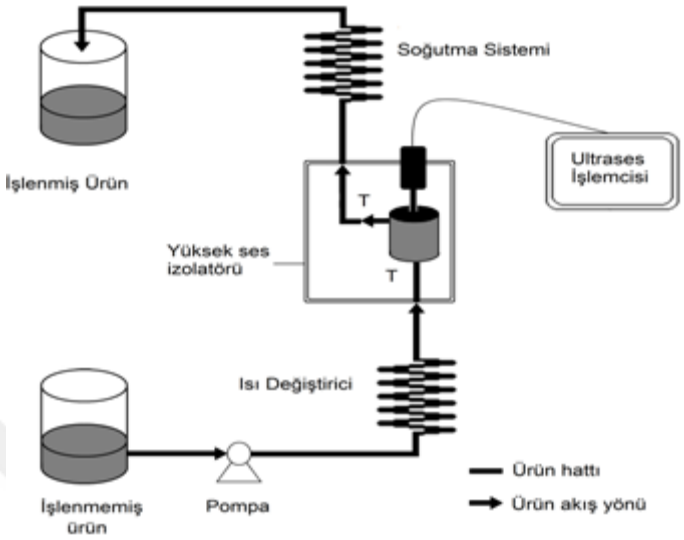
Bu çalışmada kullanılan şalgam suları Adana'da üretim yapan bir işletmeden temin edilmiştir. Herhangi bir koruyucu madde katılmayan herhangi bir işlem uygulanmayan şalgam suları işlem uygulanana kadar Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Labratuarı'nda bulunan soğuk hava deposunda +4˚C'de muhafaza edilmiştir. Şalgam sularının bileşiminde fazla bir değişiklik olmaması için şişeler açıldıktan hemen sonra işlemler uygulanmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Ultrases İşlemi

Ultrases işlemi (Hielscher, UP1000hd, Almanya) ultrasonifikatörde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 5 L'lik örnek kabına işlenmemiş ürün konulmuş ve peristaltik pompa kullanılarak ısı değiştiriciye gönderilmiştir. Isı değiştiricide istenen sıcaklığa getirilen şalgam suyu ultrases uygulanacak işlem kabinine getirilerek işlem uygulanmıştır ve işlemden sonra hızlı bir şekilde soğutularak depolamaya alınmıştır. Isıl olmayan işlemlerin etki mekanizmasında yüksek sıcaklık bulunmamakla birlikte işlem sıcaklığı etki mekanizmasını olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca uygulanan işlem sonrasında ürünün sıcaklığı ultrases enerjisinin ısı enerjisi ve dönüşmesinin sonucu olarak bir miktar artmaktadır. Bu nedenle şalgam suyu uygulanacak ultrases işlemi öncesinde ısı değiştiriciye, işlem sonrası da soğutucuya gönderilerek sıcaklık kontrolleri

yapılmıştır. Bu amaçla termokabl (dijital termometre) kullanılarak ultrases öncesi ve sonrasında sıcaklık değişimleri anlık olarak izlenmiştir. Şekil 3.1’ de ultrasesin sürekli sistem akış hattı gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Ultrases (US) sistemi sürekli sistem akış hattı

Şalgam sularına ultrases işlemi uygulamadan önce ve işlem bitiminde sistemin temizliği için Control In Place (CIP) sistemi kullanılmıştır. Sistemin temizliği için aşağıdaki aşamalar sırasıyla gerçekleştirilmiştir:

- 5 dakika 40˚C sıcak su ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika saf su ile sirküle edilmiştir.
- 15 dakika HCl çözeltisi (%0,5) ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika saf su ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika NaOH çözeltisi (%1) ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika saf su ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika NaClO çözeltisi (%6) ile sirküle edilmiştir.
- 10 dakika saf su ile sirküle edilmiştir.

3.2.2 Ultrases İşlem Şartlarının Belirlenmesi

Bu aşamada şalgam suları laboratuvar şartlarında üretilmemiş olup şalgam suyu üreten bir firmadan temin edilmiştir. Farklı akış hızı, sıcaklık ve ultrases şiddeti kullanılarak ultrasesle soğuk pastörizasyon işlem şartları optimize edilmeye çalışılmıştır. Şekil 4.1'de uygulanan ultrases işlemi sonrası işlem şartlarının toplam maya ve küf içeriğinin sonuçları sunulmuştur. Şekil 4.2 'de ise en uygun işlem şartlarının gösterildiği grafikler sunulmuştur. Burada mikrobiyal yükün tespit edilemediği en düşük sıcaklıktaki işlem şartı (T:56°C, f:200mL/dak ve UI: %100) olarak tespit edilmiştir (R2:1.000). Şekilden de anlaşılacağı üzere 56°C'nin üzerinde düşük akış hızlarında mikrobiyal dekontaminasyon sağlanamamıştır.

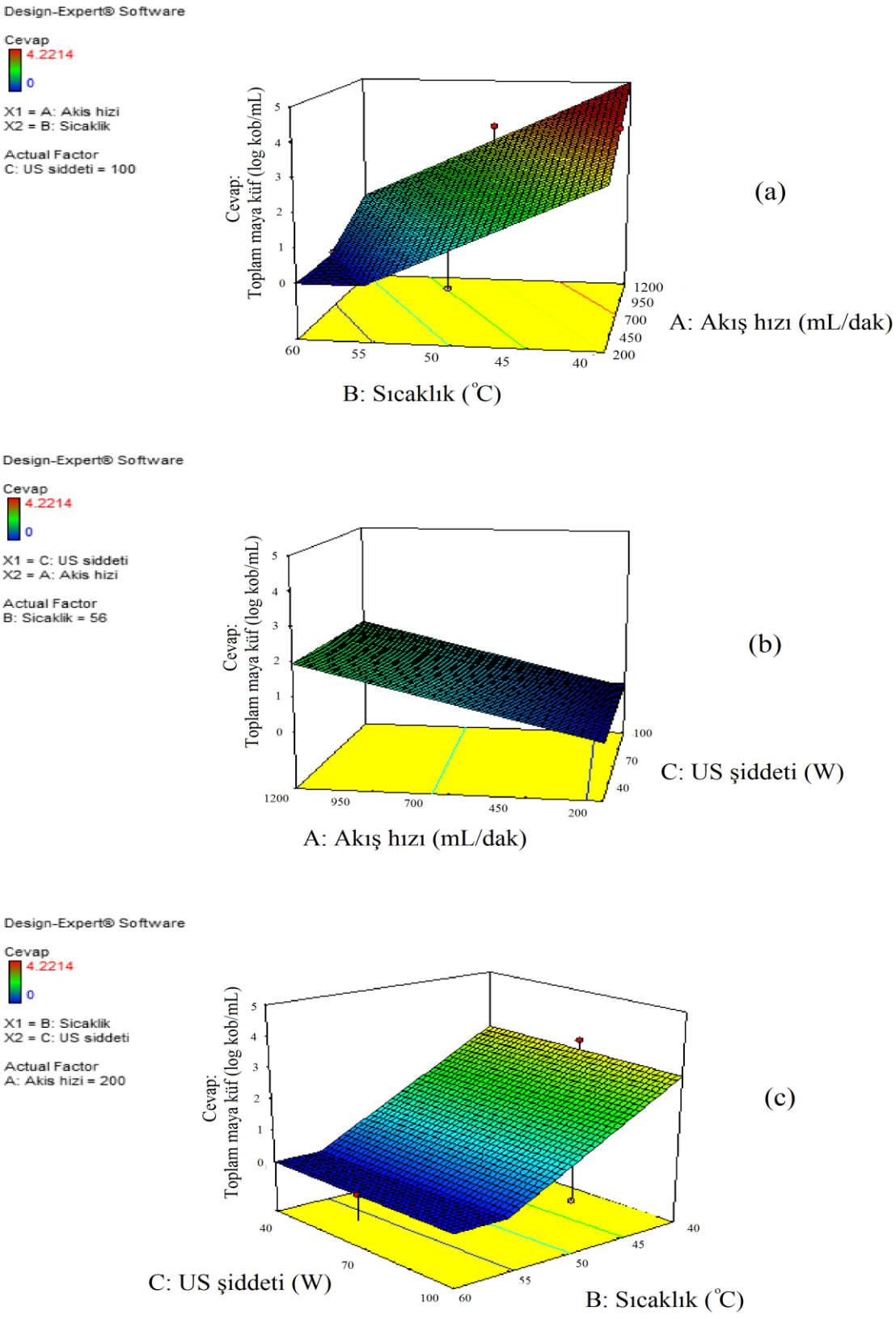
Ürünlerin duyusal özellikleri karşılaştırıldığında duyusal özelliklere en fazla zarar veren parametrenin sıcaklık olduğu ultrases şiddetinin ise çok daha sınırlı olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple bu iki işlem şartlarının da düşük olması istenmektedir. Toplam maya küf yükünün gözlemlenmediği en düşük sıcaklıktaki (56°C) en yüksek ultrases şiddeti tercih edilmiştir. Çünkü US şiddetinin düşmesiyle birlikte daha yüksek sıcaklıkların kullanılması gerekmektedir ki bu da duyusal özelliklerde daha fazla kaybın olması anlamına gelmektedir. Bu nedenle Design Expert programında en düşük sıcaklığın olduğu işlem şartı tercih edilmiştir. Akış hızının duyusal özellik üzerine etkisi bu sıcaklık ve US şiddetine daha fazla kalması açısından yüksek olması tercih edilir. Ayrıca yüksek akış hızı endüstrileşme ve cihazın verimli kullanılması açısından da önemlidir. Bu nedenle optimum noktanın 2 tane üzerinde 2 tane de altında toplam 5 işlem şartı belirlenmiştir.

Yüksek akış hızı hem daha az sıcaklık hem de daha az ultrasese maruz kalma açısından önemli olması nedeniyle maya ve küfün gelişmediği (<1) bir yüksek akış hızında 3US-1 numaralı işlem şartının denenmesi uygun bulunmuştur. Her ne kadar ilk işlem şartında mikroorganizmalar subletal bir etkiye maruz kalmış olabilirler. Bu nedenle depolamanın ilerleyen aşamalarında sıkıntı ortaya çıkabileceği için daha düşük bir sıcaklıkta da depolama işleminin yapılması uygun bulunmuştur (US-2 numaralı işlem şartı). US-3 işlem şartı en düşük sıcaklıkta maya küfleri tamamen inaktif eden bir işlem

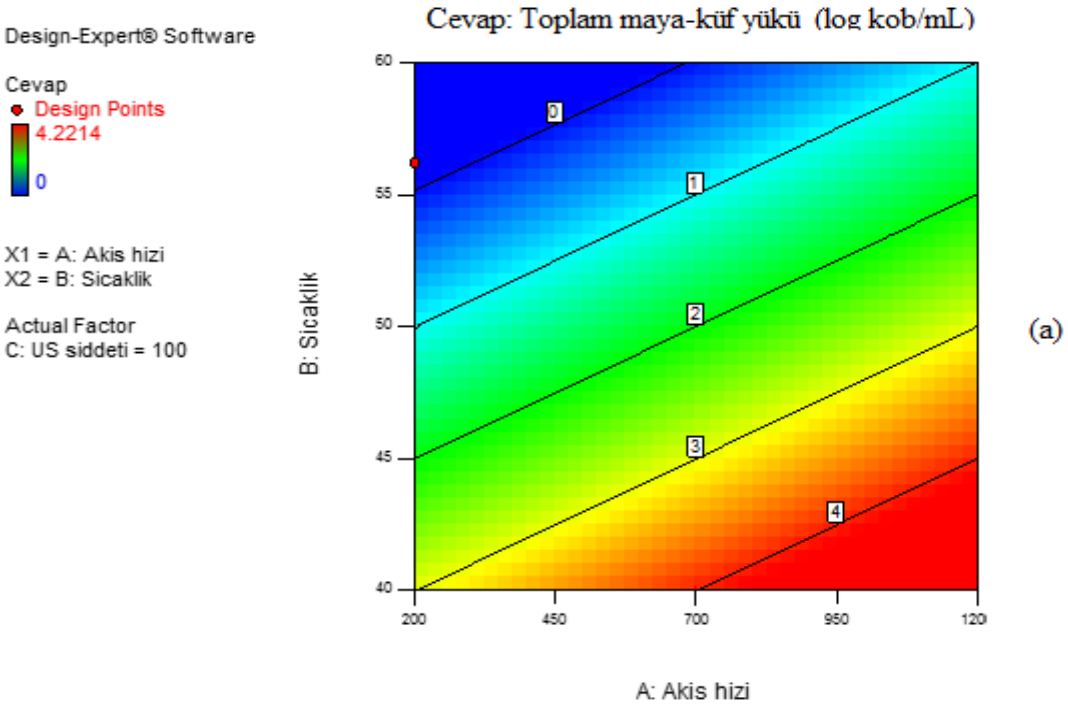
şartıdır. Diğer US-4 ve US-5 numaralı işlem şartları ise nispeten daha düşük sıcaklık/ yüksek akış hızında en az 2 log dekontaminasyonun beklendiği ama tamamen maya küf dekontaminasyonunun beklenmediği işlem şartları olarak seçilmiştir. Bu işlemlerin seçilmesindeki amaç ise depolama sürecinde kalan maya ve küflerin gelişiminin uzatılarak bozulmanın daha düşük sıcaklıklarda sağlanabilirliğinin belirlenmesidir Bu işlemler Çizelge 4.1 'de detaylıca sunulmuştur. Şekil 4.1 ve 4.2 'de ise optimizasyon işlem şartlarının belirlenmesinde kullanılan grafikler sunulmuştur.

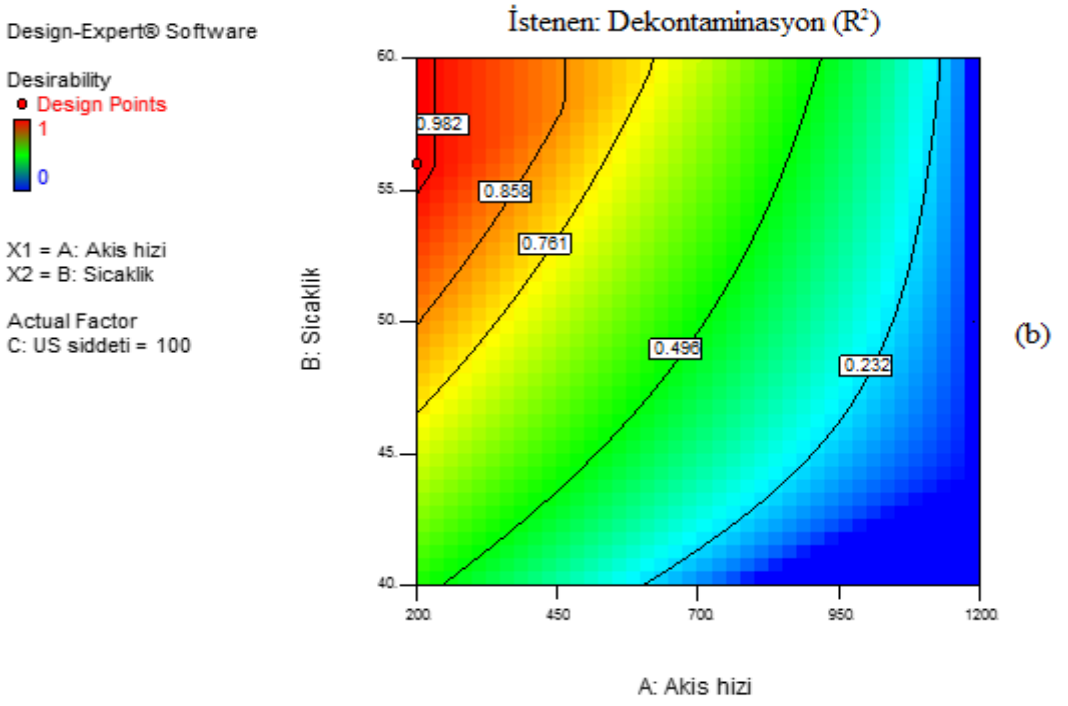
Çizelge 3.2 Ultrases uygulaması için seçilen ultrases uygulamaları

İşlem kodu	**US şiddeti (W)**	**Sıcaklık (°C)**	**Akış hızı (dak./mL)**	**R2**	**Beklenen (log kob/mL)**
US-1	400	60	1.000	0,912	0,707 (<1)
US-2	400	60	200	1.000	0 (<1)
US-3	400	56	200	1.000	0 (<1)
US-4	400	50	500	0,881	1,680
US-5	400	47	200	0,791	1,679



Şekil 3.1 Ultrases işleminin toplam maya ve küf (log kob /mL) dekontaminasyonuna etkisi





Şekil 3.2 Ultrasın işleminin toplam maya ve küf (log kob /mL) dekontaminasyon optimum noktası

3.2.2 Isıl İşlem Uygulanması

Şalgam suyunda ısıl işlem uygulaması, hacimce 6 ay depolamayı karşılayacak şekilde uygun bir şişe içerisinde yapılmıştır. Isıl işlem uygulanacak olan şişe ağzı kapatılarak işlem öncesinde steril edilmiştir. Yaterli miktarda şalgam suyu şişe içerisine alınarak şişenin ağzı aliminyum folyo ile sarılmış ve manyetik ısıtıcı (IKA, C-MAG HS 7 S000, Almanya) da 72˚C' de 20 saniye ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem uygulaması Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Isıl işlem uygulaması yapılırken sıcaklık kontrolü manyetik ısıtıcıya bağlı dijital termometre ile yapılmıştır. Isıl işlem uygulaması bittikten hızlı bir şekilde soğutulduktan sonra 100 mL'lik steril şişelere doldurulan şalgam suyu +4˚C'de depolamaya alınmıştır.



