

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cemre KAYAPINAR

**ŞALGAM SUYU ÜRETİMİNDE TANEN İLAVESİNİN VE
DEPOLAMA SICAKLIĞININ FENOL BİLEŞİKLERİ VE
RENK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞALGAM SUYU ÜRETİMİNDE TANEN İLAVESİNİN VE DEPOLAMA SICAKLIĞININ FENOL BİLEŞİKLERİ VE RENK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Cemre KAYAPINAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
Yıl : 2021, Sayfa: 89
Jüri : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Bu çalışmada, depolama sırasında şalgam suyunda meydana gelen fenolik bileşen kayıplarının engellenerek renk stabilizasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışma kapsamında şalgam suyu üretiminde geleneksel yöntem kullanılmıştır. Üretim sırasında, II. Fermantasyon (havuç fermantasyonu) başlangıcında üç farklı konsantrasyonda (300 mg/L, 600 mg/L, 900 mg/L) tanen ilave edilmiştir. Üretilen şalgam suları, altı ay boyunca iki farklı sıcaklıkta (4 °C ve 20 °C) depolanarak, depolama sıcaklığı ve süresinin renk kayıplarına etkisi incelenmiştir. Farklı miktarda tanen ilavesi ile üretilen şalgam sularında toplam asitlik değerleri laktik asit cinsinden 7,09-7,87 g/L arasında değişmiştir. Altı aylık depolama süresi sonunda ilave edilen tanen miktarı ile toplam monomerik antosiyanin miktarı arasında pozitif korelasyon belirlenmiş ve ilave edilen tanenler ile antosiyaninlerin kopigmentasyon oluşturduğu anlaşılmıştır. Benzer şekilde, altı aylık depolama sonrasında tanen ilaveli örneklerde başlangıca göre meydana gelen toplam fenolik madde kaybının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Şalgam sularında doğal rengin en fazla korunduğu deneme 600 mg/L tanen ilaveli deneme olmuş ve polimerik renk oranı bu denemede %28,13 olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklıkları karşılaştırıldığında yüksek sıcaklıkta depolama sonucu şalgam suyunun fenolik bileşikleri ve antosiyaninlerinde meydana gelen kayıp oranının arttığı belirlenmiştir. Her iki depolama sıcaklığında da şalgam suyunun kendine özgü rengi olan kırmızılık değeri (+a*) kontrol grubunda tanen ilaveli şalgamlara göre daha düşük bulunmuştur. Duyusal analiz sırasında test edilen tüm özelliklerde 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu en yüksek puanı almış, ayrıca tercih testi sonuçlarına göre 11 panelistin 8'i tarafından ilk sırada tercih edilerek en beğenilen deneme olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Şalgam suyu, tanen, fenolik bileşen, renk, raf ömrü, depolama

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF TANNIN ADDITION AND STORAGE TEMPERATURE ON PHENOLIC COMPOUNDS AND COLOR STABILITY OF SHALGAM JUICE

Cemre KAYAPINAR

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU

Year: 2021, Page: 89

Jury : Prof. Turgut CABAROĞLU

: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

: Assoc. Prof. Dr. Hasan TANGÜLER

In this study, color stabilization of shalgam beverage during storage by preventing phenolic component losses was aimed. For this purpose, shalgam juices were produced using traditional production method. Tannin was added at three different concentrations (300 mg/L, 600 mg/L and 900 mg/L) at the beginning of the second fermentation (black carrot fermentation). Shalgam juices produced were stored at two different temperatures (4 °C and 20 °C) for six months and the effect of storage duration and temperature on colour properties of shalgam was investigated. The total acidity values (expressed as lactic acid) of shalgam juices produced with the addition of different amounts of tannins varied between 7.09-7.87 g/L. At the end of the six-month storage period, a positive correlation was determined between the amount of added tannin and the total amount of monomeric anthocyanin. It means that copigmentation occurred between tannins and anthocyanin compounds. In comparison to the initial value, losses of total phenolic substances were higher in control group than the all tannin added shalgams at the end of the six month storage. The shalgam produced by the addition of 600 mg/L tannin has the closest color to its original color and its polymeric color ratio was determined as % 28.13. When the different storage temperatures were compared, it was determined that the loss ratio of phenolic compounds and anthocyanins of shalgam beverage increased with the increment of storage temperature. The redness value (+a*), which is the distinctive color of shalgam beverage, was found to be lower in control sample than tannin added samples at both storage temperatures. According to the sensory results, the shalgam produced with the addition of 600 mg/L tannin has the highest scores in all properties tested. In addition, this shalgam sample was preferred in the first rank by 8 out of 11 panelists through preference test.

