

A. ÇANKAYA, 2018

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞALGAM SUYUNUN ANTiOKSİDAN AKTİVİTE, ANTiOSİYANİN VE FENOLİK
BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI FERMANTASYON SICAKLIĞI VE ÜRETİM
YÖNTEMİNİN ETKİSİ

AKKIZ ÇANKAYA

Ağustos 2018

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞALGAM SUYUNUN ANTIÖKSİDAN AKTİVİTE, ANTOSİYANİN VE FENOLİK
BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI FERMANTASYON SICAKLIĞI VE ÜRETİM
YÖNTEMİNİN ETKİSİ

AKKIZ ÇANKAYA

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Ağustos 2018

Akkız ÇANKAYA tarafından **Doç. Dr. Hasan TANGÜLER** danışmanlığında hazırlanan “**Şalgam Suyunun Antioksidan Aktivite, Antosiyanin ve Fenolik Bileşikler Üzerine Farklı Fermantasyon Sıcaklığı ve Üretim Yönteminin Etkisi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Ü., Müh. MİM Fak. Gıda Müh. Böl.



Üye : Doç. Dr. Hasan TANGÜLER
Niğde Ömer Halisdemir Ü., Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hande BALTACIOĞLU
Niğde Ömer Halisdemir Ü., Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü



ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Akkız ÇANKAYA

ÖZET

ŞALGAM SUYUNUN ANTIOKSİDAN AKTİVİTE, ANTOSİYANİN VE FENOLİK BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE FARKLI FERMANTASYON SICAKLIĞI VE ÜRETİM YÖNTEMİNİN ETKİSİ

ÇANKAYA, Akkız

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği AnaBilim Dalı

Danışman

:Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Ağustos 2018, 80 sayfa

Bu çalışmada şalgam suyu üretiminde farklı yöntem ve farklı sıcaklık uygulamasının kalite üzerine etkisi araştırılmıştır. Şalgam suyu üretimi geleneksel yöntem ve direkt yöntem olmak üzere iki farklı yöntemle gerçekleştirilmiş ve her iki yöntem için de 10°C, 22°C ve 35°C olmak üzere üç farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılmıştır. Fermantasyon sıcaklığı ve üretim yöntemlerinin antioksidan aktivite, antosiyanin miktarı ve fenolik bileşikler üzerine etkisi incelenmiştir.

Denemelerde fermantasyon sırasında ortamda bulunan laktik asit bakterileri, toplam mezofili aerob bakteri, toplam maya ve koliform bakteri (KB) sayıları belirlenmiş, fermantasyonun başlamasıyla KB sayısında azalma, diğer ortamda bulunan bakteri sayılarında ise artış gözlemlenmiştir. Öte yandan, her iki yöntemde de artan fermantasyon sıcaklığıyla beraber, KB'ler daha hızlı etkilenmiş ve ortamdan daha kısa sürede kaybolmuşlar ve izole edilememişlerdir. Sıcaklık arttıkça fermantasyon süresi kısalmıştır.

Anahtar sözcükler: şalgam suyu, üretim yöntemi, fermantasyon sıcaklığı, antioksidan kapasite.

SUMMARY

THE EFFECTS OF THE DIFFERENT FERMENTATION TEMPERATURE AND METHOD OF PRODUCTION ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY, ANTHOCYANIN AND PHENOLIC COMPOUNDS OF SHALGAM JUICE

ÇANKAYA, Akkız

Niğde Ömer Halisdemir University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

August 2018, 80 pages

In this study, different methods in the production of shalgam juice and the effect of different temperature application on quality were researched. Shalgam juice production was performed by two different methods, the traditional method and the direct method and three different fermentation temperature were used both methods: 10°C, 22°C and 35°C. The effects of fermentation temperature and production methods on antioxidant activity, amount of anthocyanin and phenolic compounds were investigated.

The numbers of lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic bacteria, coliform bacteria and total yeast were counted during fermentation in the experiments. As soon as fermentation begins, an increase in the counts of lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic bacteria and yeast, a decrease in the counts of coliform bacteria were determined. On the other hand, in both methods, coliform bacteria were affected more rapidly with increasing fermentation temperature and they disappeared in a shorter time than the medium and could not be isolated. As the temperature increased, the fermentation time decreased.

Keywords: shalgam, production methods, fermentation temperature, antioxidant capacity.

ÖN SÖZ

Yüksek Lisans öğremimin her aşmasında desteğini ve sabrını hiç esirgemeyen, çalışmamın ilk aşamasından son aşamasına kadar yardımcı olan Doç. Dr. Hasan TANGÜLER'e,

Mineral madde ve fenolik bileşikler analizlerinde yardımcı olan Ar. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM'a, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Dr. Öğretim Üyesi Adnan BOZDOĞAN'a,

Çalışmamın yürütülmesinde maddi desteklerinden dolayı Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (FEB 2017/25- BAGEP) birimine,

Yüksek Lisans tezimin her aşamasında manevi desteğini gördüğüm Yüksek Gıda Mühendisi Cennet YILDIZ'a,

Siyah havuç desteğinden dolayı Doğanay firmasına (Adana),

Ayrıca; bütün çalışma ve öğrenim hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan, büyük bir sabırla bana destek olan babam Haşım ÇANKAYA'ya ve annem Tenzile ÇANKAYA'ya teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGE VE KISALTMALAR	xiii
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
BÖLÜM III MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1 Materyal.....	11
3.2 Yöntem	11
3.2.1 Şalgam suyu üretimi.....	11
3.3 Mikrobiyolojik Analizler.....	14
3.4 Genel Analizler.....	14
3.4.1 Toplam asit tayini.....	14
3.4.2 pH tayini	15
3.4.3 Toplam şeker	15
3.4.4 Kurumadde tayini	15
3.4.5 Kül tayini.....	15
3.4.6 Renk yoğunluğu tayini	15
3.4.7 Renk tonu tayini	16
3.4.8 Renk bileşimi tayini	16
3.4.9 Şalgam sularında L*a*b* değerleri.....	16
3.4.10 Antioksidan aktivite (AA) analizi	17
3.4.11 Toplam fenolik madde tayini	17
3.4.12 Antosiyanin profillerinin belirlenmesi	19
3.4.13 Mineral madde içeriği	20
3.5 Duyusal Analizler.....	21
3.6 İstatistiksel Analiz	22

BÖLÜM IV ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	23
4.1 Geleneksel Yolla Şalgam Suyu Üretimi.....	23
4.1.1 Geleneksel yolla farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde toplam asitlik ve pH değerlerindeki değişim	23
4.1.2 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca laktik asit bakteri sayısındaki değişim	25
4.1.3 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde denemelerinde havuç fermantasyonu boyunca toplam mezofil aerobik bakteri sayısındaki değişim.....	27
4.1.4 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca toplam maya sayısındaki değişim	28
4.1.5 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca koliform bakteri sayısındaki değişim	29
4.1.6 Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında kimyasal bileşim.....	30
4.1.6.1 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde toplam şeker miktarı	31
4.1.6.2 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı	31
4.1.6.3 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı	32
4.1.6.4 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam fenolik madde miktarı	33
4.1.6.5 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antioksidan aktivite.....	34
4.1.6.6 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu.....	34
4.1.6.7 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk yoğunluğu tayini.....	35
4.1.6.8 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk bileşimi	35
4.1.6.9 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde antosiyanin profilleri.....	36
4.1.6.10 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L*a* ve b* değerleri.....	40

4.1.6.11 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde mineral madde değerleri	41
4.2 Direkt Yöntemle Şalgam Suyu Üretimi	42
4.2.1 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam asitlik ve pH değerlerindeki değişim	42
4.2.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında laktik asit bakteri sayısındaki değişim	44
4.2.3 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam mezofil aerobik bakteri sayısındaki değişim	45
4.2.4 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam maya sayısındaki değişim	46
4.2.5 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında koliform bakteri sayısındaki değişim.....	47
4.2.6 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde kimyasal değişimler.....	48
4.2.6.1 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam şeker miktarı.....	49
4.2.6.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı	49
4.2.6.3 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı	50
4.2.6.4 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam fenolik madde miktarı	50
4.2.6.5 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimde antioksidan aktivite	51
4.2.6.6 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu	51
4.2.6.7 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk yoğunluğu tayini	52
4.2.6.8 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk bileşimi.....	52
4.2.6.9 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde antosiyanin profilleri	53

4.2.6.10 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L*a ve *b* değerleri	54
4.2.6.11 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri.....	55
4.3 Kimyasal ve Mikrobiyolojik Bileşim Üzerine Farklı Yöntemin Etkisi	58
4.3.1 Toplam asitlik ve pH değerlerinde ki değişimin karşılaştırılması.....	58
4.3.2 LAB sayısındaki değişimin karşılaştırılması.....	58
4.3.3 TMAB sayısının karşılaştırılması.....	58
4.3.4 TM sayısının karşılaştırılması	59
4.3.5 KB sayısındaki değişimin karşılaştırılması	59
4.3.6 Toplam şeker miktarının karşılaştırılması.....	59
4.3.7 Kurumadde miktarının karşılaştırılması.....	60
4.3.8 Kül miktarının karşılaştırılması.....	60
4.3.9 Toplam fenolik madde miktarının karşılaştırılması	60
4.3.10 Antioksidan aktivite miktarının karşılaştırılması	60
4.3.11 Renk tonu karşılaştırılması.....	60
4.3.12 Renk yoğunluğunun karşılaştırılması.....	60
4.3.13 Renk bileşimi karşılaştırılması	61
4.3.14 Antosiyanin profillerinin karşılaştırılması	61
4.3.15 L*a*b değerlerinin karşılaştırılması.....	61
4.3.16 Mineral madde miktarlarının karşılaştırılması	61
4.4. Duyusal Analiz	62
4.4.1 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında duyusal analiz	62
4.4.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında duyusal analiz.....	63
BÖLÜM V SONUÇ VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	68
EKLER.....	78
ÖZ GEÇMİŞ	79
TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER.....	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Fenolik bileşiklerin analizi için mobil faz gradient programı	20
Çizelge 3.2. Şalgam suyunu mikrodalga ile yakma prosedürü.....	21
Çizelge 4.1. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularının genel bileşimi	30
Çizelge 4.2. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında antosiyanin profilleri değişim tablosu	37
Çizelge 4.3. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu örneklerindeki L*a*b* değerleri	40
Çizelge 4.4. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında mineral madde miktarı	41
Çizelge 4.5. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında genel bileşim	48
Çizelge 4.6. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında antosiyanin profillerinde değişim.....	53
Çizelge 4.7. Direkt yöntemle üretilen şalgam suyu örneklerinin L*a*b* değerleri	55
Çizelge 4.8. Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri	56
Çizelge 4.9. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında duyusal bileşim	62
Çizelge 4.10. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında duyusal bileşim.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Geleneksel yol kullanılarak üretim.....	12
Şekil 3.2. Şalgam suyu üretimi için denemelerin hazırlanması.....	13
Şekil 3.3. Direkt yöntemle şalgam suyu üretimi.....	13
Şekil 3.4. Toplam fenolik madde analizi.....	18
Şekil 3.5. Fenolik madde tayini için kalibrasyon eğrisi.....	19
Şekil 3.6. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi.....	20
Şekil 3.7. Duyusal analiz formu (Puanlama tablosu).....	22
Şekil 4.1. Havuç fermantasyonları sırasında laktik asit cinsinden toplam asit miktarı ve pH değerindeki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).....	24
Şekil 4.2. Havuç fermantasyonları sırasında LAB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).	26
Şekil 4.3. Havuç fermantasyonları boyunca TMAB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).	27
Şekil 4.4. Havuç fermantasyonları boyunca TM sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2... 28	
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca KB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).	29
Şekil 4.6. Siyah havuçta bulunan antosiyaninlerin HPLC’de belirlenen profili.....	38
Şekil 4.7. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca laktik asit cinsinden toplam asit miktarı ve pH değerindeki değişim D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).....	43
Şekil 4.8. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca sayısındaki LAB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).	44
Şekil 4.9. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca TMAB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).	45
Şekil 4.10. Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde fermantasyon sırasında TM sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).	46
Şekil 4.11. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca KB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).	47

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μ	Mikron
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
Zn	Çinko
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
μ g	Mikrogram
μ m	Mikrometre
$^{\circ}$ C	Santigrat derece
>	Büyüktür
<	Küçüktür

Kısaltmalar

LAB	Laktik Asit Bakterileri
Lb.	Lactobacillus
S.	Sacchoromyces
C.	Candida
TMAB	Toplam Mezofilik Aerob Bakteri
TM	Toplam Maya
KB	Koliform Bakteri
PCA	Plate Count Agar
MRS	de Man Raqosa Sharpe
PDA	Potato Dextrose Agar
VRBA	Violet Red Bile Agar
AA	Antioksidan Aktivite
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
HPLC	High Performance Liquid Chromotography
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
mg	Miligram
L	Litre
log	Logaritma
mL	Mililitre
mm	Milimetre
NaOH	Sodyum Hidroksit
N	Normalite
S	İstatiksel değerlendirme
TS	Türk Standartları
Spp.	Spices (tür, çoğul)

Max.	Maximum
g	Gram
TE	Troloks Eşdeğeri
μmol	Mikromol
NaCl	Sodyum Klorür
KCl	Potasyum Klorür
%	Yüzde
T1	Geleneksel Yöntem 10°C
T2	Geleneksel Yöntem 22°C
T3	Geleneksel Yöntem 35°C
D1	Direkt Yöntem 10°C
D2	Direkt Yöntem 22°C
D3	Direkt Yöntem 35°C
nm	Nanometre
AlCl ₃	Aliminyum Klorür
NaNO ₂	Sodyum Nitrat
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
La ₂ O ₃	Lanthonyum Oksit
-OH	Hidroksil

BÖLÜM I

GİRİŞ

İnsanoğlu gıda ve içeceklerin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi için kurutma ve fermantasyon gibi yöntemlere başvurmuştur. Turşu, sirke, çeşitli et ve süt ürünleri fermantasyonda bakterileri faaliyetleriyle; alkollü ürünler ise mayaların faaliyetleriyle üretilmiştir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Maya ve LAB'nin kombine faaliyeti, fermente gıda ve içeceklerin üretiminde sıklıkla kullanılan bir durum olup; kefir, peynir, şarap gibi ürünler bu etkileşimin bir sonucudur (Gobbetti, 1998).

Dünya genelinde günümüzde çeşitli gıda maddeleri, üretim teknikleri ve mikroorganizmalar kullanılarak 3500'den fazla fermente gıda ve içecek üretilmektedir. şalgam suyu bu fermente gıdalardan biridir (Ekinci vd., 2016; Susuz Alanyalı, 2009).

şalgam suyu laktik asit fermantasyonun bir sonucu olup, kırmızı/mor renkte, laktik asitten dolayı ekşi lezzette ve belirli bir bulanıklıktadır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Ülkemizde şalgam suyu tüketimi son yıllarda giderek artmakta olup, Adana ve çevresindeki illerle bu illere bağlı ilçelerde çok daha yaygındır. Bu bölgede açıkta (ağzı açık kaplarda) veya şişe ve plastik kapalı kaplar içerisinde tüketime sunulmakta olup, yiyecek ve içeceklerle ilgili hemen her mekanda rastlanmaktadır. Siyah (mor) havuç, ekşi hamur, bulgur unu (setik), kaya tuzu, su ve isteğe bağlı olarak şalgam; şalgam suyu üretiminde kullanılmakta olup, üretimde kullanılan temel hammadde siyah havutur (Deryaoğlu ,1990).

şalgam suyu tüketiminin hızlı bir şekilde yaygınlaşması nedeniyle ülkemizdeki şalgam suyu üretim miktarı artmış ve küçük imalathanelerin yerini çok büyük tesisler almıştır. Buna ilave olarak, üretim yapan tesis sayısı da artmıştır. Ancak, bu konuda halen yapılması gereken araştırmalar mevcuttur. Farklı sıcaklık ve üretim yönteminin kullanıldığı bu çalışmanın amacı;

- Uygulanan farklı üretim yöntemi ve sıcaklık parametrelerinin tüm fermantasyon boyunca ve fermantasyon sonunda toplam laktik asit ve pH değişimi ile mikrobiyal flora üzerine etkisini incelemek,

- Elde edilen şalgam sularında farklı üretim yöntemi ve sıcaklık parametrelerinin antioksidan aktivite, antosiyanin ve fenolik bileşikler ile bazı mineral maddeler üzerine etkisini incelemek,
- Farklı üretim yöntemi ve sıcaklık parametreleri ile elde edilen şalgam sularında bu parametrelerin renk değerleri ile şalgam suyunun bazı özellikleri (toplam şeker, toplam asit, kuru madde ve pH değeri) üzerine etkilerini incelemek,
- şalgam suyu ile ilgili ulusal ve uluslararası bilimsel bilgi birikimine katkı sağlamaktır.



BÖLÜM II

LİTERATÜR ÖZETİ

İnsanoğlunun yaşamını sağlıklı ve dengeli olarak devam ettirmesini sağlayan gıdalar, köken ve işleme biçimleri açısından birbirinden oldukça farklı ürünlerden meydana gelmektedir. Bu ürünlerin üretiminde fermantasyon teknolojisinin çok önemli bir yeri vardır. İnsanlar daha sonra tüketebilmek için gıdaları saklama bilincine eriştikleri andan itibaren fermantasyon teknolojisinden faydalanmışlardır. Günümüzde de fermantasyon teknolojisi yoluyla elde edilen fermente ürünlere en gelişmişten en az gelişmişine kadar tüm toplumlarda rastlanmaktadır. Bu ürünler arasında çeşitli peynirler, yoğurt, turşu, boza, alkollü içkiler gibi evrensel nitelikte olan ürünler bulunduğu gibi, üretimi yöresel olarak sürdürülen fermente ürünler de vardır. Bu ürünlerden biri olan şalgam suyu ülkemizin güney illerinde oldukça popülerdir. Şalgam suyu kebab, lahmacun, pide gibi yiyeceklerle ve rakı ile iyi bir uyum sağlamakta ve bu ürünleri tat bakımından tamamladığından, bu yöre ve çevresinde her geçen gün daha fazla tüketilmektedir. Fermantasyon sırasında sentezlenen laktik asit şalgam suyunun ekşi tadının oluşmasını sağlar (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984).

Ülkemizde var olan şalgam suyu standardında "Şalgam suyu, bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, şalgam (*Brassica rapa*), siyah havuç (*Daucus carota*) ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istendiğinde ısı işlemi ile dayanıklı dayanıklı hale getirilen bir ürün" olarak tanımlanmıştır (TSE, 2003).

Siyah havuç şalgam suyu üretiminde ana hammadde olup, bulgur unu (setik), ekşi hamur, kaya tuzu, su ve şalgam turpu kullanılan diğer hammaddelerdir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten vd., 2008). Havucun bilimsel adı *Daucus carota*'dır, *Apiaceae* familyasına ait iki yıllık bir bitkidir (Rodriguez-Sevilla ve ark., 1999; Just, 2004). Çok eskilerden beri yetiştiriciliği yapılan havuç, insanlar tarafından tüketilebilen çok değerli köksü bitkilerindendir (Kammerer vd., 2004; Erten vd., 2008).

Üretimi son yıllarda Dünya genelinde artan havuç, botanik açıdan yapılan sınıflandırmada 2 farklı grupta değerlendirilmektedir. Bunlardan birincisi Afganistan, Hindistan, Mısır, Pakistan ve Türkiye gibi ülkelerde yetiştirilen doğuya ait veya diğer adıyla antosiyanin grup'tur. Bu gruba ait havuç (mor/siyah havuçlar) mor renkli antosiyanin pigmentlerini bulundurur. Diğer grup ise Dünya'nın pek çok yerinde yetiştirilen karoten veya batıya ait grup'tur. Bu gruptaki havuçlar daha çok bilinen ve tüketilen turuncu renkli havuçlar olup, turuncu renk pigmentleri bulunmaktadır (Pistrick, 2001; Kammerer vd., 2004; Tangüler, 2010).

Şalgam suyu üretiminde mor antosiyanin pigmentlerine sahip olan, mor havuçlar kullanılmakta olup şalgam suyunun beğenilen kendine has kırmızımsı rengi bu havuçlardan geçen pigmentlerden kaynaklanmaktadır (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993). Mor havuç, sıcak iklim ürünü olup, Türkiye'nin bazı bölgelerinde (İç Anadolu bölgesi, özellikle Konya'nın Ereğli ilçesi) dört mevsim yetiştirilmektedir (Canbaş, 1991; İyiçınar, 2007; Tangüler ve Erten, 2009). Havuç önemli miktarda şeker (5,12-6,45 g/100g) (Sethi, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993) ve antosiyanin bulunmaktadır (Canbaş, 1991; Narayan ve Venkataraman, 2000; Kammerer vd., 2003).

İstenen yeterli asitlik ve renkte şalgam suyu üretebilmek için fermantasyon başlangıcında %10-20 arasında mor havuç ilave edilmektedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993). Buna karşılık, Güneş (2008) yaptığı bir araştırmada şalgam suyu üretiminde kullanılacak mor havuç miktarının en az %15 oranında olması gerektiğini bildirmiştir.

Halk arasında setik adı da verilen bulgur unu, şalgam suyu üretiminde kullanılan diğer bir önemli hammaddedir. Bulgur unu, hem geleneksel üretim yöntemiyle hem de direkt üretim yöntemiyle şalgam suyu üretiminde kullanılan bir hammadde olup, ortamdaki özellikle laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar için besin maddesidir (Erten vd., 2008).

Şalgam suyu üretiminde ekmek mayası veya daha sık olarak ekşi maya kullanılır. Ekşi maya, ekmek mayasının gece boyunca oda sıcaklığında fermantasyona terk edilmesiyle elde edilir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten vd., 2008; Erten ve Tangüler, 2010). Ekşi mayanın bünyesinde çok çeşitli LAB [*Lactobacillus (Lb.) sanfranciscensis*, *Lb. pontis*,

Lb. brevis, *Lb. plantarum*, *Lb. alimentarius*, *Lb. fructivorans*, *Lb. reuteri*, *Lb. fermentum* vb.] yanında *Saccharomyces (S.) cerevisiae* ve çok daha düşük miktarlarda *S. exiguous*, *Candida (C.) krusei* ve *C. milleri* gibi mayalarda yer almaktadır. Özellikle bu mikroorganizmaların fermantasyonu sonucu şalgam suyunun beğenilen ve hoşça giden kırmızı rengi daha iyi oluşmaktadır (Uylaşer vd., 2008).

Tuz, fermente ürünlerin üretiminde özellikle fermantasyon florasını kontrol etmek amacıyla kullanılan bir hammaddedir. Tuz fermantasyonda ortamda bulunan LAB'nin aktivitesini teşvik ederken, istenmeyen patojen ve bozulma yapan mikroorganizmaları inhibe ederek ürünün güvenliğini de sağlar (Nout ve Rombouts, 1992). Şalgam suyu üretiminde de bu amaçla kullanılan tuz, kaya tuzudur (Erten vd., 2008).