Şekil 3.2 Isıl işlem uygulaması

3.2.3 Şalgam Sularının Depolanması

Ultrases işlemi ve ısıl işleme tabi tutulan şalgam suları, işlemlerden hemen sonra 100 ml' lik steril şişelere doldurularak kapakları hızlı bir şekilde kapatılmasının ardından +4˚C' de soğuk hava deposunda depolanmıştır. Şişelerin ve şişelerin konulduğu karton kutular üzerine şişeler arasında karışıklığa neden olmasını engelleyecek ilgili işlem numaraları yazılarak depolama yapılmıştır. Depolama için yapılan düzenleme Şekil 3.3' de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Depolamaya hazırlanmış olan şalgam şişeleri

3.3 Şalgam Sularında Yapılan Fizikokimyasal Analizler

3.3.1 Toplam Kuru Madde Tayini

Kuru madde yapılacak şalgam sularının konulacağı cam kaplar öncelikle sabit tartıma gelinceye kadar 105°C'de kurutularak desikatöre alınmış ve soğuması gerçekleştirilmişitr. Desikatörde soğuması gerçekleşen tartım kaplarının daraları alınarak içlerine şalgam sularından belli bir miktar konularak 105°C' de etüve (Memmert UF-110, Almanya) koyulmuş ve 2,5 saat bekletilmiştir. Beklenen bu sürenin ardından meydana gelen ağırlık kaybı % kuru madde olarak tespit edilmiştir [59].



a b

Şekil 3.4 Şalgam sularının hassas terazide tartımı (b) toplam kuru madde miktarı için etüvde kurutulması (a)

% Toplam Kurumadde Miktarı (g/100g-mL) = T2-T1 / Ö ×100 (3.1)

T1: Kabın darası (g)

T2: Kabın darası+ kuru madde

Ö: Alınan örnek miktarı(g)

3.3.2 Suda Çözünür Kurumadde

Suda çözünür kuru madde miktarı şalgam suları 20 °C' de Abbe refraktometresi (ABBE 5, United Kingdom) kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5 Şalgam suları için pH belirlenmesi

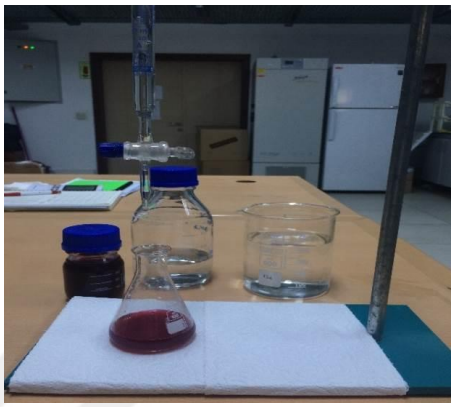
3.3.3 Asitlik Tayini

Asitlik tayini için, depolama süreleri gelen örnekler önce rondodan sonra blenderdan geçirilip ezme halinde, 10 g tartılarak 100 mL' lik ölçülü balona aktarılmış, balon işaretine kadar damıtık su ile tamamlanmış ve karıştırılmıştır. Daha sonra ölçü balonu içeriği adi filtre kağıdı ile süzülüp, filtrattan 25 mL bir erlenmayer içerisine alınmıştır. Üzerine, 2-3 damla %1'lik fenolftalein indikatörü damlatıldıktan sonra 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile pembe rengine dönünceye kadar titre edilmiştir. Asitlik,

aşağıdaki formül yardımıyla laktik asit cinsinden %(mg/L Laktik asit) olarak hesaplanmıştır [61]



a



b

Şekil 3.6 Şalgam sularının 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmesi (a) titrasyon işleminin tamamlanmış son hali (b)

Titrasyon Asitliği %=(V×F×E×100)/M (3.2)

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü

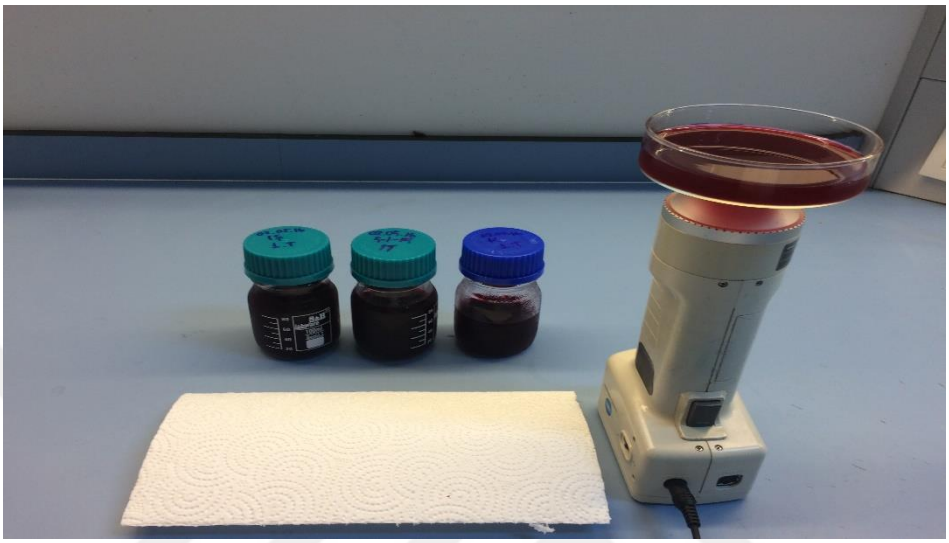
E: 1 mL 0,1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktar, g

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı mL veya g

3.3.4 Renk Analizi

Çalışmada üç boyutlu renk ölçümü esasına dayanan kolorimetre (Konica Minolta CR-400, Japonya) kullanılmıştır. Cihazın standart seramik tabakası kullanılarak kalibre edilmiştir ve örnekler ölçüm kaplarına yerleştirilerek L*, a* ve b* değerleri cinsinden renk analizleri yapılmıştır. Renk değerleri L*, a* ve b* şeklinde tanımlandı. L* değeri

beyazlık-siyahlık göstergesi olup 0 (siyah) ile 100 (beyaz) değerleri arasında, a* değeri yeşillik-kırmızılık olup –60 (yeşil) ile +60 (kırmızı) değerleri arasında ve b* değeri mavilik-sarılık göstergesi olup –60 (mavi) ile +60 (sarı) değerleri arasında değişimi göstermektedir. Şekil 3.7' de renk ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Şalgam suları için renk ölçümlerinin yapılması

3.3.5 Tuz Tayini

Mohr Yöntemi ile tuz tayini yapılmıştır. Yöntem, ortamda bulunan Cl- iyonlarını AgNO3 ile muamele ederek AgCl halinde çöktürmek ve reaksiyona girmeyen $AgNo_3$'ın, indikatör olarak ilave edilen potasyum kromat ile kiremit kırmızısı renkli gümüş kromat oluşturması esasına dayanır.

Depolama süreleri gelen örneklerden 10'ar g tartılmış, 250 mL' lik ölçü balonuna aktarılmış ve balon hacmine kadar damıtık su ile tamamlanmıştır. Çözeltiden 25 mL erlene aktarılmış ve 5N NaOH ile nötralize edilmiştir. Sonrasında üzerine 1 mL % 5'lik potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü ilave dilip, 0,1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile titre edilmiştir. Tuz tayini için titrasyonda harcanan miktar not edilmiştir.

Tuz Miktarı, % = V×(f)×(0,005844)×(Sf)× 100 (3.3)

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N $AgNO_3$ miktarı mL

f: 0,1N $AgNO_3$ çözeltisinin faktörü

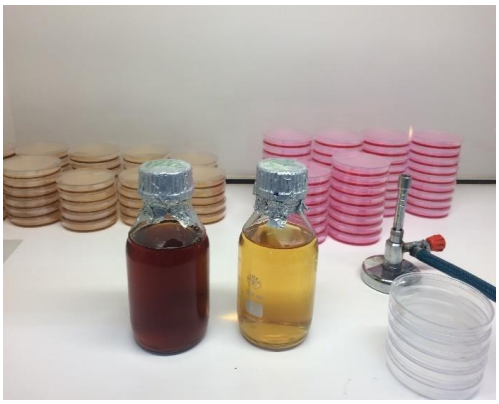
0,005844: 1mL 0,1N $AgNO_3$ çözeltisinin eşdeğeri 0,005844 g NaCl'dür.

3.3.6 pH Analizi

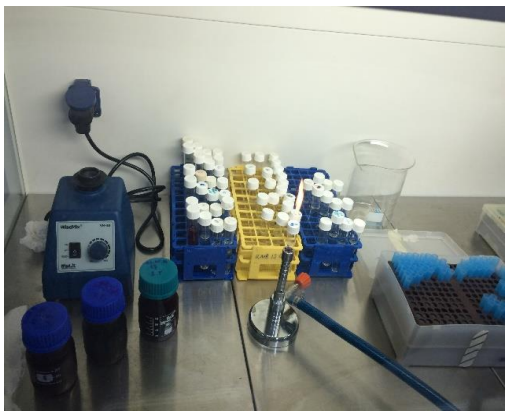
İşlemler sonunda ve depolama süresi gelen şalgam sularının pH değerleri, pH metrenin (Thermo Scientific Orion Star A111, Indonesia) kalibrasyonu sağlandıktan sonra şalgam suyuna doğrudan pH metre probu daldırılarak 20°C' de belirlenmiştir. Şekil 3.5' de pH işlemi gösterilmiştir [60].

3.4 Mikrobiyolojik Analizler

Bu çalışmada mikrobiyolojik analizler, 6 aylık depolama süresince mezofilik-aerobik bakteri, toplam maya-küf, toplam laktik asit bakterisi ve toplam koliform analizi yapılmıştır. Çalışmada gerekli konsantrasyonlar hazırlanarak dilüsyonları alınıp uygun besiyerleri üzerine bu dilüsyonlardan ekimler yayma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde her işlemden ikişer tekerrür olacak şekilde 14 numuneyle çalışılmıştır. İlk bir aya kadar olan zamanda 15 günde bir analiz yapılırken birinci aydan sonra ayda bir analiz yapılmıştır. Şekil 3.8' de mikrobiyolojik analizler ve ekim işlemi gösterilmiştir.



a

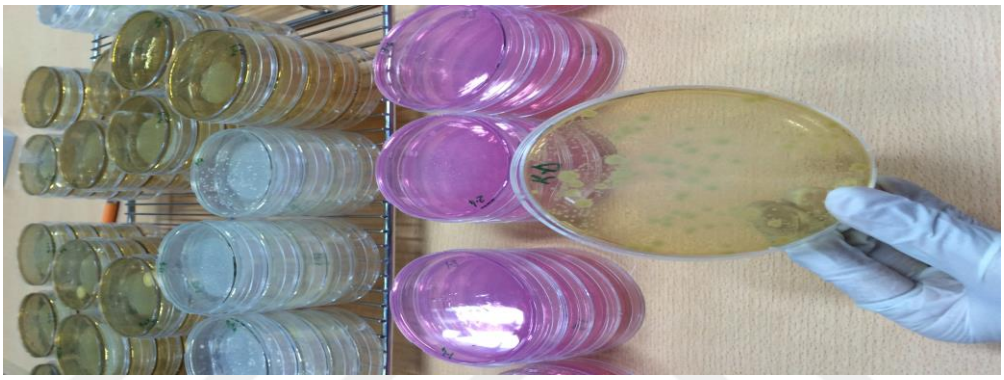


b

Şekil 3.8 Şalgam sularında mikrobiyolojik analizler için besi yerlerinin hazırlanması (a) steril kabinde mikrobiyolojik ekim işleminin yapılması (b)

3.4.1 Toplam Mezofilik-Aerofilik Bakteri (TMAB) Sayısının Belirlenmesi

Her bir örnek için dilüsyon çözeltisi olarak peptonlu su (%0,1) kullanılarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. En az bir gün önceden Plate Count Agar (PCA) besiyeri (Merck) hazırlanıp petri kutularına dökülerek kurutulmuştur. Şalgam suyundan ve dilüsyonlardan 0,1ml alınarak petri kutularına ilave edilmiş ve drigalski spatülü ile yayılmıştır. Petriler 37°C' de 48 saat inkübe edilerek bu süre sonunda oluşan koloniler sayılmış ve tanımlanabilen limit seviyesi 1 log10 olarak kabul edilmiştir. Şekil 3.9' da TMAB sayımı gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Farklı US işlemleri uygulanmış şalgam sularında TMAB sayımı (a)

3.4.2 Toplam Maya-Küf Sayısının Belirlenmesi

Her bir örnek için dilüsyon çözeltisi olarak peptonlu su (%0,1) kullanılarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. En az bir gün önceden Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar besiyeri (Merck) hazırlanıp petri kutularına dökülerek kurutulmuştur. Şalgam suyundan ve dilüsyonlardan 0,1ml alınarak petri kutularına ilave edilmiş ve drigalski spatülü ile yayılmıştır. Petriler 28°C' de 4-5 gün inkübe edilerek bu süre sonunda oluşan koloniler sayılmış ve tanımlanabilen limit seviyesi 1 log10 olarak kabul edilmiştir. Şekil 3.10' da maya küf sayımı gösterilmiştir.



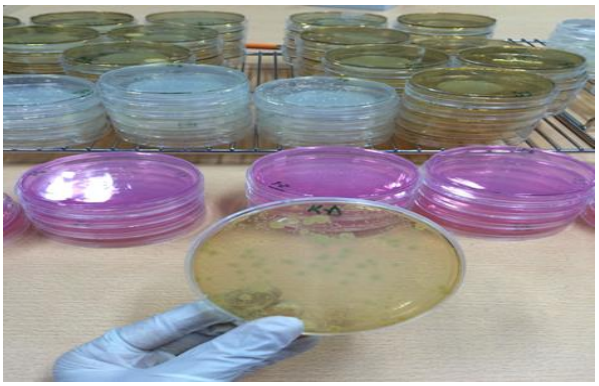
Şekil 3.10 Farklı US işlemleri uygulanmış şalgam sularında maya-küf sayımı (a)

3.4.3 Koliform Bakteri Sayısının Belirlenmesi

Her bir örnek için dilüsyon çözeltisi olarak peptonlu su (%0,01) kullanılmıştır. En az bir gün önceden FDA-BAM'a göre 2 dakika kaynatılarak hazırlanan Violet Red Bile Agar (VRBA) 48°C'ye soğutulduktan sonra petrilere 10 mL dökülüp katılaştıktan sonra ekim yapılmıştır. Kolonilerin yüzey büyümesi ve yayılmalarını engellemek için üzerine 5 mL VRBA dökülmüştür. Şalgam suyu ve dilüsyonlardan 0,1mL alınarak petri kutularına ilave edilmiş ve drigalski ile yayılmıştır. 35ºC'de 18-24 saat süreyle inkübe edilen petrilerden sayım yapılarak toplam koliform sayısı belirlenmiştir [62]. Analizlerde her işlemden ikişer tekerrür olacak şekilde 14 numuneyle çalışılmıştır. İlk bir aya kadar olan zamanda 15 günde bir analiz yapılırken birinci aydan sonra ayda bir analiz yapılmıştır.

3.4.4 Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayısının Belirlenmesi

Her bir örnek için dilüsyon çözeltisi olarak peptonlu su (%0,01) kullanılmıştır. En az bir gün önceden Man, Rogosa and Sharpe (MRS) agar sterilize edildikten sonra petrilere dökülmüş ve petriler katılaştıktan sonra besiyerine uygun dilisyonlarda yayma yöntemine göre ekim yapılarak anaerobik şartlarda 30ºC'de 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon sontrası petrilerden krem renkli kolonilerin sayımı yapılarak toplam LAB sayısı belirlenmiştir. Şekil 3.11' de LAB' nin gelişimi gösterilmiştir.



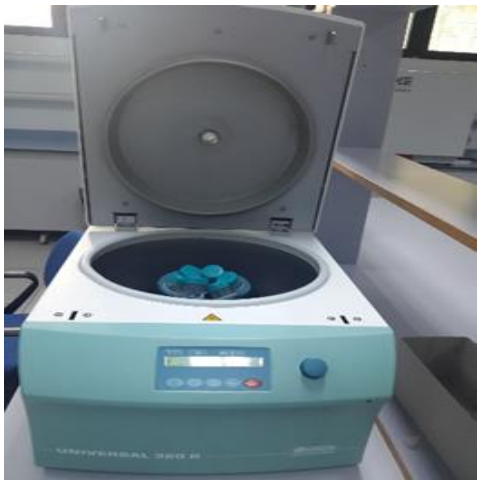
Şekil 3.11 farklı US işlemlerinin uygulandığışalgam sularında LAB'nin anaerobik ortamlarda oluşturdukları koloniler

3.5 Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi

Antioksidan özelliklerin belirlenmesi için yapılan analizler, depolama süresi boyunca 6 aylık süreçte analiz süresi gelen şalgam suyu örneklerinde tekrarlanmıştır. Bu analizlerin yapılması için ekstraksiyon işlemi uygulanarak şalgam suları analize hazır hale getirilmiştir.

3.5.1 Ekstraksiyon İşlemi

Şalgam sularında ekstraksiyon işlemi yapılırken işlem günü ve depolama sırasında analiz sırası gelen 100 mL şalgam suyu örneklerinden mikrobiyolojik analiz sonrası kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu için metanol (MERCK) çözgeni kullanılmıştır. Şalgam suyu örneklerinden 5 mL alınıp %80' lik metanol çözgeni ile 25 mL' ye tamamlanarak 1/5 oranında seyreltilmiştir. Elde edilen çözeltiler 1 dakika boyunca homojenizatörde (DAIHAN, HG-15A, Korea) karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen bu çözeltiler 2,5 saat boyunca Şekil 3.12' de gösterildiği gibi çalkalayıcıda çalkalanarak inkübasyona bırakılmıştır. 4100 rpm' de 25˚C'de 10 dakika boyunca santrifüjlenmesi (Hettich 320R, Almanya) sağlanmıştır. Santrifüjleme sonunda çözeltiyi meydana gelen çökelmeden ayırmak için adi filtre kağıdı yardımı ile filtrasyon işlemi uygulanarak ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.



a



b

Şekil 3.12 Şalgam sularının metanolle hazırlanan ekstraksiyonu için santrifüjleme işlemi(a) santrifüjleme öncesi ekstraktların inkübasyona bırakılması (b)

3.5.2 Toplam Fenolik Miktarının Belirlenmesi

Toplam fenolik miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu metodu ile spektrofotometrik olarak yapılmıştır. FCR (Folin Fenol Reaktifi veya Folin-Denis reaktifi) fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı bir reaktiftir ve fenolik, polifenolik antioksidanlar kolorimetrik olarak analiz edilir. Singleton ve Rossi tarafından geliştirilen ve modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Şalgam suyu ve metanolle (%80) hazırlanan ekstrakttan 0.5 mL alınmış ve 15 sn aralıklarla 2,5 mL Folin- Ciocelteau fenol çözeltisi (0,2N) ilave edilmiştir. Bu işlem sonrasında 3 dakika bekletilen tüplere 2 mL %7,5 Na_2CO_3 çözeltisi ilave edildikten sonra tüpler, 30 dakika karanlık ortamda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda maviye dönen karışımın rengi 760 nm' de spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-1800, Japonya) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar her işlemde 3' er paralel şeklinde litrede gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Çalışmada toplam fenolik miktarının belirlenmesinde kullanılan formül Eşitlik 3.5'de verilmiştir :

TFMM (mg/L) = (Absorbans – 0,0821)/0,0111 × Dilüsyon Faktörü (3.5)



a



b

Şekil 3.13 Toplam fenolik miktarının belirlenmesi için kullanılan spektrofotometre cihazı (a) örneklerin hazırlanması spektrofotometrede okumaya hazırlanması (b)

3.5.3 Toplam Antosiyanin İçeriğinin Belirlenmesi

Şalgam suyunun metanolle filtre edilerek hazırlanan ekstrakttan 0,8 mL alınıp ayrı ayrı 3,2 mL pH: 1 ve pH 4.5 tamponlarıyla karıştırılmıştır. Bukarışım 30 dakika karanlık ortamda bekletildikten sonra bu süre sonunda spektrofotometrede örneklerin en yüksek absorbans gösterdiği 510 ve 700 nm' de ayrı ayrı değerleri ölçülerek pH değişimine bağlı olarak hesaplanması yapılmıştır. Sonuçlar her işlem için 3' er paralel olarak cyanidin-3-glucoide cinsinden rapor edilmiştir. Çalışmada toplam fenolik miktarının belirlenmesinde kullanılan formül Eşitlik 3.6'de verilmiştir :

TFMM (mg/L) = (Absorbans – 0,0821)/0,0111 × Dilüsyon Faktörü (3.6)

3.5.4 Antiradikal Aktivite (DPPH) Analizi

Şalgam suyunun metanolle filtre edilerek hazırlanan ekstrakttan viallere 0,1 mL alınıp 20 sn aralıklarla 5 mL DPPH (2,2-diphenyl-1-pcyrylhydrazyl) çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra oluşan karışım vorteks (DAIHAN, VM-10, Korea) kullanılarak karıştırılmış ve 27˚C'de karanlık ortamda 20 dakika boyunca bekletilmiştir. Bekleme süresinin ardından 517nm' de spektrofotometrede okunarak sonuçlar ifade edilmiştir. Koyu mor renkli bir radikal olan DPPH radikali ortamdaki antioksidan varlığında bir proton alarak renksiz bir bileşik olan DPPH indirgenmiş molekülüne dönüşmektedir. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak metanol kullanıldığından dolayı DPPH çözeltisi de metanol ile hazırlanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar her işlem için 3' er paralel olacak şekilde troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

Antiradikal aktivite analizinden eldeedilen sonuçların hesaplamaları için gerekli eşitlikler 3.7, 3.8' de verilmiştir.

%ARA=[(Ak-Aö)/Ak]×100 (3.7)

Ak: Kontrol örnek absorbans değeri (etanol)

Aö: Örnek absorbans değeri

Troloks eşdeğerlilik (mg/mL) = [(Ak-Aö) – 0,0542]/1,5902 (3.8)

Ak: Kontrol örnek absorbans değeri (etanol)

Aö: Örnek absorbans değeri

3.6 Bulanıklık Kalite Özellikleri

3.6.1 Bulanıklık Seviyesi

Bulanıklık seviyesi 15 mL şalgam suyu 760xg' de santrifüjlendikten sonra doğrudan türbidimetre (WTW Turb 355 IR Almanya) cihazına konulmasıyla belirlenmiştir.

3.6.2 Bulanıklık Kararlılığı

Şalgam suyu 4200x g' de santrifüjlemeden önce ve santrifüjledikten sonra bulanıklık seviyesi ölçülmüş ve oranlanarak bulanıklık kararlılığı % olarak ifade edilmiştir[63].