Keywords: Shalgam, tannin, phenolic compounds, color, shelf-life, storage

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Tanenlerin kopigment olarak kullanımının şaraplarda renk üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Antosiyanin bakımından zengin bir içecek olan şalgam suyunda tanen ilavesinin renk stabilitesi üzerine etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle kırmızı bir içecek olan şalgam suyuna farklı miktarlarda üzüm taneni (kateşin) ilavesi yapıp farklı sıcaklıklarda (4°C ve 20°C) altı ay depolanma öncesi ve sonrası renk ve fenolik bileşen değerleri belirlenmiştir. Araştırmada hammadde olarak Adana piyasasından temin edilen siyah havuç, bulgur unu (setik), ekme mayası, içilebilir nitelikte su ve kaya tuzu kullanılmıştır. Şalgam suyu üretiminde ilave edilen üzüm taneni (Tanin VR Color), gıdalarda kullanılabilir niteliktedir. Şalgam sularının üretiminde sıcaklığı 25°C'ye ayarlanan bir fermantasyon odası kullanılmıştır. Bu çalışmada geleneksel üretim metodunun ilk aşaması olan hamur fermantasyonu 3 günde tamamlanmış olup, süre sonunda elde edilen fermente hamurun pH ve asitlik değerleri sırasıyla 4.32 ve 8.32 g/L (laktik asit cinsinden) olarak belirlenmiştir. İkinci fermantasyon olan havuç fermantasyonu ise 7 günde tamamlanmıştır. Fermantasyon sonunda tanen ilaveli örneklerde laktik asit cinsinden en yüksek asitlik (7.87 g/L) 600 mg/L tanen ilaveli örnekte belirlenirken, en düşük asitlik ise (7.09 g/L) 900 mg/L tanen ilaveli örnekte belirlenmiştir. Asitlik değerlerine paralel şekilde tanen ilaveli örneklerde en düşük pH değeri (3.54) 600 mg/L tanen ilaveli örnekte belirlenirken, en yüksek değer ise (3.60) 900 mg/L tanen ilaveli örnekte belirlenmiştir. Üretilen şalgam sularının uçur asit değerleri 0.50-0.56 g/L arasında olup, TS11149 numaralı Şalgam Standardında belirtilen değere (≤ 1.00) uygun bulunmuştur. Kuru madde değerleri 28.05-29.03 g/L arasında değişmiş olup, kontrol ve tanen ilaveli şalgam sularının tamamının kuru madde içerikleri standartta belirtilen değere (≥ 28.00) uygun çıkmıştır. HPLC sonuçlarına göre en düşük laktik asit miktarı 4.44 g/L ile 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda belirlenirken, bunu 600 mg/L tanen ilaveli deneme (6.13 g/L) ve 300 mg/L tanen ilaveli deneme (6.35 g/L) takip etmiştir. Tanen ilaveli denemeler

arasında en yüksek glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı sırasıyla 900 mg/L, 600 mg/L ve 300 m/L tanen ilaveli denemelerde belirlenmiştir. 900 mg/L tanen ilave edilerek üretilen şalgam suyunda belirlenen düşük toplam asitlik, düşük laktik asit ve yüksek şeker miktarları fermantasyon sırasında ilave edilen yüksek tanen miktarının ortamdaki mikrobiyal florayı olumsuz şekilde etkileyerek fermantasyon gidişatını negatif yöne etkilemiştir. Fermantasyon tamamlandıktan sonra şalgam sularında belirlenen toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarı ilave edilen tanen miktarı ile pozitif korelasyon göstermiştir. En düşük TMA değeri ise kontrol grubu üretimde tespit edilmiştir. Bu sonuca göre tanen miktarının artırılması sonucu ortamda tanenler ile antosiyaninlerin kopigmentasyona uğradığı ve antosiyanin stabilitesinin arttığı anlaşılmaktadır.