Bilim dilinde *Brassica rapa* L. olarak bilinen *Curiciferae* familyası içerisinde yer alan bir bitki olan şalgam turpu, şalgam suyu üretiminde üretici tarafından istenirse ve üretim esnasında bulunabilirse temel hammadde olan havuca göre çok daha düşük miktarlarda kullanılmaktadır.

Şalgam suyu üretiminde kullanılan içilebilir nitelikteki su, geleneksel üretimde hamur elde etmek ve hem geleneksel hem de direk üretimde tank/damacanayı tamamlamak için kullanılır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve vd., 2008).

Bitkisel materyallerin büyük çoğunluğu, uygun bir sıcaklığa sahip ortamda yeterli sürelerde salamurada bekletilirse, floralarında doğal olarak bulunan mikroorganizmalar (özellikle LAB ve mayalar) vasıtasıyla spontan bir şekilde fermantasyona uğratılırlar (Özler ve Kılıç, 1996; Acar, 1998). Dolayısıyla fermente sebze suları, LAB ve/veya mayalar gibi mikroorganizmalar olmadan üretilemez. Fermantasyon genellikle üretimde kullanılan hammadde de doğal olarak bulunan mikroorganizmalar tarafından kendiliğinden ve/veya üretime uygun saf veya karışık starter kültürler kullanımıyla kontrollü olarak gerçekleşir (Demir vd., 2006).

Bitkisel ürünlerde fermantasyon genellikle heterofermantatif bir LAB'si olan *Leuconostoc mesenteroides* tarafından başlatılır (Harris, 1998; Bergqvist ve ark., 2005). Bu bakteri genellikle esas son ürün olarak laktik asit ve asetik asit üretir. Fermantasyon ile beraber ortamda asitlikte artış meydana gelir. Asitlikteki artışa bağlı olarak

Leuconostoc cinsi bakteriler ortamdan izole edilemez. Fermantasyon, asitliğe *Leuconostoc* spp.'a göre asitliğe daha dayanıklı olan *Lb. brevis*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lb. plantarum* gibi LAB tarafından sürdürülür. Fermantasyonun devamıyla asitlikte meydana gelen daha fazla artma *Lb. brevis* ve *Pediococcus pentosaceus* gibi türlerin de ortamdaki aktivitesinin düşmesiyle sonuçlanır. Sonuç olarak bitkisel fermente ürünlerin fermantasyonu, gıda fermantasyonlarında çok etkili olan ve aside dayanıklı *Lb. plantarum* tarafından sonlandırılır (Harris, 1998). Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen fermantasyonda da LAB önemli derecede etkilidir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Arıcı, 2001).

Şalgam suyu üretimi amacıyla hâlihazırda endüstriyel üretimde üreticiler tarafından kullanılan standart bir üretim tekniği yoktur. Üretim bölgeden bölgeye, yöreden yöreye ve hatta bir işletmeden bir başka işletmeye göre farklılık gösterebilmekte olup, bu durum da piyasada farklı içeriklere sahip farklı kalitelere sahip şalgam suları bulunmasına neden olmaktadır. Bununla beraber, endüstriyel olarak üretimde tercih edilen iki temel yöntem vardır: Bunlardan birincisi ve daha çok tercih edileni Geleneksel yöntemdir. Daha az tercih edilen diğer yöntem ise direkt yöntem (hamur fermantasyonu yapılmadan şalgam suyu üretimi)'dir (Erten vd., 2008; Erten ve Tangüler, 2010). Materyal ve metot kısmında her iki yöntem ayrıntılı şekilde verilmektedir.

Genel olarak fermente ürünlerin fermantasyonu sıcaklık, ortamdaki fermente olabilir şeker içeriği, hammaddeden gelen veya starter olarak kullanılan mikroorganizmaların özellikle LAB'nin cins, tür ve sayıları, oksijenin varlığı veya miktarı, güneş ışığı, ortama ilave edilen tuz miktarı, ortamda doğal olarak bulunan veya sonradan ilave edilen inhibitör maddeler ve/veya miktarı gibi parametrelerden etkilenmektedir (Özler, 1995). Şalgam suyu üretiminde de özellikle gerçekleştirilen havuç fermantasyonu da benzer faktörlerden etkilenmekte olup, bu faktörlerden en önemlisi şalgam suyu üretiminde kullanılan fermantasyon sıcaklığıdır. Ülkemizde endüstriyel üretimde yararlanılan sıcaklıklar değişken olup 10°C-35°C arasındadır ve fermantasyon genellikle ortam sıcaklığında elde edilmek istenen asitlik değerine ulaşılan kadar gerçekleştirilmektedir. Kullanılan bu geniş sınırlar da fermantasyon sırasında etkili olan mikroflorayı ve son ürünün bileşimini etkilemektedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Erten vd., 2008)

Fenolik bileşikler ve antosiyaninler

Şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonunda özellikle mor havuçtaki renkli (antosiyaninler) veya renksiz fenolik bileşikler sıvıya geçer (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten vd., 2008). Fenolik bileşikler gıdalarda renk, burukluk ve sertlik üzerine etki ettikleri gibi, gıdanın bileşiminde yer alan proteinler ile kompleks oluşturarak tortu oluşumunda da etkilidirler. Ayrıca, enzimatik esmerleşme veya şarapta meydana gelen siyah kırılmalar gibi renk değişikliklerinde de önemli rol oynarlar. Öte yandan, başta Gr(-) bakteriler üzerine olmak üzere anti-mikrobiyal aktiviteye sahiptirler. Bunun yanında, antioksidan özellikte olup, kanser ve kalp hastalıkları gibi kronik hastalıkları engellemek gibi insan sağlığı üzerinde de direkt olarak yararlı etki göstermektedirler. Bundan dolayı bitkisel kaynaklı fenolik bileşiklere olan ilgi son zamanlarda ciddi bir şekilde artmıştır (Tangüler, 2010; Başer, 2013). Mor havucun temel hammadde olarak kullanılmasıyla üretilen şalgam suyunda da ciddi miktarlarda fenolik bileşik bulunmaktadır (Tangüler, 2010).

Fermente ürünlerin üretiminde kullanılan meyve ve sebzeler sağlık üzerine olumlu etkileri olan antosiyanin bakımından da zengindir (Başer, 2013). Antosiyaninler belirli bir grup bileşiğin adı olup, klorofil ve karotenoidlerden sonra bitkilerde en çok kullanılan doğal renk bileşenleridir. Bitkisel kısımların kendilerine özgü, pembemsi, kırmızımsı, mavimsi ve morumsu renkte ve bu renklerin çeşitli tonlarında olan renklerini veren doğal maddelerdir. Antosiyaninler, gıdalara renk vermekte ve aynı zamanda kalple ilişkili hastalıkların azaltılmasında, görsel duyarlılıkların geliştirilmesinde etkili oldukları gibi antikanser aktivitesi gibi sağlık üzerine çok önemli faydalara da sahiptirler (Tangüler, 2010).

Şalgam suyunun kendine özgü mor-kırmızı rengi, üretimde kullanılan önemli bir hammadde olan mor havuçta önemli miktarlarda var olan ve özellikle havuç fermantasyonu sırasında şalgam suyuna geçen antosiyanin bileşiklerinden kaynaklanır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993). Turuncu renkli havuçların aksine, mor havuçlar önemli miktarda antosiyanin bileşiğini içermektedir (Özşen, 2011; Başer, 2013). Mor havuçta bulunan toplam antosiyanin miktarları 45,4 mg/kg ile 45.400 mg/kg arasında değişmektedir (Narayan ve Venkataraman, 2000; Kammerer vd., 2003; Başer, 2013).

Antosiyanin bileşikleri sıcaklık başta olmak üzere, oksijen, pH, hidrojen peroksit, askorbik asit, şekerler ve parçalanma ürünleri gibi çok çeşitli parametrelerden etkilenir. Bundan dolayı, gıda maddelerinin işlenmesi ve ayrıca depolanması sırasında bu bileşiklerin parçalanıp kaybolması önlenmeye çalışılmakta ve bu maddelerin gıdalardaki stabilitesi giderek daha da önem kazanmaktadır. Antosiyanin bileşiklerinin parçalanmasına sebep olan en önemli parametre, sıcaklıktır (Tangüler, 2010).

Şalgam suyu ve benzeri ürünler ile ilgili yapılan araştırmalar

Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen fermantasyonda genellikle 10°C-35°C'ler arasında sıcaklıklar kullanılmakta olup (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten vd., 2008), üretimde farklı sıcaklıkların ve üretim yöntemlerinin şalgam suyundaki özellikle fenolik bileşikler, antosiyaninler, antioksidan aktivite, mineral maddeler ve mikrobiyal floradaki değişim üzerine etkileri gibi konularda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Şalgam suyu ve diğer bazı fermente ürünlerde özellikle sıcaklıkla ilgili bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kalt vd. (2000), gerçekleştirdikleri bir çalışmada 60°C'de yapılan ekstraksiyon işleminin, 25°C'de yapılan ekstraksiyona göre yaban mersininde antosiyanin miktarı ve buna bağlı olarak antioksidan kapasitesini azalttığını belirlemişlerdir.

Wang ve Zheng (2001), sıcaklık arttıkça çileğin antioksidan kapasitesinin, fenolik asit, flavanol ve antosiyanin içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Toriya vd. (2002), yaptığı çalışmada *S. cerevisiae* suşları üzerine fermantasyon sıcaklığının (15°C'den 35°C'ye kadar) etkisini incelemiş, *S. cerevisiae* suşlarını ayırt etmek için mitokondriyal DNA analizini kullanmış ve alkol fermentasyonu sırasında her bir suşun sıklığını belirlemiştir. Bazı suşlar düşük, bazı suşlar yüksek sıcaklıkta daha yüksek performans göstermiş fakat en yüksek popülasyon sıcaklığının tüm suşlar için benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Düşük sıcaklıklarda alkolik fermantasyon süresince suşların sabit kaldığı fakat sonuç olarak maksimum popülasyona ulaşıldığı gözlemlenmiş, öte yandan canlı hücrelerin yüksek sıcaklıklarda özellikle 35°C'de azaldığı saptanmıştır. Şarapların bileşiminin fermantasyon sıcaklığına bağlı olarak değiştiği, alkol veriminin düşük sıcaklıklarda daha fazla olduğu ve gliserol seviyelerinin doğrudan sıcaklıktan etkilendiği gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada maya büyümesi

sıcaklığa göre değişmiş, olağan büyüme eğrisi 25-30°C gözlenirken 35°C’de mayaların büyük bir bölümünün öldüğü gözlemlenmiş ve sıcaklık arttıkça mayaların yaşama şansının azaldığı sonucuna varılmıştır, bu durumun hücre membran yapısının değişmesi ve hücre içi fazla etanol birikmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. 35°C’de gerçekleşen fermantasyonun çok kısıtlayıcı olduğu ve muhtemelen bu yüksek sıcaklıkta sadece bir suş hayatta kaldığı için bittiği düşünülmektedir. Sonuç olarak sıcaklığın sadece fermantasyon kinetiklerini değil, şarabın kimyasal bileşimini ve maya metabolizmasını da etkilediğı bildirilmiştir.

Hanay (2011), tarafından yapılan bir araştırmada, çay örneklerinin toplam fenolik ve flavonoid madde içeriğı ve antioksidan aktivite üzerinde sıcaklığın önemli derecede etkili olduğu bildirilmiştir.

Şalgam suyu üretimi ile ilgili sınırlı olan çalışma sayısı son yıllarda özellikle tüketimin artmasıyla beraber artmaktadır. Şalgam suyu ile ilgili olarak yapılan bir araştırmada (Canbaş ve Fenercioğlu 1984), Adana piyasasından aldıkları şalgam sularının bileşimlerinin satış yerine göre değişebildiğini belirlemişlerdir.

Yaldırak (2011), iki farklı sıcaklık uygulamasının şalgam suyunda biyojen amin oluşumu üzerine etkisini incelediğı çalışmada, 35°C’de 5 gün süren fermantasyon ile üretilen şalgam sularında toplam biyojen amin miktarının, 25°C’de üretilen şalgam sularına göre daha düşük miktarda oluştuğı belirlemiştir. Ayrıca, 35 ve 25°C’de üretilen şalgam sularının pH değerinin 3,50 ve 3,45, toplam asitlik değerinin laktik asit cinsinden 4,53 ve 4,67 g/L, TMAB sayısının 9-10 log kob/ml ve küf-maya sayısının 7.0 log kob/ml arasında değiştirdiğini belirlemiştir.

Başer (2012), farklı işletmelerden temin ettiğı geleneksel yolla üretilmiş şalgam sularının antioksidan kapasitelerini DPPH, ABTS ve FRAP yöntemlerini kullanarak incelemiştir. DPPH yöntemi ile şalgam sularının antioksidan kapasitesini 3,53-5,93 µmol TE/ml arasında, ABTS yöntemi ile 2,43-3,96 µmol TE/ml arasında, FRAP yöntemi ile ise 1,91-3,61 µmol TE/ml arasında belirlemiştir.

Ağırman (2014), tarafından şalgam suyu üretiminde farklı klorür tuzları kullanılarak sodyum klorür miktarının azaltılması üzerine yapılan bir çalışmada, eşit oranlarda

NaCl+KCl tuzunun karışımı kullanılarak şalgam suyu üretilmiş, sodyum tuzu içeriği %50 oranında azaltılmış şalgam suyu üretiminin mümkün olduğu ve bu tuz kombinasyonunun şalgam suyu üretiminde kullanılan NaCl'nın yerini alabileceği belirlenmiştir.



BÖLÜM III

MATERYAL VE YÖNTEM

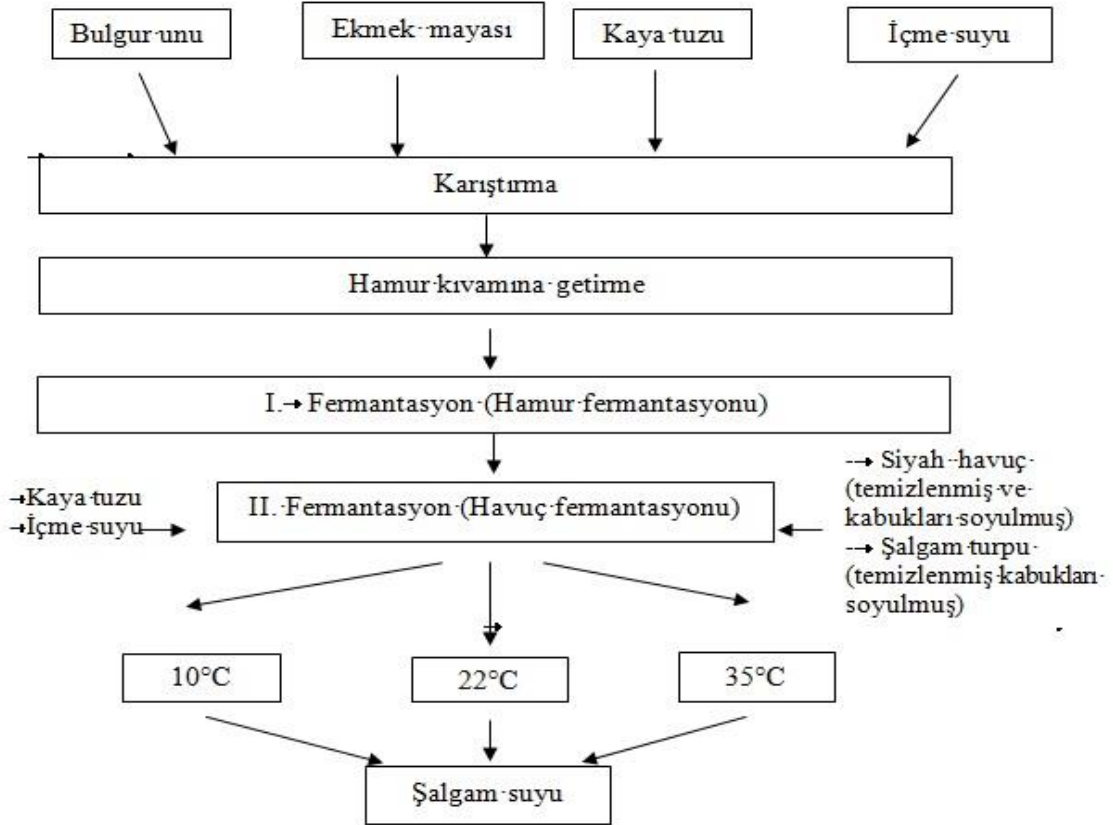
3.1 Materyal

Şalgam suyu üretimi amacıyla mor (siyah) havuç (*Daucus carota*) Doğanay firması (Adana), bulgur unu (setik), şalgam turpu (*Brassica rapa*), ekmek mayası, kaya tuzu bunları satan firmalardan temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Şalgam suyu üretimi

Farklı sıcaklıkların şalgam suyunun bazı özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla hem geleneksel yöntemle hem de direkt yöntemle şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yolla şalgam suyu üretimi aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Geleneksel yol kullanılarak üretim

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi Canbaş ve Deryaoğlu (1993) ve Erten vd., (2008)'na göre iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle %3 bulgur unu, %0,2 tuz ve %0,2 ekşitilmiş maya karışımı, üzerine içilebilir nitelikte su ilave edilerek yoğrulmuş ve hamur kıvamına getirilerek 25°C'de 10 litrelik kaptaki fermantasyon odasında fermantasyona terk edilmiştir (I. fermantasyon). Birinci fermantasyon 3 gün süreyle yürütülmüştür. Ardından hamur su ile art arda dört kez ekstrakte edilerek özüt elde edilmiştir.

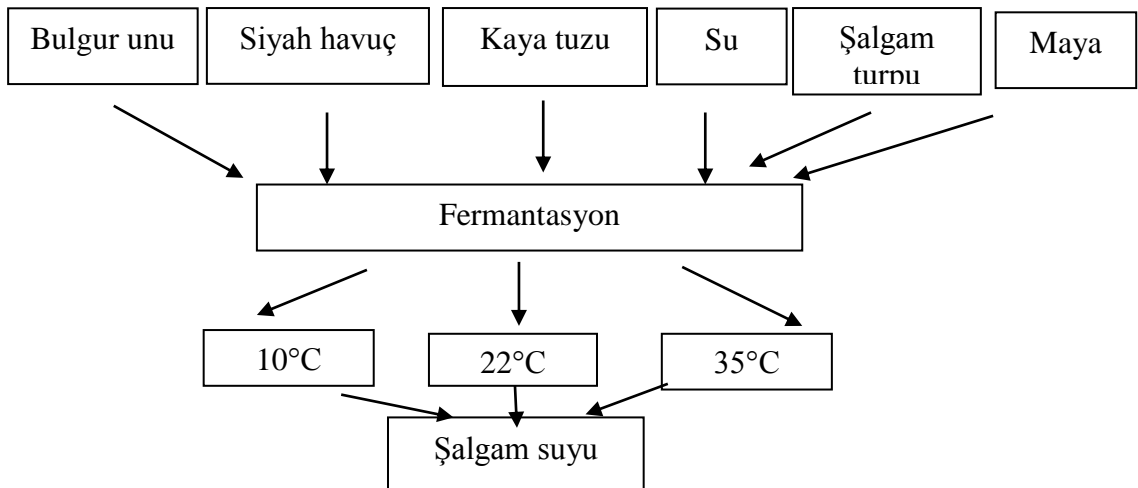
Birinci fermantasyonu takiben gerçekleştirilen ekstraksiyon sonucu elde edilen sıvı (özüt), II. fermantasyon da denilen havuç fermantasyonunu gerçekleştirmek için eşit miktarlarda 3 litrelik üç ayrı (2 paralelli toplam 6 damacana) cam damacanaya aktarılmış ve damacanaya ayrıca %18 oranında temizlenmiş, kabukları ayrılmış 2-3 cm boyutunda doğranmış siyah havuç, %1 doğranmış şalgam turpu ve %1 kaya tuzu ilave edilmiştir. Ardından bidon dolum seviyesine gelinceye kadar su ilave edilmiş ve üzerleri kapatılarak fermantasyona terk edilmiştir (Şekil 3.2). Bu havuç fermantasyonu, 10°C, 22°C ve 35°C sıcaklıklarda yürütülmüştür. Havuç fermantasyonu örneklerde toplam asitlik analizleri gerçekleştirilerek takip edilmiş ve asit miktarı TSE'de

belirtilen, şalgam sularında olması gereken en az miktar olan 6 g/L düzeyini geçtiğinde fermantasyon sonlandırılmıştır. Fermantasyon takiben, şalgam suları 1 gün +4°C'de bekletilerek tortusundan uzaklaştırılmış, şişelenmiş, kimyasal ve duyu analizler için +4°C'de depolanmışlardır. Örneklerin bir kısmı daha sonra yapılacak bazı analizler için derin dondurucuda saklanmışlardır. Denemeler iki paralel olarak gerçekleştirilmiş ve 22°C kontrol olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Şalgam suyu üretimi için denemelerin hazırlanması

Direkt yöntemle gerçekleştirilen şalgam suyu üretimi Şekil 3.3'de verilmiştir. Bu yöntemde 3 litrelik cam damacanaya %18 oranında temizlenmiş, kabukları ayrılmış ve 2-3 cm boyutunda doğranmış siyah havuç, %3 setik, %1,2 kaya tuzu, %1 şalgam turpu, %0,2 ekşitilmiş maya ve su eklenmiştir ardından geleneksel yöntemde olduğu gibi yine üç ayrı sıcaklıkta (10°C, 22°C ve 35°C) fermantasyona terk edilmiştir. Denemeler iki paralel olarak gerçekleştirilmiş ve fermantasyonun gidişi toplam asit tayini yapılarak izlenmiştir.



Şekil 3.3. Direkt yöntemle şalgam suyu üretimi

Fermantasyon bitimini takiben şalgam suları +4°C'de bir gün bekletilmiş ve ardından aktararak tortusundan uzaklaştırılıp şişelenmiştir. Hazırlanan örneklerin bir kısmı kimyasal ve duyuşsal analizler için +4°C'de, bir kısmı da ileride yapılacak bazı analizler için derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir.

Denemelerde geleneksel yöntemle şalgam suyu üretiminde kodlandırma sırasıyla T1 (10°C), T2 (22°C) ve T3 (35°C) şeklinde yapılmışken, direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde D1 (10°C), D2 (22°C) ve D3 (35°C) şeklinde yapılmıştır.

3.3 Mikrobiyolojik Analizler

Fermantasyon boyunca mikrobiyolojik analizler yapılmış olup, (TMAB)'lerin sayımında plate count agar (PCA), LAB'nin sayımında MRS agar, (KB)'lerin sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA), toplam maya (TM) sayımlarında potato dekstroş agar (PDA) kullanılmıştır (Harrigan ve McCance, 1990; Özçelik vd., 2001; Halkman, 2005; Tangüler vd., 2014).