3.7 Vizkozite Analizi

Viskozite analizleri Brookfield viskozimetresi (Brookfield Model DV2T-LV viscometer, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Viskozitesi 100, RPM hızında ölçülmüştür. Örneklerden UL adaptöre 16mL kolunmuş ve ölçümler 15 s aralıklarla 1 dakika boyunca yapılmış ve ortalama değeri alınmıştır. Elde edilecek viskozite verilerine göre akış davranışı ve en uygun model belirlenmiştir.

3.8 Duyusal Analiz

Duyusal analizler, en az 12 eğitimli panelist tarafından 9 skalalı (1-9 arası) hedonik gösterge çizelgesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizde örnekler; görünüş, tat, koku, aroma, bulanıklık/tortu, kıvam ve genel beğeni kriterlerine göre değerlendirilmiştir. 1 aşırı kötüyü, 9 da mükemmeli temsil edecek şekilde skorlar

değerlendirilmiştir. Duyusal analizler 0. gün, 30. gün, 60. gün ve 90. günlerde yapılmış ve sonuçlar bu değerlerin ortalaması şeklinde tabloda ifade edilmiştir.

3.9 Verilerin İstatitiksel Analizi

En uygun ısıl olmayan pastörizasyon (US veya UV) normunun belirlenmesi için "Response Surface" metodu kullanılarak ön denemeler yapılmıştır. Çalışmada üç faktör ve üç seviyeli Box-Behnken dizaynına göre belirlenen 15 farklı faktör kombinasyonunda işlem gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında ultrases ve ultraviyole işlemleri için ayrı ayrı optimizasyon yapılmıştır. Elde edilecek sonuçlar (response) ortamdaki toplam maya küf inaktivasyonu olmuştur. Elde edilen verilerin analiz edilmesinde ise Design Expert 8 programı kullanılmıştır. Veriler arasındaki farklılık için yapılacak olan varyans analizinde ise SPSS.15 paket programı kullanılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Analizler ve bu analizlerin istatistiksel analizleri 2' şer papalel olarak ve her paralelden 3' er tekerrür olarak yapılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Optimize İşlem Şartlarıyla Üretilen Şalgam Sularının Depolama Sürecindeki Değişimi

Piyasadan satın alınan şalgam sularına uygulanan 5 farklı işlem (Çizelge 4.1), kontrol (herhangi bir işlem uygulanmamıştır) ve ısıl işlem (72°C'de 20 s) uygulaması sonucunda kalite özelliklerindeki değişimler 6 ay boyunca belirlenmiştir. Bu süreç içerisinde depolama işlemine devam edilmiş olup 6 aylık sonuçlar alınmıştır.

4.1.1 Mikrobiyal Yükdeki Değişimler

Şalgam suyuna uygulanan işlemler sonrasında mikrobiyal yükdeki değişimler (Toplam maya-küf, Toplam mezofilik-aerobik bakteri (TMAB), Laktik asit bakterileri (LAB) ve Toplam koliform) depolama boyunca belirlenmiştir. Toplam maya ve küf içeriği ve LAB'deki değişimler Çizelge 4.2 ve 4.3 'de sunulmuş olup, ilk üç işlem şartında tamamen bir inaktivasyon tespit edilmiştir. TMAB değişimler (Çizelge 4.4) ilk 4 işlemde yaklaşık 5-6 kob/mL civarında 5. işlemde ise 2 log civarında dekontaminasyon olmuş olup sadece US-2 işlem şartı ısıl işleme eş değer bir düzeyde dekontaminasyon sağlamıştır. Ayrıca toplam koliform bakteri sayısı 6 aylık depolama boyunca incelenmiş olup, işlemler sonucunda herhangi bir koliform bakteriye rastlanmamıştır (<1 kob/mL).

4.1.1.1 Toplam Maya Küf Sayısındaki Değişimler

Arıcı M, tarafından şalgam suyu ile yapılan bir çalışmada toplam maya sayısı 3.5x105 - 1.1x107 kob/mL olarak bildirilmiştir[69].

Güneş G,ürettiği şalgam sularında toplam maya sayısını 6.76-8.96 log kob/mL olarak bildirmiştir[70].

Depolama boyunca şalgam sularında ki toplam maya ve küf sayısı US-1 işleminde <1 log kob/mL ile 2,43 log kob/mL; US-2' de <1 log kob/mL ile 3,40 kob/mL; US-3' de <1 log kob/mL ile 3,42 log kob/mL; US-4' de 2,54 log kob/mL ile 4,14 log kob/mL; US-5' de 2,73 log kob/mL ile 3,52 log log kob/mL arasında değişim göstermiştir.

Şalgam sularında kontrol (herhangi bir işlem uygulanmamış) numunesinin depolama boyunca toplam maya ve küf içeriği 2,70 log kob/mL ile 4,69 log kob/mL arasında değişim göstermiştir. Isıl işlem (72°C-20s) uygulamasında ise 6 aylık depolama sonucunda toplam maya ve küf sayısı <1 kob/mL ile 3,93 kob/mL arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.2 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam maya küf (log kob/mL) yükündeki değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	$<1^{abA}$	$<1^{abA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$2,43\pm0,97^{bA}$	$2,24\pm1,75^{bA}$	$1,74\pm2,46^{abA}$
US-2	60	200	$<1^{abAB}$	$<1^{abA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$2,85\pm0,09^{bAB}$	$3,40\pm3,40^{bA}$	$2,90\pm4,10^{bA}$
US-3	56	200	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$3,06\pm0,38^{bAB}$	$3,42\pm2,99^{bA}$	$2,77\pm3,91^{bA}$
US-4	50	500	$3,01\pm0,06^{abBC}$	$3,13\pm0,14^{abB}$	$3,10\pm0,41^{aB}$	$2,81\pm0,13^{abB}$	$2,54\pm0,08^{aB}$	$4,14\pm0,24^{bBC}$	$2,96\pm1,92^{abA}$	$3,32\pm1,41^{abA}$
US-5	47	200	$2,73\pm0,50^{aB}$	$3,32\pm0,06^{aB}$	$3,33\pm0,23^{aB}$	$3,11\pm0,09^{aC}$	$3,52\pm0,11^{aD}$	$3,06\pm0,34^{aAC}$	$2,98\pm1,33^{aA}$	$3,36\pm0,90^{aA}$
Kontrol			$4,39\pm0,01^{aC}$	$3,74\pm0,35^{aB}$	$3,29\pm0,26^{aB}$	$2,71\pm0,06^{aB}$	$2,97\pm0,33^{aC}$	$4,69\pm1,18^{aC}$	$3,55\pm2,61^{aA}$	$2,70\pm3,82^{aA}$
Isıl İşlem (72°C-20s)			$<1^{abA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$<1^{aA}$	$3,93\pm2,24^{cBC}$	$3,15\pm2,19^{cA}$	$2,35\pm3,32^{bcA}$

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

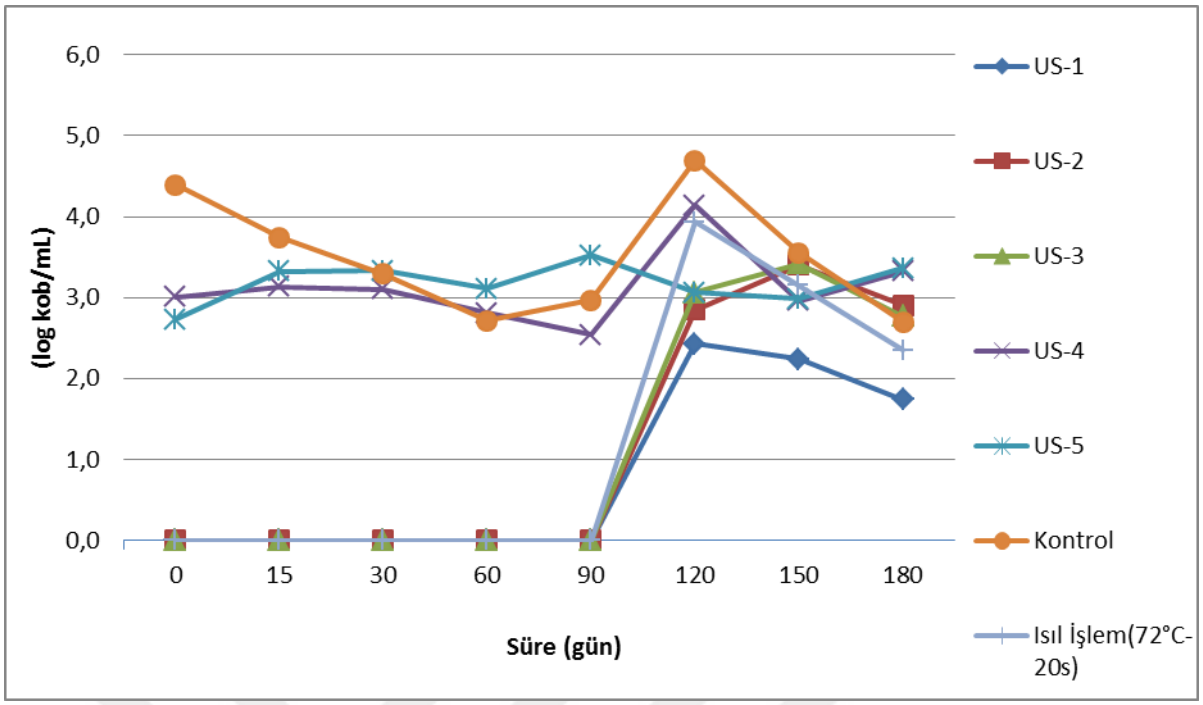
US-1 işleminde 3 aylık süre içerisinde toplam maya ve küf gelişimi gözlemlenmemiştir. Ancak 4. ay başlangıcında 2.43 log kob/mL' lik bir artış söz konusu olmuştur. Fakat 5. ay ve 6. ay sonuçlarına bakıldığında bu değerin düşüşe geçtiği görülmüştür.

Depolama süresince US-2 ve US-3 kodlu işlemlere tabi tutulan şalgam sularında ilk 3 aylık periyotta herhangi bir maya ve küf gelişimi gözlemlenmemiş olup, 3. ayın sonundan itibaren maya ve küf gelişimi gözlemlenmiştir. Varyans analizleri sonucunda da ilk 3 ay sonuçları arasında istatistiksel olarak benzerlik olduğu bunun yanında 4, 5 ve 6. aylar arasında da yine istatistiksel olarak benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

US-1, US-2 ve US-3 işlemleri kontrol (herhangi bir işlem uygulanmamış) işlemiyle karşılaştırıldığında bu 3 işlemin (US-1, US-2 ve US-3) her birinin genel olarak kontrol işlemine göre daha az maya ve küf gelişimine olanak verdiği gözlemlenmiştir. Yine bu 3 işlem (US-1, US-2 ve US-3) diğer işlemlerden US-4 ve US-5 ile karşılaştırıldığında daha az bir maya ve küf oluşumunun tespit edildiği gözlemlenmiştir.

En düşük sıcaklık ve akış hızında işlem uygulanan US-5 kodlu şalgam sularında depolama boyunca toplam maya ve küf sayısının 4. aya kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir bu durum 4. aydan itibaren değişkenlik göstermiştir ancak toplam maya ve küf gelişiminin hiçbir işlem uygulanmamış şalgam sularına yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol, ısıl işlem ve ultrases uygulanan şalgam sularının depolama süreleriyle birlikte şalgam sularındaki toplam maya küf gelişimine etkisi Şekil 4.3' de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam maya küf (log kob/mL) yükündeki değişimi

4.1.1.2 Toplam Laktik Asit Bakteri Yükündeki Değişimler

Aydar A, tarafından yapılan çalışmada laktik asit bakteri sayısı 1.2x104 - 4.8x107 kob/mL arasında bildirilmiştir [71]. Güneş G, ise laktik asit bakteri sayısını 7.60-8.95 log kob m/L olarak bildirmiştir[72].

US-1, US-2, US-3 ve Isıl İşlem (72°C-20s) işlemlerine tabi tutulan şalgam sularında 6 aylık depolama boyunca toplam laktik asit bakteri gelişimi tespit edilmemiştir ve bu işlemlerin varyans analizlerine bakıldığında istatistiksel bir fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.3 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam laktik asit bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi**

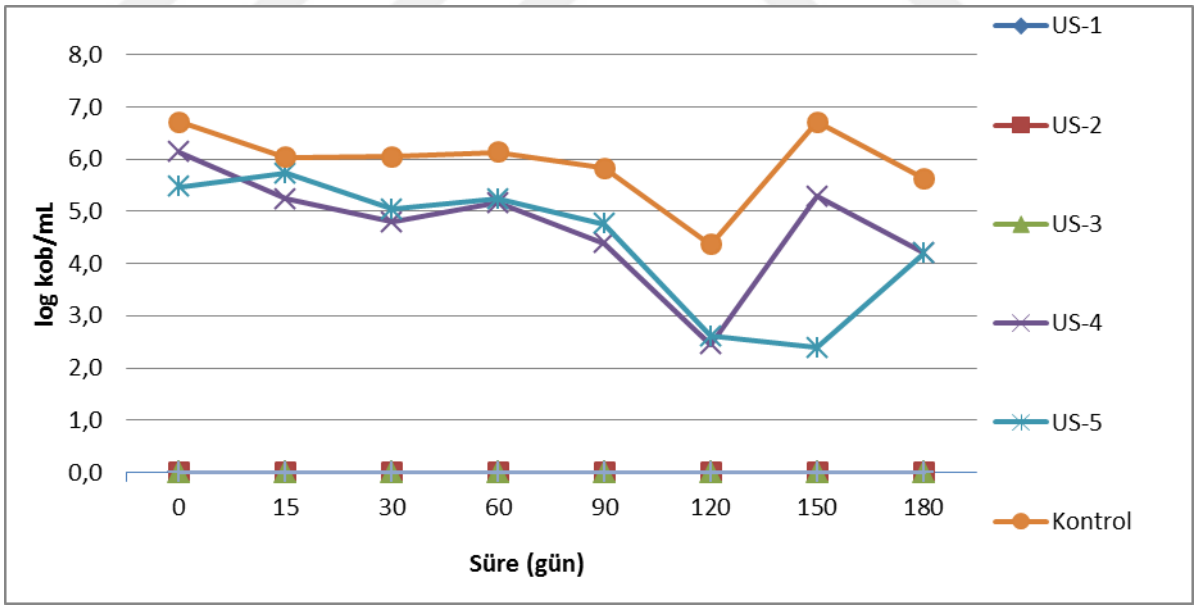
	İşlemler*		Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	<1aA	<1aAB	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA
US-2	60	200	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA
US-3	56	200	<1aA	<1aB	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA
US-4	50	500	6,13±0,10dB	5,24±0,09dC	4,79±0,17cB	5,16 ±0,15cB	4,39 ±0,23bB	2,45 ±0,18aB	5,29 ±0,18cC	4,20 ±0,41bB
US-5	47	200	5,47±0,21aA	5,73 ±0,13aC	5,04 ±0,10aB	5,23 ±0,02aC	4,76 ±0,21aC	2,61 ±0,11aC	2,39 ±3,37aB	4,19 ±1,14aB
Kontrol			6,71±0,11bcB	6,03 ±0,08cC	6,05 ±0,09bcC	6,13 ±0,03bcD	5,82 ±0,5bcD	4,36 ±0,03aD	6,71 ±0,03cC	5,63 ±0,13bC
Isıl İşlem (72°C-20s)			<1bA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA	<1aA

. *İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

50°C sıcaklıkta 500 dak/L akış hızında işlem uygulanan US-4 kodlu şalgam sularında 6 aylık depolama süresince toplam laktik asit bakteri sayısının 2.45 log kob/mL ile 6.13 log kob/mL arasında değiştiği kaydedilmiştir. Değerler arasında 0 ie 15. günün kendi arasında, 1, 2 ve 4. ayların kendi arasında, 3 ve 5. Ayında kendi arasında istatistiksel açıdan benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

n düşük sıcaklık ve akış hızında işlem uygulanan US-5 işlemine ait şalgam sularında 6 aylık depolama boyunca toplam laktik asit bakteri sayısının 2.39 log kob/mL ile 5.73 log kob/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolama süresi arttıkça nispeten toplam laktik asit bakteri sayısında düşüş olduğu görülmüşse de bu düşüş istatistiksel olarak farlılık göstermemiştir. Depolama süresince değerler arasında varyans analizi sonucunda toplam laktik asit bakteri gelişimi bakımından istatistiksel olarak benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Isıl işlemde laktik asit bakterisi gözlemlenmezken US-4 ve US-5 işlemlerinde ısıl işleme göre 6 log kob/mL' ye varacak şekilde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Şalgam sularına uygulanan işlemlerin 6 aylık depolama süresince toplam laktik asit bakteteri gelişimine etkisi Şekil 4.4' deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam laktik asit bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi

4.1.1.3 Toplam Mezofilik-Aerobik Bakteri Yükündeki Değişimler

Arıcı M, şalgam suyu üzerinde yaptığı bir çalışmada, toplam mezofil aerobik bakteri sayısını T.S.E.'de belirtilen değerlerden yüksek olarak 2.7x106 –6.1x107 kob/mL arasında belirlemiştir. Güneş G, yaptığı çalışmasında toplam mezofil aerobik bakteri sayısını 7.6-8.1 log kob/mL olarak belirlemiştir.

60°C de sıcaklıkta 1.000 dak/L akış hızında ultrasonik işlem şartına maruz bırakılan 3US-1 kodlu şalgam suyunun 6 aylık depolama süresi boyunca toplam mezofilik-aerobik bakteri yükü <1 log kob/mL ile 5.18 log kob/mL arasında değiştiği görülmüştür.

US-1 kodlu şalgam suları kontrol ile karşılaştırıldığında ise kontrole göre toplam mezofilik-aerobik bakteri sayısı bakımından ciddi bir düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Aşagıdaki tabloya bakıldığında US-3 işlem basamağında varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak ciddi farklar olduğu tespit edilmiştir. Değerler depolama süresi boyunca değişkenlik arz etmiş olumakla beraber 6. ay analizleri sonucunda toplam mezofilik-aerobik bakteri sayısında ciddi miktarda bir düşüş görülmüştür. Kontrol ile 3US-3 işlemi karşılaştığında kontrol işleminin toplam mezofilik-aerobik bakteri sayısı bakımından daha fazla gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. US-3 işlem şartlarıyla ultrasese tabi tutulan şalgam suları, US-4 ve US-5 işlemlerine tabi tutulan şalgam sularına göre daha fazla dekontaminasyon göstermiştir ve bu fark istatistiksel olarak da önemli görülmüştür.