Tanen ilaveli şalgam sularının tamamının renk yoğunluğu (RY) değeri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. En yüksek RY değeri ise 600 m/L tanen ilaveli şalgam suyunda belirlenmiştir. RY değerinin yüksek olması ürünün renk kaybına uğramadığını, sahip olduğu rengi koruduğunu ifade etmektedir. Polimerik renk oranının (PRO) düşük olması ürünün sahip olduğu doğal rengin göstergesidir. Elde edilen verilere göre en düşük PRO oranı 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda belirlenmiştir ve bu deneme doğal rengi ile ön plana çıkmıştır. Ancak 300 mg/L tanen ilaveli denemenin PRO oranı kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuş ve bu durum antosiyaninlerin stabil kalmayarak parçalandığını işaret etmiştir. Üretilen şalgam sularında tanen analiz sonuçlarına göre belirlenen tanen miktarı havuç fermantasyonu başlangıcında ortama ilave edilen tanen miktarıyla orantılı bir şekilde yüksekte düşüğe doğru sırasıyla 900 mg/L, 600 mg/L ve 300 mg/L tanen ilaveli denemelerde bulunmuştur. Elde edilen verilere göre tanen ilavesinin şalgam suyunun toplam fenolik madde içeriğini korumaya yardımcı olduğu anlaşılmaktadır. 6 aylık depolama sonucunda her iki depolama sıcaklığında (4°C ve 20°C) tanen ilaveli örneklerde meydana gelen fenolik bileşen kaybı tanen ilavesiz (kontrol) şalgam suyuna göre daha düşük çıkmıştır. Altı aylık depolama sonucunda her iki depolama sıcaklığında da toplam fenolik içeriğinde başlangıç

miktarına göre en az kayıp 900 mg/L tanen içeren deneme olurken bunu 600 mg/L tanen ilaveli deneme takip etmiştir. Ortama ilave edilen tanen miktarı arttıkça fenolik madde içeriğinde daha az kayıp belirlenmiştir. Depolama sıcaklıkları (4°C ve 20°C) karşılaştırıldığında ise sıcaklığın artması ile birlikte fenolik madde içeriğindeki kayıp fenolik bileşiklerde özellikle antosiyaninlerde meydana gelen oksidatif parçalanma reaksiyonların hızlanmasından dolayı artmıştır. Dolayısıyla düşük sıcaklıklarda depolama işleminin şalgam suyunun toplam polifenol içeriğini korumaya yardımcı olacağı elde edilen verilerden açıkça anlaşılmıştır. Şalgam sularının renk değerleri incelendiğinde her iki sıcaklıkta da depolama süresinin büyük çoğunluğunda en düşük L* değeri'ne yani en koyu renge sahip olan örnek en fazla tanen ilavesi (900 mg/L) yapılan şalgam suyu olmuştur. Altı aylık depolama süresi tamamlandığında şalgam suyunun antosiyaninlerden kaynaklanan kırmızı renginin (+a*) en yüksek olduğu örnek her iki depolama sıcaklığında da 900 mg/L tanen ilave edilerek üretilen şalgam suyunda belirlenmiştir. Kırmızılık değeri en yüksek ikinci deneme ise 4°C'lik depolamada 600 mg/L tanen ilaveli deneme olurken, 20°C'lik depolamada ise 300 mg/L tanen ilaveli deneme olmuştur. Her iki depolama sıcaklığında altı ay sonunda en düşük kırmızı renge sahip şalgam suyu kontrol grubu olarak tespit edilmiştir. Yukarıda açıklanan renk analiz sonuçlarına dayanarak tanen ilavesinin antosiyaninlerin stabilizasyonuna katkı sağladığı anlaşılmıştır. Her iki depolama sıcaklığında da depolama sonunda başlangıca göre tüm şalgam sularının kırmızı renk değerleri (a*) düşüş göstermiştir. Ancak antosiyanin miktarındaki kayıp, kontrol grubu dahil tüm denemelerde yüksek sıcaklıkta (20°C) gerçekleştirilen depolamada daha yüksek oranda belirlenmiştir. Buna göre yüksek sıcaklıkta depolama işleminin antosiyanin parçalanmasını hızlandırdığı ve düşük sıcaklıklarda depolamanın antosiyanin pigmentlerindeki kayıp oranını düşürdüğü belirlenmiştir. Duyusal analiz ve tercih testi sonuçları değerlendirildiğinde en fazla beğenilen örneğin açık bir şekilde 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu olduğu görülmüştür. Bu örnek duyusal analizde test edilen tüm özelliklerde (renk, koku, aroma, asitlik, genel izlenim vb.) en