3.4 Genel Analizler

Fermantasyon boyunca toplam asit ve pH analizleri yapılmıştır. Öte yandan, fermantasyonlar sonucu elde edilen şalgam sularında kurumadde, toplam şeker, kül, renk analizleri yapılmıştır. Ayrıca, şalgam sularında antioksidan aktivite, antosiyanin bileşikleri, toplam fenolik madde, fenolik bileşen analizi ve mineral madde analizleri de gerçekleştirilmiştir.

3.4.1 Toplam asit tayini

Toplam asit tayini için şalgam suyu örnekleri alınarak üzerine 20'şer mL saf su ilave edilmiş ve pH metre'de örneklerin pH'sı 8.1 oluncaya kadar NaOH (0.1 N) ile titrasyona tabi tutulmuşlardır. Elde edilen sonuç g/L olarak laktik asit cinsinden belirlenmiştir (Demir vd., 2006; Cemeroğlu, 2007).

3.4.2 pH tayini

Denemeler sonunda elde edilen şalgam suyu örneklerinin pH değeri direkt olarak pH metre cihazı yardımıyla belirlenmiştir (A.O.A.C., 1990).

3.4.3 Toplam şeker

Farklı yöntemler ve farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonunda üretilen şalgam sularında toplam şeker miktarı fenol-sülfirik asit yöntemine göre Catley (1998) ve Amrane ve Prigent (1996) 'e göre belirlenmiştir.

3.4.4 Kurumadde tayini

Geleneksel yöntem ve direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonunda elde edilen şalgam sularında kurumadde miktarları belirlenmiştir (A.O.A.C. 1990).

3.4.5 Kül tayini

Hem geleneksel hem de direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonunda elde edilen şalgam sularında kül miktarları, kül fırını kullanılarak $550 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de A.O.A.C. (1990)'a göre belirlenmiştir.

3.4.6 Renk yoğunluğu tayini

Farklı sıcaklıklarda ve 2 farklı üretim yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen denemeler sonunda elde edilen şalgam örnekleri öncelikle 5000 rpm'de 20' süreyle santrifüj edilmiş ve 1 mm kalınlığındaki küvetlerde farklı absorbanlarda (420 nm, 520 nm ve 620 nm'lerde) ölçülerek, saf suya karşı absorbanları belirlenmiş ve bunların toplamı ($OY_{420} + OY_{520} + OY_{620}$) renk yoğunluğu (IC) olarak verilmiştir (Canbaş, 1983; Ribereau-Gayon vd., 2000).

3.4.7 Renk tonu tayini

Örneklerin 1 mm kalınlığındaki küvetlerde, absorbanları belirlenerek renk tonu Canbaş (1983) ve Ribereau-Gayon vd. (2000)'a göre belirlenmiştir.

3.4.8 Renk bileşimi tayini

Şalgam sularının 1 mm kalınlığındaki quvartz küvetlerde, öncelikle 420 nm, 520 nm ve 620 nm'lerde saf suya karşı absorbanları belirlenmiştir. Ardından aşağıda verilen formüller [(3.1), (3.2), (3.3), (3.4)] yardımıyla renk bileşimleri elde edilmiştir. %OY₄₂₀ sarı, %OY₅₂₀ kırmızı ve %OY₆₂₀ ise mavi renk değerinin % olarak miktarını vermektedir. %dA tayini ise şalgam sularında belirlenen rengin parlaklığını vermektedir (Ribereau-Gayon vd., 2000).

$$\%OY_{420} = \frac{OY_{420}}{IC} \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\%OY_{520} = \frac{OY_{520}}{IC} \times 100 \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\%OY_{620} = \frac{OY_{620}}{IC} \times 100 \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\%dA = (1 - \frac{OY_{420} + OY_{620}}{OY_{520}}) \times 100 \dots\dots\dots(3.4)$$

3.4.9 Şalgam sularında L*a*b* değerleri

Şalgam suyu örneklerinin renk değerlerinin elde edilmesinde, objektif ölçümler Minolta CR-400 model (Konika Minolta Optics Inc., Tokyo, Japonya) renkteki farklılığı ölçme cihazından yararlanılarak uluslararası L*, a*ve b* sistemine göre belirlenmiştir. L* parlaklık değerini [açıklık (100) ve koyuluk (0)] vermektedir. a* pozitif ise kırmızılığı, negatif renk ise yeşil rengi ifade etmektedir. Öte yandan b* pozitif ise ölçülen renk sarı, negatif ise mavi rengi ifade etmektedir (Hunter, 1975; Çelik, 2004).

3.4.10 Antioksidan aktivite (AA) analizi

Farklı yöntemlerle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularının AA analizinde Klimczak vd. (2007) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntemden yararlanılmış, ancak bazı modifikasyonlar yapılmıştır. AA analizi için 100 µL örnek alınmış, üzerine 3000 µL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; %80 metanolda 0,1 g/100 mL) eklenmiştir. Kontrol örneği için bu 100 µL saf su şeklinde olmuştur. Ardından karıştırılarak reaksiyonun dengeye gelmesi için karanlıkta bir saat süre bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerin absorbanı %80 metanol çözeltisine karşı dalga boyu 515 nm'ye ayarlı spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 300 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) ölçülmüştür. Örneklerin AA değerleri aşağıdaki eşitlik (3.5) kullanılarak DPPH'in inhibisyon %'si olarak belirlenmiş, ardından kalibrasyon eğrisindeki eşitlikten yararlanarak % olarak verilmiştir. Elde edilen kalibrasyon eğrisi Ek 1'de verilmiştir.

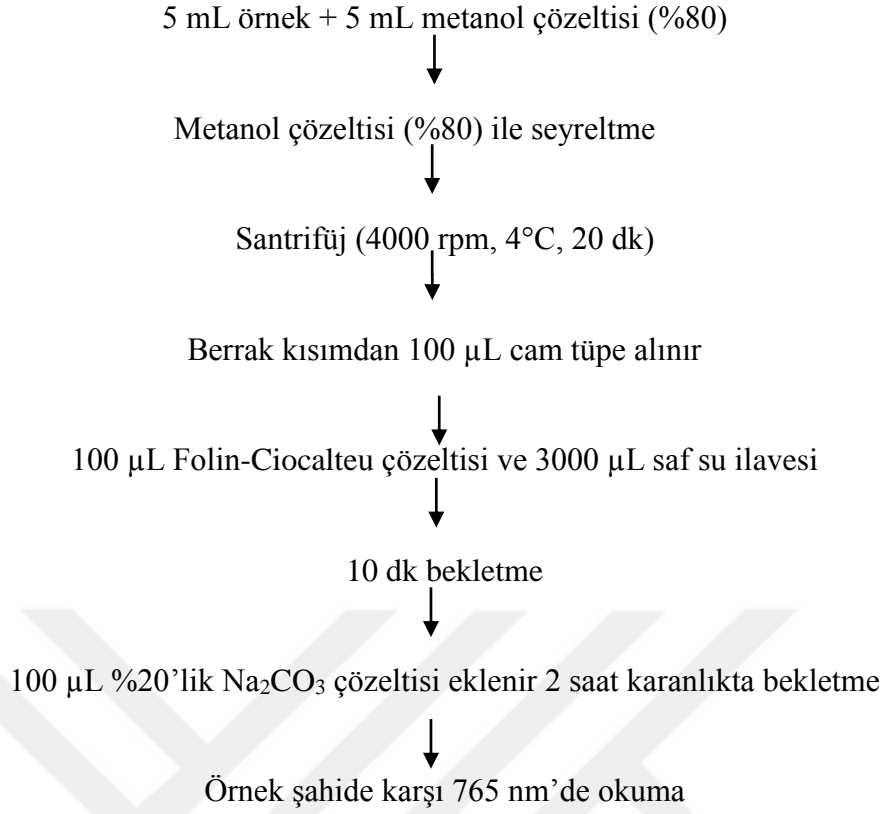
$$AA (\%) = \frac{A_K - A_0}{A_K} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

A_K : Kontrolün absorbanı değeri

A_0 : Örneğin absorbanı değeri

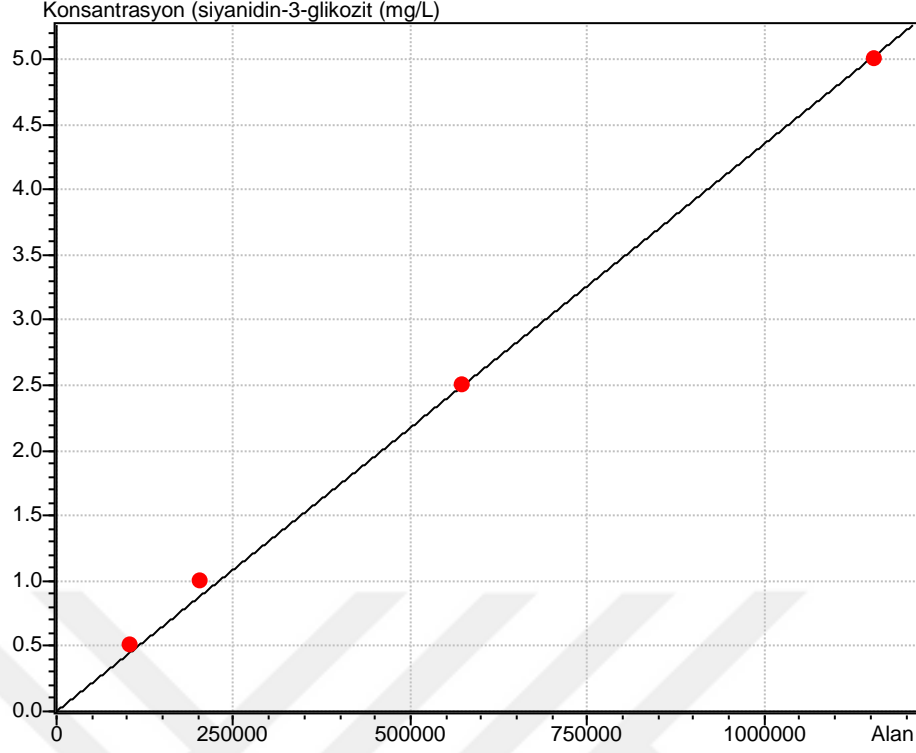
3.4.11 Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde tayini Abdullakası vd. (2007) tarafından önerilen analiz yöntemine göre yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Toplam fenolik madde analizi

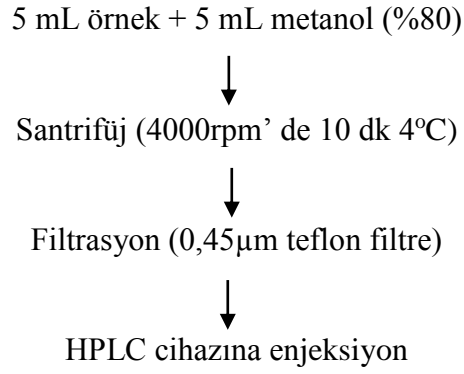
Yararlanılan bu analiz metodu, şalgam suyu örneğinde bulunan fenolik bileşenlerin Folin-Ciocalteu çözeltisinin fosfomolibdik-fosfotungistik çözeltisini indirgeyerek mavi renge dönüştürmeleri ve oluşan bu rengin kolorimetrik olarak ölçümü prensibine dayanır. Toplam fenolik madde miktarı "mg gallik asit/L" olarak verilmiştir. Fenolik madde tayini için elde edilen kalibrasyon eğrisi Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Fenolik madde tayini için kalibrasyon eğrisi

3.4.12 Antosiyanin profillerinin belirlenmesi

Elde edilen şalgam sularında, Justesen vd. (1997), tarafından önerilen ekstraksiyon metodunda bir takım modifikasyonlar yapılmıştır. Uygulanan akış profili ve yürütücü faz seçiminde ise denemeler yapılarak en iyi sonuç veren akış koşulları seçilmiş ve şalgam sularındaki miktar olarak bileşikler bulunmuştur. Bu amaçla gerçekleştirilen ekstraksiyon aşağıda verilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi

Kromatografi koşulları:

"Kolon: XTERRA RP 18 colon, 5 µM, 4.6X250 mm"

"Kolon sıcaklığı: 30 °C"

"Dedektör: FotoDiyod Düzen Dedektör"

"Dalga Boyu:520 nm"

"Mobil Faz Akış Hızı: 1 mL/dk"

"Enjeksiyon Hacmi: 20 µL"

"Mobil Faz Çözeltisi: Formik asit (%2) (A), asetonitril/A (80/20) (B), gradient akış"

Çizelge 3.1. Fenolik bileşiklerin analizi için mobil faz gradient programı

Süre (dk)	(A) Formik Asit (%2)	(B) (Asetonitril/A:80/20)
0,01	100	0
10	95	5
25	90	10
55	80	20
70	55	45
90	0	100
95	100	0
100	100	0

3.4.13 Mineral madde içeriği

Şalgam suyu örneklerinde bazı mineral maddeler (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na ve Zn elementleri) atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) (Perkin Elmer A Analyst 400 Atomic Absorption Spectrometer A.B.D.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mineral madde tayinin de 2 mL şalgam suyu alınarak teflon tüplere konulmuş, üzerine iki mL

(%65) HNO₃ ve 1 mL H₂O₂ (%35) ilave edilerek mikrodalga fırında (Berghof speedwave MWS-2 Almanya) aşağıda verilen koşullarda (Çizelge 3.2) yakılmış ve distilat elde edilmiştir. Elde edilen bu distilat ultra saf su ile seyreltilmiş ve alev stabilizasyonu sağlamak için La₂O₃ ve CsCl çözeltileri kullanılmış ve ardından AAS’nde okunmuştur. Cihazın kalibrasyonu amacıyla sertifikalı standart maddelerden yararlanılmıştır (Uçan ve ark., 2014).

Çizelge 3.2. Şalgam suyunu mikrodalga ile yakma prosedürü

Aşama	Sıcaklık (°C)	Güç (%)	Süre (dk)
1	170	90	10
2	200	50	10
3	100	50	10

3.5 Duyusal Analizler

Duyusal analizler 10’luk skalalara sahip duyusal analiz formundan yararlanılarak Altuğ, (1993)’a göre gerçekleştirilmiştir. Öncelikle örneklere üç rakamdan oluşan kodlar verilmiş ve 11 kişilik panelist grup tarafından yapılmıştır. Şalgam suları cam bardaklarla ve kepekli ekmelekle beraber panelistlere sunulmuştur. Duyusal analizlerde kullanılan form Şekil 3.6’da verilmiştir.

"DUYUSAL ANALİZ FORMU"

Tarih :

Adı Soyadı :

Ürün Kodu :

	"En Düşük"	"En Yüksek"
"Renk"	-----	-----
"Koku ve Aroma"	-----	-----
"Tat"	-----	-----
"Genel İzlenim"	-----	-----

Şekil 3.7. Duyusal analiz formu (Puanlama tablosu)

3.6 İstatistiksel Analiz

Analizler sonucu elde edilen değerlere varyans analizi yapılmış, önemli bulunan farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler için "Windows SPSS 10.0 software" programından yararlanılmıştır (Özdamar, 1999). Standart sapma olarak verilmiştir.

BÖLÜM IV

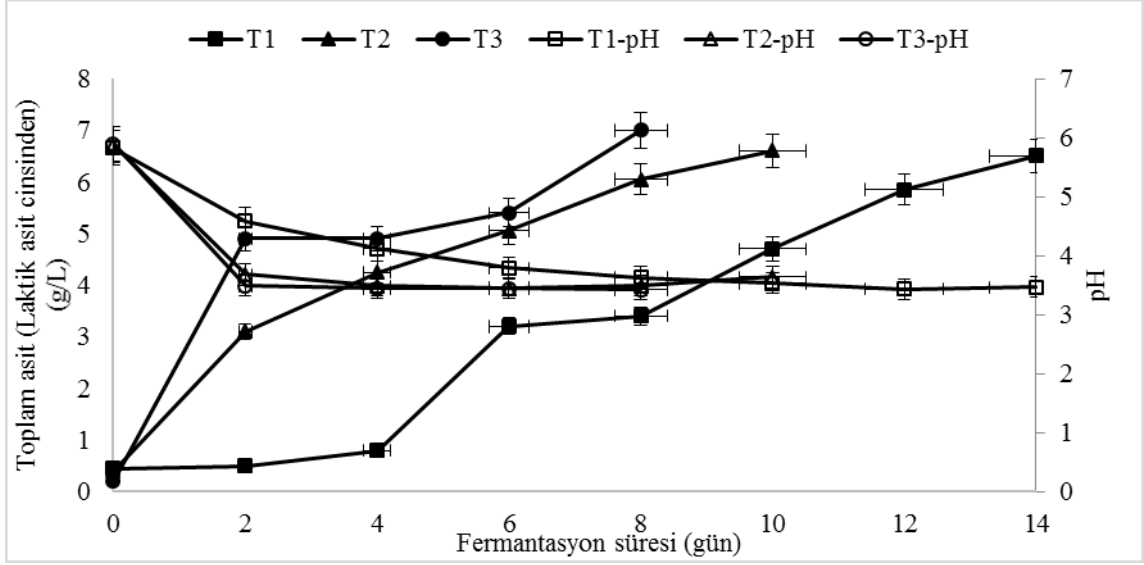
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Farklı sıcaklıklarda hem geleneksel yöntem ile hem de direkt yöntemle şalgam suları üretilmiştir. TSE standardında satışa sunulacak şalgam suyunda toplam asitlik miktarı en az 6 g/L olması gerekli ibaresi dikkate alınarak, fermantasyon esnasında toplam asitlik analizleri yapılmış ve 6 g/L değerine ulaşan denemelerde fermantasyona son verilmiştir.

4.1 Geleneksel Yolla Şalgam Suyu Üretimi

4.1.1 Geleneksel yolla farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde toplam asitlik ve pH değerlerindeki değişim

Gerçekleştirilen üretimlerden fermantasyon süresince alınan şalgam sularında pH ve toplam asitlik (laktik asit cinsinden) değerleri belirlenmiş ve sonuçlar şekilde verilmiştir (Şekil 4.1). Geleneksel yolla gerçekleştirilen denemelerde öncelikle 3 gün hamur fermantasyonu gerçekleştirilmiştir. Hamur fermantasyonunu sonrasında ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen ekstraktlar havuç fermantasyonu için 3 litrelik cam damacanalara ilave edilmiştir. Ekstraktların ilavesinden önce damacanalara %18 oranında temizlenmiş, kabukları ayrılmış 2-3 cm boyutunda doğranmış siyah havuç, %1 doğranmış şalgam turpu ve %1 tuz ilave edilmiştir. Ardından damacana dolana kadar ekstrat ve su eklenmiş ve üzerleri kapatılarak fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 4.1. Havuç fermantasyonları sırasında laktik asit cinsinden toplam asit miktarı ve pH değerindeki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C)

Gerçekleştirilen havuç fermantasyonu başlangıcında laktik asit cinsinden toplam asit miktarları 0,2-0,45 g/L arasında iken, pH değerleri de 5,82-5,90 arasında belirlenmiştir. T2 ve T3 örneklerinde toplam asitlik fermantasyon başlangıcından itibaren hızlı bir şekilde artmıştır. Ancak, düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen deneme (T1)'de ilk dört gün önemli bir artış olmamış, ardından toplam asitlikte hızlı bir artış gözlenmiştir. Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemelerde fermantasyon sıcaklığı arttıkça, 6 g/L toplam asitlik düzeyine daha kısa sürede ulaşılmıştır. 10°C'de gerçekleştirilen denemede bu düzeye 14 günde ulaşılırken, sıcaklık artışıyla bu süre azalarak 22°C'de 10 günde ve 35°C'de de 8 günde ulaşılmıştır. Öte yandan, toplam asit miktarı hızlı bir şekilde artarken, pH değeri de hızla düşmüştür. Gerçekleştirilen havuç fermantasyonları sonunda toplam asitlik değerleri 6,50 (10°C'de gerçekleştirilen deneme) – 7,0 g/L (35°C'de gerçekleştirilen deneme) arasında elde edilmiş olup, pH değerleri de 3,43 ile 3,64 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). İstatistiksel açıdan örnekler arasında pH değerleri üzerine farklı sıcaklık uygulamasının etkisi önemsizken ($p>0.05$), asitlik değişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.1).

TSE'ne göre satışa hazır şalgamlarda toplam asitlik (laktik asit cinsinden) litrede en az 6 g/L ve pH değerleri 3,3-3,8 arasında olmalıdır (T.S.E., 2003). Canbaş ve Deryaoğlu (1993) ise geleneksel yolla üretilen şalgam sularında pH değerlerini 3,33-3,67 arasında bulmuşlardır.

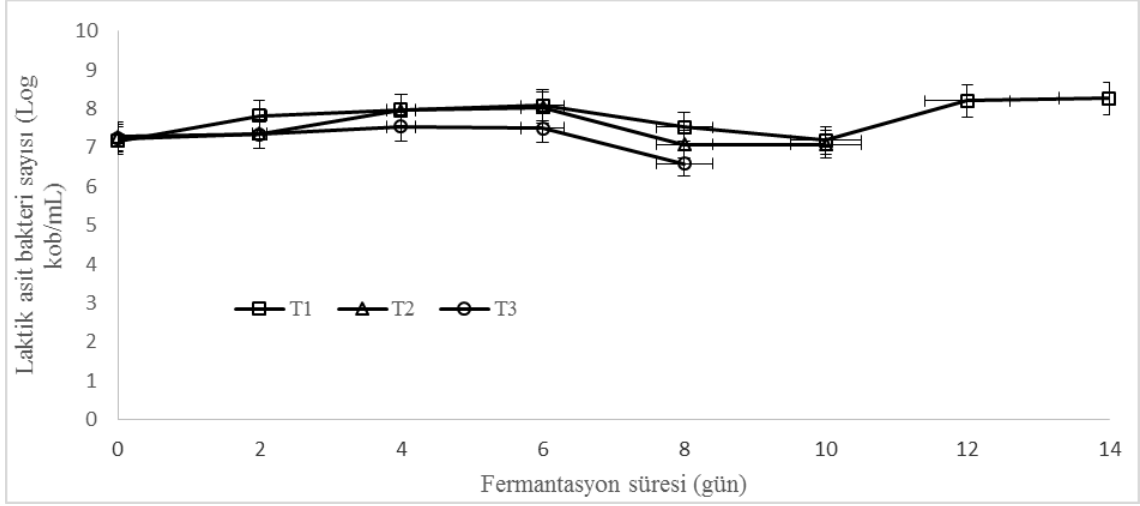
Deryaoğlu (1990) geleneksel yolla ürettiği şalgam sularıyla ilgili yaptığı bir çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında toplam asitliğin laktik asit cinsinden 6,95-8,19 g/L ve pH değerlerinin 3,40-3,48 arasında değiştiği belirlenmiştir. Aydar (2003) geleneksel yöntemle ve ayrıca *L. plantarum* ilave ederek ürettiği şalgam sularında 40 günlük depolama sırasında pH değerlerinin sırasıyla 3,48-5,80 (ortalama, 3,90) ve 3,46-5,80 (ortalama, 4,20) arasında değiştiğini bildirmiştir. Tangüler ve Erten (2012) piyasada şalgam suyu üreten işletmelerden fermantasyonun başında ve sonunda şalgam suyu örnekleri almışlar ve fermantasyonun başlangıcında toplam asitlik değerlerini 0,25-6,13 g/L arasında belirlemişlerken, fermantasyonun bitiminde 6,54-7,25 g/L olarak bulmuşlardır. Öte yandan, pH değerlerini ise fermantasyonun başında 2,76-6,86 ve fermantasyonun bitiminde 3,28-3,48 arasında belirlemişlerdir.