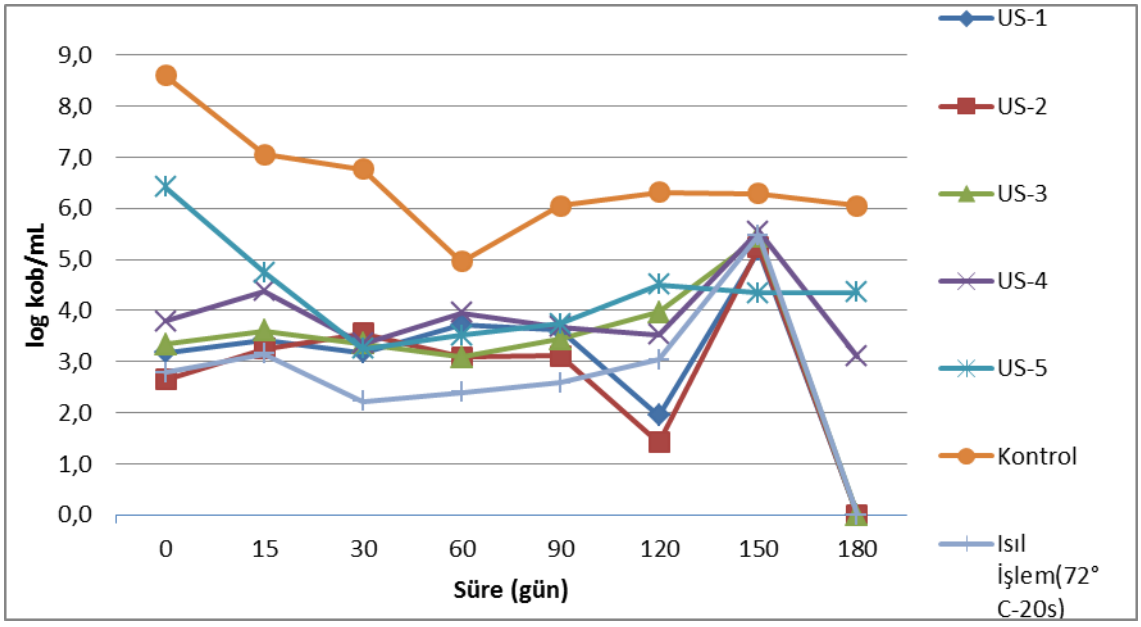
Çizelge 4.4 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam mezofilik-aerobik bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	3,18±0,16bcA	3,43±0,02bcA	3,17±0,01bcAB	3,72±0,43cB	3,62±0,6cC	1,94±2,75bAB	5,18±1,5bcAB	<1aA
US-2	60	200	2,65±0,71cAB	3,25±0,27bcA	3,55±0,69bcAB	3,09±0,12bcAB	3,11±0,03bcB	1,42±2,01abA	5,23±1,54cAB	<1aA
US-3	56	200	3,34±0,19dAB	3,60±0,23bcdA	3,35±0,01bAB	3,09±0,03bAB	3,44±0,27bC	3,96±0,81bcABC	5,44±1,59cdAB	<1aA
US-4	50	500	3,79±0,15aA	4,38±0,72abA	3,35±0,15bB	3,95±0,18abB	3,68±0,02aC	3,52±0,06aABC	5,55±1,40bAB	3,10±0,28aB
US-5	47	200	6,42±0,00aAB	4,74±0,04aA	3,25±0,15aB	3,51±0,66aB	3,74±0,01aC	4,51±0,00aBC	4,34±0,15aA	4,36±0,54aC
Kontrol			8,60±0,66aB	7,05±0,48aB	6,76±0,69aC	4,96±1,56aC	6,05±0,08bD	6,31±0,20bC	6,29±1,35bB	6,05±1,36bD
Isıl İşlem (72°C-20s)			2,78±0,17bcA	3,15±0,77bcA	2,22±0,14bA	2,40±0,31bA	2,58±0,06bA	3,04±4,31bAB	5,47±1,47cAB	<1aA

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Diğer işlem şartları ile karşılaştırldığında, toplam mezofilik-aerobik bakteri sayısındaki düzeyin en kötü gelişim gösterdiği işlem aşaması US-5 olmuştur. İşlemlerden ilk 3'ünün (US-1, US-2 ve US-3) kontrol ile arasında önemli fark oluşturarak bakteri sayısında ciddi azalma meydana getirdiği görülmektedir. Ayrıca US-4 ile US-5 işlemlerininde kontrolden daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiş ancak diğer işlemlere nazaran daha düşük bir azalma söz konusu olmuştur.

Depolama boyunca tüm işlemlerin toplam mezofilik-aerobik bakteri sayısı bakımından kontrole göre iyi sonuç verdiği ortaya çıkmıştır. Tüm bu değişikliklerin gösterildiği grafik Şekil 4.5' te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam mezofilik-aerobik bakteri (log kob/mL) yükündeki değişimi

4.1.2 Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimler

Deryaoğlu A, [64] tarafından yapılan çalışmalarda kuru madde ve kül miktarlarını, sırasıyla 862,8-884,3 g/kg ve 23,2-35,9 g/kg arasında bildirmiştir.Canbaş ve Deryaoğlu [65] tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel yolla üretilen şalgam sularında toplam asit miktarlarının laktik asit cinsinden 6,95 – 8,19 g/L ve pH değerlerinin 3,40 – 3,48 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Piyasadan alınan şalgam sularıyla yaptığımız fizikokimyasal analizler sonucunda tuz seviyesi %1,794±0,082 iken, kül içeriği %1,414±0,145 olarak tespit edilmiştir. Şalgam suyuna uygulanan işlemler sonrasında fizikokimyasal özellikteki değişimler (asitlik, pH, kuru madde) 6 aylık depolama boyunca belirlenmiştir. Buna göre asitlik seviyesi yaklaşık 6 mg/L laktik asit eşdeğeri pH değeri ise yaklaşık 3,30 olarak tespit edilmiş ve henüz herhangi bir değişim belirlenmemiştir. Şalgam sularının kuru madde içerikleri ise %2,15±0,23 ile %2,48±0,26 aralığında değişmekte olup dramatik bir değişin gözlemlenmemiştir. L* değeri ve kroma değerleri başlangıca göre kısmen artış göstermiştir (Çizelge 4.8-4.9).

4.1.2.1 Toplam Asitlik Değişimi

Aydar A, tarafından yapılan bir çalışmada hamur fermantasyonu başlangıcında toplam asitlik değerleri 2,2 g/kg ve 2,6 g/kg olarak bildirilmiştir[66]. Güneş G, tarafından yapılan çalışmada pH 4,22, toplam asitlik ise 11,9 g/kg olarak belirlenmiştir[67].

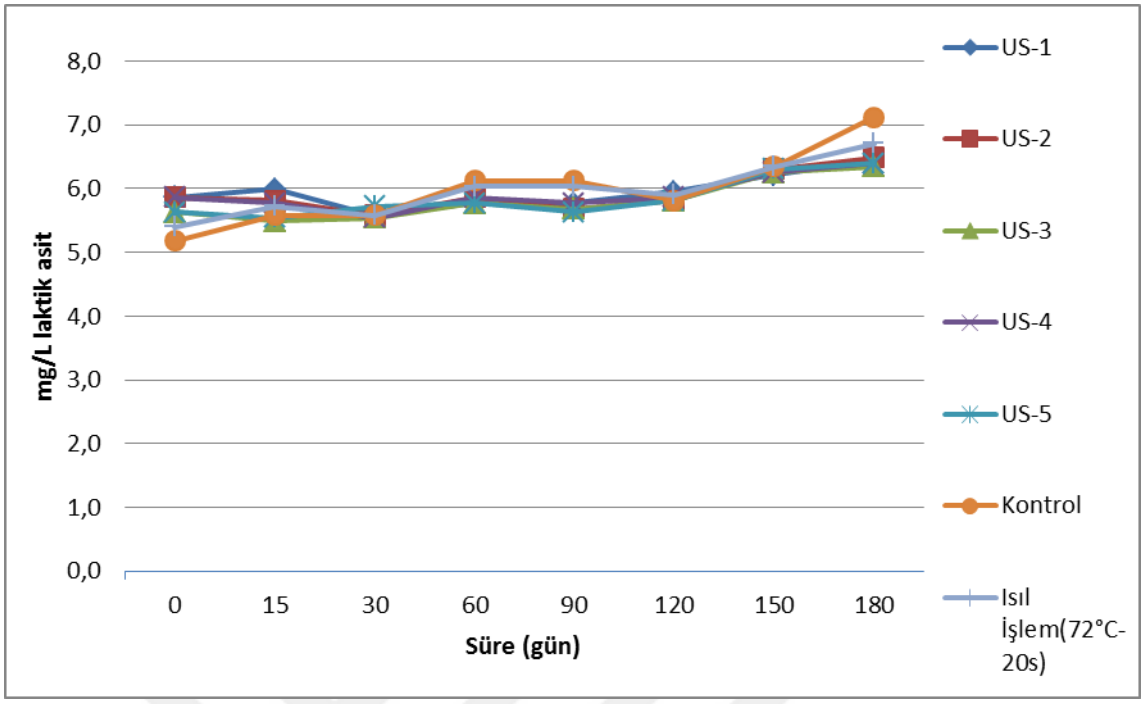
Arıcı M, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelediği 25 adet şalgam suyu örneğinin pH değerlerini 3.16 – 3.60 olarak belirlemiş, toplam asitliği, laktik asit cinsinden, 0.58 – 3.63 g/L olarak belirlemiştir[68].

Şalgam suyuna uygulanan işlemler sonrasında toplam asitlik değişimleri 6 aylık depolama boyunca belirlenmiştir. Buna göre asitlik seviyesi ortalaması yaklaşık 6 mg/L laktik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca asitlik (mg/L laktik asit) değişimi**

	İşlemler*		Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	5,86±0,64aA	5,99 ±0,45aA	5,58 ±0,00aA	5,77 ±0,51aA	5,77 ±0,00aA	5,95 ±0,00aA	6,22 ±0,13aA	6,44 ±0,32aA
US-2	60	200	5,86 ±0,00aA	5,81 ±0,06aA	5,58 ±0,06aA	5,86 ±0,51aA	5,68 ±0,00aA	5,81 ±0,06aA	6,31 ±0,13aA	6,49 ±0,25aA
US-3	56	200	5,63 ±0,32aA	5,49 ±0,13aA	5,54 ±0,03aA	5,77 ±0,51aA	5,68 ±0,00aA	5,81 ±0,06aA	6,26 ±0,06aA	6,35±0,57aA
US-4	50	500	5,86 ±0,64aA	5,77 ±0,13aA	5,54 ±0,03aA	5,86 ±0,57aA	5,77 ±0,00aA	5,86 ±0,13aA	6,26 ±0,06aA	6,40 ±0,51aA
US-5	47	200	5,63 ±0,32aA	5,54 ±0,19aA	5,72 ±0,03aA	5,77 ±0,41aA	5,63 ±0,03aA	5,81 ±0,06aA	6,31 ±0,13aA	6,40 ±0,38aA
Kontrol			5,18 ±0,32aA	5,58 ±0,25aA	5,58 ±0,00aA	6,13 ±0,64aA	6,13 ±0,06aA	5,81 ±0,06aA	6,35 ±0,19aA	7,12 ±0,13aA
Isıl İşlem (72°C-20s)			5,40 ±0,64aA	5,72 ±0,19aA	5,58 ±0,06aA	6,04 ±0,64aA	6,04 ±0,00aA	5,90 ±0,06aA	6,35 ±0,06aA	6,71 ±0,19aA

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.



Şekil 4.6. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam asitlik (mg/L laktik asit) değişimi

4.1.2.2 Ultrases Uygulamasının pH Değişimine Etkisi

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre, şalgam suyunda pH değeri en az 3.3, en çok 3.8 olmalıdır[73]. Tez çalışmasında elde ettiğimiz değerler standartta belirtilen değerlerle uyumludur. Ultrases uygulamasına tabi tutulan şalgam sularındaki 6 aylık depolama sonucunda pH değerleri 3,27 ile 3,49 arasında değişmektedir. 0., 15., 30. ve 60. Günlerdeki pH değişiminin istatistiksel olarak birbirine benzer olduğu görülmüştür. Şalgam sularına uygulanan işlem şartlarından US-2 koduna ait pH değerlerine bakıldığında 3,25 ile 3,53 arasında olduğu ve aynı satır üzerinde farklı harflendirmelerin istatistiksel olarak farkının önem arz ettiği görülmektedir.

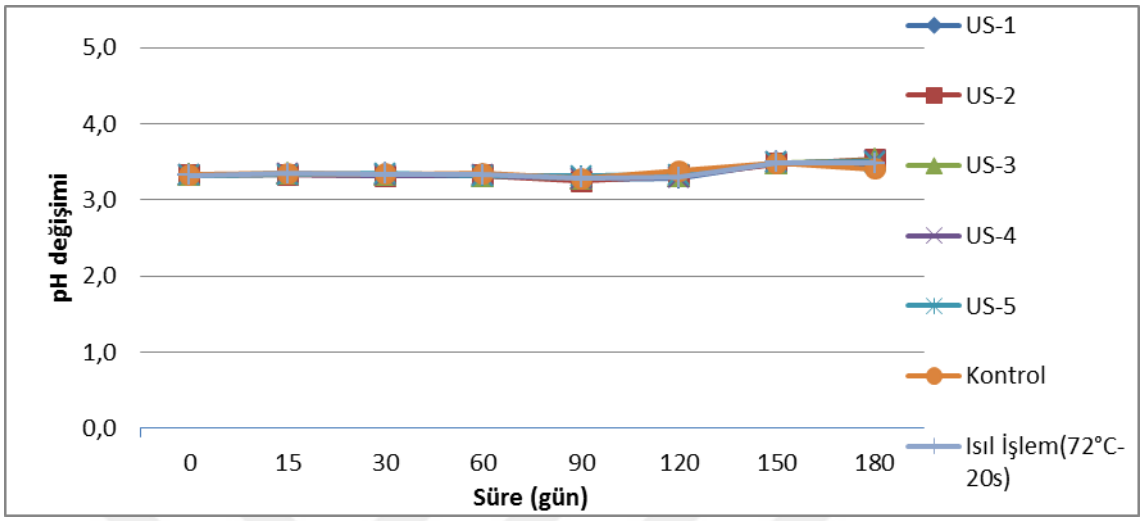
Çizelge 4.6 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca pH değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	3,33±0,00^{abA}	3,33 ±0,01^{abA}	3,34 ±0,04^{abA}	3,33 ±0,06^{abA}	3,27 ±0,12^{aA}	3,29 ±0,03^{aA}	3,49 ±0,06^{cA}	3,46 ±0,01^{bcA}
US-2	60	200	3,32 ±0.01^{abA}	3,33 ±0,00^{abA}	3,31 ±0,00^{abA}	3,32 ±0,05^{abA}	3,25 ±0,08^{aA}	3,32 ±0,01^{abA}	3,47 ±0,05^{bcA}	3,53 ±0,14^{cA}
US-3	56	200	3,32 ±0,00^{aA}	3,35 ±0,01^{aA}	3,32 ±0,01^{aA}	3,31 ±0,05^{aA}	3,28 ±0,05^{aA}	3,31 ±0,04^{aA}	3,48 ±0,06^{bA}	3,52 ±0,13^{bA}
US-4	50	500	3,33 ±0,02^{aA}	3,34 ±0,02^{aA}	3,32 ±0,01^{aA}	3,32 ±0,05^{aA}	3,28 ±0,04^{aA}	3,30 ±0,02^{aA}	3,49 ±0,07^{bA}	3,51 ±0,14^{bA}
US-5	47	200	3,32 ±0,02^{aA}	3,33 ±0,02^{aA}	3,35 ±0,01^{abA}	3,31 ±0,05^{aA}	3,31 ±0,05^{aA}	3,33 ±0,03^{aA}	3,49 ±0,06^{bA}	3,50 ±0,14^{bA}
Kontrol			3,33 ±0,06^{abA}	3,35 ±0,04^{abA}	3,34 ±0,10^{abA}	3,35 ±0,04^{abA}	3,28 ±0,12^{aA}	3,38 ±0,02^{abA}	3,48 ±0,06^{bA}	3,41 ±0,07^{abA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			3,32 ±0,02^{aA}	3,35 ±0,03^{abA}	3,34 ±0,01^{abA}	3,33 ±0,05^{aA}	3,29 ±0,12^{aA}	3,30 ±0,08^{aA}	3,49 ±0,07^{cA}	3,48 ±0,04^{bcA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Tablodaki pH sonuçlarına bakıldığında US-3 işlem koduna ait şalgam sularında pH değerlerinin 3,28 ile 3,52 arasında olduğu tespit edilmiştir

Şalgam sularındaki pH değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.7' de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca pH değişimi

4.1.2.3 Ultrases Uygulamasının Kuru Madde Üzerine Etkisi

Canbaş ve Fenercioğlu tarafından şalgam suyu ile yapılan bir çalışmada araştırmacılar kuru madde miktarını 16.9-33.9 g/L arasında belirlemişlerdir[74].

Aşağıda ki tabloya göre şalgam sularının kuru madde değerlerinin US-1 işlemine bakıldığında %2,30 ile 2,47 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. Depolama günleri boyunca varyans analizleri sonuçlarına göre kuru madde değişimleri açısından istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Şalgam suyuna belirlenen işlem şartlarına göre yapılan ultrases uygulamasının +4°C' de 6 aylık depolama sonucunda belirlenen kuru madde miktarında meydana gelen değişim miktarının diğer işlem şartlarına (US-3, US-4, US-5 ve Isıl İşlem) ve kontrole bakıldığında, her bir işlem şartının kendi içinde depolama sonuçlarında kuru madde sonuçlarının belirgin şekilde bir artış veya azalma göstermediği belirlenmiştir.

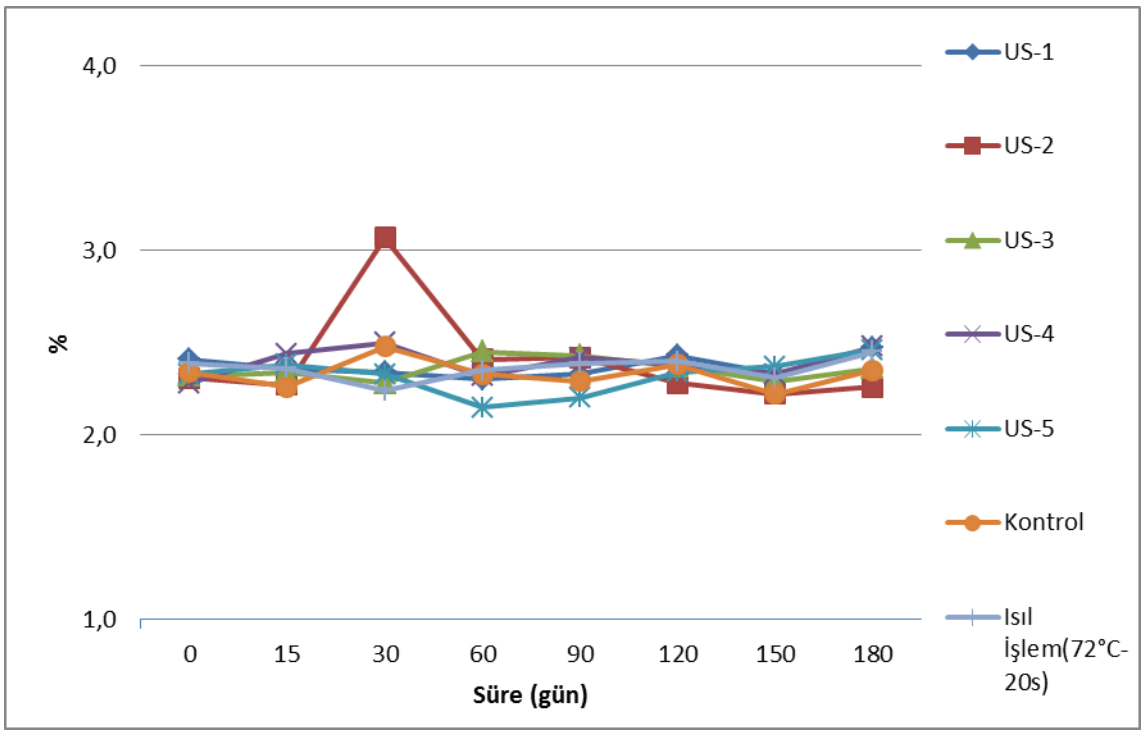
Varyans analizlerinden alınan sonuçlara göre işlemlerin 6 aylık depolama süreci boyunca kuru madde üzerinde istatistiksel bir farklılık oluşturmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca işlemlerin depolama süresince kendi aralarında ve kontrolle herhangi bir istatistiksel farklılık olmadığı sonucu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca kuru madde (%) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	2,41 ±0,03^{aA}	2,36 ±0,25^{aA}	2,34 ±0,03^{aA}	2,30 ±0,15^{aA}	2,33 ±0,10^{aA}	2,43 ±0,28^{aA}	2,33 ±0,15^{aA}	2,47 ±0,13^{aA}
US-2	60	200	2,31 ±0,03^{aA}	2,27 ±0,14^{aA}	3,07 ±0,38^{bA}	2,41 ±0,05^{aA}	2,42 ±0,05^{aA}	2,28 ±0,11^{aA}	2,22 ±0,08^{aA}	2,26 ±0,01^{aA}
US-3	56	200	2,32 ±0,01^{aA}	2,34 ±0,19^{aA}	2,28 ±0,11^{aA}	2,45 ±0,07^{aA}	2,43 ±0,09^{aA}	2,37 ±0,20^{aA}	2,29 ±0,26^{aA}	2,36 ±0,29^{aA}
US-4	50	500	2,28 ±0,11^{aA}	2,44 ±0,33^{aA}	2,50 ±0,31^{bA}	2,32 ±0,22^{aA}	2,42 ±0,08^{aA}	2,38 ±0,15^{aA}	2,33 ±0,26^{aA}	2,48 ±0,23^{aA}
US-5	47	200	2,33 ±0,04^{aA}	2,38 ±0,21^{aA}	2,33 ±0,13^{aA}	2,15 ±0,23^{aA}	2,20 ±0,30^{aA}	2,34 ±0,21^{aA}	2,37 ±0,24^{aA}	2,46 ±0,31^{aA}
Kontrol			2,34 ±0,06^{aA}	2,26 ±0,28^{aA}	2,48 ±0,26^{aA}	2,33 ±0,23^{aA}	2,29 ±0,28^{aA}	2,38 ±0,19^{aA}	2,22 ±0,20^{aA}	2,35 ±0,19^{aA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			2,39 ±0,03^{aA}	2,36 ±0,24^{aA}	2,24 ±0,10^{aA}	2,35 ±0,26^{aA}	2,39 ±0,21^{aA}	2,40 ±0,18^{aA}	2,31 ±0,19^{aA}	2,45 ±0,20^{aA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Farklı işlem şartları belirlenerek yapılan ultrases uygulamasının şalgam sularında kuru madde değişimi üzerine etkilerinin depolama boyunca aldığı değerlerdeki değişimler şekil 4.8' de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Ultrases uygulamasının şalgam sularında depolama boyunca kuru madde (%) değişimi