yüksek puanı almıştır. Ayrıca tercih testi sonuçlarına göre 11 panelistin 8'i tarafından ilk tercih edilen, iki panelist tarafından ise ikinci sırada tercih edilen örnek olmuştur. 900 mg/L tanen ilave edilerek üretilen şalgam suyu ise duyuşal özelliklerin birçoğu bakımından en düşük puanı almasının yanısıra tercih testi sonuçlarına göre ise 11 panelistin 7'si tarafından son sıraya yazılarak duyuşal açıdan beğenilmemiştir.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince, araştırma konumun seçiminden son aşamaya kadar yardımcı olan, katkılarıyla beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU'na, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve önerilerini sunan hocalarım Sayın Prof. Dr. Hüseyin ERTEN ve Sayın Doç. Dr. Hasan TANGÜLER'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Merve DARICI, Dr. Öğr. Üyesi Süleyman POLAT, Ar. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM'a ve değerli ÇÜLAB Sorumlusu Gıda Mühendisi Serap DURAN'a teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimim ve tez yazımı boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen, sürekli moral ve motivasyon sağlayan değerli arkadaşlarım, Dicle YILDIRIM, Mümine GÜRÜK, Gülay KOÇ, Tuba Eda ARPA, Bekir SAFKAN'a çok teşekkür ederim.

Bütün öğrenim hayatım ve tez aşamam sırasında maddi ve manevi desteklerinden dolayı canım annem Nesrin KAYAPINAR, canım babam Şehmus KAYAPINAR, sevgili kardeşlerim Ayşe Nur Kayapınar- Ümre KAYAPINAR ve değerli nişanlım Bilal AĞIRMAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Fermantasyon Teknolojisi	5
2.2. Şalgam Suyu ve Bileşimi	9
2.3. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	11
2.4. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri	16
2.5. Fenolik Bileşikler	18
2.5.1. Antosiyaninler.....	19
2.5.2. Tanenler	21
2.6. Kopigmentasyon ve Antosiyanin Stabilitesi	23
3. MATERYAL VE METOD	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Hammadde.....	27
3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler	27
3.2. Metod	27
3.2.1. Şalgam Suyu Üretimi.....	27
3.2.2. Şalgam Sularında Yapılan Genel Analizler	30
3.2.2.1. pH Tayini.....	30
3.2.2.2. Toplam Asit Tayini.....	30