Tangüler vd. (2014) farklı havuç boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışma sonunda, şalgam sularında pH değerlerini 3,45-3,53 ve toplam asitlik değerlerini 7,15-7,75 g/L olarak belirlemişlerdir. Tangüler vd. (2015) farklı yöntemler ve starter kültür kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada, şalgam sularında pH değerlerini 3,42-3,55 ve toplam asitlik değerlerini 6,33-9,22 g/L olarak belirlemişlerdir.

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler TSE (2003), Deryaoğlu (1990), Canbaş ve Deryaoğlu (1993), Aydar (2003) ile uyum içerisindedir. Ancak, elde edilen değerler Tangüler ve Erten (2012), Tangüler vd. (2014) ve Tangüler vd. (2015) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni, gerçekleştirdiğimiz denemede fermantasyon işleminin TSE tarafından bildirilen şalgam sularında bulunması gereken en düşük toplam asitlik değerlerine ulaşmaya kadar yapılmış olmasıdır.

4.1.2 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca laktik asit bakteri sayısındaki değişim

Bölümümüz fermantasyon laboratuvarında gerçekleştirilen denemelerde havuç fermantasyonları sırasında LAB sayısındaki değişim aşağıda verilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Havuç fermantasyonları sırasında LAB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

Şekilden de görülebileceği gibi fermantasyon başında LAB sayıları 7,17 log kob/mL ile 7,28 log kob/mL arasındadır. 10°C ve 22°C’de gerçekleştirilen denemelerde, fermantasyonun altıncı gününe kadar, 35°C’de gerçekleştirilen denemede ise dördüncü gününe kadar LAB sayıları artmış ve en yüksek değer 8,08 log kob/mL ile T1’de bulunmuştur. Maksimum değere ulaştıktan sonra, fermantasyon sonuna kadar LAB sayısında azalma gözlenmiştir (T1 hariç). Öte yandan, 10°C’de gerçekleştirilen deneme olan T1’de ise havuç fermantasyonunun 10. gününe kadar azalma görülmüş, ancak daha sonra bir artış gözlemlenmiştir. Fermantasyon bitiminde belirlenen en yüksek LAB sayısı 8,27 log kob/mL ile T1’de bulunurken, en düşük LAB sayısı 6,59 log kob/mL ile T3’te belirlenmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı, fermantasyon sonunda canlı kalan LAB sayılarında azalmaya neden olmuştur.

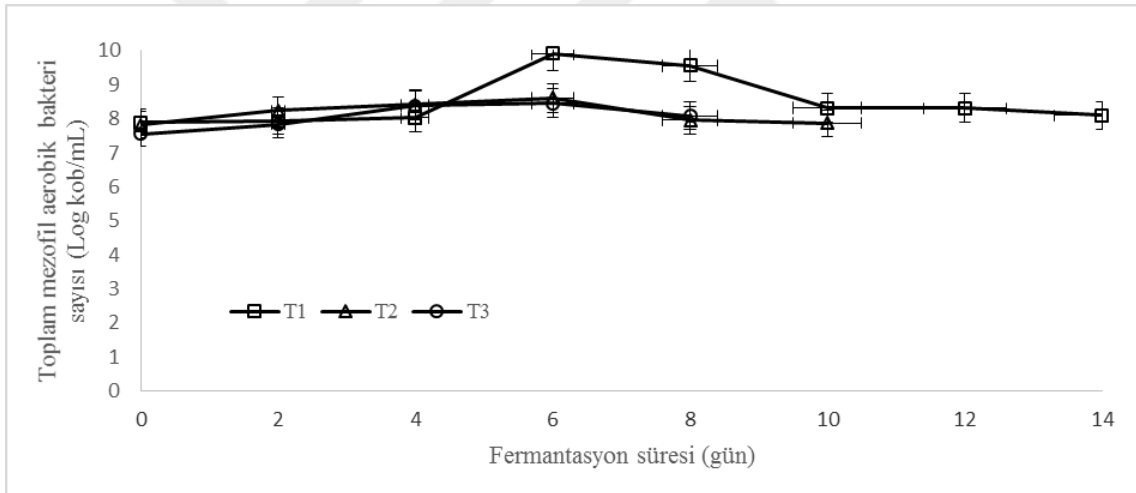
Aydar (2003), geleneksel yolla ürettiği şalgam sularında LAB sayısını $2,0 \times 10^7$ kob/g - $2,4 \times 10^7$ kob/g arasında belirlemiştir. Tangüler vd. (2015) ise farklı yöntemler ve starter kültür kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada, şalgam sularında laktik asit bakteri sayısını 7,43-7,74 log kob/mL arasında bulmuşlardır.

Fermentasyon sonunda belirlenen değerler Aydar (2003), ve Tangüler vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.1.3 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde denemelerinde havuç fermantasyonu boyunca toplam mezofil aerobik bakteri sayısındaki değişim

Bölümümüzde 2 paralelli olarak gerçekleştirilen denemelerden alınan örneklerde, fermantasyon boyunca TMAB sayısı belirlenmiş olup, Şekil 4.3’de verilmiştir.

Şekil 4.3’tende görülebildiği gibi havuç fermantasyonunun başında TMAB sayısı 7,56-7,89 log kob/mL arasında bulunmuştur. Gerçekleştirilen havuç fermantasyonlarının tümünde 6. güne kadar artma belirlenmiş ve en yüksek değer 9,91 log kob/mL olarak 10°C’de gerçekleştirilen denemede bulunmuştur. Daha sonra tüm örneklerde fermantasyon sonuna kadar düşme gözlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında fermantasyonlar sonunda TMAB sayısı 7,87 ile 8,09 log kob/mL arasında bulunmuştur. Dolayısıyla düşük sıcaklıkta (10°C) gerçekleştirilen fermantasyon sonunda TMAB sayısındaki azalma diğer sıcaklıklara göre daha azdır.



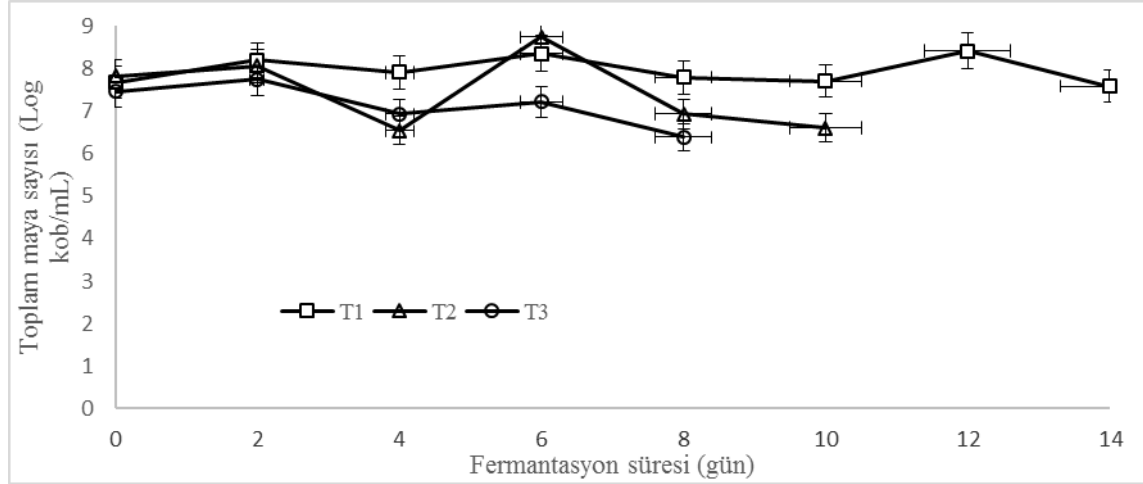
Şekil 4.3. Havuç fermantasyonları boyunca TMAB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

TS 11149’a göre tüketime hazır şalgamlarda TMAB sayısı $1,0 \times 10^4$ - $1,0 \times 10^5$ kob/mL arasında olmalıdır (TSE, 2003). Aydar (2003), şalgam sularında TMAB sayısını $2,8 \times 10^7$ kob/g- $2,0 \times 10^7$ kob/g arasında bulmuştur.

Çalışmada her iki yöntem ve tüm sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucu elde edilen TMAB değerleri TSE (2003)’de belirtilen değerler ve Aydar (2003) tarafından bildirilen değerlerden de yüksek bulunmuştur.

4.1.4 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca toplam maya sayısındaki değişim

Şekil 4.4’de havuç fermantasyonları boyunca TM sayısındaki değişim verilmiştir.



Şekil 4.4. Havuç fermantasyonları boyunca TM sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

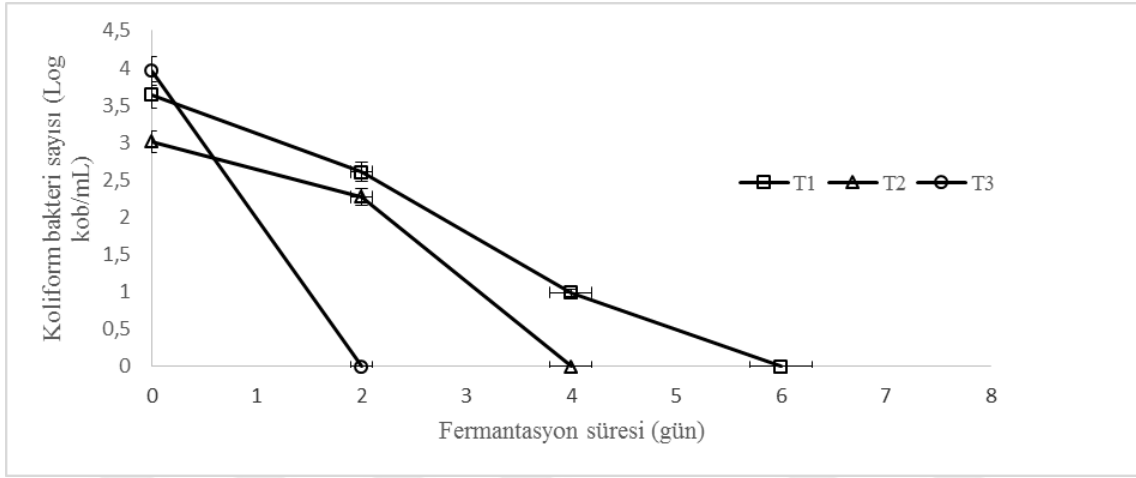
Havuç fermantasyonu başında TM sayısı 7,47 log kob/mL ile 7,82 log kob/mL arasındadır. Fermantasyonun başlamasıyla tüm denemelerde TM sayısı artmaya başlamış, fakat fermantasyon sıcaklığına bağlı olarak maximum değerler farklılık göstermiştir. 35°C’de gerçekleştirilen denemede maksimum sayıya 2. gün ulaşılırken, 22°C’deki denemede 6. gün ve 10°C’deki denemede 12. gün ulaşılmıştır. Denemelerde fermantasyon sonunda en yüksek maya sayısı 7,59 log kob/mL ile T1’de ve en düşük maya sayısı 6,39 log kob/mL ile T3’te bulunmuştur. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı, fermantasyon sonunda mayaların canlı kalma oranlarında azalmaya neden olmuştur.

Utuş (2008) tarafından yürütülen çalışmada geleneksel yolla üretilen şalgam sularında fermantasyonun başında TM sayısı 6,3–7,3 log kob/mL arasında değişmiştir. Fermantasyonun sonunda ise en düşük değer 7,18 log kob/mL ile 7,60 log kob/mL olarak elde edilmiştir. Güneş (2008) elde ettiği şalgam sularında TM sayısını 6,76-8,96 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucu elde edilen TM sayıları yukarıda belirtilen araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlarla uyum içerisindedir.

4.1.5 Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca koliform bakteri sayısındaki değişim

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen havuç fermantasyonları boyunca KB sayısındaki değişim Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde havuç fermantasyonu boyunca KB sayısındaki değişim. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

Şalgam suyunda gerçekleştirilen analizler sonunda KB sayısında zamanla azalma görülmüş ve gerçekleştirilen denemelerde altıncı gününden sonra hiçbir şalgam suyunda KB'ye rastlanılmamıştır. Fermantasyon sıcaklığı KB'lerin ortamdaki kaybolmasını etkilemiş, özellikle artan sıcaklıklar ile daha çok etkilenmişlerdir.

Utuş (2008) gerçekleştirdiği çalışmada şalgam sularında KB sayısının zamanla azalma gösterdiğini ve boyuna kesilen siyah havuç denemesinde üçüncü, diğer şalgam sularında ise beşinci günden itibaren KB'ye rastlanmadığını bildirmiştir. Güneş (2008) ise farklı havuç miktarları kullanarak ürettiği şalgam sularında fermantasyonun beşinci gününden itibaren KB'ye rastlanmadığını belirtmiştir. Tangüler (2010) farklı işletmelerden topladığı şalgam sularıyla gerçekleştirdiği çalışmada fermantasyon başında KB sayısının 18 ile $1,21 \times 10^3$ kob/mL arasında olduğunu, fermantasyon sonunda ise 7,0 ile $1,6 \times 10^2$ kob/mL arasında olduğunu bildirmiştir. Öte yandan, araştırmacı aynı çalışmada

farklı yöntemlerle ürettiği şalgam sularında fermantasyon başında KB sayısının 2,04 log kob/mL ile 5,07 log kob/mL arasında olduğunu bildirmiş ve fermantasyonun başlamasıyla KB'lerin azalmaya başladığını ve altıncı gününden itibaren hiçbir denemede ortamdaki izole edilemediğini bildirmiştir.

Geleneksel yöntemle her üç sıcaklıkta da gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen sonuçlar, Utuş (2008), Güneş (2008) ve Tangüler (2010) tarafından bildirilen değerlerle uyum içerisindedir.

4.1.6 Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında kimyasal bileşim

Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularının kimyasal bileşimine ait bazı değerler Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularının genel bileşimi

	T1	T2	T3	S
Asitlik (g/L)(laktik asit cinsinden)	6,5 ^b ±0,1	6,6 ^b ±0	7,0 ^a ±0	**
pH	3,462±0,2	3,64±0,01	3,43±0,1	ö.d.
Toplam şeker (g/L)	5,26±0,1	5,76±1,4	4,85±0,7	ö.d.
Kurumadde (%)	2,45±0,2	2,33±0,3	1,83±0,1	ö.d.
Kül (%)	1,63±0,1	1,08±0,1	1,33±0,3	ö.d.
Toplam fenolik madde (mg/L)	259,77 ^b ±6	382,10 ^a ±15	362,10 ^a ±24	*
Toplam flavonoid (mg/L)	166,38 ^b ±8	278,22 ^a ±18	269,51 ^a ±15	*
Antioksidan aktivite (%)	43,45±5	38,94±2	38,48±7	ö.d.
Renk tonu	0,55 ^b ±0,01	0,73 ^a ±0,03	0,71 ^a ±0,03	*
Renk yoğunluğu	1,18 ^b ±0,1	2,14 ^a ±0,2	2,30 ^a ±0,11	*
Renk bileşimi %OY ₄₂₀	31,10 ^b ±0,1	33,61 ^a ±0,2	34,21 ^a ±0,8	*
%OY ₅₂₀	55,77±1,3	46,21±1,2	48,23±1,8	ö.d.
%OY ₆₂₀	13,12±1	19,74±0,1	17,53±3,4	ö.d.
%dA	20,60±5,1	19,22±12,2	8,09±3,6	ö.d.

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak (*: %5 önem seviyesinde (p<0,05), **: %1 önem seviyesinde(p<0.01)) önemli bulunmuştur. ö.d: önemli değil (p >0.05). T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

4.1.6.1 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde toplam şeker miktarı

Şekerlerin büyük bir kısmı laktik asit fermantasyonu ile parçalanarak karbondioksit, asetik asit, laktik asit ve etil alkol oluşur (Deryaoğlu,1990). Denemelerde farklı sıcaklıklarda geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında toplam şeker miktarı 4,85-5,76 g/L arasında bulunmuştur. 22°C’de üretilen şalgam suyunda en yüksek toplam şeker miktarı 5,76 g/L, 35°C’de üretilen şalgam suyunda ise en düşük toplam şeker miktarı 4,85 g/L bulunmuştur. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı fermantasyon süresini kısalttığı gibi, ortamda ki şeker miktarının daha çok kullanılmasına ve tüketime hazır şalgam sularındaki şeker miktarının daha az olmasına neden olmuştur. Ancak farklı sıcaklık uygulamasının önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Gök (2017) geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında yaptığı çalışmada toplam şeker miktarını 85,20-204,70 mg/L, Utuş (2008) 90-200 mg/L arasında, Güneş (2008) 255-288 mg/L arasında, Tangüler (2010) ise 50-82 mg/L arasında bulmuştur.

Farklı sıcaklık ve yöntemle üretilen şalgam sularında şeker miktarı; Gök (2017), Utuş (2008), Güneş (2008) ve Tangüler (2010) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Geleneksel yolla yapılan tüm denemelerde toplam şeker miktarının literatürde verilen değerlerden yüksek çıkması, yapılan çalışmada fermantasyonun tam olarak sonlandırılmaması ve TSE’de belirtilen asitlik miktarına kadar işlemin gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır.

4.1.6.2 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı

Kurumadde; şalgam suyundan su ve diğer uçucu maddelerin uçurulması sonucunda elde kalan maddelerin toplamıdır. Kurumadde de çeşitli organik asitler, tuz, protein, renk maddeleri ve mineral maddeler bulunmaktadır (Yener, 1997).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı %1,83-2,45 arasında bulunmuştur. En düşük değer 1,83 g/L ile 35°C’de üretilen şalgam suyunda elde edilmişken, en yüksek değer ise 2,45 g/L olarak 10°C’de üretilen şalgam

sularında belirlenmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı kurumadde miktarında azalmaya sebep olmuştur. İstatiksel açıdan örnekler arası kurumadde değişimi bakımından önemli bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$).

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre kurumadde miktarı en az 25 g/kg olmalıdır (TSE, 2003).

Deryaoğlu (1990) şalgam sularında kurumadde miktarını %2,29-2,92 arasında belirtirken, Canbaş ve Fenercioğlu (1984) 22-30 g/L arasında bulmuştur.

Geleneksel yolla farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde oranları daha Deryaoğlu (1990) tarafından yapılan çalışma ile uyumlu olup Canbaş ve Fenercioğlu (1984) tarafından yapılan çalışmadan düşük bulunmuştur.

4.1.6.3 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı

Şalgam suyunda bulunan kül, üretim esnasında kullanılan tuz ile birlikte hammaddeden gelen ve sudaki minerallerden oluşmaktadır. Şalgam suyunda bulunan tuz külün ortalama %94'üdür (Canbaş, 1985; Deryaoğlu, 1990).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı %1,08 ile 1,63 arasında olup, en düşük değer 22°C'de üretilen şalgam sularında 1,08 g/L olarak belirlenmişken, en yüksek değer ise 10°C'de üretilen şalgam sularında 1,63 g/L olarak bulunmuştur. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı kül miktarında azalışa neden olmuştur. Ancak uygulanan sıcaklığın kül miktarı üzerine etkisi istatiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre kül miktarı kütlice 15 g/L altında olmalıdır (TSE, 2003).

Özler (1995) çalışmasında kül miktarını %0,77 olarak bulurken Utuş (2008) ise çalışmasında kül miktarını 14,12-16,25 g/L arasında bulmuştur.

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemelerde belirlenen sonuçlar Özler (1995) ve Utuş (2008) tarafından bildirilen değerler ile uyum içerisinde dir.

4.1.6.4 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam fenolik madde miktarı

Polifenollerde denilen fenol bileşikleri yapısında bulunan bir benzen halkasına bağlı – OH grubu bulunan maddelerdir. Bu bileşikler, fenol asitleri, flavonoidleri, tanenleri ve antosiyaninleri içermektedir (Ribéreau-Gayon vd., 2000; Cemeroğlu vd., 2001). Meyve ve sebzeler özellikle içerdikleri fenolik maddelerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkileri nedeniyle insanın sağlığı üzerine pozitif etkilere sahiptir (Nizamlıoğlu ve Nas, 2010).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam fenolik madde miktarı 259,77-382,10 mg/L arasında bulunmuştur. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonunda elde edilen şalgam sularında en düşük toplam fenolik madde miktarı 259,77 mg/L T1 denemesinde, en yüksek değer ise 382,10 mg/L olarak T2 denemesinde belirlenmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı şalgam suyuna geçen fenolik madde miktarında belli bir orana kadar artışa neden olmuş ancak, sıcaklıktaki yükselme (35°C) ile beraber fenolik madde miktarında azda olsa azalma gözlemlenmiştir. Öte yandan istatistiksel analiz sonucunda farklı sıcaklık uygulamasının şalgam suyunda ki fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel açıdan %5 önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Miişoğlu (2004) yaptığı çalışmada toplam fenol bileşiklerini gallik asit cinsinden 557-682 mg/L olarak bulmuştur. Farklı sıcaklık ve yöntemle üretilen şalgam suları incelendiğinde Miişoğlu (2004)'in bulduğu fenolik madde değerleri ile benzerlik göstermediği tespit edilmiştir.

4.1.6.5 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antioksidan aktivite

Antioksidan aktivite gıdanın bileşimi, gıdanın bileşiminde bulunan madde miktarı ve bunların birbirine oranı, bileşenlerin birbiri ile etkileşimi, proses sırasında uygulanan teknolojik işlemler, ısıl işlem uygulaması, ısıl işlem süresi ve sıcaklığı, ortamda bulunan fenolik bileşikler ekstre eden çözücü oranları, analiz sırasında kullanılan çözücü tipi ve oranı gibi işlemlerden fazlasıyla etkilenmektedir (Meral, 2016).