4.1.2.4 Ultrases Uygulamasının Renk Değerlerine Etkisi

4.1.2.4.1 L değeri

60°C' de 1.000 dak/L' da işlem uygulanmış (US-1) şalgam sularının 6 aylık depolama sonuçlarına göre L değerleri 25,52 ile 35,09 arasında değişiklik göstermiştir. Ayrıca bu işlem şartında ölçülen renk değerlerinin 0. günde diğer işlem şartlarındaki değerler arasında istatistiksel bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Yine varyans analiz sonuçlarına göre 15., 30., günler arsındaki farkında istatistiksel açıdan önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak 0. gün ile 60., 90., 120., 150., 180., günler arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.8 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca L* değeri değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	25,52±0,18^{aA}	30,80 ±0,87^{bcA}	35,09±0,02^{dBC}	27,02±0,31^{aA}	29,31±0,98^{bA}	31,89±0,87^{cA}	29,69±0,48^{bcA}	29,92±0,63^{bcA}
US-2	60	200	25,86±0,43^{aB}	31,11 ±0,76^{cBC}	34,90±0,14^{dA}	28,11±0,99^{abA}	29,75±0,16^{bcA}	31,85±0,21^{cdA}	29,03 ±1,85^{abcA}	30,04±0,30^{bcA}
US-3	56	200	25,53±0,00^{aB}	30,87 ±0,94^{cdA}	35,32±0,19^{eBC}	28,45±0,46^{aA}	29,80±0,74^{bcA}	31,68±0,65^{dA}	29,02 ±1,43^{bA}	30,05±0,01^{bcdA}
US-4	50	500	25,20±0,31^{aB}	31,20 ±0,25^{cdAB}	34,76±0,23^{eBC}	28,91±0,15^{abA}	29,74±0,11^{cdA}	31,64±0,52^{dA}	28,95 ±1,14^{bcA}	30,28±0,11^{cdA}
US-5	47	200	25,34±0,27^{aB}	31,12 ±0,49^{cAB}	34,65±0,09^{dB}	28,50±0,39^{abA}	29,49±0,21^{bcA}	32,13±0,45^{cdA}	29,50 ±0,51^{bcA}	30,15±0,42^{cA}
Kontrol			25,53±0,08^{aB}	31,36 ±0,37^{cdB}	34,94±0,04^{dBC}	29,58±0,65^{aA}	29,99±1,06^{bA}	31,43±0,78^{bcA}	30,60 ±0,02^{bcA}	30,28±0,50^{bA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			25,53±0,35^{aB}	29,26 ±1,70^{bA}	33,94±1,08^{cA}	28,03±1,19^{abA}	29,95±1,11^{bA}	31,27±0,16^{bcA}	29,82 ±0,61^{bA}	30,08±0,21^{bA}

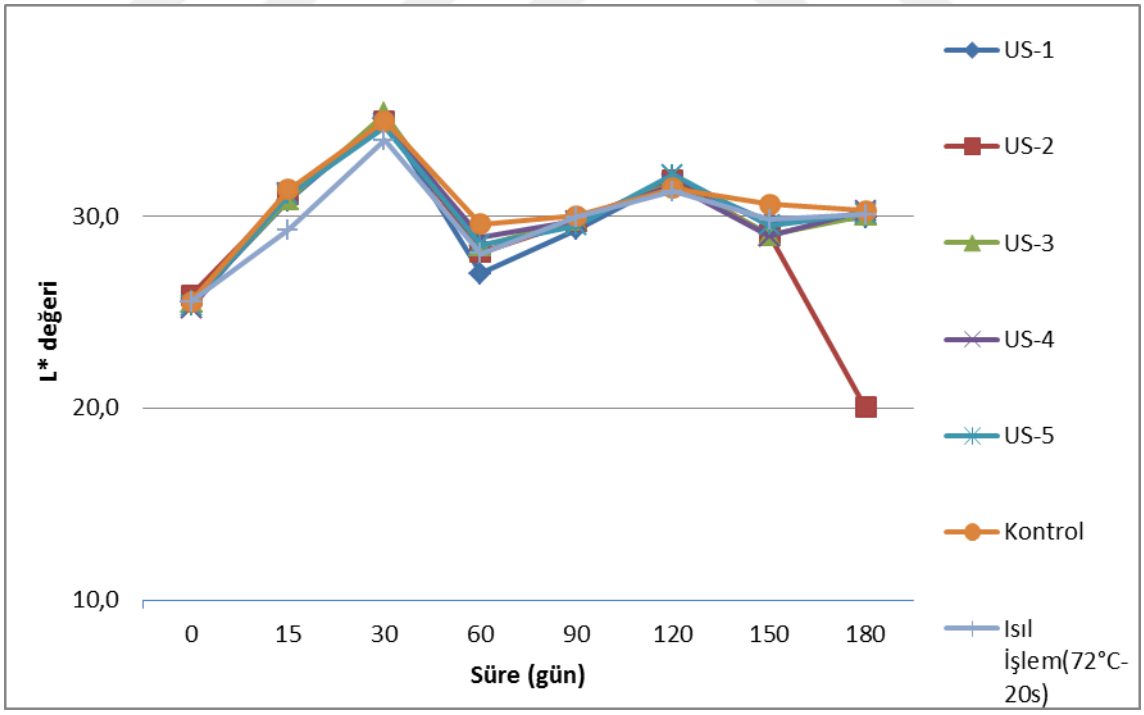
*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

60°C' de 200 dak/L' da işlem görmüş (US-2) olan şalgam sularının depolama boyunca ki L* değerleri 25,86 ile 34,90 arasında değişmiştir. İlk gün ölçülen L* değeri ile 180. gün ölçülen değer arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir. Bu işlem şartında ki L* değerlerinin kontrolle 60. günden sonraki değerler arasında istatistiksel olarak farklılık görülmediği tespit edilmiştir.

US-3 işlem şartına ait L* değerleri 25,53 ile 35,32 arasında değişmiştir. En düşük değer 0. günde görülürken en yüksek değerin 30. günde ölçüldüğü belirlenmiştir.

En düşük işlem şartlarına sahip olan US-5 işlemine ait şalgam sularının L* değerlerinin 25,34 ile 34,65 arasında değiştiği görülmüştür. Bu aşamaya tabi tutulan şalgam suyunun L* değerleri varyans analiz sonucuna göre kendi içerisinde depolama boyunca değerlerin istatistiksel açıdan farklılığı önem arz etmiştir.

Isıl işlem ile karşılaştırma yapıldığında ise ısıl işlem ile 0. gün arasında faklılık görülmüş ancak diğer depolama günlerinde istatistiksel açıdan benzerlik tespit edilmiştir. Kontrol ile US-5 işlemi arasında istatistiksel açıdan benzerlik 60. gün ile 180. günler arasında ortaya çıkmıştır. L* değerine ait değişimler Şekil 4.9' da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca L* değeri değişimi

4.1.2.4.2 Kroma değeri

Ultrases işlemi uygulanmış olan US-1 işlem şartına bağlı şalgam sularının kroma değerleri 6,68 ile 10,21 arasında değişiklik göstermiştir. Depolama boyunca kroma değerleri arasında etkili bir şekilde istatistiksel farkın önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Kroma değerlerinin en düşük olduğu depolama zamanı 0. gün işlem uygulaması olduğu zaman olmuştur.

US-3 işlem koduna sahip şalgam sularının kroma değerlerinin depolama boyunca belirli periyotlarla ölçüldükten sonra 6,17 ile 10,24 arasında olduğu gözlemlenmiştir. Depolama boyunca kroma değerleri ölçülürken 60. güne ve 120. güne geçişlerde yapılan ölçümlerde düşüş meydana gelmiş ancak bu iki değer haricinde depolama boyunca bir artış söz konusu olmuştur.

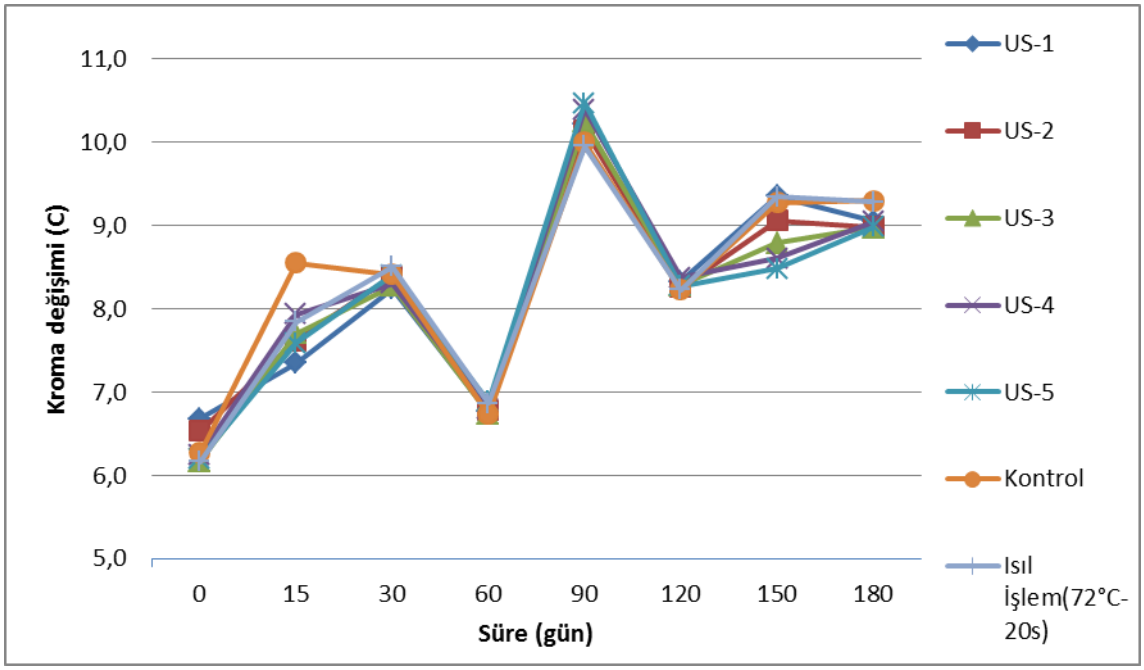
Çizelge 4.9 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca kroma değeri değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	6,68±0,02^{abcB}	7,55±0,47^{abA}	8,24±0,03^{abcA}	6,76±0,38^{aA}	10,21±0,44^{cA}	8,33±0,13^{abcA}	9,35±0,15^{bcA}	9,05±0,28^{bcA}
US-2	60	200	6,53±0,69^{aA}	7,62±0,48^{bcA}	8,39±0,03^{cdB}	6,78±0,58^{aA}	10,14±0,65^{eA}	8,26±0,06^{cdA}	9,06±0,14^{deA}	8,98±0,18^{deA}
US-3	56	200	6,17±0,59^{aA}	7,70±0,52^{bA}	8,27±0,13^{bcA}	6,74±0,65^{aA}	10,24±0,74^{dA}	8,28±0,25^{bcA}	8,79±0,52^{cA}	8,97±0,26^{cA}
US-4	50	500	6,25±0,61^{aA}	7,93±0,14^{bA}	8,30±0,09^{bA}	6,80±0,55^{aA}	10,39±0,40^{dA}	8,37±0,22^{bcA}	8,60±0,56^{bcA}	9,04±0,15^{cA}
US-5	47	200	6,20±0,61^{aA}	7,59±0,33^{bA}	8,40±0,04^{bcB}	6,89±0,62^{aA}	10,47±0,20^{dA}	8,27±0,01^{bcA}	8,48±0,68^{bcA}	8,98±0,05^{cA}
Kontrol			6,27±0,67^{aA}	8,55±0,56^{bcB}	8,41±0,04^{bB}	6,73±0,27^{aA}	10,00±0,29^{dA}	8,23±0,54^{bA}	9,27±0,34^{cdA}	9,30±0,35^{cdA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			6,16±0,83^{aA}	7,84±0,03^{bA}	8,50±0,00^{cC}	6,86±0,57^{aA}	9,95±0,43^{eA}	8,23±0,18^{bcA}	9,34±0,22^{dA}	9,28±0,34^{dA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

US-4 işlem şartı altında ultrases işlemine tabi tutulan şalgam sularının kroma değerlerinin 6,25 ile 10,39 arasındaolduğu kaydedilmiştir. Tabloyagöre varyans analiz sonucunda harflendirme yapılmış ve bunun neticesinde 0. gün ile 60. gün arasında, 15. gün ile 30. gün arasında 120. gün ile 150. gün arasında istatistiksel açıdan benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak kroma değerleri 0. Günde en düşük değerini alırken 90. Günde ise optimum değere ulaşmıştır. Kroma değerlerine ait değişimler Şekil 4.10' daki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca kroma (C) değeri değişimi

4.1.2.5 Bulanıklık kalitesindeki değişimler

Tiwari et al. [22] tarfından yapılan bir çalışmada taze portakal suyuna ultrases işlemi uygulanarak pH, briks ve toplam asitlikte önemli bir değişikliğe neden olmadığını ($P<0,05$); bulanıklık değeri, kararma indeksi ve renk parametrelerinin (L, a ve b) ultrases şiddeti ve süresinin artmasıyla birlikte önemli seviyede etkilendiği belirtilmiştir.

Şalgam suyuna uygulanan işlemler sonrasında bulanıklık kalite özelliklerindeki değişimler (bulanıklık seviyesi, bulanıklık kalitesi) 6 aylık depolama boyunca belirlenmiştir (Çizelge 4.10-4.11).

4.1.2.5.1 Bulanıklık Seviyesindeki Değişimler

Sürekli sistemde ultrases uygulamasının şalgam suları meydana getirdiği bulanık (tortu) seviyesi tablosuna bakıldığında US-1 işlem şartlarına sahip şalgam suyunun bulanıklık seviyesi değerlerinin 51,9 ile 95,9 NTU arasında olduğu görülmüştür. Bulanıklık seviye değerlerinin en düşük değeri aldığı depolama günü 0. gün olarak kaydedilmiştir. Depolama devam ettikçe bulanıklık değerininde artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak bu artış devamlı bir atış olmayıp belli zaman aralıklarında düşüş görülmüştür. US-1 işlem şartlarında ultrases uygulanan şalgam suları arasında depolama süresice istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmiştir.

Sürekli sistemde ultrases uygulamasının bir diğer işlem basamağı olan US-2' nin bulanıklık seviyesi değerlerine bakıldığında değerlerin 45,7 ile 92,4 NTU arasında değiştiği görülmüştür. depolamanın başında bulanıklık seviyesi değeri en düşük değerini almışken depolamanın sonuna doğru bu değer neredeyse iki katına yükselmiştir. Kontrol bulanıklık değeri ile bu işlem şartı arasında 90. günden sonra istatistiksel olarak benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

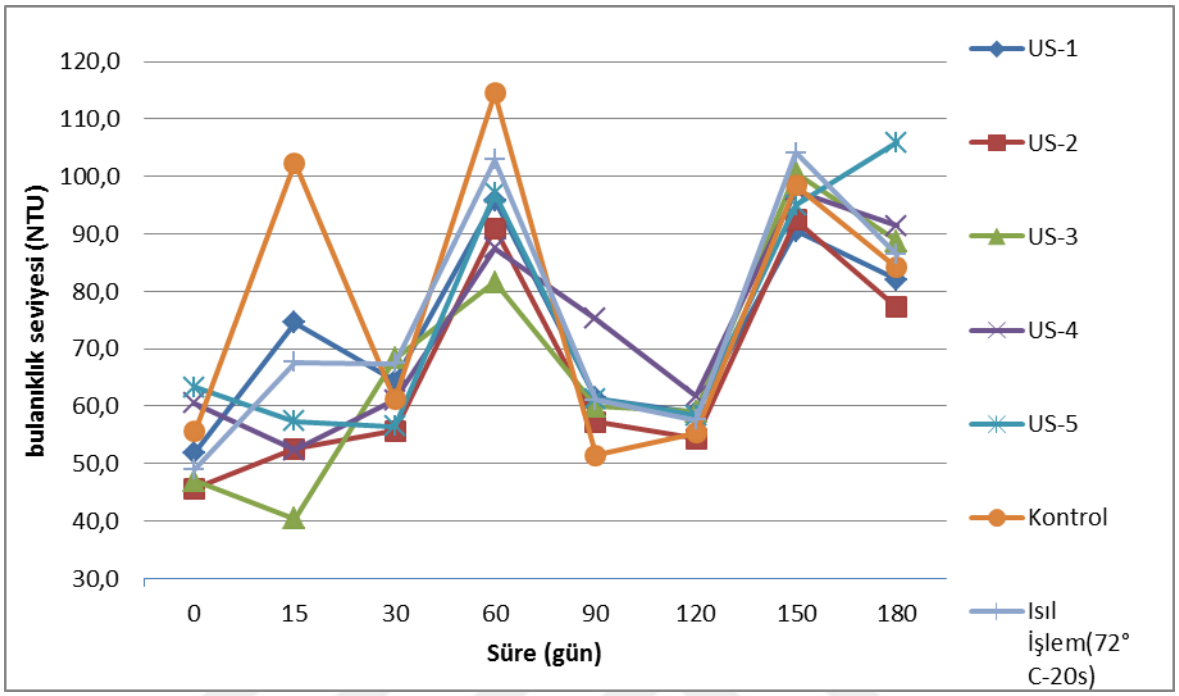
US-3 işlem şartına bakıldığında türbidimetre ile ölçülen bulanıklık seviyesi değerlerinin 40,4 ile 100,7 NTU arasında değişen değerler olduğu tespit edilmiştir. 180 günlük depolama sonucunda bulanıklık seviyesi değerleri arasında farklılık olduğu ve bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 4.10 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık seviyesindeki (NTU) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	51,9±5,0^{abAB}	74,6±6,6^{bAB}	64,4±3,6^{abA}	95,9±0,7^{abA}	61,4±0,0^{abA}	58,9±3,1^{aA}	90,5±13,8^{abA}	82,0±20,0^{abA}
US-2	60	200	45,7±3,0^{aA}	52,6±14,8^{bcA}	55,7±2,0^{bcA}	91,0±0,6^{dA}	57,3±1,3^{abA}	54,3±4,3^{abA}	92,4±0,4^{dA}	77,2±13,0^{cA}
US-3	56	200	47,0±0,7^{aAB}	40,4±0,2^{abA}	68,3±1,0^{bcA}	81,6±0,4^{cAB}	59,9±1,1^{abA}	59,0±6,0^{aA}	100,7±16,3^{cA}	88,7±10,2^{bcAB}
US-4	50	500	60,5±0,4^{abAB}	52,3±1,5^{abcA}	61,0±3,0^{bcA}	87,5±0,2^{cA}	75,2±4,2^{abcA}	61,7±18,0^{aA}	97,5±0,7^{cA}	91,4±7,4^{cAB}
US-5	47	200	63,3±0,5^{abAB}	57,4±4,0^{abA}	56,5±0,2^{abA}	97,1±0,0^{bcAB}	61,3±1,2^{aA}	58,4±8,8^{aA}	94,99±2,6^{bcA}	105,9±10,6^{cB}
Kontrol			55,6±4,3^{abcB}	102,4±11,1^{cB}	61,2±3,4^{bcA}	114,5±4,2^{abcB}	51,5±0,8^{abA}	55,4±9,6^{aA}	98,48±16,0^{abcA}	84,2±12,7^{abcA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			49,0±7,0^{aAB}	67,6±9,8^{aAB}	67,4±2,3^{aA}	102,9±2,3^{aAB}	61,0±0,3^{aA}	57,6±3,8^{aA}	104,1±18,5^{aA}	86,4±17,7^{aA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Sürekli sistemde ultrases uygulanan şalgam sularındaki bulanıklık seviyesinde meydana gelen değişim Şekil 4.11' de grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık seviyesindeki değişimi

4.1.2.5.2 Bulanıklık kalitesindeki Değişimler

Sürekli sistemde ultrases işlemi uygulanan şalgam sularının bulanıklık kalitesindeki değerler arasındaki değişim; US-1 işlem şartında %1,11 ile 2,06 arasında, US-2 işlem şartında ultrases uygulanan şalgam sularındaki bulanıklık kalitesindeki değişim %1,10 ile 2,02 arasında, US-3 işlem şartına ait şalgam sularındaki bulanıklık kalitesindeki değişim %1,08 ile 2,18 arasında, US-4 işlem şartına aitşalgam sularının bulanıklık kalitesinde meydana gelen değişim %1,23 ile 1,97 arasında, US-5 işlem şartlarına ait sürekli sistemde ultrases uygulanmış şalgam sularının bulanıklık kalitesideki değişim %1,22 ile 1,85 arasında tespit edilmiştir.