3.2.2.3. Toplam Kurumadde Tayini	30
3.2.2.4. Uçar Asit Tayini	31
3.2.2.5. Organik Asit, Şeker ve Gliserol Tayini	31
3.2.3. Şalgam Sularında Yapılan Fenol ve Renk Analizleri	33
3.2.3.1. Toplam Fenolik Madde Tayini	33
3.2.3.2. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini	34
3.2.3.3. Ekstraktların Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Analizi	35
3.2.3.4. Renk Tayini	37
3.2.3.5. Tanen Tayini	39
3.2.4. Duyusal Analiz	39
3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme	41
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	43
4.1. Şalgam Suyu Üretiminde Fermantasyonun Gidişi	43
4.1.1. Hamur Fermantasyonu (I. Fermantasyon)	43
4.1.1.1. Hamur Fermantasyonu Sırasında Fermantasyon Gidişi	43
4.1.2. Havuç (Ana) Fermantasyonu (II. Fermantasyon)	44
4.1.2.1. Havuç Fermantasyonu Sırasında Fermantasyon Gidişi	44
4.2. Şalgam Sularının Genel Bileşimi	45
4.2.1. pH	47
4.2.2. Toplam Asitlik	47
4.2.3. Toplam Kuru Madde	48
4.2.4. Uçar Asit	48
4.2.5. Şalgam Suyunun Organik Asit, Şeker ve Gliserol Bileşimi	49
4.3. Şalgam Sularının Renk ve Fenolik Bileşimi Üzerine Tanen İlavesinin ve Depolama Sıcaklığının Etkisi	51
4.3.1. Şalgam Sularının Renk Bileşimi (L^* , a^* , b^* , C^* ve h^0 değerleri)	51
4.3.2. Şalgam Sularının Toplam Fenolik Bileşik Miktarları	56
4.4.2. Toplam Monomerik Antosiyanin	62
4.4.3. Antosiyaninlerin Parçalanma Ölçütleri	63

4.4.4. Tanen	67
4.5. Şalgam Suyunun Duyusal Özellikleri	68
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	89





ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS 11149 şalgam suyu standardında bildirilen değerler	10
Çizelge 2.2. Antosiyanidinlerin yapıları	20
Çizelge 3.1. Analizde kullanılan şekerlerin ve organik asitlerin genel verileri ve kalibrasyon denklemleri	32
Çizelge 4.1. Hamur fermantasyonu sırasında pH ve toplam asitlik (g/kg) gelişimi	43
Çizelge 4.2. Şalgam sularının genel bileşimi	46
Çizelge 4.3. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının renk bileşimi üzerine etkisi	52
Çizelge 4.4. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının toplam fenolik madde (mg/L) içeriği üzerine etkisi.....	58
Çizelge 4.5. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının Antosiyanin ve tanen bileşimi üzerine etkisi.	66



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Homofermantatif laktik asit fermantasyonu	7
Şekil 2.2. Heterofermantatif laktik asit fermantasyonu	8
Şekil 2.3. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	19
Şekil 2.4. Antosiyanin genel yapısı	20
Şekil 2.5. Gallik (A) ve Elajik (B) asitlerin kimyasal yapısı	22
Şekil 3.1. Şalgam suyu üretim akış şeması	29
Şekil 3.2. Toplam fenolik madde analizinde uygulanan analiz yöntemi	34
Şekil 3.3. L*,a*,b* değerlerinin üç boyutlu görünümü.....	38
Şekil 3.4. Duyusal analiz formu.....	40
Şekil 3.5. Tercih (sıralama) testi formu	41
Şekil 4.1. Havuç fermantasyonu esnasında pH ve toplam asitlik değişimi.....	45
Şekil 4.2. Altı aylık depolama sonunda başlangıca göre şalgam sularının toplam fenolik içeriğinde azalma	60
Şekil 4.3. Duyusal analiz sonuçlarının örümcek diyagramı şeklinde gösterimi	69
Şekil 4.4. Tercih testi sonuçlarının sütun grafiği şeklinde gösterimi	70



SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde
mL	: Mililitre
kg	: Kilogram
g	: Gram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
dk	: Dakika
NaOH	: Sodyum Hidroksit
cm	: Santimetre
µL	: Mikrolitre
TF	: Toplam Fenolik
RY	: Renk Yoğunluğu
PRO	: Polimerik Renk Oranı
PR	: Polimerik Renk
TMA	: Toplam Monomerik Antosiyanin
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
LAF	: Laktik Asit Fermantasyonu
<i>S.</i>	: <i>Saccharomyces</i>
<i>Lb.</i>	: <i>Lactobacillus</i>
<i>Leu</i>	: <i>Leuconostoc</i>
TS	: Türk Standartları
T.S.E.	: Türk Standartları Enstitüsü
RT	: Standartların Alınma Süresi
Bm	: Belirtilmemiş
DAD	: Diyot Array Dedektörü
RID	: Refraktif İndeks Dedektörü