Fenolik bileşiklerin sahip oldukları antioksidan aktiviteleri, gıdaların muhafazasında kalp ve damar hastalıkları, kanser, diyabet gibi hastalıkları önleyici olarak kullanılan ve aynı zamanda sentetik katkı maddelerine alternatif doğal bileşiklerdir (Apaydın, 2008).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antioksidan aktivite değerleri %38,48-43,45 arasında bulunmuştur. 10°C'de üretilen şalgam suyunda antioksidan aktivite %43,45 ile en yüksek değer bulunurken, 35°C'de üretilen şalgam suyunda ise en düşük değer %38,48 bulunmuştur. Dolayısıyla sıcaklık artışının antioksidan madde miktarında azalışa sebep olduğu görülmektedir. Öte yandan, istatistiksel olarak toplam antioksidan madde miktarı üzerine farklı sıcaklık uygulamasının etkisi %5 önem seviyesinde önemsiz bulunmuştur.

Öztan (2006) geleneksel yolla üretilen şalgam suyu ile yaptığı çalışmada antioksidan aktiviteyi %55 olarak bulmuştur. Bulduğumuz değerler Öztan (2006), tarafından bildirilen değerlerden düşüktür.

4.1.6.6 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu

420 ve 520 nm'lerde saf suya karşı absorbansları belirlenen örneklerin oranları (OY420/OY520) renk tonu olarak verilmiştir. Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu 0,55-0,73 arasında bulunmuştur. Geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında renk tonu 0,55 olarak en düşük değeri vermiş olup, diğer sıcaklıklarda birbirine yakın bulunmuştur. Dolayısıyla 10°C üzerinde fermantasyon sıcaklığı elde edilen şalgam sularında renk tonunda artışa neden olmuştur.

Öte yandan, fermantasyon sıcaklığının şalgam suyundaki renk tonu değerleri üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. ($p < 0.05$).

Utuş (2008), şalgam suyu ile yaptığı çalışmada renk tonunu 0,18-0,37 arasında bulmuştur.

Bulduğumuz değerler Utuş (2008) tarafından bildirilen değerlerden yüksektir.

4.1.6.7 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk yoğunluğu tayini

IC olarak gösterilen renk yoğunluğu (420, 520 ve 620 nm) dalga boylarında saf suya karşı şalgam sularının absorbanslarının toplam değeri (OY420+OY520+OY620) olarak verilmiştir. Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk yoğunluğu 1,18-2,30 arasında bulunmuştur. Farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında en yüksek değer 35°C'de üretilen şalgam sularında 2,30 olarak bulunurken, en düşük değer 10°C'de üretilen şalgam sularında 1,17 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla artan sıcaklık ile beraber renk yoğunluğu değerinde de artış gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak renk yoğunluğu miktarında ki değişim önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Utuş (2008) şalgam suyu üzerine yaptığı çalışmada renk yoğunluğunu 1,35-1,43 arasında bulmuştur.

Bulduğumuz değerler Utuş (2008) tarafından bildirilen değerlerden yüksektir.

4.1.6.8 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk bileşimi

%OY₄₂₀ sarı, %OY₅₂₀ kırmızı ve %OY₆₂₀ ise mavi renk değerinin olarak % miktarını belirtmektedir. Renklerin parlaklık değerinin belirlenmesinde ise %dA analizlerinden yararlanılmıştır (Ribereau-Gayon vd., 2000).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen örneklerde en yüksek değerler %OY₅₂₀'de belirlenmiştir. Dolayısıyla şalgam sularında baskın renk kırmızıdır. En

yüksek OY₅₂₀ değeri T1'de yani 10°C'de gerçekleştirilen denemede elde edilmişken sıcaklık artışı ile kırmızlık azalmıştır.

Sarı renk en yüksek değer olarak 35°C'de üretilen şalgam sularında 34,21 olarak bulunurken, en düşük 10°C'de üretilen şalgam sularında 31,10 olarak bulunmuştur. Buda artan fermantasyon sıcaklığıyla sarılıkta artış olduğunu göstermektedir. Mavi renk ise en yüksek 22°C'de üretilen şalgam sularında 19,74 en düşük ise 10°C'de üretilen şalgam sularında 13,12 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı sarı ve mavi renkte artışa neden olurken, kırmızı renk oranında tam tersi etki yaparak azalışa neden olmuştur.

%dA rengin parlaklığını ifade etmektedir. En yüksek değer 20,60 ile 10°C'de üretilen şalgam suyu denemesinde belirlenmişken, en düşük değer 8,09 ile 35°C'de üretilen şalgam suyu denemesinde belirlenmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı geleneksel yolla üretilen şalgam sularında %dA değerlerinde azalışa neden olmuştur. Bununla beraber fermantasyon sıcaklığının OY₄₂₀ üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($p < 0.05$), OY₅₂₀, OY₆₂₀ değeri ve parlaklık üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Utuş (2008) yaptığı çalışmada sarı renk %25,57-25,86 aralığında, kırmızı renk %69,77-69,99 aralığında mavi renk ise %4,42-4,65 aralığında bulmuştur. Bulduğumuz değerler Utuş (2008) tarafından bildirilen değerler ile uyumlu değildir.

4.1.6.9 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde antosiyanin profilleri

Antosiyanidinlerin şekerlerle glikozik bağ yapmış hali antosiyaninleri oluşturur. Antosiyaninler suda az alkolde çok çözünen ve glikozit yapıda olan bileşiklerdir (MEB, 2013). Antosiyaninlerin antioksidan aktivitesinin C ve E vitaminlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiş olup, bazı meyvelerde antioksidan aktivite ve antosiyanin içeriği arasında doğrudan ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Antosiyaninler, kuvvetli antioksidan aktiviteye sahiptirler ve bu sayede birçok hastalığın oluşma riskini önleyip, azaltabilirler (Wicklund vd., 2005; Castaneda Ovanda vd., 2009).

Şalgam suyu üretiminde de siyah havuçtan geçen antosiyaninler şalgam suyuna kırmızı renk vermektedir. Antosiyanin parçalanmasında; sıcaklık, askorbik asit, şekerler ve şekerlerin parçalanma ürünleri, enzimler, oksijen, ışık gibi birçok faktör rol oynamaktadır (Canbaş, 1983; Ribéreau-Gayon vd. 2000; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten vd., 2008).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antosiyanin profillerinde ki değişim Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

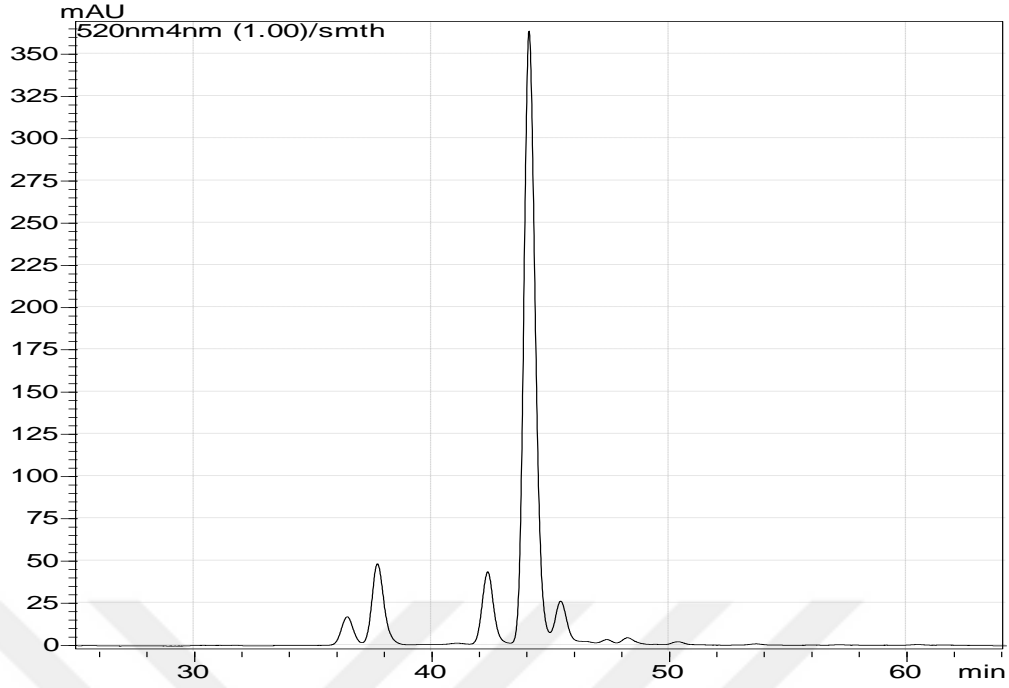
Çizelge 4.2. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında antosiyanin profilleri değişim tablosu (mg/L)

	T1	T2	T3	S
1	3,58±1,14	5,74±0,34	5,11±0,29	ö.d.
2	13,77±1,25	12,87±0,22	12,25±0,31	ö.d.
3	11,20±0,94	14,06±1,76	13,34±0,66	ö.d.
4	88,97±13,95	135,01±9,77	119±3,42	ö.d.
5	7,36±1,52	8,54±0,11	8,45±0,51	ö.d.
T	124,91±17,88	176,24±13,02	158,17±5,11	ö.d.

1: Siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit ; 2: Siyanidin-3-ksilozilgalaktozit ; 3: Sinapik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit; 4: Ferulik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit; 5: Kumarik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit; T: Toplam S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak ö.d: önemli değil ($p>0.05$). T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

Antosiyaninler suda çözünebilen doğal maddelerdir, meyve ve sebzelerin kendilerine özgü renklerini verirler (Cemeroğlu vd., 2011; Türker vd., 2006). Fermantasyonla şalgam suyuna geçen antosiyaninler, şalgam suyunun kendine özgü renginden sorumludur (Canbaş ve Fenercioğlu,1984; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993).

Çalışma kapsamında üretilen şalgam sularında 5 farklı antosiyanin belirlenmiş olup HPLC’de gerçekleştirilen analizler sonucu belirlenen antosiyaninlerin kromotogramı Şekil 4.6.’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Siyah havuçta bulunan antosiyaninlerin HPLC’de belirlenen profili

1: Siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit ; 2: Siyanidin-3-ksilozilgalaktozit ; 3: Sinapik asit ile açılmış siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ; 4: Ferulik asit ile açılmış siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ; 5: Kumarik asit ile açılmış siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit.

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antosiyanin profilleri incelendiğinde Şekil 4.6’ da görüldüğü gibi iki pik açılmış antosiyaninlere, diğer üç pik ise açılmemiş antosiyaninlere aittir. Çizelgeden de görüldüğü gibi siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit en yüksek 22°C’ de üretilen şalgam suyunda 5,74 mg/L olarak bulunurken, en düşük 10° C’de üretilen şalgam sularında 3,58 mg/L olarak bulunmuştur. Tangüler (2010), geleneksel yolla ürettiği şalgam sularında siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit en yüksek pik alanını 1285,6 olarak bulmuştur.

Siyanidin-3-ksilozilgalaktozit en yüksek 10°C’de üretilen şalgam suyunda 13,77 mg/L olarak bulunurken, en düşük ise 12,25 mg/L olarak 35°C’de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. Tangüler (2010), siyanidin-3-ksilozilgalaktozit en yüksek pik alanını 6203,5 olarak bildirmiştir.

Sinapik asit ile açılmış siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit en yüksek değer 14,06 mg/L ile 22°C’de üretilen şalgam sularında bulunurken en düşük değer ise 10°C’de üretilen şalgam sularında 11,20 mg/L olarak elde edilmiştir. Tangüler (2010), Sinapik

asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit en yüksek pik alanını 1842,3 olarak bildirmiştir.

Ferulik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit en yüksek 22°C’ de üretilen şalgam suyunda 135,01 mg/L olarak elde edilmiş, en düşük değer ise 10°C’de üretilen şalgam sularında 88,97 mg/L olarak elde edilmiştir. Tangüler (2010), ferulik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit en yüksek pik alanını 9649,9 olarak bulmuştur.

Kumarik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ise en yüksek 22°C’ de üretilen şalgam suyunda 8,54 mg/L olarak bulunurken en düşük değer ise 10°C’de 7,36 mg/L olarak bulunmuştur. Tangüler (2010), kumarik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ise en yüksek pik alanını 2915,9 olarak bildirmiştir.

Toplam antosiyanin miktarların bakıldığında ise en yüksek değer 22°C’de üretilen şalgam sularında 176,24 mg/L en düşük değer ise 10°C’de üretilen şalgam sularında 124,91 mg/L olarak bulunmuştur. Sıcaklık ile antosiyanin miktarı incelendiğinde ise sıcaklık artışının antosiyanin miktarını belli bir orana kadar arttırdığı gözlemlenmiştir. Tangüler (2010), geleneksel yolla ürettiği şalgam sularında toplam antosiyanin miktarında en yüksek pik alanını 21897,2 olarak bildirmiştir.

Bayram vd. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada %15 siyah havuç içeren şalgam suyunda toplam monomerik antosiyanin miktarı 214,94 mg cy-3-glu/L olarak bulunmuştur. Deryaoğlu (2005)’da şalgam suyunda toplam monomerik antosiyanin miktarını siyanidin-3-glikozit cinsinden 214 mg/L olarak belirlemiştir. Utuş (2008) yaptığı çalışmada antosiyanin değerini 120,18-145,60 mg/L arasında belirlerken; Güneş (2008) ise geleneksel yolla elde ettiği şalgamlarda antosiyanin miktarını 129 mg/L ile 149 mg/L arasında bulmuştur.

Geleneksel yolla farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında elde edilen antosiyanin miktarları Utuş (2008), Güneş (2008) ve Deryaoğlu (2005) bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Farklı sıcaklıklar kullanılarak geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında istatistiksel açıdan farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$).

4.1.6.10 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L*a* ve b* değerleri

Şalgam suyu örneklerindeki renk değerlerinin elde edilmesinde, objektif ölçümler Hunter marka renk ölçerden yararlanılmıştır.

Çizelge 4.3. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu örneklerindeki L*a*b* değerleri

Üretim yöntemleri ve sıcaklık	Hunter Değerleri			
	T1	T2	T3	S
L*	13,91	13,78	14,25	ö.d.
a*	5,03	4,74	5,2	ö.d.
b*	-0,35	-0,33	-0,12	ö.d.

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak ö.d: önemli değil ($p<0.05$). T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

L* değeri 0-100 arasında değişken değerler alıp parlaklık hakkında bilgi vermektedir. 0'da iken koyu 100'e doğru giderken renk açılmaktadır. a* değeri pozitif ve negatif değer aralığında farklı renkleri vermekte, pozitif değeri renk aralığında kırmızı, negatif değeri renk aralığında yeşil olmaktadır. b* değeri ise a* değerinde olduğu gibi değer aralıklarına göre farklı renk vermekte, pozitif renk değer aralığında ölçülen renk sarı, negatif renk değer aralığında ise mavidir (Hunter, 1975; Çelik, 2004).

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi L*, a* ve b* değerlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L* değeri 13,78-14,25 arasında bulunmuş olup en yüksek değer T3'te yani 35°C'de üretilen denemede belirlenmiştir. Dolayısıyla 35°C'den düşük sıcaklıkta yapılan fermantasyonda L* değerine azalma gözlemlenmiş olup en açık renk elde edilmiştir. Diğer denemelerde daha koyu renkte şalgam elde edilmiştir. 10°C ve 22°C'lerde üretilen şalgam sularında ise birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında a* değeri 4,4-5,20 arasında bulunmuştur. 22°C'de üretilen

şalgam sularında en düşük a^* değeri 4,74 olarak elde edilmişken, en yüksek a^* değeri ise 35°C’de üretilen şalgam sularında ise 5,20 olarak bulunmuştur.

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında b^* değeri -0,12 ile 0,35 arasında bulunmuştur. 10°C’de üretilen şalgam sularında b^* değeri -0,35 olarak en düşük değerde elde edilmişken, 22°C’de en yüksek değer T3 denemesinde -0,12 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı şalgam sularında b^* değerinde artışa neden olmuştur. İstatiksel olarak L^*a^* ve b^* miktarında ki değişim bakımından farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$).

Utuş (2008) yaptığı çalışmada L^* değerini 20,98-24,83 aralığında, a^* değerini 52,01-56,47 aralığında, b^* değerini ise 35,79-42,33 aralığında bulmuştur.

Bulduğumuz sonuçlar Utuş (2008)’in çalışması ile paralellik göstermemektedir.

4.1.6.11 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde mineral madde değerleri

Mineral maddeler kan ve kemik oluşumu, beyin fonksiyonlarının ve vitaminlerin çalışması gibi etkin rolleri olan, doğada yaygın olarak bulunan inorganik maddelerdir. Sağlık açısından önemlidirler. Vücutta fazla biriktiklerinde toksikolojik etki yapabilirler (Doelsch, 2005). Çizelgeden de görüldüğü gibi geleneksel yöntemle gerçekleştirilen denemelerden elde edilen şalgam sularında belirlenen mineral madde miktarları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında mineral madde miktarı

	T1	T2	T3	S
K (g/L)	1,01±0,34	1,5±0,13	1,44±0,03	ö.d.
Mg (mg/L)	26,01±1,26	29,02±0,48	28,47±0,54	ö.d.
Na (g/L)	7,55±3,6	13,32±2,3	16,68±3,4	ö.d.
Fe (mg/L)	7,3±2,76	11,77±0,96	19,59±6,14	ö.d.
Cu (mg/L)	0,38±0,15	0,47±0,03	0,63±0,005	ö.d.
Zn (mg/L)	4,19±1,51	9,85±0,12	13,32±2,3	ö.d.
Ca (mg/L)	19,13±5,04	32,69±2,51	39,18±5,36	ö.d.

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak ö.d: önemli değil ($p<0.05$). T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Ca için değerleri sırasıyla 1,01-1,5 g/L, 26,01-29,02 mg/L, 7,55-16,68 g/L, 7,3-19,59 mg/L, 0,38-0,63 mg/L, 4,19-13,32 mg/L ve 19,13-39,18 mg/L arasında bulunmuştur. Mineral maddelerde genellikle fermantasyon sıcaklığı arttıkça mineral madde miktarları da artmıştır. Ancak gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda fermantasyon sıcaklığının mineral maddelerin miktarı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde önemsiz bulunmuştur.

TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda demir miktarı en çok 15 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). Gök (2017); şalgam suyu ile yaptığı çalışmada Fe değerini 0,18-4,66 mg/L aralığında bildirmiştir. Bulduğumuz değerler Gök (2017) tarafından bildirilen değerler ve şalgam suyu standardındır yüksektir.

Gök (2017) çalışmasında Cu değerini 0,189-0,019 mg/L arasında bildirmiş. TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda bakır miktarı en çok 5 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). Yaptığımız çalışmalar sonucunda bulduğumuz değerler Gök (2017) tarafından bildirilen değerlerde yüksek bulunmuştur. Yaptığımız çalışmalar şalgam suyu standardına uygundur.

TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda çinko miktarı en çok 5 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). Gök (2017) yaptığı çalışmada Zn değerini 0,92- 0,079 mg/L arasında bildirmiştir. Bulduğumuz çinko değerleri şalgam suyu standardına uygundur fakat Gök (2017) tarafından bildirilen değerlerden yüksektir.

4.2 Direkt Yöntemle Şalgam Suyu Üretimi

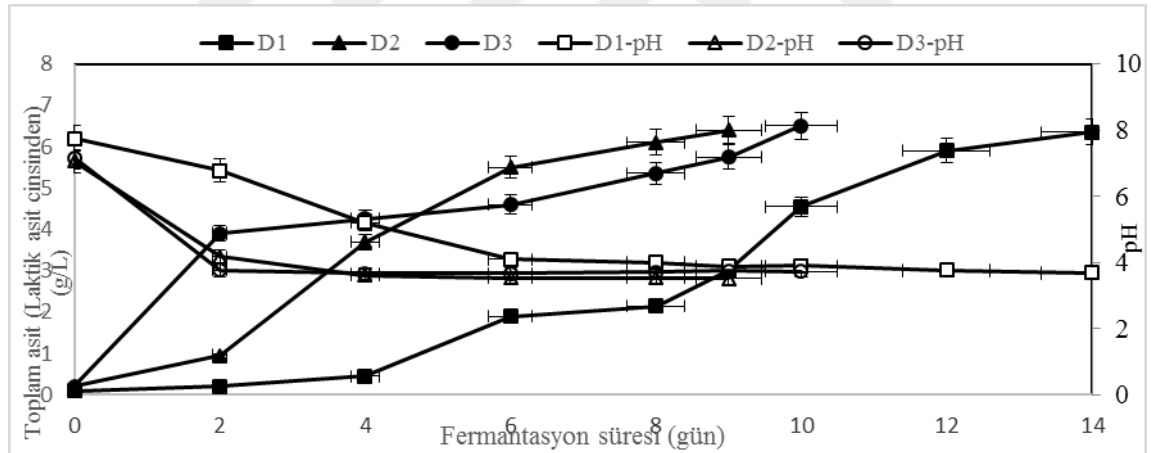
4.2.1 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam asitlik ve pH değerlerindeki değişim

Gerçekleştirilen farklı sıcaklıklarda direkt yöntemle şalgam suyu üretim denemelerinden fermantasyon sırasında alınan örneklerde pH ve laktik asit cinsinden toplam asit analizleri yapılmış ve sonuçlar Şekil 4.7'de verilmiştir. Direkt yöntem kullanılarak gerçekleştirilen denemelerde, geleneksel yöntemin aksine hamur fermantasyonu gerçekleştirilmemiş, tüm hammaddeler gerekli miktarlarda 3 litrelik cam

damacanalara konulmuş ve ardından dolum seviyesine gelinceye kadar ekstrakt ve gerekirse su ilave edilmiş ve üzerleri kapatılarak fermantasyona terk edilmiştir.

Fermantasyonların başlangıcında laktik asit cinsinden toplam asit miktarları 0,1-0,2 g/L (laktik asit cinsinden) arasında değişirken, pH değerleri de 7,06-7,75 arasında belirlenmiştir. Çalışmada toplam asit miktarları geleneksel yöntemden daha düşük, pH değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni, geleneksel yöntemde gerçekleştirilen 3 günlük hamur fermantasyonu sonucu elde edilen ekstraktın kullanılması olarak değerlendirilmektedir.

TSE’de belirtilen ve şalgam sularında bulunması gereken en düşük miktar olan 6 g/L düzeyine ulaşılan kadar gerçekleştirilen fermantasyon sonunda toplam asit değerleri 6,35 – 6,50 g/L arasında olup, pH değerleri de 3,51 ile 3,73 arasında bulunmuştur. Direk yöntemle üretilen şalgam sularında toplam asitlik ve pH bakımından önemli bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 4.5).