Yine aynı şekilde kontrole ait şalgam sularının bulanıklık kalitesinde meydana gelen değişim aralığı %1,49 ile 3,10 arasında oluşmuştur. Isıl işleme ait şalgam sularında meydana gelen bulanıklık kalitesindeki değişim %1,25 ile 2,53 arasında kaydedilen değerler olmuştur.

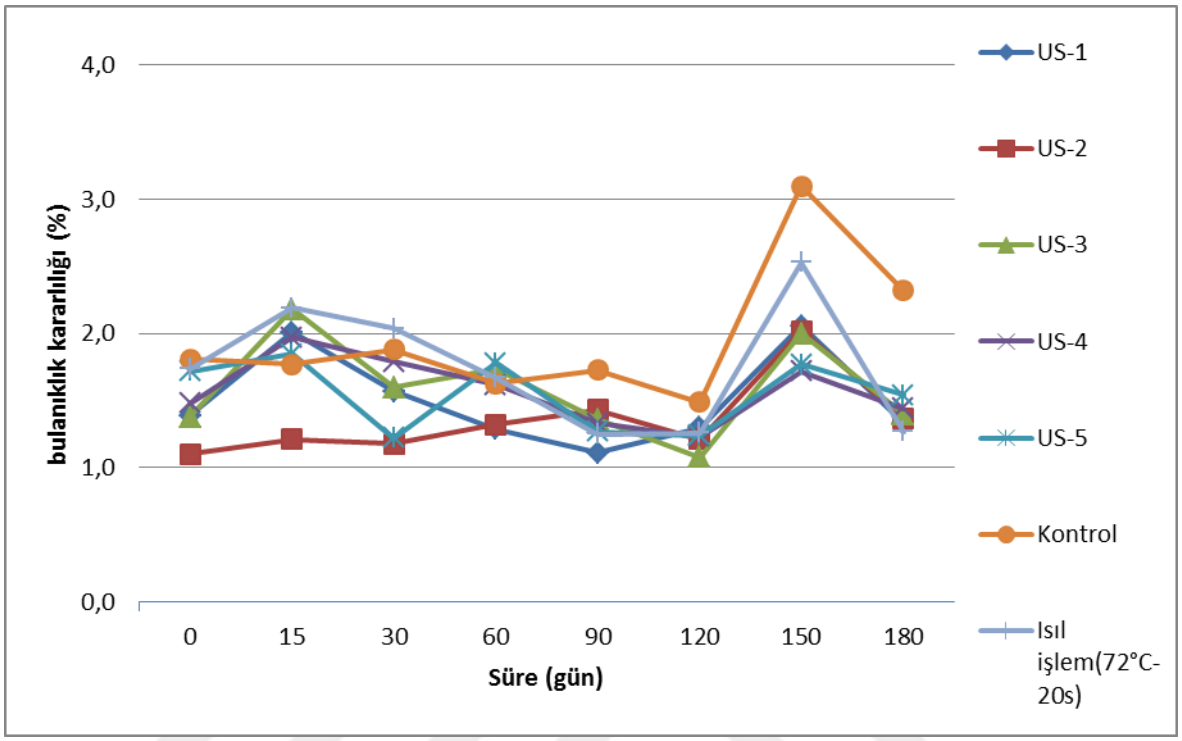
Uygulanan sürekli sistem ultrases işleminden sonra +4°C' de 6 ay depolanan şalgam sularında meydana gelen bulanıklık seviyesindeki değişimler lineer bir şekilde artış veya azalma göstermemiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre işlemlerin hem kendi içlerinde hem de diğer işlemler arasında depolama periyodu boyunca bir farklılık oluşturdugu görülmüştür. Ancak oluşan bu farklılığın istenen düzeyde artış eğilimi göstermemesi şalgam sularında beklenen bulanıklık kalitesinin yakalanamamasını ortaya çıkarmıştır.

Çizelge 4.11 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık kalitesindeki (%) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	1,39±0,84^{bcAB}	2,01 ±0,67^{aA}	1,57 ±0,17^{bC}	1,29 ±0,11^{bcA}	1,11±0,84^{cC}	1,30±0,22^{bcAB}	2,06±0,04^{aC}	1,33±0,11^{bcB}
US-2	60	200	1,10±0,89^{dB}	1,21 ±0,60^{dA}	1,18 ±0,23^{cdC}	1,32 ±0,60^{bcA}	1,43±0,89^{bB}	1,21±0,12^{cdAB}	2,02±0,15^{aC}	1,37±0,22^{bcB}
US-3	56	200	1,38 ±0,28^{abcAB}	2,18 ±0,52^{aA}	1,60 ±0,23^{abcC}	1,74±0,14^{abcA}	1,36±0,28^{bcBC}	1,08±0,16^{cB}	2,00±0,08^{abC}	1,40±0,12^{abcB}
US-4	50	500	1,48 ±0,11^{abcAB}	1,97 ±0,19^{abAB}	1,79 ±0,14^{aBC}	1,62±0,22^{abcA}	1,33±0,11^{bcBC}	1,23±0,14^{cAB}	1,72±0,35^{aC}	1,44±0,05^{abcB}
US-5	47	200	1,72 ±0,12^{abAB}	1,85 ±0,89^{aA}	1,22 ±0,04^{bC}	1,78±0,89^{aA}	1,27±0,12^{bBC}	1,24±0,05^{bAB}	1,77±0,24^{aC}	1,54±0,33^{abB}
Kontrol			1,81±0,02^{bcA}	1,77 ±0,96^{abA}	1,88 ±0,42^{abAB}	1,63±0,13^{bcA}	1,73±0,28^{bcA}	1,49 ±0,36^{cA}	3,10±0,52^{aA}	2,32±0,69^{abcA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			1,74±0,43^{bcAB}	2,19 ±0,21^{abA}	2,04 ±0,36^{aA}	1,67±0,32^{bcA}	1,25±0,08^{cBC}	1,26±0,30^{cAB}	2,53±0,07^{aB}	1,27±0,11^{cB}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Bulanıklık kalitesi analizi sonucunda oluşan değerlerin meydana getirdiği grafik Şekil 4.12' de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca bulanıklık kalitesindeki değişimi

4.1.3 Vizkozitedeki Değişimler

Şalgam suyuna uygulanan ultrases işlemleri sonrasında viskozitesindeki değişimler 6 aylık depolama boyunca belirlenmiştir. Viskozite üzerine çok önemli bir değişime rastlanmamış olup depolaması biten şalgam sularının sadece 100 RPM'deki viskozite sonuçları Çizelge 4.12'de sunulmuştur.

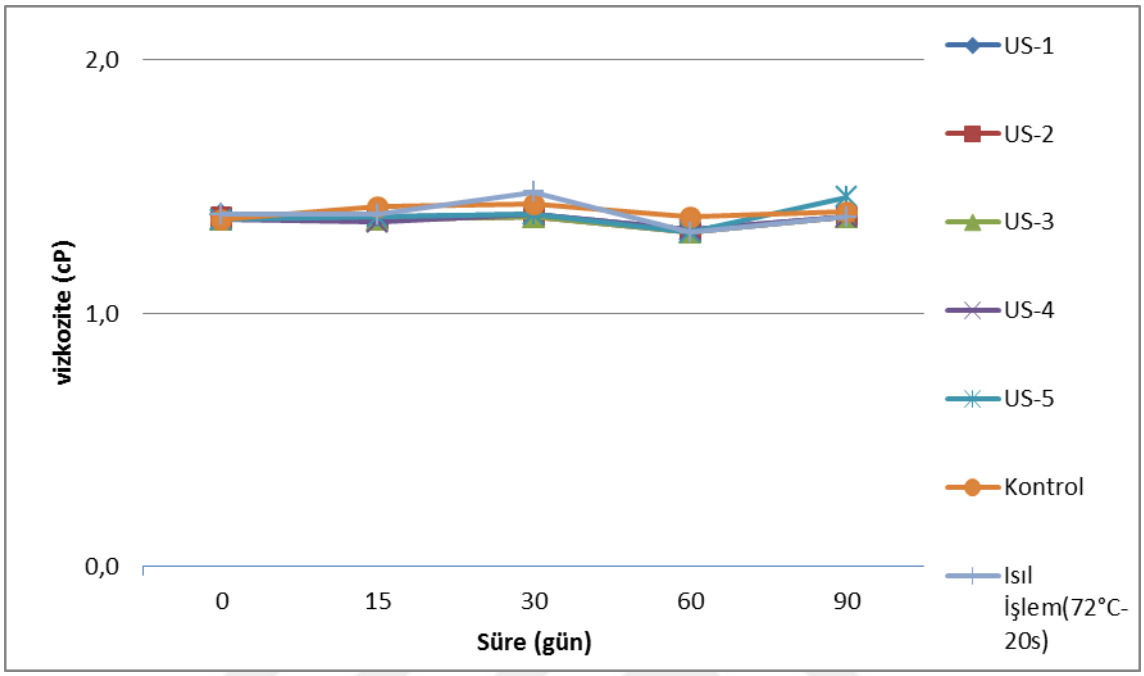
Yapılan varyans analizleri neticesinde işlemlerin kendi içlerinde depolama zamanları arasında ve diğer işlemlerle aralarında herhangi bir istatistiksel farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.12 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca 100 RPM'deki viskozite (cP) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	1,39 ±0,02^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,39 ±0,02^{aA}	1,33 ±0,12^{aA}	1,38 ±0,04^{aA}	1,42 ±0,03^{aA}	1,32±0,13^{aA}	1,33 ±0,22^{aA}
US-2	60	200	1,38 ±0,01^{aA}	1,37 ±0,00^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,32 ±0,11^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,37 ±0,00^{aA}	1,37±0,01^{aA}	1,37 ±0,03^{aA}
US-3	56	200	1,37 ±0,03^{aA}	1,37 ±0,01^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,32 ±0,13^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,37 ±0,01^{aA}	1,38±0,00^{aA}	1,32 ±0,03^{aA}
US-4	50	500	1,37 ±0,01^{aA}	1,36 ±0,00^{aA}	1,39 ±0,04^{aA}	1,33 ±0,11^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,36 ±0,01^{aA}	1,39±0,04^{aA}	1,37 ±0,01^{aA}
US-5	47	200	1,37 ±0,00^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,39 ±0,00^{aA}	1,32 ±0,11^{aA}	1,46±0,12^{aA}	1,38 ±0,05^{aA}	1,43±0,03^{aA}	1,32 ±0,13^{aA}
Kontrol			1,37 ±0,01^{aA}	1,42 ±0,03^{aA}	1,43 ±0,04^{aA}	1,38 ±0,09^{aA}	1,40±0,00^{aA}	1,37 ±0,01^{aA}	1,38±0,01^{aA}	1,42 ±0,03^{aA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			1,39 ±0,00^{aA}	1,39 ±0,00^{aA}	1,48 ±0,13^{aA}	1,32 ±0,11^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,38 ±0,01^{aA}	1,39±0,04^{aA}	1,39 ±0,01^{aA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Sürekli sistemde ultrases uygulanan şalgam sularında ölçülen vizkozite değişimine ait grafik Şekil 4.13' de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca 100 RPM'deki viskozite (cP) değişimi

4.1.4 Biyoaktif bileşenlerdeki değişimler

Şalgam suyuna sürekli sistemde uygulanan ultrasonik işlemler sonrasında biyoaktif kalite özelliklerindeki değişimler (toplam fenolik, toplam antosiyanin ve DPPH antiradikal aktivite) 6 aylık depolama boyunca belirlenmiştir. Fenolik bileşik ve DPPH aktivitesinde kısmen bir artış gözlemlenirken antosiyanin seviyesinde bir artışa rastlanmamıştır.

4.1.4.1 Toplam Fenolik Madde Değişimi

Miişoğlu, D. [75] ürettiği şalgam sularında fenol bileşiklerini, gallik asit cinsinden, 557 ile 682 mg/L, Güneş, G. yaptığı çalışmada fenol bileşiklerinin bir göstergesi olan 0Y280 indisini 20.7 ile 36.4 arasında belirlemiştir.

Sürekli sistemin uygulandığı şalgam sularında 6 aylık depoma süreci sonunda tablodaki toplam fenolik madde değişimlerine bakıldığında, US-1 işlem şartlarında değişim aralığı 248,0 ile 428,0 GAE mg/L arasında, US-2 işlem şartlarında 240,3 ile 410,8 GAE mg/L

arasında, US-3 işlem şartlarında 263,8 ile 431,3 GAE mg/L arasında, US-4 işlem şartlarında 272,2 ile 437,6 GAE mg/L arasında, US-5 işlem şartlarında 276,6 ile 481,9 GAE mg/L arasında değişim göstermiştir.

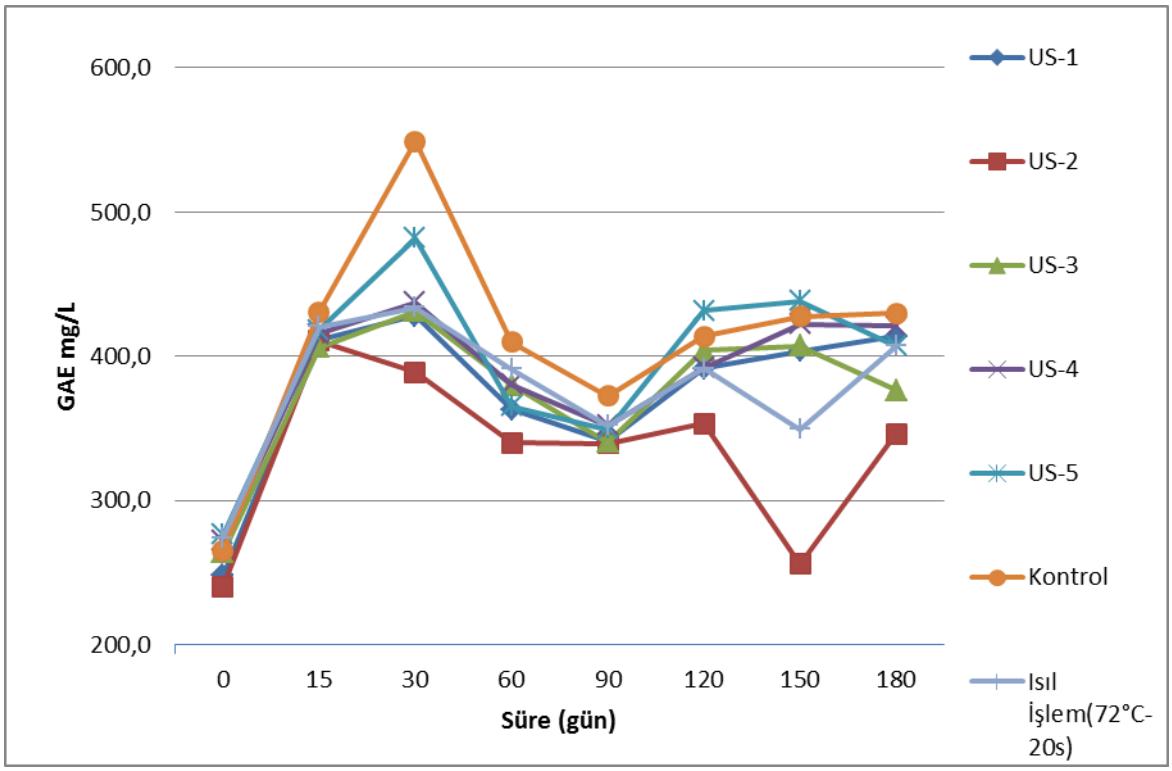
Çizelge 4.13 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam fenolik madde (GAE mg/L) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	248,0 ±17,5^{aA}	411,5 ±72,1^{bA}	428,0 ±55,4^{bAB}	363,0 ±37,2^{bA}	340,7 ±2,3^{bA}	391,6±81,2^{bA}	403,6 ±105,8^{bA}	413,7±90.7^{bA}
US-2	60	200	240,3 ±1,2^{aA}	410,8 ±60,7^{dA}	389,0 ±9,0^{cdA}	340,1 ±11,8^{bA}	339,7 ±4,8^{bA}	353,2±30,6^{bcA}	356,0±66,9^{bcA}	346,2±13,7^{bcA}
US-3	56	200	263,8 ±45,4^{aA}	406,2 ±61,2^{bcA}	431,3 ±12,4^{cAB}	380,0 ±47,1^{bcA}	340,3 ±2,5^{bA}	403,9±70,9^{bcA}	407,1±84,1^{bcA}	376,3±85,4^{bcA}
US-4	50	500	272,2 ±47,8^{aA}	415,8 ±69,9^{bA}	437,6 ±34,9^{bAB}	380,7 ±44,5^{bA}	351,9 ±2,7^{bB}	391,9±54,9^{bA}	422,4±108,6^{bA}	421,0±93,3^{bA}
US-5	47	200	276,6 ±55,4^{aA}	418,3 ±64,8^{bcdA}	481,9 ±7,8^{dB}	365,4 ±26,6^{bcA}	349,4±1,0^{abB}	431,4±102,9^{bcdA}	438,3±82,0^{cdA}	407,3±81,8^{bcdA}
Kontrol			265,4 ±47,0^{aA}	430,7 ±91,9^{bA}	549,1 ±95,9^{cC}	409,8 ±84,1^{bA}	372,7 ±1,3^{bC}	413,8±84,2^{bA}	427,6±99,1^{bA}	429,7±87,2^{bA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			274,4 ±44,6^{aA}	420,3 ±82,7^{bA}	433,9 ±49,3^{bAB}	391,0 ±91,6^{abA}	352,1±0,2^{abB}	391,7±80,3^{abA}	349,2±184,8^{abA}	407,0±103,0^{bA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Kontrol şalgam sularının depolama sonucundaki toplam fenolik madde değişimi ise 265,4 ile 549,1 GAE mg/L arasında olduğu gözlemlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış şalgam sularının 6 aylık depolama boyunca toplam fenolik madde değişimi 274,4 ile 433,9 GAE mg/L arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13' teki toplam fenolik madde değişiminde aynı satırdaki küçük harflendirmeler arsındaki istatistiksel fark önemli bulunmuştur($p<0,05$). Aynı sütunda bulunan büyük harfler arasındaki farklı harflendirmeler istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir($p<0,05$). Sürekli sistemde ultrases uygulanarak depolaması yapılan şalgam sularına ait grafik Şekil 4.14' te gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam fenolik madde (GAE mg/L) değişimi