1. GİRİŞ

Evrensel nitelikte üretimi yapılan yoğurt, sirke, sofralık zeytinler, çeşitli peynirler ve turşu gibi fermantasyon ürünleri dışında üretimi ülke veya bölgelerle sınırlı olan kefir, tarhana, boza, sake, kırmızı ve şalgam gibi fermantasyon ürünleri de vardır. Bu ürünlerden geleneksel fermente Türk içeceği olan şalgam suyu, üretiminde esas hammadde siyah havuç olmak üzere bulgur unu (setik), ekşi hamur, tuz, şalgam ve su kullanılan kırmızı renkli ve ekşi lezzetli bulanık bir içecektir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve ark, 2008; Tanguler ve Erten, 2012a; Erten ve Tanguler, 2016).

Günümüzde üretimi evde, küçük işletmelerde ve endüstriyel ölçekte olan şalgam suyu, yörenin yemeklerine uyumu ve tat yönünden tamamlaması sebebiyle Adana başta olmak üzere Hatay, Kahramanmaraş Mersin ve Osmaniye’de açık olarak veya şişe ve plastik kaplar içerisinde yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler, 2010). Şalgam suyunun endüstriyel ölçekte üretiminin başlamasıyla birlikte ülkemizin hemen hemen her yerinde ve bazı Avrupa ülkelerinde marketlerde satışa sunulmaktadır (Tangüler ve ark, 2014a).

Nisan 2016 tarihinde revize edilmiş şalgam suyu standardında “Şalgam suyu; bulgur unu, ekşi hamur, içilebilir su ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna (LAF) tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, şalgam (*Brassica rapa*), mor havuç (*Daucus carota*) ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar LAF’na tâbi tutulması ile elde edilen ve istendiğinde ısı işlem ile dayanıklı hale getirilen ürün” olarak tanımlanmıştır (TS, 2016).

Şalgam suyunun karakteristik rengi siyah havuçtan gelen antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır. Kimyasal olarak antosiyaninler, antosiyanidinlerin şekerlerle esterleşmiş formlarıdır. Antosiyanidinlerin, dolayısı ile antosiyaninlerin, temel yapıtaşı flavilium katyonudur (2-fenilbenzopirillium). Antosiyanidinler, doğada

serbest olarak bulunmazlar, her zaman bir şekerle esterleşmiş halde, yani antosiyanin halinde bulunurlar. Antosiyanin molekülüne bağlanan şeker molekülleri bazı istisnalar dışında daima 3. pozisyondaki karbon atomuna bağlanır (Mazza ve Brouillard, 1990). Doğada en yaygın olarak bulunan ve şalgam suyundada baskın olan antosiyanin siyanidin-3-glikozittir (Kammerer ve ark, 2007).

Antosiyaninlerin yapısı çok iyi bilindiği halde parçalanmaları henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Antosiyaninlerin rengi ortamın pH değerine bağlı olarak bir indikatör gibi değişim gösterir. Düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, daha yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar. Hidroksil grupları ve metoksil gruplarının antosiyaninlerin rengi üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Moleküldeki hidroksil grubu sayısının artması, rengin pembeden maviye doğru değişmesine neden olur. Moleküldeki metoksil sayısının artışı ise, rengin maviden pembeye doğru değişmesine neden olur. Hidroksil ve metoksil gruplarının sayısına göre antosiyaninlerin renginde gözlenen bu değişim, stabiliteyi de etkilemektedir. Nitekim moleküldeki metoksil ve özellikle de açıl gruplarının artması antosiyaninlerin stabilitesini arttırmaktadır. Buna karşın, beşinci karbondaki glikozilasyon antosiyaninlerin stabilitesini azaltmaktadır. Diglikozilasyonun da, monoglukozilasyona göre antosiyaninlerin stabilitesini arttırdığı bildirilmektedir (Turfan, 2008). Antosiyaninlerin stabilitesini arttıran diğer bir etken de, flavonoidlerle yaptıkları kopigmentasyondur. Bilindiği gibi, flavonoidler renksizdirler. Ancak antosiyaninlerle kompleks oluşturduklarında, onların renklerini stabilize ederler. Flavonoidler dışında, alkaloidler, amino asitler, nükleotidler ve hatta bizzat antosiyaninler de kopigment olarak antosiyaninlerle kompleks oluşturabilirler (Cemeroğlu ve ark, 2004).