Şekil 4.7. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca laktik asit cinsinden toplam asit miktarı ve pH değerindeki değişim D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

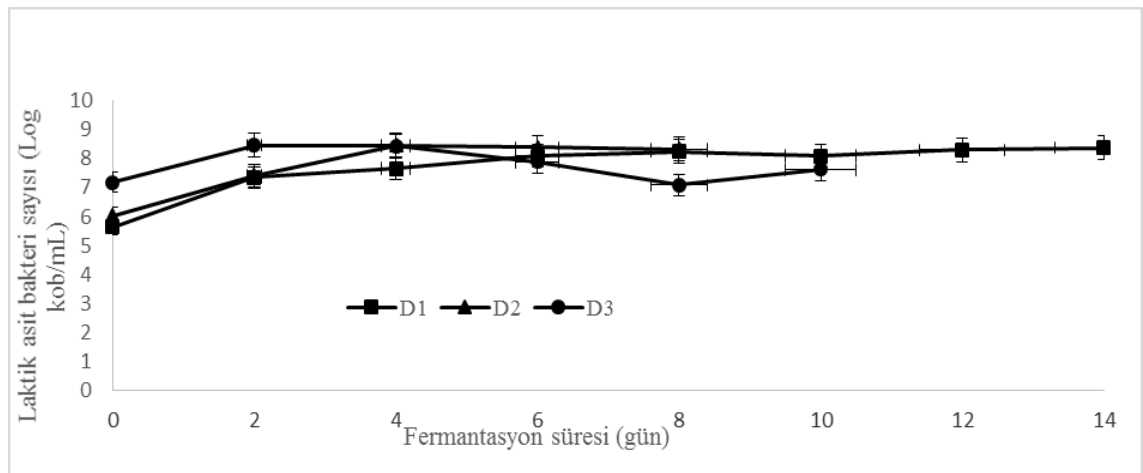
Tangüler ve Erten (2012) piyasada şalgam suyu üreten işletmelerden fermantasyonun başında ve sonunda şalgam suyu örnekleri almışlar ve fermantasyonun başlangıcında toplam asitlik miktarlarını 0,25-6,13 g/L arasında belirlemişlerken, fermantasyon sonunda 6,54-7,25 g/L olarak bulmuşlardır. Öte yandan, pH değerlerini ise fermantasyonun başında 2,76-6,86 ve fermantasyonun ardından 3,28-3,48 arasında belirlemişlerdir.

Tangüler vd. (2014) farklı havuç boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışma sonunda, şalgam sularında pH değerlerini 3,45-3,53 ve toplam asitlik miktarlarını 7,15-7,75 g/L olarak belirlemişlerdir. Tangüler vd. (2015) farklı yöntemler ve starter kültür kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada, şalgam sularında pH değerlerini 3,42-3,55 ve toplam asitlik miktarlarını 6,33-9,22 g/L olarak belirlemişlerdir.

Farklı sıcaklıklarda farklı yöntemlerle gerçekleştirdiğimiz denemede elde edilen sonuçlar TSE (2003), Yener (1997), Ozhan (2000), Arıcı (2001), Miisoğlu (2004) ve Arıcı (2001) tarafından belirtilen sonuçlarla uyum içerisindedir. Ancak, elde edilen değerler Tangüler ve Erten (2012), Tangüler vd. (2014) ve Tangüler vd. (2015) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni, gerçekleştirdiğimiz denemede fermantasyon işleminin TSE tarafından bildirilen şalgam sularında bulunması gereken en düşük toplam asitlik değerlerine ulaşmaya kadar yapılmış olmasıdır.

4.2.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında laktik asit bakteri sayısındaki değişim

Bölümümüzde iki paralelli olarak gerçekleştirilen denemelerden alınan örneklerde, fermantasyon boyunca toplam LAB sayısı belirlenmiş olup, Şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi fermantasyon başlangıcında LAB sayısı 5,65-7,19 log kob/mL, fermantasyon sonunda ise 7,62-8,33 log kob/mL arasında belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca sayısındaki LAB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

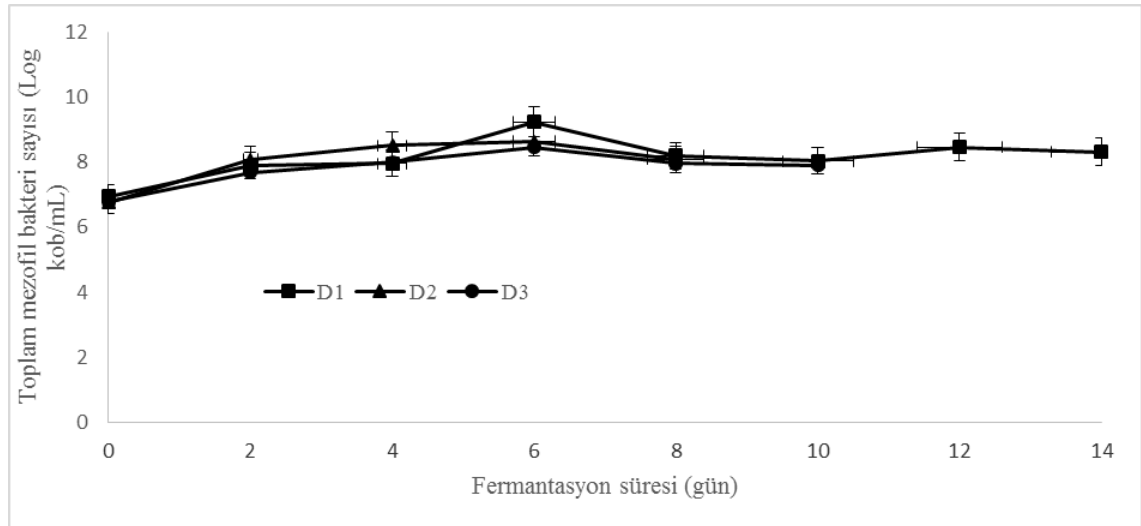
Geleneksel yöntemde olduğu gibi direkt yöntemde de, artan sıcaklıkla beraber fermantasyon sonunda LAB sayılarında meydana gelen azalmada artış gözlemlenmiştir.

Arıcı (2001) şalgam sularında laktik asit bakterileri sayısını $1,2 \times 10^4 - 4,6 \times 10^7$ kob/mL arasında belirlemişlerdir. Tangüler ve Erten (2012) piyasada şalgam suyu üreten işletmelerden fermantasyonun başında ve sonunda şalgam suyu örnekleri almışlar ve fermantasyonun başlangıcında LAB sayısını 3,32-7,69 log kob/mL arasında bulmuşlarken, fermantasyon sonunda 5,54-7,83 log kob/mL arasında bulmuşlardır. Tangüler vd. (2015) farklı yöntemler ve starter kültür kullanarak gerçekleştirdikleri bir çalışmada, şalgam sularında laktik asit bakteri sayısını 7,43-7,74 log kob/mL arasında bulmuşlardır.

Fermantasyon sonunda belirlenen değerler Arıcı (2001), Tangüler ve Erten (2012) ve Tangüler vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.2.3 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam mezofil aerobik bakteri sayısındaki değişim

Bölümümüz laboratuvarında paralelli olarak gerçekleştirilen farklı sıcaklıklarda direkt yöntemle şalgam suyu üretim denemelerden fermantasyon boyunca alınan örneklerde TMAB sayısı belirlenmiş olup Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca TMAB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

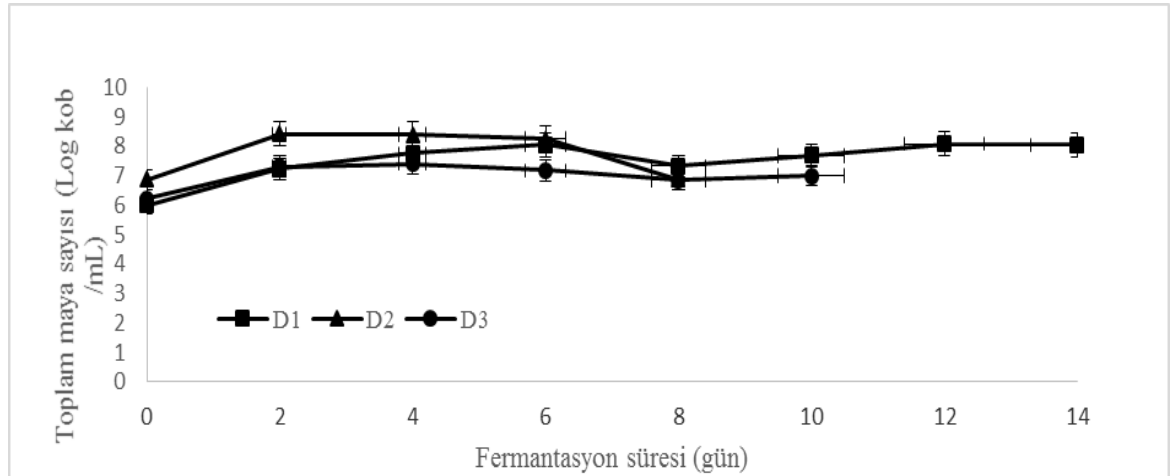
Şekil 4.9'dan da görüldüğü gibi direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon başında TMAB sayısı 6,77-6,94 log kob/mL arasında bulunmuştur. fermantasyon sonunda ise 7,90-8,31 log kob/mL arasında belirlenmiştir. Öte yandan, denemelerde uygulanan sıcaklık derecesi arttıkça, geleneksel yöntemdekine benzer şekilde fermantasyon sonunda belirlenen TMAB sayıları daha düşük belirlenmiştir.

TS 11149 Şalgam Suyu Standardı'na göre şalgam suyunda TMAB sayısı $1,0 \times 10^4$ - $1,0 \times 10^5$ kob/mL arasında olmalıdır (TSE, 2003). Öte yandan, Arıcı (2001) şalgam sularında TMAB sayısını $2,7 \times 10^6$ kob/mL ile $6,1 \times 10^7$ kob/mL arasında elde etmiştir.

Bu çalışmada her iki yöntem ve tüm sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucu elde edilen TMAB değerleri TSE (2003)'de belirtilen değerler ile Arıcı (2001) tarafından bildirilen değerlerden de yüksek bulunmuştur.

4.2.4 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında toplam maya sayısındaki değişim

Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemelerde şalgam suyu fermantasyonları sırasında TM sayısındaki değişim Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde fermantasyon sırasında TM sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

Şekil 4.10'dan da görüldüğü gibi direkt yöntemlerde farklı sıcaklıklarda yürütülen denemelerde fermantasyon başında TM sayısı 6,0 log kob/mL ve 6,86 log kob/mL

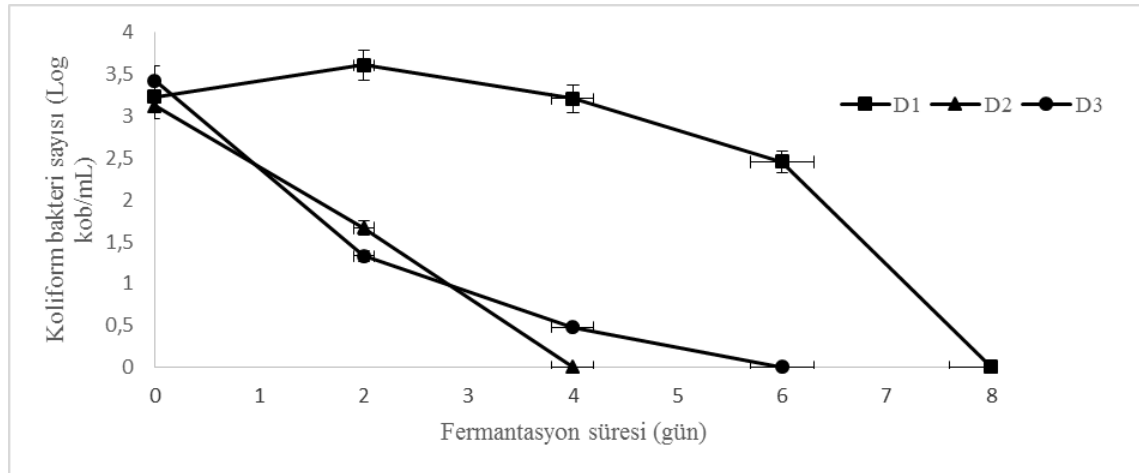
arasında belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda ise en yüksek D1’de 8,04 log kob/mL olarak en düşük değer ise D2’de 6,86 log kob/mL olarak belirlenmiştir.

Şalgam suyu ile yapılan çalışmalarda TM sayısı $3,5 \times 10^5$ - $1,1 \times 10^7$ kob/mL olarak bildirilmiştir (Arıcı, 2001; Özhan, 2000).

Bu çalışmada her iki yöntem ve tüm sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemeler sonucu elde edilen TM sayıları yukarıda belirtilen araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlarla uyum içerisindedir.

4.2.5 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi sırasında koliform bakteri sayısındaki değişim

Farklı sıcaklıklarda direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca KB sayısındaki değişim Şekil 4.11’de verilmiştir. Fermantasyon başlangıcında KB sayısı 3,12-3,42 log kob/mL olarak belirlenirken yapılan analizler sonucu KB sayısının zamanla azaldığı belirlenmiş ve sekizinci günün sonunda hiçbir örnekte KB’ye rastlanmamıştır. Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen denemelerde geleneksel yöntemdekine benzer şekilde 10°C’de yürütülen şalgam suyu üretiminde KB’ler diğer sıcaklıklara göre ortamda daha uzun süre kalmıştır. Dolayısıyla düşük sıcaklık KB’lerin ortamda kalma sürelerini uzatmıştır.



Şekil 4.11. Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde fermantasyon boyunca KB sayısındaki değişim. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

Tangüler (2010) farklı işletmelerden topladığı şalgam sularıyla gerçekleştirdiği çalışmada fermantasyon başında KB sayısının 18 ile $1,21 \times 10^3$ kob/mL arasında olduğunu, fermantasyon sonunda ise 7,0 ile $1,6 \times 10^2$ kob/mL arasında olduğunu bildirmiştir. Öte yandan, araştırmacı aynı çalışmada farklı yöntemlerle ürettiği şalgam sularında fermantasyon başında KB sayısının 2,04 log kob/mL ile 5,07 log kob/mL arasında olduğunu bildirmiş ve fermantasyonun başlamasıyla KB'lerin azalmaya başladığını ve altıncı gününden itibaren hiçbir denemede ortamdaki izole edilemediğini bildirmiştir.

Geleneksel ve direkt yöntemle her üç sıcaklıkta da gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen sonuçlar Tangüler (2010) tarafından bildirilen değerlerle uyum içerisindedir.

4.2.6 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde kimyasal değişimler

Çizelge 4.5' de direkt yöntemle üretilen şalgam sularının genel bileşimi verilmiştir.

Çizelge 4.5. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında genel bileşim

	D1	D2	D3	S
Asitlik (g/L)	6,35±0,1	6,4±0,2	6,5±0	ö.d.
pH	3,68±0,1	3,515±0,1	3,72±0,1	ö.d.
Toplam şeker (g/L)	5,64±0,1	5,07±0,2	4,85±0,1	ö.d.
Kurumadde (%)	1,73±0,2	2,65±0,2	2,25±0,3	ö.d.
Kül (%)	1,37±0,2	0,95±0,1	1,30±0,1	ö.d.
Toplam fenolik madde (mg/L)	185,93±57,2	229,74±5,6	257,10±19,3	ö.d.
Toplam flavonoid (mg/L)	116,01±45,2	160,00±1,2	166,65±10,1	ö.d.
Antioksidan aktivite (%)	45,72±0,1	46,77±0,3	47,13±0,7	ö.d.
Renk Tonu	0,65±0,1	0,63±0,1	0,69±0,1	ö.d.
Renk yoğunluğu	2,01±0,2	2,00±0,4	2,01±0,1	ö.d.
Renk bileşimi %OY ₄₂₀	32,94±2,6	32,13±0,2	32,26±0,2	ö.d.
%OY ₅₂₀	51,34±1,2	50,97±3,3	49,51±6,1	ö.d.
%OY ₆₂₀	15,62±4,2	16,87±1,1	16,20±0,6	ö.d.
%dA	23,62±2,4	12,63±3	5,17±2,1	ö.d.

ö.d: önemli değil (p>0.05). D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

4.2.6.1 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam şeker miktarı

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam şeker miktarı 4,85-5,64 g/L arasında bulunmuştur. 10°C’de üretilen şalgam sularında en yüksek değer 5,64 g/L olarak bulunurken, en düşük değer 4,85 g/L olarak 35°C’de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Dolayısıyla geleneksel yöntemle benzer şekilde artan fermantasyon sıcaklığıyla ortamda kullanılan şeker miktarı daha çok olmuştur. Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucuna göre fermantasyon sıcaklığının şalgam suyundaki toplam şeker miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Tangüler (2010) farklı sıcaklık ve yöntemlerle gerçekleştirilen denemelerde şeker miktarını 50-82 mg/L arasında bulmuştur.

Farklı sıcaklık ve yöntemle üretilen şalgam sularında şeker miktarları; Tangüler (2010) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Gerçekleştirdiğimiz tüm denemelerde toplam şeker miktarının literatürde verilen değerlerden yüksek çıkması, yapılan çalışmada fermantasyonun tam olarak sonlandırılmaması ve TSE’de belirtilen asitlik miktarına kadar işlemin gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır.

4.2.6.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kurumadde miktarı %1,73-2,65 arasında bulunmuştur. En düşük değer 10°C’de üretilen şalgam suyunda %1,73 olarak elde edilmişken, en yüksek değer 22°C’de üretilen şalgam suyunda ise %2,65 olarak bulunmuştur. Direkt yöntemle elde edilen şalgam sularında kurumadde miktarları, geleneksel yöntemdekine benzer şekilde 10°C’den yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen fermantasyonlarda artmıştır. Ancak fermantasyon sıcaklığının elde edilen şalgam sularındaki kurumadde üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre kurumadde miktarı en az 25 g/kg olmalıdır (TSE, 2003).

Tangüler (2010) yaptığı çalışmada kurumadde miktarını 24,82-31,55 g/L arasında, Özler (1995) ise %1,69-3,02 arasında bulmuştur.

Farklı sıcaklık ve yöntemle üretilen şalgam sularının kurumadde oranları daha önceki çalışmalar ve TSE (2003)'te incelendiğinde verilen sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür.

4.2.6.3 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında kül miktarı %0,95-1,37 arasında bulunmuştur. Direkt yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında en düşük kül miktarı %0,95 bulunurken, 10°C'de üretilen şalgam sularında en yüksek değer ise %1,37 olarak bulunmuştur. Ancak fermantasyon sıcaklığının elde edilen şalgam sularındaki kül miktarları üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

TS 11149 Şalgam suyu standardına göre kül miktarı kütlege 15 g/L altında olmalıdır (TSE, 2003).

Dolayısıyla direkt yöntemle üretilen şalgam sularında kül miktarı standarda uygundur.

Çakır (2011) çalışmasında kül miktarını %1,32-1,97 arasında , Tangüler (2010) ise yaptığı çalışmada kül miktarını 11,71-14,64 g/L bulmuştur.

Gerçekleştirilen denemelerde elde edilen sonuçlar Çakır (2011) ve Tangüler (2010) tarafından bildirilen değerler ile uyum içerisinde dir.

4.2.6.4 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında toplam fenolik madde miktarı

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında fenolik madde miktarı 185,93- 257,10 mg/L arasında bulunmuştur. En düşük değer 185,93 mg/L ile D1'de elde edilirken, en yüksek değer 257,10 mg/L ile D3 denemesinde bulunmuştur. Direkt yöntemle elde edilen şalgam sularında da artan fermantasyon sıcaklığı ile toplam fenolik madde miktarında artış belirlenmiştir. Ancak fermantasyon sıcaklığının direkt

yöntemle üretilen şalgam sularındaki fenolik madde miktarı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

4.2.6.5 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimde antioksidan aktivite

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında antioksidan aktivite %45,72-47,13 arasında bulunmuştur. En yüksek değer 35°C'de üretilen şalgam sularında %47,13 olarak elde edilmişken, en düşük değer ise 10°C'de üretilen şalgam sularında %45,72 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla artan fermantasyon sıcaklığı antioksidan aktivitede artışa neden olmuştur. Benzer şekilde Wang ve Zheng (2001) artan gelişme sıcaklıklarında çileklerde antioksidan kapasitenin arttığını bildirmişlerdir.

Hosseini (2017) farklı oranlarda ekşi kara siyah üzüm posa kullanımının şalgam suyunun antosiyanin profili, monometrik antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkisini incelediği çalışmasında antioksidan aktiviteyi 4,52-8,63 mmol TE/L aralığında, Baser vd., (2012), 2,43-3,96 µmol TE/ml, Özgen ve Şekerci (2013) ise siyah havuçta TEAC değeri 35 -8,54 µmol TE/g ve ortalama 4,25 µmol TE/g olarak bulmuştur.

İstatistiksel açıdan örnekler arası önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

4.2.6.6 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk tonu değerleri birbirlerine yakın olup 0,63-0,69 arasında bulunmuştur. En yüksek değer 35°C'de üretilen şalgam sularında 0,69 olarak elde edilirken, en düşük değer ise 22°C'de üretilen şalgam sularında 0,63 olarak elde edilmiştir. Öte yandan, istatistiksel açıdan örnekler arası fermantasyon sıcaklığı bakımından önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

Tangüler (2010) yaptığı çalışmada renk tonu değerlerini 0,31-0,35 arasında bulmuştur.

Çalışmada bulduğumuz değerler Tangüler (2010)'un bulduğu renk tonu değerlerinden yüksektir.

4.2.6.7 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk yoğunluğu tayini

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk değerlerinde önemli bir fark bulunamamıştır. Öte yandan, istatistiksel açıdan örnekler arası fermantasyon sıcaklığı olarak önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

Tangüler (2010) yaptığı çalışmada renk yoğunluğunu 1,59-2,34 arasında bulmuştur. Direkt yöntemle farklı fermantasyon sıcaklıkları kullanılarak üretilen şalgam suları Tangüler (2010)'un bulduğu değerler ile uyumludur.

4.2.6.8 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk bileşimi

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında renk bileşimi değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Şalgam sularında sarı renk oranı %32,13-32,94 arasında, kırmızı renk oranı %49,51-51,34 arasında ve mavi renk oranı ise %15,62-16,87 arasında bulunmuştur. Direkt yöntemle farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılarak üretilen şalgam sularında, fermantasyon sıcaklığı arttıkça sarı ve kırmızı renk oranı azda olsa azalmış, mavi renk oranı ise artmıştır.

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında parlaklık %5,17-23,62 arasında bulunmuştur. En yüksek değer 10°C 'de üretilen şalgam sularında, en düşük değer ise 35°C 'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. Dolayısıyla fermantasyon sıcaklığı arttıkça parlaklıkta azalış gözlemlenmiştir.

Tangüler (2010), çalışmasında sarı renk %22,53-24,40, kırmızı renk %71,05-73,74, mavi renk ise %59,14-64,38 aralığında bulmuştur. Bulduğumuz değerler daha önce yapılan çalışmalarda bulunan değerlerden daha düşüktür.

Tangüler (2010), çalışmasında %dA oranını 59,14-64,38 olarak bildirmiştir. Bulduğumuz değerler Tangüler (2010)'un çalışmasında bulduğu değerlerden düşüktür. İstatistiksel açıdan örnekler arası önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

4.2.6.9 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde antosiyanin profilleri

Şalgam suyu üretiminde temel madde olarak siyah havuç kullanılmaktadır ve siyah havuçta bulunan temel antosiyanin siyanidin 3 glokizid'tir (Tangüler, 2010).