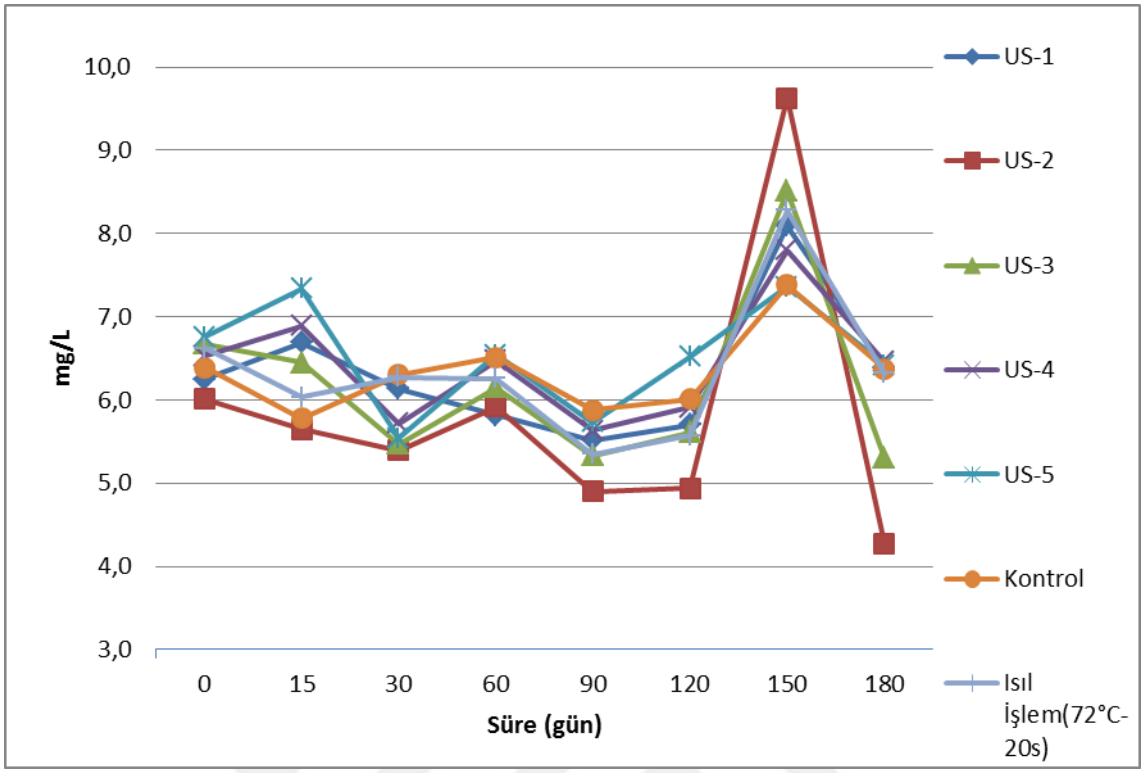
4.1.4.2 Toplam Antosiyanin Değişimi

Sürekli sistemde ultrases uygulamasına tabi tutulan şalgam sularının 6 aylık depolama süresi boyunca toplam antosiyanin değişimi Çizelge 4.14' de belirtildiği üzere; US-1 işlem şartında 5,52 ile 8,09 mg/L arasında, US-2 işlem şartında 4,27 ile 9,63 mg/L arasında, US-3 işlem şartında, 5,30 ile 8,51 mg/L arasında, US-4 işlem şartında 5,63 ile 7,80 mg/L arasında ve US-5 işlem şartında 5,54 ile 7,36 mg/L arasında tespit edilmiştir. Kontrol şalgamlarında toplam antosiyanin mikrarındaki değişim ise 5,78 ile 7,38 mg/L arasında tespit edilmiştir. 72°C-20s' de ısıl işlem uygulanan şalgam sularında ise toplam antosiyanin miktarında ki değişim aralığı 5,35 ile 8,28 mg/L arasında olduğu tespit edilmiştir. Şalgam sularına ait toplam antosiyanin değişim grafiği Şekil 4.15' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam antosiyanin (mg/L) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	6,25 ±1,6^{aA}	6,69 ±1,8^{abA}	6,13 ±2,0^{aA}	5,82 ±1,0^{aA}	5,52 ±1,1^{aA}	5,70 ±1,3^{aA}	8,09 ±1,0^{bA}	6,38 ±4,5^{abA}
US-2	60	200	6,01 ±1,0^{bA}	5,65 ±0,5^{bA}	5,39 ±1,3^{abA}	5,92 ±0,6^{bA}	4,90 ±0,3^{abA}	4,94 ±0,6^{abA}	9,63 ±1,6^{cB}	4,27 ±0,0^{aA}
US-3	56	200	6,67 ±2,1^{aA}	6,45 ±1,7^{aA}	5,47 ±2,0^{aA}	6,15 ±1,2^{aA}	5,33 ±1,0^{aA}	5,61 ±1,0^{aA}	8,51 ±0,7^{bAB}	5,30 ±0,0^{aA}
US-4	50	500	6,53 ±2,6^{aA}	6,89 ±1,9^{aA}	5,72 ±2,3^{aA}	6,47±1,3^{aA}	5,63 ±1,2^{aA}	5,91 ±1,0^{aA}	7,80 ±1,2^{aA}	6,46 ±0,0^{aA}
US-5	47	200	6,76 ±2,3^{aA}	7,34 ±2,7^{aA}	5,54 ±2,0^{aA}	6,54 ±1,5^{aA}	5,73 ±1,0^{aA}	6,52 ±1,7^{aA}	7,36 ±0,0^{aA}	6,42 ±0,0^{aA}
Kontrol			6,39 ±2,2^{aA}	5,78 ±1,1^{aA}	6,30 ±1,7^{aA}	6,51 ±1,1^{aA}	5,88 ±0,8^{aA}	6,01 ±1,1^{aA}	7,38 ±1,1^{aA}	6,37 ±0,0^{aA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			6,62 ±2,3^{abA}	6,03 ±1,3^{aA}	6,27 ±2,2^{aA}	6,26 ±1,3^{aA}	5,35 ±0,9^{aA}	5,57 ±1,1^{aA}	8,28 ±1,1^{bAB}	6,32 ±0,0^{aA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.



Şekil 4.15. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca toplam antosiyanin (mg/L) değişimi

4.1.4.3 DPPH İndirgeme Aktivitesindeki Değişimler

Çizelge 4.15' de görüldüğü üzere, US-1 işlem şartında ki şalgam sularının DPPH indirgeme aktivitesindeki değişim aralığı 597 ile 998 mg/L arasında olmuştur. Depolamanın 0. gününde en düşük değeri aldığı, 180. günde ise en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. US-2 işlem şartına bakıldığında değişim aralığının 602 ile 853 mg/L arasında olduğu görülmüştür. US-3 işlem şartına ait şalgam sularının DPPH indirgeme aktivitesindeki değişim aralığı 533 ile 916 mg/L arasında olmuştur. US-4 işlem şartına ait ultrasonik işlem görmüş şalgam sularının depolama zamanı süresince DPPH indirgeme aktivitesindeki değişim aralığının 522 ile 994 mg/L arasında olduğu gözlemlenmiştir. US-5 işlem şartına ait şalgam sularının sonuçlarının değişim aralığı ise 558 ile 947 mg/L arasında olduğu kaydedilmiştir.

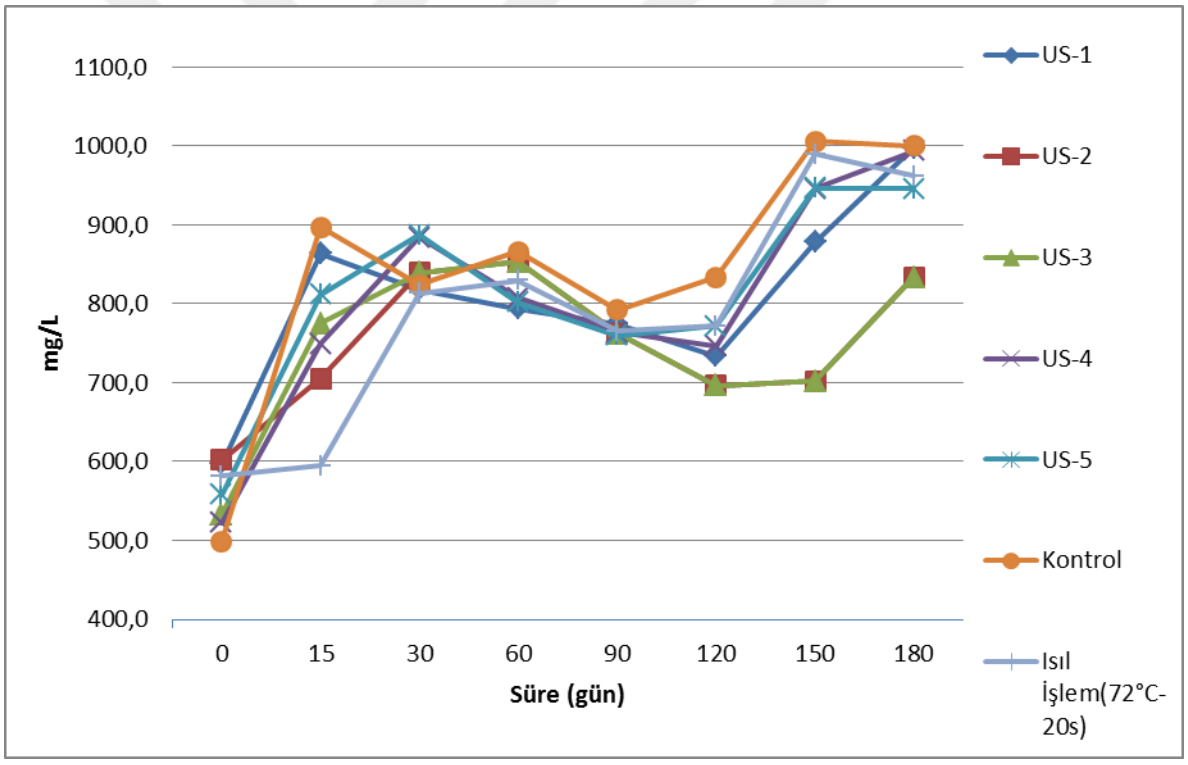
Çizelge 4.15 Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca DPPH indirgeme aktivitesindeki (Troloks eşdeğeri mg/L) değişimi**

İşlemler*			Depolama süresi (gün)							
Kod	T(°C)	f (dak/L)	0	15	30	60	90	120	150	180
US-1	60	1.000	597 ±41^{aA}	864 ±249^{abcB}	818 ±65^{cA}	794 ±298^{abA}	774 ±20^{abA}	734 ±213^{abA}	878 ±221^{abcAB}	998 ±199^{bcA}
US-2	60	200	602 ±67^{aA}	705 ±16^{bAB}	839 ±70^{aA}	853 ±317^{aA}	762 ±14^{aA}	696 ±141^{aA}	702 ±49^{aA}	834 ±57^{aA}
US-3	56	200	533 ±150^{aA}	775 ±124^{abAB}	855 ±11^{cA}	748 ±229^{abA}	916 ±234^{bcA}	701 ±202^{abA}	876 ±237^{abAB}	914 ±190^{bcA}
US-4	50	500	522 ±116^{aA}	749 ±51^{abAB}	884 ±1^{cA}	808 ±291^{abB}	764 ±18^{abA}	747±89^{abA}	946 ±170^{bcAB}	994 ±208^{bcA}
US-5	47	200	558 ±73^{aA}	812 ±140^{abAB}	887 ±60^{cA}	802 ±311^{abC}	760 ±2^{abA}	772 ±122^{abA}	947 ±208^{bcAB}	946 ±224^{bcA}
Kontrol			499 ±134^{aA}	897 ±331^{abcB}	824 ±47^{cA}	866 ±289^{abcB}	792±20^{abA}	834 ±180^{abA}	1006 ±233^{bcB}	1000 ±132^{bcA}
Isıl İşlem (72°C-20s)			582 ±19^{aA}	595 ±96^{aA}	813 ±24^{cA}	830 ±322^{abA}	765 ±1^{abA}	772 ±122^{abA}	990 ±262^{bcB}	962 ±130^{bcA}

*İşlemlerde %100 genlikte ultrases (400W) uygulaması yapılmıştır.**Farklı küçük harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı satırdaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Büyük harfler ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olup olmadığını gösterir.

Kontrol şalgamlarının DPPH indirgeme aktivitesindeki değişim aralığı 499 ile 1006 mg/L arasında olmuştur. Yine ısıl işlem şartlarına maruz kalan şalgam sularının 6 aylık depolama boyunca DPPH indirgeme aktivitesindeki değişim aralığı 582 ile 990 mg/L arasında olduğu görülmüştür.

DPPH indirgeme aktivitesindeki en yüksek değerlere bütün işlem şartlarında 180. günde ulaşıldığı tespit edilmiştir. En düşük değerlerin olduğu depolama günü ise 0. gün olarak belirlenmiştir.istatistiksel olarak işlemler arasında önemli benzerlikler olmuştur fakat her bir işlemin kendi içerisinde depolama süreleri baz alındığında istatistiksel farkının önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 4.15' de farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki istatistiksel farkın önemli olduğu gösterilmiştir. DPPH indirgeme aktivitesindeki değişimin grafiği Şekil 4.16' da gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Ultrases uygulanan şalgam sularının depolama boyunca DPPH indirgeme aktivitesindeki (Troloks eşdeğeri mg/L) değişimi

4.2 Duyusal Analiz

Şalgam suyuna uygulanan ultrasonik işlemler sonrasında duyusal kalite özelliklerindeki değişimler Çizelge 4.16'de sunulmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü üzere sadece 2

ultrasonik işlem uygulanan şalgam sularının duyusal özelliklerinde kontrole göre olumsuzluk tespit edilmiştir. Ultrasonik uygulamaların hepsi ısıl işlemden daha iyi sonuç vermiştir.

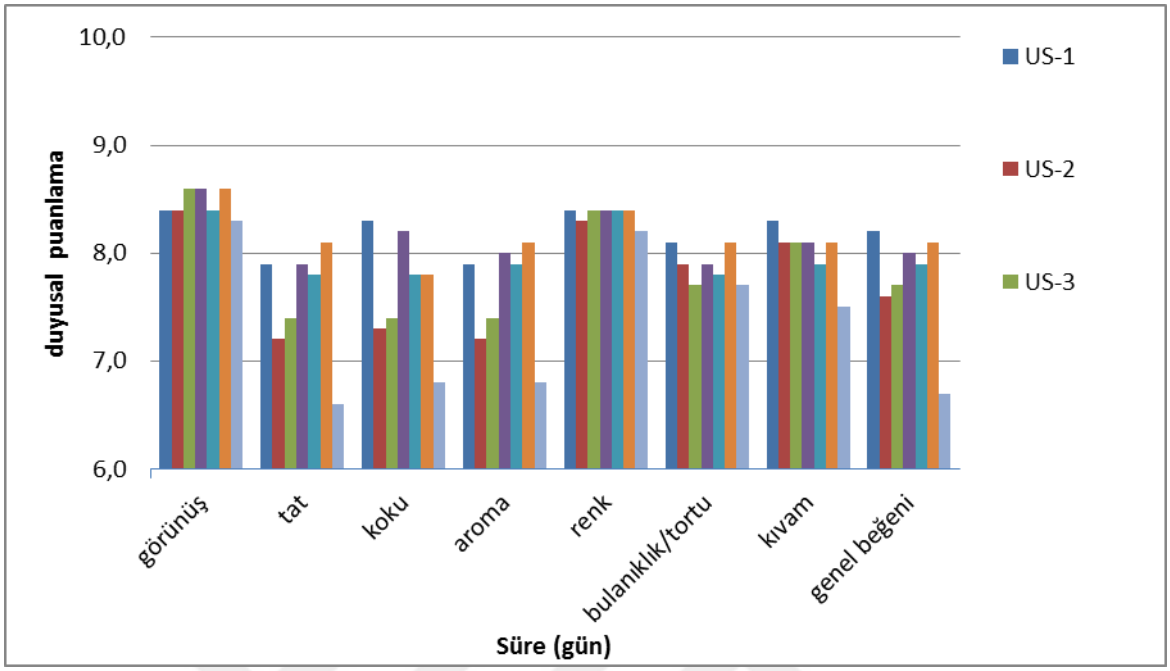
Ultrases işlemi uygulanan şalgam sularının farklı işlem şarlarına tabi tutularak 6 aylık depolanması sonucunda elde edilen duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimlerde panelistlere göre görünüş bakımından en iyi sonuçları US-3, US-4 ve kontrol almıştır. En kötü görünüş değerinin ise ısıl işleme ait olduğu ortaya çıkmıştır. Şalgam sularından tadım olarak en iyi değerleri veren işlemler olarak kontrol ve ardından US-4, US-1 işlemleri gelmektedir. Tat bakımından en kötü sonucu veren işlem ise endüstriyel boyutta piyasada üretimi ve satışı yapılan şalgam sularına uygulanan ısıl işlem uygulaması vermiştir.

Koku bakımından şalgam sularında en iyi değerleri US-1 değeri almışken ardından US-4 işlemide iyi sonuç vermiştir. Aroma değeri bakımından en iyi organoleptik değerlendirme sonucunu kontrole ait şalgam suları almıştır. Renk bakımından işlemler arsında pek bir fark olmasada bütün işlemler ve kontrol, ısıl işlemden daha iyi sonuç vermiştir. Şalgam suyunda istenen tortu/ bulanıklık değerlendirmesi adı altında yapılan duyusal testte panelistler en kötü puanlamayı ısıl işlem seçeneğine verirken en iyi sonuçları ise US-1 ve kontrol işlemlerine vermişlerdir. Kıvam bakımından yapılan duyusal değerlendirme de en beğenilen şalgam suyu US-1 işlem koduna ait şalgam suyu olurken en kötü kıvama sahip şalgam suyu ısıl işlem şartları uygulandıktan sonra depolamaya bırakılan şalgam suyu olmuştur.

Şalgam sularının duyusal özelliklerine bakılırken genel beğeni düzeyine bakıldığında en iyi değerlendirme sonucunu alan şalgam suyu US-1 işlem şartlarında ultrasese tabi tutulan şalgam suyu almıştır. Bunun yanında bütün işlem şartları ısıl işleme tabi tutularak hazırlanmış şalgam suyundan duyusal özellikler bakımından daha iyi sonuç vermiştir.

Çizelge 4.16 Ultrases uygulanan şalgam sularının duyusal özelliklerindeki değişimi

Kod	Görünüş	Tat	Koku	Aroma	Renk	Bulanıklık /tortu	Kıvam	Genel Beğeni
US-1	8,4±0,4	7,9±0,0	8,3±0,2	7,9±0,2	8,4±0,4	8,1±0,3	8,3±0,4	8,2±0,1
US-2	8,4±0,4	7,2±0,3	7,3±0,1	7,2±0,4	8,3±0,3	7,9±0,1	8,1±0,0	7,6±0,4
US-3	8,6±0,3	7,4±0,5	7,4±0,0	7,4±0,7	8,4±0,2	7,7±0,1	8,1±0,3	7,7±0,4
US-4	8,6±0,3	7,9±0,0	8,2±0,1	8,0±0,2	8,4±0,0	7,9±0,0	8,1±0,2	8,0±0,1
US-5	8,4±0,4	7,8±0,3	7,8±0,4	7,9±0,6	8,4±0,1	7,8±0,3	7,9±0,2	7,9±0,5
Kontrol	8,6±0,3	8,1±0,6	7,8±0,0	8,1±0,1	8,4±0,1	8,1±0,3	8,1±0,2	8,1±0,0
Isıl İşl.	8,3±0,2	6,6±0,7	6,8±0,6	6,8±1,1	8,2±0,3	7,7±0,2	7,5±0,1	6,7±0,7



Şekil 4.17. Ultrases uygulanan şalgam sularının duyusal özelliklerindeki değişimi

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada; kullanılan şalgam suları Adana yöresinde üretim yapan bir işletmeden temin edilmiştir. İçerisine herhangi bir koruyucu madde katılmamış olan şalgam sularına sürekli sistemde ultrases işlemi uygulanarak, şalgam sularının raf ömrü ve kalite özelliklerinde meydana gelen değişikliklerine etkisi incelenmiştir.