Kopigmentasyon hem renk yoğunluğunu artırır (hiperkromik etki) hem de antosiyaninlerin görünür bölgedeki maksimum absorbans gösterdikleri dalga boyunun (λ_{max}) artmasına neden olur (batokromik etki, mavileşme etkisi). Antosiyaninler kopigment oluşturarak, birçok meyvenin bulunduğu pH

derecelerinde (3–5) renksiz hemiketal formunun oluşumunu önlerler ve böylece bu pH derecelerinde bile antosiyaninlerin yoğun renk içermesini sağlarlar. Birçok gıda bileşeninde gözlendiği gibi antosiyaninler de çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanarak kendilerine özgü pembe–mavi renklerini kaybetmektedirler. Bu durum antosiyaninlerin yapıtaşı olan flavilium katyonunun C halkasının doymamış yapıda olması ve dolayısı ile aktivitesinin çok fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda, antosiyaninler kolaylıkla reaksiyona girerek parçalanmaktadır. Antosiyaninlerin stabilitesi üzerine birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerin başlıcaları; sıcaklık, oksijen, pH, askorbik asit, hidrojen peroksit, kükürt dioksit, enzimler, şeker ve parçalanma ürünleri, metal iyonları ve ışıktır (Mazza ve Brouillard, 1990).

Antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan en önemli faktör ise sıcaklıktır. Gerek ürünün işlenmesi gerekse de depolanması süresince uygulanan yüksek sıcaklık, antosiyaninlerde mutlaka parçalanmaya neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar özellikle meyve bazlı ürünlerin ısıtılması ve depolanması sırasında sıcaklığın antosiyaninler üzerine olumsuz etkisini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar; depolama sıcaklığındaki her 10°C artışın, antosiyaninlerin parçalanma hızını 2–3 misli arttırdığını göstermektedir (Mazza ve Brouillard, 1990; Turfan, 2008).

Son yıllarda ulusal ölçekte üretilen önemli bir ticari ürün haline gelen şalgam suyu üretiminde yaşanan sorunlardan biri de üretimden sonra raf ömrü süresince rengin stabil kalmaması ve antosiyaninlerin parçalanmasıyla renkli fenolik bileşiklerin kayba uğramasıdır. Bunda da antosiyaninlerin kopigmentasyona uğramaması ve depolama sıcaklığının önemli olduğu düşünülmektedir. Şalgam suyunda depolama süresince yaşanan renk stabilitesi sorununun tanen ilavesiyle bir ölçüde giderilebileceği düşünülmektedir. Bu amaçla piyasada satılan bazı ürünler bulunmaktadır. Temel prensip ise antosiyaninlerle tanenin kopigmentasyonunun sağlanması ve daha stabil bir renk elde edilmesi ve bunun uygun sıcaklıkla kontrolüdür. Türkiye'nin bazı yörelerinde üretimi

endüstriyel ölçekli olan şalgam suyunda tanen kullanımı ile ilgili bir araştırmaya literatürde rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı şalgam suyu üretiminde tanen ilavesinin ve depolama sıcaklığının şalgam suyunun fenolik bileşikleri ve renk stabilitesi üzerine etkisini ortaya koymaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Fermantasyon Teknolojisi

İnsanlar yaşamlarının devamı için tükettikleri, kökenleri ve işlenme biçimleri değişik, çeşitli günlük gıdaların üretiminde fermantasyon ve kurutma teknolojilerinden eski zamanlardan beri sıklıkla yararlanmaktadırlar (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012a).