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularının antosiyanin profillerinde ki değişim Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında antosiyanin profillerinde değişim (mg/L)

	D1	D2	D3	S
1	3,92±0,27	3,24±0,19	3,10±1,66	ö.d.
2	12,28±0,92	8,47±5,27	12,21±1,21	ö.d.
3	7,14±0,64	9,77±1,11	7,56±1,47	ö.d.
4	60,84±19,45	72,70±1,29	67,23±1,92	ö.d.
5	4,42±1,54	4,95±0,33	4,55±0,86	ö.d.
T	88,68±28,59	99,16±2,40	94,67±0,9	ö.d.

1: Siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit ; 2: Siyanidin-3-ksilozilgalaktozit ; 3: Sinapik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ; 4: Ferulik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ; 5: Kumarik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit ; T:Toplam

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak ö.d: önemli değil (p>0.05). D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

Direkt yöntemde farklı fermantasyon sıcaklıkları kullanılarak yürütülen çalışmada 5 farklı antosiyanin belirlenmiştir. Siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit, en yüksek değer olarak 3,92 mg/L ile 10°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmişken, en düşük değer 3,10 mg/L ile 35°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), tarafından hamur fermantasyonu uygulamadan gerçekleştirilen denemelerde siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit, en yüksek pik alanı 1159,6 olarak bulunmuştur.

Siyanidin-3-ksilozilgalaktozit, en yüksek değer olarak 12,28 mg/L ile 10°C'de üretilen şalgam sularında elde edilirken, en düşük değer olarak 8,47 mg/L olarak 22°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), tarafından bu değer 3296,8 olarak bulunmuştur.

Sinapik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit, en yüksek değer olarak 22°C’de üretilen şalgam sularında 9,77 mg/L, en düşük değer ise 7,14 mg/L ile 10°C’de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), tarafından bu değer 1690,1 olarak elde edilmiştir.

Ferulik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit, en yüksek değer olarak 22°C’de üretilen şalgam sularında 72,70 mg/L , en düşük değer ise 60,84 mg/L olarak 10°C’de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), tarafından bu değer 7286,3 olarak bildirilmiştir.

Kumarik asit ile açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozilgalaktozit, 4,95 mg/L ile en yüksek değer olarak 22°C’de üretilen şalgam sularında, en düşük değer ise 4,42 mg/L olarak 10°C’de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), tarafından bu değer 3202,1 olarak bulunmuştur.

Toplamda ise en yüksek antosiyanin miktarı 99,16 mg/L olarak 22°C’de üretilen şalgam sularında, en düşük antosiyanin miktarı ise 88,68 mg/L olarak 10°C’de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Tangüler (2010), hamur fermantasyonu gerçekleştirmeden üretilen şalgam sularında toplamda toplam antosiyanin bakımından pik alanını 16635 olarak elde etmiştir.

Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında olduğu gibi direkt yöntemle üretilen şalgam sularında da fermantasyon sıcaklığı arttıkça antosiyanin miktarında artış gözlemlenmiştir. Öte yandan direkt yöntemle farklı sıcaklıklara kullanarak üretilen şalgam sularında istatistiksel açıdan fermantasyon sıcaklığı bakımından örnekler arası önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

4.2.6.10 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L*a ve *b* değerleri

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Direkt yöntemle üretilen şalgam suyu örneklerinin L*a*b* değerleri

Üretim yöntemleri ve sıcaklık	Hunter Değerleri			
	D1	D2	D3	S
L*	13,27	14,23	13,38	ö.d.
a*	3,16	5,58	2,95	ö.d.
b*	0,93	0,16	1,17	ö.d.

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak ö.d: önemli değil ($p>0.05$). D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

L* değeri 13,27-14,23 arasında bulunmuştur. En yüksek L* değeri 22°C'de üretilen şalgam sularında 14,23 olarak elde edilirken, en düşük L* değeri 13,27 ile 10°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Fermantasyon sıcaklığı arttıkça L* değerinde 22°C'ye kadar artış sonrasında ise azalış gözlemlenmiştir.

a* değeri 2,95-5,58 arasında bulunmuştur. En yüksek a* değeri 5,58 ile 22°C'de üretilen şalgam sularında elde edilirken, en düşük a* değeri 2,95 ile 35°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. Fermantasyon sıcaklığı arttıkça a* değeri önce artmış sonrasında ise azalmıştır.

b* değeri 0,16-1,17 aralığında bulunmuş olup en yüksek b* değeri 35°C'de üretilen şalgam sularında 1,17 elde edilirken, en düşük b* değeri 0,16 ile 22°C'de üretilen şalgam sularında elde edilmiştir. L* ve a* değerlerinden farklı olarak b* değeri 10°C'den 22°C'ye artan sıcaklıkla düşmüş, ardından 35°C'ye gerçekleştirilen fermantasyonda ise artmıştır. İstatistiksel açıdan örnekler arası fermantasyon sıcaklığı bakımından önemli farklılıklar bulunamamıştır ($p>0.05$).

4.2.6.11 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri

	D1	D2	D3	S
K (g/L)	0,66±0,008	1,30±0,12	0,74±0,3	ö.d.
Mg (mg/L)	22,73±0,56 ^b	26,37±0,15 ^b	23,38±0,42 ^a	*
Na (g/L)	3,33±0,1	5,20±0,7	3,60±0,1	ö.d.
Fe (mg/L)	3,07±0,315 ^b	5,40±0,02 ^b	4,04±0,14 ^a	*
Cu (mg/L)	0,12±0,015	0,10±0,03	0,105±0,01	ö.d.
Zn (mg/L)	1,72±0,30	4,97±1,29	3,99±0,20	ö.d.
Ca (mg/L)	15,67±0,315	27,62±4,055	16,47±4,62	ö.d.

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önem seviyesinde önemli bulunmuştur(*: %5 önem seviyesinde (p<0.05)). ö.d: önemli değil (p>0.05). D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

Direkt yöntemle farklı fermantasyon sıcaklıkları kullanılarak üretilen şalgam sularında mineral madde değerleri sırasıyla (K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Ca) 0,66-1,30, 22,73-26,37, 3,33-5,20, 3,07-5,40, 0,10-0,12, 1,72-4,97 ve 15,67-27,62 arasında bulunmuştur. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen fermantasyonlar sonucu elde edilen şalgam sularında en yüksek mineral madde miktarları genellikle 22°C'de gerçekleştirilen denemelerde elde edilmiştir.

İyiçınar (2007), kontrollü şartlarda şalgam suyu üretimi üzerine farklı formülasyonların etkisi üzerine yaptığı çalışmada pastörize olmayan laktik asitli salamurada K değerini $734,92 \pm 58,505$ ppm bulmuştur. Özdemir ve Acar (1996); laktoferment havuç suyu üretimi üzerine yaptıkları çalışmada K değerini (g/kg) $3493,19 \pm 63,14$ arasında bulurken, Ersan ve Turan (2012); şalgam suyunda majör ve minör elementler üzerine yaptıkları çalışmada ise K değerini 766,490 mg/L olarak bulmuşlardır. Bulduğumuz değerler Ersan ve Turan (2012), tarafından yapılan çalışmada bulunan K değerleri ile uyumludur. İstatistiksel açıdan örnekler arası fermantasyon sıcaklığı bakımından K değeri miktarında önemli farklılıklar bulunamamıştır (p>0.05).

İyiçınar (2007), yaptığı çalışmada pastörize olmayan laktik asitli salamurada Mg miktarını $42,04 \pm 4,99$ ppm bulmuştur. Özdemir ve Acar (1996) şalgam suyunda yaptıkları çalışmada Mg değerini (g/kg) $173,23 \pm 19,73$ olarak bildirirken, Ersan ve Turan (2012), ise Mg değerini $75,38 \pm 0,051$ g/L olarak bildirmiştir. Bulduğumuz değerler daha önce yapılan çalışmalarda bulunan Mg değerleri ile uyumlu değildir.Öte

yandan, istatistiksel olarak örnekler arası fermantasyon sıcaklığı bakımında Mg miktarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

İyiçınar (2007) yaptığı çalışmada Na miktarını $359,82 \pm 12,8$ ppm bulmuştur. Özdemir ve Acar (1996); Na değerini (g/kg) $214,07 \pm 6,51$ bulurken, Ersan ve Turan (2012) ise Na değerini $5,25 \pm 0,662$ g/L olarak bildirmiştir. Yaptığımız çalışmalar Ersan ve Turan (2012)' nin bildirdiği Na değerleri ile uyumludur. İstatistiksel olarak örnekler arası fermantasyon sıcaklığının Na miktarına etkisi önemli değildir ($p > 0.05$).

TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda demir miktarı en çok 15 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). Bulduğumuz değerler şalgam suyu standardı ile uyumludur. İyiçınar (2007), yaptığı çalışmada Fe miktarını pastörize olmayan laktik asitli salamura da $0,15 \pm 0,15$ ppm bulurken, Ersan ve Turan (2012), yaptığı çalışmada $0,75 \pm 0,006$ g/L olarak bildirmiştir. Örnekler arası fermantasyon sıcaklığının Fe miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ersan ve Turan (2012), çalışmasında Cu değerlerini $0,03 \pm 0,006$ mg/L arasında bildirmiştir. TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda bakır miktarı en çok 5 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). Yaptığımız çalışmalar Ersan ve Turan (2012) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuş olup, şalgam suyu standardına uygundur. İstatistiksel açıdan fermantasyon sıcaklığı bakımından Cu değerinde farklılık bulunamamıştır ($p > 0.05$).

TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunda çinko miktarı en çok 5 mg/L olmalıdır (TSE, 2003). İyiçınar (2007), yaptığı çalışmada Zn değerini $0,09 \pm 0,14$ ppm bulmuştur. Bulduğumuz çinko değerleri şalgam suyu standardına uygundur. İstatistiksel açıdan fermantasyon sıcaklığı ile Zn miktarındaki değişim bakımından örnekler arası farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

İyiçınar (2007), yaptığı çalışmada Ca değerini $2640,6 \pm 0,68$ g/kg aralığında bulmuştur. Ersan ve Turan (2012) yaptıkları çalışmada Ca değerini $81,22 \pm 5,62$ ppm bildirmiştir. Yaptığımız çalışmalar daha önce yapılan çalışmalardan farklıdır. Fermantasyon sıcaklığı bakımında örnekler arasında Ca miktarındaki değişim önemsizdir ($p > 0.05$).

4.3 Kimyasal ve Mikrobiyolojik Bileşim Üzerine Farklı Yöntemin Etkisi

4.3.1 Toplam asitlik ve pH değerlerinde ki değişimin karşılaştırılması

Geleneksel yöntemde fermantasyon başında toplam asitlik 0,2-0,45 g/L ve pH 5,82-5,90 arasında değişirken, direkt yöntemde asitlik 0,1-0,2 g/L ve pH 7,06 ve 7,75 arasında değişmiştir. Bunun en önemli nedeni; geleneksel yöntemde hamur fermantasyonun uygulanmasıdır. Her iki yöntemde de gerçekleştirilen denemelerde 22 ve 35°C’lerde fermantasyonlar hızlı bir şekilde başlamışken, 10°C’de (T1 ve D1) gerçekleştirilen denemelerde daha yavaş başlamış ve seyretmiştir. Denemelerde 6 g/L düzeyine ulaşmak için geçen sürelerde birbirine benzer bulunmuştur. Sadece 35°C’de yürütülen denemelerde T3, 8 gün sürmüştür, D3, 9 günde tamamlanmıştır.

4.3.2 LAB sayısındaki değişimin karşılaştırılması

Hamur fermantasyonu uygulamadan direkt yöntemle gerçekleştirilen şalgam suyu üretim denemesinde fermantasyon başında LAB sayısı 5,65-7,19 log kob/mL arasında belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle gerçekleştirilen denemelerde başlangıç sayısının daha yüksek (7,17-7,28 log kob/mL) bulunması, hamur fermantasyonu sırasında LAB’lerinin artış göstermesidir.

Fermantasyonun başlamasıyla beraber hem geleneksel yöntemde hem de direkt yöntemde LAB hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Gerçekleştirilen denemelerde sıcaklık arttıkça en yüksek LAB sayısına daha erken ulaşılmıştır. Gerçekleştirilen denemelerde fermantasyon başında LAB sayıları, hamur fermantasyonu gerçekleştirilmediğinden tüm sıcaklık denemelerinde geleneksel yöntemdekilere göre daha düşük bulunmuştur. Ayrıca, yine artan sıcaklıkla beraber fermantasyon sonundaki LAB sayıları azalmıştır.

4.3.3 TMAB sayısının karşılaştırılması

Direkt yöntemde başlangıç TMAB sayısı, hamur fermantasyonu gerçekleşmediğinden geleneksel yöntemle üretilen denemelerdeki başlangıç değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Hem geleneksel hem de direkt yöntemle gerçekleştirilen tüm sıcaklıklarda fermantasyon başlamasıyla TMAB sayısı artmış ve maksimum sayıya ulaştıktan sonra azalmıştır. Uygulanan fermantasyon sıcaklığı arttıkça TMAB sayısı her iki yöntem içinde azalmış olup, geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında fermantasyon sonunda TMAB sayısı, direkt yöntemle üretilen şalgam sularına göre daha düşük bulunmuştur.

4.3.4 TM sayısının karşılaştırılması

Direkt yöntemle gerçekleştirilen denemelerde TM sayısı tüm sıcaklıklarda geleneksel yöntemle üretim denemelerine göre daha düşük bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni, daha önce belirtildiği gibi, geleneksel yöntemde başlangıçta gerçekleştirilen havuç fermantasyonu uygulanması gösterilebilir. Öte yandan, her iki yöntemde tüm sıcaklıklarda fermantasyonun başlamasıyla TM miktarı artmış ve maksimum maksimum sayıya ulaştıktan sonra azalmıştır.

Fermantasyon sonunda ise, direkt yöntemle üretilen şalgam sularında TM sayısının geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup; her iki yöntem içinde uygulanan fermantasyon sıcaklığı arttıkça maya sayısında azalma gözlemlenmiştir.

4.3.5 KB sayısındaki değişimin karşılaştırılması

Her iki yöntemle gerçekleştirilen denemelerde fermantasyonun başlamasıyla birlikte KB sayılarında azalma gözlenmiştir (D1 denemesi hariç). Genel olarak direkt yöntemle üretilen tüm denemelerde KB'ler fermantasyon ortamında daha uzun süre canlı kalmışlardır.

4.3.6 Toplam şeker miktarının karşılaştırılması

Her iki yöntemle gerçekleştirilen farklı sıcaklık denemelerinde elde edilen şalgam sularında toplam şeker miktarlarında çok önemli farklılıklar gözlemlenmemiş olup, belirlenen değerler birbirlerine yakın bulunmuştur.

4.3.7 Kurumadde miktarının karşılaştırılması

Geleneksel yöntemle gerçekleştirilen denemelerden T1’de kurumadde daha yüksek bulunmuşken, T2 ve T3, direkt yöntemdeki D2 ve D3’e göre daha düşük bulunmuştur.

4.3.8 Kül miktarının karşılaştırılması

Yöntem bakımından kül miktarları arasındaki fark karşılaştırıldığında geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında kül miktarı az da olsa daha fazla bulunmuştur. Ancak elde edilen değerler birbirine yakındır.

4.3.9 Toplam fenolik madde miktarının karşılaştırılması

Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında fenolik madde miktarı değerlendirilen tüm sıcaklıklarda direkt yöntemle göre daha fazla tespit edilmiştir.

4.3.10 Antioksidan aktivite miktarının karşılaştırılması

Yöntem olarak antioksidan aktivite miktarında karşılaştırıldığında direkt yöntemle üretilen şalgam sularında antioksidan aktivitenin geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında değerlendirilen tüm sıcaklıklarda daha fazla olduğu bulunmuştur.

4.3.11 Renk tonu karşılaştırılması

Yöntem olarak karşılaştırılma yapıldığında geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında 10°C dışında renk tonu değerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.3.12 Renk yoğunluğunun karşılaştırılması

Yöntem olarak renk yoğunluğu karşılaştırıldığında 10°C dışında geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında renk yoğunluğunun daha fazla olduğu görülmüştür.

4.3.13 Renk bileşimi karşılaştırılması

Yöntem olarak sarı, kırmızı ve mavi renk oranları karşılaştırıldığında geleneksel yöntemle ve direkt yöntemle üretilen şalgam sularında renk bileşimi değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiş olup, parlaklık oranı ise geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında 10°C hariç daha fazla bulunmuştur.

4.3.14 Antosiyanin profillerinin karşılaştırılması

Direkt ve geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında hem antosiyanin profilleri hem de toplam antosiyanin miktarı incelendiğinde geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında bu belirtilen değerlerinin genellikle daha fazla olduğu belirlenmiştir.

4.3.15 L*a*b değerlerinin karşılaştırılması

Her iki yöntemle üretilen şalgam sularında L* değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiş olup, genel olarak geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında kırmızılığın daha fazla olduğu bulunmuştur. Öte yandan, geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında b* değeri mavi olarak belirlenmişken, direkt yöntemle elde edilenlerde sarı renk baskındır.

4.3.16 Mineral madde miktarlarının karşılaştırılması

Farklı sıcaklık ve yöntem kullanılarak üretilen şalgam sularında mineral madde içeriklerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Özellikle geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Ca miktarları değerlendirilirken tüm sıcaklıklarda daha fazla bulunmuştur.

4.4. Duyusal Analiz

4.4.1 Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında duyusal analiz

Şalgam suları renk, koku, tat ve genel izlenim bakımından 10'luk skala kullanılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.6). Çizelge 4.9'da geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularının duyusal analiz bileşenleri verilmiştir.

Çizelge 4.9. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında duyusal bileşim

	T1	T2	T3	S
Renk	5,10 ^b	7,19 ^a	7,55 ^a	*
Koku	4,72 ^c	5,55 ^b	7,18 ^a	**
Tat	4,18 ^c	6,36 ^b	7,63 ^a	***
Genel izlenim	5,55 ^b	5,73 ^b	7,54 ^a	***

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak (*: %5 önem seviyesinde, **: %1 önemli seviyesinde, ***: %0,1 önem seviyesinde) önemli bulunmuştur. T1 (10°C), T2 (22°C), T3 (35°C).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda yapılan duyusal analizlerde renk değerlerinin aldığı puanlar 5,10- 7,55 arasında değişmektedir. En yüksek puanı geleneksel yöntemle 35°C de üretilen örnek almıştır. Öte yandan geleneksel yöntemle renk için yapılan duyusal analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında koku değerinin aldığı puanlar 4,72- 7,18 arasında değişmekte olup, en yüksek puanı 35°C'de üretilen örnek almıştır. Öte yandan istatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında tat değerinin aldığı puanlar 4,18- 7,63 arasında değişmekte olup, en yüksek puanı 35°C'de üretilen örnek almıştır. Öte yandan istatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.001$).

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında genel izlenim değerinin aldığı puanlar 5,55-7,54 arasında değişmekte olup, en yüksek puanı 35°C'de

üretilen örnek almıştır. İstatiksel olarak örnekler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.001$).

Dolayısıyla; renk, koku, tat ve genel izlenim bakımından panelistler tarafından en beğenilen deneme T3 yani 35°C’de gerçekleştirilen deneme olmuşken, en az beğenilen deneme 10°C’de gerçekleştirilen deneme olmuştur.

4.4.2 Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında duyu analizi

Çizelge 4.10’ da direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularının duyu analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.10. Direkt yöntemle üretilen şalgam sularında duyu bileşimi

	D1	D2	D3	S
Renk	5,45 ^c	8,73 ^a	6,45 ^b	***
Koku	7,10 ^a	7,45 ^a	5,65 ^b	**
Tat	4,63 ^c	7,91 ^a	5,81 ^b	***
Genel izlenim	4,91 ^c	7,91 ^a	6,09 ^b	***

S: Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak (**: %1 önemli seviyesinde, ***: %0,1 önem seviyesinde) önemli bulunmuştur. D1 (10°C), D2 (22°C), D3 (35°C).

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında duyu analizlerinde renk değerlerinin aldığı puanlar 5,45- 8,73 arasında değişmektedir. En yüksek puanı direkt yöntemle 22°C’de üretilen örnek almıştır. Direkt yöntemle renk değerleri için yapılan duyu analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$).

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda yapılan duyu analizlerinde koku değerlerinin aldığı puanlar 5,65-7,45 arasında değişmektedir. En yüksek puanı direkt yöntemle 22°C’de üretilen örnek almıştır. Direkt yöntemle renk değerleri için yapılan duyu analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$).

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda yapılan duyu analizlerinde tat değerlerinin aldığı puanlar 4,63-7,91 arasında değişmektedir. En yüksek puanı direkt yöntemle 22°C’de

Üretilen rnek almıştır. Direkt yöntemle renk değerleri için yapılan duyusal analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda yapılan duyusal analizlerde genel izlenim değerlerinin aldığı puanlar 4,91-7,91 arasında değişmektedir. En yüksek puanı direkt yöntemle 22°C’de üretilen örnek almıştır. Direkt yöntemle renk değerleri için yapılan duyusal analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Dolayısıyla direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda üretilen şalgam sularında en çok beğenilen rnek 22°C’de üretilen örnek olurken, geleneksel yöntemde olduğu gibi en az beğenilen rnek 10°C’de yürütülen denemede elde edilen örnek olmuştur.



BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleneksel yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretimi havuç fermantasyonu başlangıcında laktik asit cinsinden toplam asit miktarları 0,2-0,45 g/L arasında değişirken, pH değerleri de 5,82-5,90 arasında belirlenmiştir. Gerçekleştirilen havuç fermantasyonları sonunda toplam asit değerleri 6,50– 7,0 g/L arasında elde edilmiş olup, pH değerleri de 3,43 ile 3,64 arasında bulunmuştur. Direkt yöntemle farklı sıcaklıklarda şalgam suyu üretiminde ise fermantasyonların başlangıcında laktik asit cinsinden toplam asit miktarları 0,1-0,2 g/L arasında değişirken, pH değerleri de 7,06-7,75 arasında belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda toplam asit değerleri 6,35 – 6,50 g/L arasında olup, pH değerleri de 3,51 ile 3,73 arasında bulunmuştur. Öte yandan fermantasyon sıcaklığı arttıkça istenilen toplam asitlik değerine genellikle daha erken ulaşılmıştır.

Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında başlangıçta LAB, TMAB ve TM sayıları, direkt yöntemle üretilen şalgam sularına göre daha yüksek bulunmuş olup, bunun en önemli nedeninin geleneksel yöntemde havuç fermantasyonu öncesi gerçekleştirilen hamur fermantasyonu olduğu söylenebilir. Öte yandan, fermantasyonun başlamasıyla özellikle 22°C ve 35°C’de mikrobiyal florada hızlı bir artış gözlemlenmiştir. Ancak artan fermantasyon sıcaklığı, fermantasyon sonunda canlı kalan LAB, TMAB ve TM sayılarında daha fazla azalmaya neden olmuştur.