Şalgam sularına uygulanacak ultrasonik işlem şartları (US-1, US-2, US-3, US-4, US-5) belirlenmiş, bu işlemlerin depolama boyunca ısıl işlem ve kontrolle kıyaslaması yapılmıştır. 180 günlük depolama süresince şalgam sularının mikrobiyal yüküne, fizikokimyasal özelliklerine, biyoaktif özelliklerine ve duyusal özelliklerine bakılmış, depolama zamanı boyunca meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

1. Şalgam suları ile yapılan bu çalışma, ultrases uygulamasının şalgam suyu üzerinde raf ömrünü artırıcı ve kalite özelliklerinde iyileştirici etki oluşturması üzerine yoğunlaşmış olsa da raf ömrünü artırıcı etkisi görülmüş ancak kalite özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenen belli kısımlarında istenen etkinin oluşmadığı olumsuz durumlarla da karşılaşılaşabileceği görülmüştür.
2. Yapılan çalışma sonucu şalgam suyunun standartlarca belirtilen iki aylık raf ömrü bir ay daha artırılarak üç aya çıkarılmıştır.
3. Ultrases işleminin şalgam sularında mikrobiyal yük gelişimi üzerinde etkisi incelendiğinde toplam maya ve küf içeriğinin ilk üç işlem şartında (US-1, US-2, US-3) tamamen bir inaktivasyon oluşturduğu görülmüştür.

4.Ultrases uygulamasının sürekli sistem de kullanılarak özellikle 56°C üzerinde maya ve küf yükünün inaktive olmasında etkili olabileceği, maya ve küf gelişimini sınırlandırabileceği şeklinde yorumlanabilmektedir.

5.Şalgam sularının içerdiği tuz seviyesi ve kül miktarı sırasıyla %1,794±0,08 ve %1,414±0,145 olarak belirlenmiştir.

6.Fizikokimyasl özelliklerinden asitlik seviyesindeki değişimin 5 ile 7 mg/L arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değişim depolama boyunca US işlem şartları uygulanan şalgam suları ile kontrol arasında paralel bir şekilde artış göstererek devam etmiştir.

7.Yine bir diğer fizikokimyasal özellik olan pH değişimine bakıldığında şalgam suları arasında 6 aylık depolama sonucunda pH değerlerinde herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

8. Şalgam sularına US uygulanması sonucunda 6 aylık depolama boyunca belirlenen kuru madde düzeyleri arasında herhangi bir farklılık oluşmamıştır.

9.Depolama zamanı boyunca renk analizleriyle L ve kroma (C) değerlerinde sürekli sistemde US uygulamasının etkileri incelenmiştir. Depolama boyunca L değerinde artış olduğu görülmektedir.

10.Şalgam suyunda sürekli sistem ultrases kullanımı bulanıklık seviyesi ve bulanıklık kalitesini artırıcı bir etki göstermediği görülmüştür. Bu durumun kullanılan ultrasesin kısa süreli olarak uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine bulanıklık seviye ve kalitesinde beklenen etkinin görülmemesi şalgam suyunun fermentasyon süresi boyunca içerisinde bulunan havuç tanelerinin, normal bir posalı meyve suyundaki gibi olmayıp ince uzun taneler halinde şalgam suyu içerisinde bulunmasından bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

11.Ultrases işlemi, oda sıcaklığına gelmiş olan şalgam sularının 100 RPM' deki vizkozite analizleri sonucunda herhangi bir değişim göstermemiştir.

12. Şalgam sularının depolama boyunca bakılan biyoaktif bileşen değerlerinden toplam fenolik madde değişimi; depolama başlangıcından sonra bir miktar artış göstremiştir. DPPH indirgeme aktivitesi ise depolama başlangıcına göre bir miktar artış göstermiştir

13. Sürekli sistem US uygulamsının işlem şartları değişmesine rağmen duyusal değrlerine bakıldığında bütün işlem şartlarındaki duyusal değerlendirme sonuçlarının ısıl işlemden daha iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.
14. Ürünlerin duyusal özellikleri karşılaştırıldığında duyusal özelliklere en fazla zarar veren parametrenin sıcaklık olduğu ultrases şiddetinin ise çok daha sınırlı olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir.
15. Yüksek sıcaklıkların kullanılması, duyusal özelliklerde daha fazla kaybın olması anlamına gelmektedir. Genel beğeni düzeyi olarakta ultrases işlemine maruz bırakılan şalgam sularının daha fazla beğenildiği görülmüştür.
16. Utrason uygulamasının gıdalarda ısıl işlemi düşürücü etki göstermesi bakımından olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ancak bulanıklık gibi parametrelerin daha iyi sonuç vermesini sağlamak için posalı gıdalar tercih edilebilir.
17. Şalgam sularının raf ömrünü artırmak için ultraviyole gibi başka işlemlerle kombinlenerek kullanımı etkili olabileceği düşünülebilir.
18. Sanayi bazında ultrases uygulaması ile sürekli sistem uygulaması şalgam suyu üretimi için entegre edilebilir.
19. Ultrases uygulaması ile daha kaliteli ürün elde edilebilen şalgam suyu ve meyve suları üretime üzerine çalışmalara yoğunluk verilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Deryaoğlu, A., (1990). Şalgam Üretimi ve Bileşimi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi, yayınlanmamış). Çukurova. Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[2] Erginkaya, Z., ve Hammes, W. P., (1992). "Şalgam Suyu Fermantasyonu Sırasında Mikroorganizmaların Gelişimi ve İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanmaları Üzerine Bir Araştırma". Gıda Dergisi, 17(5): 311–314.

[3] Ozhan, N., ve Coksoyler, N., (2005). "Survival of Escherichia coli in Traditional Fermented Turnip . J. Food Sci.Technol"., 42 (1): 67-69.

[4] Wu, H., Hulbert, G. J., ve Mount, J.R., (2000). "Effects of Ultrasound on Milk Homogenization and Fermentation with Yogurt Starter". Innovative Food Science & Emerging Technologies 1: 211-218.

[5] McClements, D.J., (1995). "Advances in Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing". Trends in Food Science and Technology, 6 (9): 293-299.

[6] Scherba, G., Weigel, R.M., ve O'Brien, W.D., (1991). "Quantitative Assessment of Germicidal Efficacy of Ultrasonic Energy". Applied and Environmental Microbiology, 57 (7): 2079-2084.

[7] Miles, C.A., Morley, M.J., Hudson, W.R., ve Mackey, B.M., (1995). "Principles of Separating Microorganisms from Suspensions Using Ultrasound". Journal of Applied Bacteriology 78: 47-54.

[8] Piyasena, P., Mohareb E., ve McKellar, R.C., (2003). "Inactivation of Microbes Using Ultrasound:A Review". International Journal of Food Microbiology, 87: 207–216.

[9] Johnson, L.L., Peterson, R.V., ve Pitt, W.G., (1998). "Treatment of Bacterial Biofilms on Polimeric Biomaterials Using Antibiotics and Ultrasound". Journal of Biomaterial Science, Polymer Ed., 9 (11): 1177-1185.

[10] Guerrero, S., Lopez-malo, A., ve Alzamora, S.M., (2001). “Effect of Ultrasound on the Survival of Saccharomyces cerevisiae: Influence of Temperature, pH and Amplitude”. Innovative Food Science & Emerging Technologies 2: 31-39.

[11] Tsukamoto, I., Constantinoiu, M. F., Furuta, M., Nishimura, R., ve Maeda, Y., (2004). “İnactivation Effect of Sonication and Chlorination on Saccharomyces cerevisiae calorimetric analysis”. Ultrasonics Sonochemistry, 11: 167-172.

[12] Salleh-Mack S.Z., ve Roberts J.S. (2007). “Ultrasound Pasteurization: The effects of Temperature, Soluble Solids, Organic Acids and pH on the İnactivation of Escherichia coli ATCC 25922”. Ultrasonics Sonochemistry, 14 (3): 323-329.

[13] Jayasooriya, S.D., Bhandari, B. R., Torley, P., ve D'Arcy, B.R., (2004). “Effect of High Power Ultrasound Waves on Properties of Meat: a Review”. International Journal of Food Properties, 7(2): 301-319.

[14] Şengül, M., Başlar, M., Erkaya, T., ve Ertugay, M.F. (2009). “Ultrasonik homojenizasyon işleminin yoğurdun su tutma kapasitesi üzerine etkisi”. Gıda, 34(4): 219-222.

[15] Nguyen, N. H. A., ve Anema, S. G. (2010). “Effect of ultrasonication on the properties of skim milk used in the formation of acid gels”. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11: 616-622.

[16] Şengül, M., Başlar, M., Erkaya, T., ve Ertugay, M.F. (2009). “Ultrasonik homojenizasyon işleminin yoğurdun su tutma kapasitesi üzerine etkisi”. Gıda, 34(4): 219-222.

[17] Chouliara, E., Georgogianna K. G., Kanellopoulou, N., ve Kontominas, M. G. (2010). “Effect of ultrasonication on microbiological, chemical and sensory properties of raw, thermized and pasteurized milk”. International Dairy Journal, 20: 307-313.

[18] Riener, J., Noci, F., Cronin, D. A., Morgan, D. J., ve Lyng, J. G. (2009). “The effect of thermosonication of milk on selected physicochemical and microstructural properties of yoghurt gels during fermentation”. Food Chemistry, 114: 905-911.

[19] Riener, J., Noci, F., Cronin, D. A., Morgan, D. J., ve Lyng, J. G. (2010). “A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventioanlly heated milks”. Food Chemistry, 119; 1108-1113.

[20] Bermúdez-Aguirre, D., Mawson, R., Versteeg, K., ve Barbosa-Cánovas, G. V. (2009). “Composition properties, physicochemical characteristics and shelf life of whole milkafetr thermal and thermo-sonication treatments”. Journal of Food Quality, 32: 283-802.

[21] Shanmugam, A., Chandrapala, J., ve Ashokkumar, M. (2012). “The effect of ultrasound on the physical and functional properties of skim milk”. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 16: 251–258.

[22] Tiwari, B.K., Muthukumarappan, K., O‟Donnell, C.P. and Cullen., ve P.J., (2008). “Effects of sonication on the kinetics of orange juice quality parameters”. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56 (7): 2423-2428.

[23] Guerrero-Beltran, J.A. ve Barbosa-Canovas, G.V., (2006). “Inactivation of Saccharomyces cerevisiae and polyphenolokxidase in mango nectar treated with UV light”. Journal of Food Protection, 69 (2): 362-368

[24] Canbaş, A., ve Fenercioğlu , H., (1984). “Şalgam Suyu Üzerine Bir Araştırma”. Gida Dergisi, 9(5): 279–286.

[25] TSE, 2003, TS 11149, Şalgam Suyu. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Caddesi.112 Bakanlıklar, Ankara.

[26] Öztürk, O., (2009). Adana piyasasındaki şalgam sularının bileşimleri üzerine bir araştırma. Çukurova Üni., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans tezi, Adana.

[27] Demir, N., Bahçeci, K.S., ve Acar, J., (2006). “The effects of different initial lactobacillus plantarum concentrations on some properties of fermented carrot juice”. Journal of Food Processing and Preservation. 30: 352-363

[28] Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H., (1984). “Şalgam suyu üzerine bir araştırma”, Gıda, 9(5): 279-286.

[29] Tangüler, H., (2010). Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Adana.

[30] Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H., (1984). Şalgam suyu üzerine bir araştırma, Gıda, 9(5): 279-286.

[31] Canbaş, A., (1995). “Ekmek mayacılığı”. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:22, Ankara.

[32] Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H., (1984).” Şalgam suyu üzerine bir araştırma”, Gıda, 9(5): 279-286.

[33] Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H., (1984). “Şalgam suyu üzerine bir araştırma”, Gıda, 9(5):279-286. 10 5 Öztürk, O., 2009. Adana piyasasındaki şalgam sularının bileşimleri üzerine bir araştırma. Çukurova Üni., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Adana.

[34] Öztan T., (2006). Mor havuç, konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profilinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[35] Tangüler H., (2010). Şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[36] Erginkaya Z., ve Hammes W. P.,(1992). “Şalgam suyu fermentasyonu sırasında Mikroorganizmaların gelişimi ve izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanmaları üzerine bir araştırma”. Gıda 17(5): 311-314.

[37] Berry, S.K., Manan, J.K., Joshi, G.J., Saxena, A.K. ve Karla, C.L. (1989). "Preparation and evaluation of ready-to-serve (RTS) black carrot beverage (Kanji). Journal of Food Science Technology" 26(6): 327-328.

[38] Mason, T.J. ve Lorimer J.P., (2002). "Applied sonochemistry: uses of power ultrasound in chemistry and processing". Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

[39] Torley, P.J. ve Bhandari, B.R., (2007). "Ultrasound in food processing and preservation". Handbook of food preservation, Ed: M. Shafiur Rahman. CRC Press, USA.

[40] Gallego-Juarez, J.A., (2010). "High-power ultrasonic processing: recent developments and prospective advances". Physics Procedia, 3 (1): 35-47.

[41] Evrendilek, G.S., Mehmetoğlu, A.Ç., Coğansu, S. ve Erkmen, O., (2010). Yeni yöntemlerle gıdaların korunması. Gıda Mikrobiyolojisi, Ed: O. Erkmen. 2. Basım. Efil Yayınevi, Ankara.

[42] Santos, H.M., Lodeiro, C., ve Capelo-MartRnez, J.L., (2009). "The power of ultrasound". Ed. José-Luis Capelo-Martínez, Ultrasound in Chemistry: Analytical Applications. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim..

[43] Torley, P.J. ve Bhandari, B.R., (2007). "Ultrasound in food processing and preservation". Handbook of food preservation, Ed: M. Shafiur Rahman. CRC Press, USA.

[44] Feng, H. ve Yang, W., (2011). "Ultrasonic processing. Nonthermal Processing Technologies for Food". Eds: H.Q. Zhang, G.V. Barbosa-Cánovas, V.M.B. Balasubramaniam, C.P. Dunne, D.F. Farkas, J.T.C. Yuan. Blackwell Publishing, USA

[45] Suslick, K.S., (1989). "The Chemical Effects of Ultrasound". Scientific American, 2 (260): 80-86.

[46] Brujan, E.A., Nahen, K., Shmidt, P. ve Vogel, A., (2001). "Dynamics of laser induced cavitation bubble near an elastic boundaries: influence of the elastic modulus". Journal of Fluid Mechanics, 433: 251 -281.

[47] Weiss, J., Gulseren, I., ve Kjartansson, G., (2011). "Physicochemical effects of high-intensity ultrasonication on food poteins and carbonhidrates" (Ed.) Nonthermal processing Technologies for Food. Blackwell Publishing, USA.

[48] Topdaş, E.F., ve Ertugay M.F., (2012). Basımda. "Yüksek Hidrostatik Basınç ve Vurgulu Elektriksel Alan İşlemlerinin Maillard Reaksiyonu Üzerine Etkisi". Gıda dergisi

[49] Piyasena, P., Mohareb, E., ve McKellar, R.C., (2003). "Inactivation of microbes using ultrasound: a review". International Journal of Food Microbiology, 87: 207– 216.

[50] Virot, M., Tomao, V., Le Bourvellec, C., Renard, M.C.G.C., ve Chemat F., (2010). "Towards the industrial production of antioxidants from food

processing by-products with ultrasound-assisted extraction". Ultrasonics Sonochem, 17: 1066-1074.

[51] Chemat, F., Tomao, V., ve Virot, M., (2008). "Ultrasound- assisted extraction in food analysis". In: Handbook of Food Analysis Instruments by Semih Ötles, Boca Raton, Florida, USA: CRC pres: 85–103.

[53] Mawson, R., Gamage, M., Terefe, N.S., ve Knoerzer, K., (2011). "Ultrasound in Enzyme Activation and Inactivation". Feng et al. (Ed.), Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer, New York.

[54] Riera-Franco de Sarabia, E., Gallego-Juárez, J.A., Rodríguez-Corral, G., Acosta-Aparicio, V.M., ve Andrés-Gallegos, E., (2002). "Application of high-power ultrasound for drying vegetables". Forum Acousticum, September 18-20, Sevilla, Spain.

[55] Mason, T.J., Paniwnyk, L. ve Chemat F., (2003). "Ultrasound as a preservation technology". Food preservation techniques, Eds: P. Zeuthen and L. Bùgh-Sùrensen. CRC Press, USA. [

[56] Tsukamoto, I., Constantinoiu, M. F., Furuta, M., Nishimura, R., ve Maeda, Y., (2004). "İnactivation Effect of Sonication and Chlorination on Saccharomyces cerevisiae calorimetric analysis". Ultrasonics Sonochemistry, 11: 167-172.

[57] Piyasena, P., Mohareb E., ve McKellar, R.C., (2003). "Inactivation of Microbes Using Ultrasound:A Review". International Journal of Food Microbiology, 87: 207–216.

[58] McClements, D.J., (1995). "Advances in Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing". Trends in Food Science and Technology, 6 (9): 293-299.

[59] Cemeroğlu, B. S., (2013). Gıda Analizleri, 3. Baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi

[60] Cemeroğlu, B. S., (2013). Gıda Analizleri, 3. Baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi

[61] Cemeroğlu, B. S., (2013). Gıda Analizleri, 3. Baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi

[62] Feng vd, W., 2011. "Ultrasonic processing. Nonthermal Processing Technologies for Food". Eds: H.Q. Zhang, G.V. Barbosa-Cánovas, V.M.B. Balasubramaniam, C.P. Dunne, D.F. Farkas, J.T.C. Yuan. Blackwell Publishing, USA

[63] Stahle-Hamatschek, S., (1989). Cloud composition and its effect on cloud stability in natural cloudy apple juices (in German). Flussiges Obst, 56 (9): 543-548.

[64] Deryaoğlu, A., (1990). Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma. Ç Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

[65] Canbaş, A., ve Deryaoğlu, A., (1993). "Şalgam Suyunun Üretim Tekniği ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma". Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 17: 119-129

[66] Aydar, A., (2003). Şalgam Suyu Üretiminde Lactobacillus plantarum İlavesinin Ürün Bileşim ve Kalitesine Etkileri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

[67] Güneş, G., (2008). Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (Daucus carota) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova.Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.

[68] Arıcı, M., (2004). "Microbiological and Chemical Properties of Drink Called Shalgam (Mikrobiologiste Und Chemische Eigenschaften Von Salgam)". ErnahrungsUmschau, 51(1): 10.

[69] Arıcı, M., (2004). "Microbiological and Chemical Properties of Drink Called Shalgam (Mikrobiologiste Und Chemische Eigenschaften Von Salgam)". ErnahrungsUmschau, 51(1): 10.

[70] Güneş, G., (2008). Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (Daucus carota) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.

[71] Aydar, A., (2003). Şalgam Suyu Üretiminde Lactobacillus plantarum İlavesinin Ürün Bileşim ve Kalitesine Etkileri. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

[72] Güneş, G., (2008). Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (Daucus carota) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.

[73] T.S.E., (2003). TS 11149 Şalgam Suyu Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[74] Canbaş, A., Fenercioğlu, H, (1984). "Şalgam Suyu Üzerine Bir Araştırma Gıda". 9(5): 279-286.

[75] Miişoğlu, D., (2004). Şalgam Suyu Üretiminde Enzim Uygulamasının Verim ve Kaliteye Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa Ümit İRKİLMEZ

Doğum Tarihi ve Yeri : 01.05.1987-Osmaniye

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : m.umitirkilmez@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y.Lisans	Gıda Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2017
Lisans	Gıda Mühendisliği	Korkut Ata Üniversitesi	2014
Lise	Fen Bilimleri	Çobançeşme Lisesi	2017

YAYINLARI

Makale

1. “The effect of ultrasonic treatments on turbidity, microbial load, and polyphenol oxidase (PPO) activity of plum nectar” İrkilmez MU, Başlar M., Sağdic O., Arici M., Ertugay M.F. The effect of ultrasonic treatments on turbidity, microbial load, and polyphenol oxidase (PPO) activity of plum nectar. JOURNAL OF FOOD MEASUREMENT AND CHARACTERIZATION, 11(2): 380-387.