Her iki yöntemde de artan fermantasyon sıcaklığıyla beraber, KB’ler daha erken etkilenmiş ve ortamdaki daha kısa sürede kaybolmuşlar ve izole edilememişlerdir. Öte yandan, direkt yöntemde KB’ler geleneksel yöntemdekilere göre daha fazla süre ortamdaki izole edilebilmişlerdir.

Toplam fenolik madde miktarı her iki yöntemle üretilen şalgam sularında sıcaklıkla artmıştır. Öte yandan, geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Antioksidan aktivite en yüksek direkt yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında %47,13 olarak bulunmuş olup, en düşük ise %38,48 olarak geleneksel yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında toplam antioksidan aktivite değerleri daha düşük bulunmuştur.

Bölümümüz laboratuvarlarında gerçekleştirilen renk analizleri sonucunda en yüksek renk tonu değeri geleneksel yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında 0,73 olarak bulunmuş, en düşük ise yine geleneksel yöntemle 10°C' de üretilen şalgam sularında 0,55 olarak bulunmuştur. Renk yoğunluğu en yüksek geleneksel yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 2,30 iken, en düşük renk yoğunluğu 1,18 geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. En yüksek sarı renk 34,21 geleneksel yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında, kırmızı renk 55,77 geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında, mavi renk ise 19,74 olarak 22°C'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. En düşük ise; sarı renk geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 31,10, kırmızı renk geleneksel yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında 46,21, mavi renk ise; yine geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 13,12 olarak bulunmuştur. Parlaklık ise, en yüksek değer olarak direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında bulunurken, en düşük değer olarak yine direkt yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 5,17 olarak tespit edilmiştir.

Antosiyanin profilleri bakımından her iki yöntemle üretilen şalgam sularında genel olarak 22°C'de gerçekleştirilen denemelerde daha yüksek değerler elde edilmiştir. En düşük değerler ise 10°C'de yürütülen denemede bulunmuştur.

Bölümümüz laboratuvarlarında yapılan L*, a* ve b* analizleri sonucunda en yüksek L* değeri geleneksel yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 14,25, en düşük L* değeri ise direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 13,27, a* değeri ise en düşük direkt yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 2,95 olarak bulunurken, en yüksek değer ise direkt yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında 5,58 olarak bulunmuştur. b* değeri en yüksek direkt yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 1,17, en düşük ise -0,35 ile geleneksel yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur.

Mineral madde analizleri sonucunda en yüksek K değeri 1,5 g/L olarak geleneksel yöntemle 22°C'de üretilen şalgam suyunda, en düşük 0,66 g/L olarak direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında bulunmuştur. Mg değeri en yüksek geleneksel yöntemle 22°C'de üretilen şalgam suyunda 29,02 mg/L, en düşük ise direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 22,73 mg/L olarak bulunmuştur. Na değeri en yüksek geleneksel yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 16,68 g/L, en düşük direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 3,33 g/L olarak bulunmuştur. Fe değeri en yüksek geleneksel yöntemle 35°C'de üretilen şalgam sularında 19,59 mg/L, en düşük ise en düşük direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 3,07 mg/L olarak bulunmuştur. Cu değeri en yüksek geleneksel yöntemle 35°C' de üretilen şalgam sularında 0,63 mg/L, en düşük ise en düşük direkt yöntemle 22°C'de üretilen şalgam sularında 0,10 mg/L olarak bulunmuştur. Zn değeri 35°C'de geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında 13,32 mg/L, en düşük ise en düşük direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 1,72 mg/L olarak bulunmuştur. Ca değeri 35°C'de üretilen şalgam sularında 39,18 mg/L, en düşük ise en düşük direkt yöntemle 10°C'de üretilen şalgam sularında 15,67 mg/L olarak bulunmuştur. Dolayısıyla geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında belirtilen mineral madde miktarları daha yüksek bulunmuştur.

11 kişinin katılımı ile gerçekleştirilen duyu analizi sonuçlarında ise geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında 35°C'de üretilenen çok beğenilirken, direkt yöntemle 22°C'de üretilen şalgam suyu daha çok beğenilmiştir. Ancak, her iki yöntemde de en az beğenilen örnek 10°C'de yürütülen denemelerde elde edilen şalgam suları olmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, toplam fenol bileşikleri, mineral madde miktarları, antosiyanin profilleri, duyu özellikler bakımından ve özellikle daha hızlı şalgam suyu üretimi için en az 22°C'de ve üzerindeki fermantasyon sıcaklıklarında şalgam suyu üretilmesi önerilebilir. Öte yandan; starter kültürlerin kullanımı da dahil olmak üzere farklı üretim yöntemleri ve ayrıca farklı sıcaklıkların etkisi üzerine daha ayrıntılı yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abdullakası, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., and Sungpuag, P., "Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58, 77-85, 2007.

Acar, J., Meyve-Sebze ve Meyve-Sebze Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar ve Muhafaza Yöntemleri, Ünlütürk, A. ve Turantaş F., *Mengi Tan Basımevi*, İzmir, 1998.

Altuğ, T., Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 28, *İzmir*, 56 s., 1993.

Ağırman, B., Şalgam suyu üretiminde farklı klorür tuzları kullanılarak sodyum klorür miktarının azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 115s., 2014.

A.O.A.C., "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists", K. HEKRICH, Vol: 1 and Vol:2, 15th edn, Arlington, *Virginia* 22201 USA.1990.

Amrane, A. and Prigent, Y., "Behaviour of the yeast *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* during its autolysis", *Antonie van Leeuwenhoek*, 69(3), 267-272, 1996.

Apaydın E., Nar suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antioksidan aktivitedeki değişimler, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 64 s., 2008.

Arda M., Temel Mikrobiyoloji, Medisan Yayın Serisi no:46, *Medisan Yayınevi*, Ankara, 2000.

Arıcı, M., "Mikrobiologische and chemische eigenschaften von salgam-getränk", *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Ernährungs-umschau*, 51(1):10, 2001.

Aydar, A., Şalgam suyu üretiminde *Lactobacillus plantarum* ilavesinin ürün bileşim ve kalitesine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 35 s., 2003.

Ayhan K., Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları*, Ankara, 522 s., 2000.

Barillere, J.M. and Bernard, P., "Exemples d'interpretation de résultats de dégustation", *Conn. Vigne Vin*, 20(3), 137-154, 1986.

Baser, M., Ekinci, F. and Guclu-Ustundag, O., "The antioxidant capacity of traditional fermented beverage, shalgam juice", *New Biotechnology*, 29, S119, 2012.

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

Bergqvist SW., Sandberg A.S., Carlsson N.G. and Andlid T, "Improved iron solubility in carrot juice fermented by homo-and hetero fermentative lactic acid bacteria" , *Food Microbiology*, 22, 53-61, 2005.

Canbaş A. ve Fenercioğlu H., "Şalgam suyu üretimi üzerine bir araştırma", *Gıda* 9(5), 279-286, 1984.

Canbaş, A., Şaraplarda Fenol Bileşikleri ve Bunların Analiz Yöntemleri, *Tekel Enstitüleri*, Yayın No: Tekel 279 EM/OO3, İstanbul, 167 s., 1983.

Canbaş, A.ve Deryaoğlu, A., "Şalgam suyunun üretim tekniği ve bileşimi üzerinde bir araştırma", *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 17,119-129, 1993.

Canbaş, A., "Siyah havucun renk maddesi üzerine bir araştırma", *Doğa Bilim Dergisi, seri D2*, 9(3), 394-398, 1985.

Castaneda-Ovando, A., de Lourdes Pacheco-Hernández, M., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A. and Galán-Vidal, C. A., "Chemical studies of anthocyanins: A review", *Food Chemistry*, 113(4), 859-871, 2009.

Catley, B J, Isolation and Analysis of Cell Walls. In: Yeast, A Practical Approach, Eds; I. Campbell, J H. Duffus, *IRL Pres*, England, 289 s., 1998.

Cemeroğlu B., Yemencioğlu A. ve Özkan M., Karadeniz F., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 77-107, *Ankara*, 2004.

Cemeroğlu, B., Gıda Analizleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 34, Ankara, 535 s., 2007.

Çakır P., Ülkemizde üretilen şalgam sularının bileşimleri ve gıda mevzuatına uygunlukları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 53 s., 2011.

Çelik, H., Çukurova bölgesinde denemeye alınan bazı patates çeşitlerinin cips üretimine uygunluğu, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 49 s., 2004.

Demir N., Bahçeci KS. and Acar J., "The effects of different initial *Lactobacillus plantarum* concntralions on some properties of fermented carrot juice", *Journal of Food Processing and Preservation*, 30, 352-363, 2006.

Deryaoğlu, A., "Şalgam suyu üretiminde NaCl yerine KCl kullanarak sodyum miktarını azaltma olanakları", *Gıda/The Journal Of Food*, 30(5), 335-341, 2005.

Deryaoğlu A., Şalgam suyu üretimi ve bileşimi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana , 57 s., 1990.

Ekinci F.Y., Baser G.M., Özcan E., Üstündağ G.Ö., Karachi M., Sofu A., Blumberg B.J. and Chen.O.Y., "Characterization of chemical, biological and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, şalgam", *European Food Research and Technology*, 242:1355-1368, 2016.

Ersan Y.L. and Turan A.M., "Major and minor element concentrations in fermented shalgam juice", *International Journal of Food Properties*, Bursa, 2012.

Erten, H., Tangüler, H. and Canbaş, A., "A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: shalgam (salgam)", *Food Reviews International*, 24:352–359, 2008.

Evren M., Apan E., Tutkun E., ve Evren S., "Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri", *Mikrobiyoloji Dergisi*, 09(1), 11-17, 2011.

Gobbeti, M., "The sourdough microflora: Interactions of lactic acid bacteria and yeasts", *Trends in Food Science & Technology*, 9(7), 267-274, 1998.

Gök S., Adana ilinde satışı sunulan şalgam sularının kalite özelliklerinin ve türk gıda kodeksine uygunluğunun belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş, 60 s., 2017.

Gül, H., Özçelik, S., Sağdıç, O. and Certel, M., "Sourdough bread production with Lactobacilli and *S. cerevisiae* isolated from sourdough", *Process Biochemistry*. 40: 691-697, 2005.

Güneş, G., Şalgam suyu üretiminde en uygun siyah havuç (*Daucus carota*) miktarının belirlenmesi üzerine bir araştırma., Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, , Adana, 48 s., 2008.

Halkman, A.K., Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, MERCK, *Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd Şti*, Ankara, 358 s., 2005.

Hanay, N., Farklı ekstraksiyon süre ve sıcaklıklarının çaydan deme geçen fenolik ve alkoloid madde miktarı üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, 117s., 2011.

Harrigan, W.F. and McCance, M.E., Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology, 8th edn., *Academic Press*, London, 452 p., 1990.

Harris. L.J., The Microbiology of Vegetable Fermentations In: Microbiology of Fermented Foods, *Ed.B.J.B: Wood Balackie Academic and Professional*, London, s.s. 45-72, 1998.

Hosseini, SR., Farklı Oranlarda ekşi kara siyah üzüm posa kullanımının şalgam suyunun antosiyanin profili, monomerik antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivitesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 30 s., 2017.

Hunter RS, Scales for the Measurements of Appearance, John Wiley and Sons, *New York*, 133-140, 1975.

İyiçinar, H., Kontrollü şartlarda şalgam suyu üretimi üzerine farklı formülasyonların etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 58 s., 2007.

Justesen, U., Kunthsen, P., and Leth T., "Quantitative analysis of flavonols, flavones and flavones in fruits, vegetables and beverages by HPLC with photo-diode array and mass spectrometric detection", *Journal of Food Chromatography*, A799:101-110, 1997.

Kalt, W., McDonald, J.E. and Donner, H., "Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products", *Journal of Food Science*, 65, 390-393, 2000.

Kammerer, D., Carle, R., and Schieber, A., "Detection of Peonidin and Pelargonidin Glycoides in Black Carrots (*Daucus carota* spp. *sativas* var. *atrorubens*) by High

Performance Liquid Chromatography/Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 17: 2407-2412, 2003.

Kırca A., Özkan M. and Cemeroglu B., "Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins", *Food Chemistry*, 101:212-218, 2007.

Klimczak I., Malecka M., Szlachta, M. and Gliszczynska- Świglo, A., "Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin c and the antioxidant activity of orange juices", *Journal of Food Composition and Analysis*, pp. 313-322, 2007.

MEB., Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, *Gıda Teknolojisi*, Ankara, 2013.

Meral R., "Farklı ısı işlem uygulamalarının fenolik bileşikler üzerine etkisi", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1):55-67, 2016.

Miışoğlu D., Şalgam suyu üretiminde enzim uygulamasının verim ve kaliteye etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa, 68 s., 2004.

Narayan, M.S. and Venkataraman, L.V., "Characterization of anthocyanins derived from carrot (*Daucus carota*) cell culture", *Food Chemistry*, 70:361-363, 2000.

Nizamlioglu, N. M. ve Sebahattin, N., "Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri", *Electronic Journal of Food Technologies*, 5 (1), 20-35, 2010.

Nout, M.J.R. and Rombouts, F.M., "Fermentative preservation of plant foods", *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement*, 73:136S-147s., 1992.

Ozgen, S. ve Sekerci, S., "Phytochemical variation of carrot variety ereğli siyahı", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 1 (2), 2013.

Özçelik, B. ve Peri, P., Türkiye'den toplanan şaraplarda yıllanmanın fenolik madde, antioksidan aktivite ve antosiyaninler üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 66 s., 2014.

Özçelik, F., Yıldırım, M. ve İç, E., "Hıyar turşusu fermantasyonunda şişme zararını önlemek için salamuradan CO₂'in uzaklaştırılması", *Gıda*, 26(5):323-329, 2001.

Özdamar, K., Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi, *Kaan Kitabevi*, Eskişehir, 535 s., 1999.

Özdemir, N. ve Acar, J., "Laktoferment yöntemi ile havuç suyu üretiminde pektolitik enzim kullanımı", *Gıda* 21: 231–237, 1996.

Özdestan Ö. ve Üren A., "Piyasada satılan bazı şalgam suyu örneklerinin renk değerlerinin (L*a*b*) belirlenmesi", *2. Geleneksel gıdalar sempozyumu*, 613-315, Van, 2009.

Özhan, N., Şalgam suyunda *Escherichia coli*'nin yaşama süresinin bulunması, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin, 47 s., 2000.

Özler N., Şalgam suyu üretiminde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 57 s., 1995.

Özler N. ve Kılıç O., "Şalgam suyu üretimi üzerine araştırmalar", *Gıda* 21(5):33-330, 1996.

Özşen, D., Dağ çileği (*Fragaria vesca*) pulpunun farklı sıcaklıklarda ısıtılması sırasında biyoaktif bileşikler, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerde değişimler, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, 72s., 2011.

Öztan T., Mor havuç konsantresi, şalgam suyu, nar suyu ve nar ekşisi ürünlerinde antioksidan aktivitesi tayini ve fenolik madde profillerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 93 s., 2006.

Paramithiotis, S., Gioulatos, S., Tsakalidou, E. and Kalantzopoulos, G., "Interactions between *Saccoromyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough", *Agriculture University of Athens*, Department of Food Science and Technology, Greece, 2006.

Pistrick, K., *Umbelliferae (Apiaceae)*, Harelt, P. editor, "Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops", *1stedn.*, *Springer*, Berlin, Heidelberg, p. 1259-1267, 2001.

Ribereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. and Dubourdieau D., "Handbook of Enology", Vol., II, *The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments*. John Wiley and Sons, Ltd., 404 p, 2000.

Rodriguez H., Curiel JA., Londote JM., Rivos B., Felipe FL., Gomez-cordovez c., Moncheno JM. and Munoz R., "Food phenolics and lactic acid bacteria", *International Journal of Food Microbiology*, 132:79-70, 2009.

Sethi,V., "Lactic fermentation of black carrot juice for spiced beverage", *Indian Food Packer*, 44(3)7-12, 1990.

Susuz Alanyalı, F., Gıda Muhafazası, Açıköğretim Fakültesi Ders Kitabı, *Açıköğretim Fakültesi Yayını no:1028*, Eskişehir, 227 s., 2009.

Tanguler, H. and Erten, H., "Chemical and microbiological characteristics of shalgam (şalgam) a traditional Turkish lactic acid fermented beverage", *Journal of Food Quality*, 35:298-306., 2012.

Tanguler, H., Saris, Per E J and Erten,H., "Microbial, chemical and sensory properties of shalgams made using different production methods", *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95(5):1008–1015, 2015.

Tanguler, H., Utus, D. and Erten, H., "Effect of black carrot size usage on the quality of *shalgam (Salgam)*:A traditional Turkish lactic acid fermented beverage", *Indian J Trad Knowl*. 13 (4), 647-653, 2014.

Tangüler H., Şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 367 s., 2010.

Tangüler H. ve Erten H., "Geleneksel laktik asit fermantasyonu ürünü şalgam suyu ve üretim yöntemleri", **2. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu**, 650-654, Van, 2009.

Toriya, M.J., Rozès, N., Poblet, M., Guillamón, J.M. and Mas, A., "Effects of fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae*" **International Journal of Food Microbiology**, 80(1), 47-53, 2002.

TS 11149a, Şalgam suyu. **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, Kasım, 2003.

TS 11149b, Şalgam suyu. **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 18 Nisan 2016.

Türker N. ve Erdoğan F., "Effects of pH and temperature of extraction medium on effective diffusion coefficient of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus Carota*)", **Journal Food Engineering**, 76:579-583, 2006.

Uçan, F., Ağçam, E. ve Akyıldız, A., "Doğal bulanık limon suyu üretimi üzerine bir araştırma", **Gıda**, 39 (1); 25-32, 2014.

Utuş, D., Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (*daucus carota*) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, **Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 55 s., 2008.

Uylaşer V., İnceday., B. and Çopur Ö.U, "A traditional turkish beverage shalgam: manufacturing technique and nutritional value", **Journal of Food, Agriculture & Environment**, (34), 31-34, 2008.

Wang, S.Y. and Zheng W., "Effects of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry", **Journal of Food Chemistry**, 49, 4977-4982, 2001.

Wicklund, T., Rosenfeld, H. J., Martinsen, B. K., Sundfør, M. W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R. and Haffner, K., "Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions", **LWT-Food Science and Technology**, 38 (4), 387-391, 2005.

Wrolstad, E. R., Color and pigment analyses in fruit products, S. Bulletin, Agricultural Experiment Station, *Oregon State University*, Corvallis. 624, 1976.

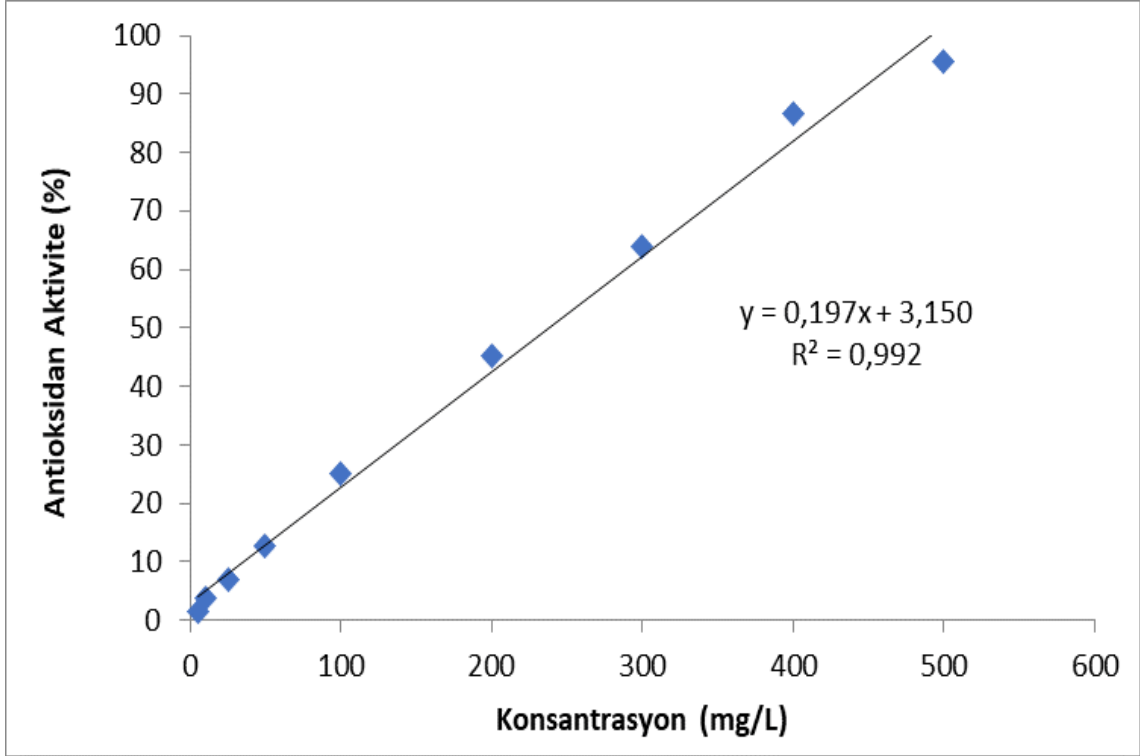
Yaldırak, G., Doğal fermantasyonla üretilen şalgam suyunda farklı fermantasyon sıcaklığının biyojen amin oluşumu üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 58s., 2011.

Yener D., Mersin il merkezinde değişik satış yerlerinden alınan şalgam suyu örneklerinin fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, 45 s., 1997.

Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W., "The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals", *Food Chemistry*, 555-559, 1999.

EKLER

Ek 1. Antioksidan aktivite tayini için elde edilen kalibrasyon eğrisi



ÖZ GEÇMİŞ

1990 yılında Kayseri’de doğdum. İlköğretim, ortaöğretim ve lise eğitimimi Kayseri’de tamamladım. 2010-2015 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitim aldım. Lisans eğitimimin bir kısmını Portekiz Üniversite de do Algarve’da erasmus öğrencisi olarak tamamladım. 2015 yılında "Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği" Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladım. 2015 yılında özel bir şirkette çalışmaya başladım ve halen aynı yerde çalışma hayatıma devam etmekteyim.



Bu tez çalışmasından, 1 (bir) adet uluslararası makale ve 1 (bir) adet uluslararası bildiri üretilmiştir. Bu üretilen çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

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

Tangüler, H. ve Çankaya, A., "Direkt yöntemle şalgam suyu üretiminde mikrobiyal değişim üzerine sıcaklığın etkisi", *2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, İzmir, s. 130-136, 02-05 Nisan, 2018.