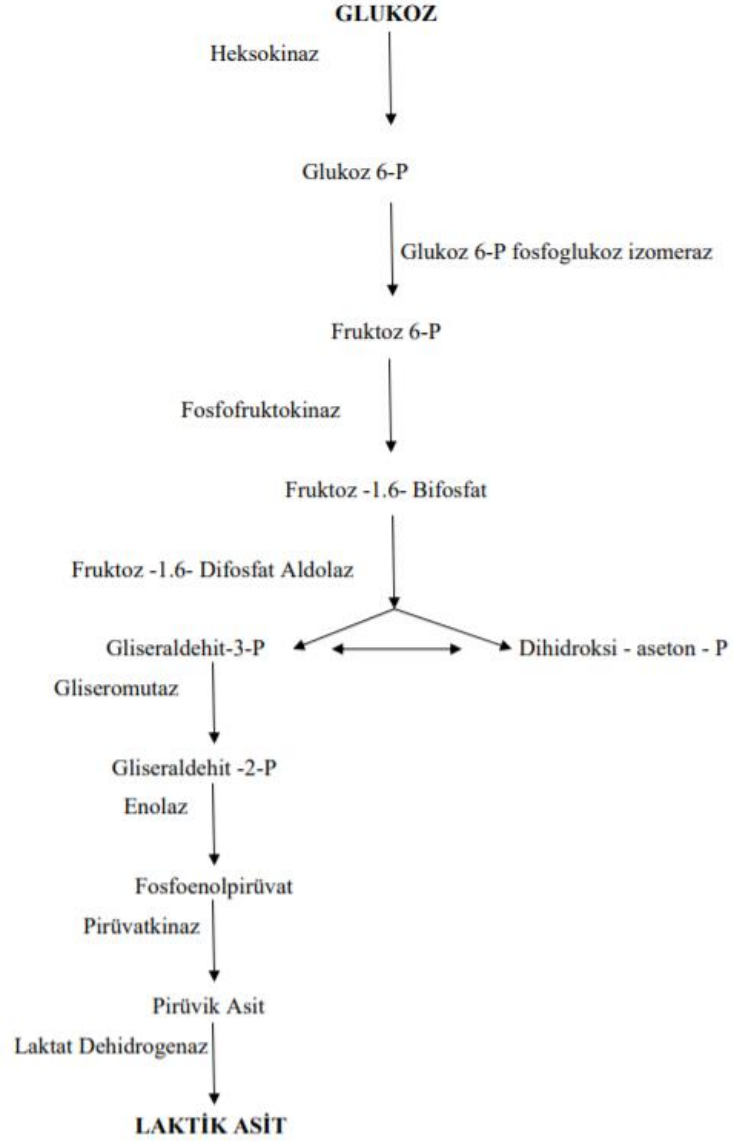
Fermantasyon, meyve, sebze ve tahıllar gibi bozulabilir gıda ürünlerinin daha dayanıklı hale getirilip saklanmasında ve yeni gıdalar üretebilmek için kullanılan kaynağı doğada bulunan en eski yöntemlerdendir. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan fermantasyon işlemi sonucu çeşitli peynirler, sofralık zeytinler, turşular, bazı alkollü içecekler ve yoğurt gibi evrensel nitelikte fermente gıdalar üretilmekle beraber, şalgam, kefir, boza, tarhana ve sake gibi üretimi ülkeler veya bölgeler ile sınırlı pek çok geleneksel fermantasyon ürünlerine de rastlanmaktadır (Turantaş, 1998; Erten ve Tangüler, 2010; Tangüler ve ark, 2014b). Fermantasyon tekniği gıdaları daha dayanıklı hale getirmesinin yanında iştah açma özelliği, besin değerinin artması, hazım kolaylığı, yıl boyu bulunabilirliğinin artması gibi birçok olumlu etkiye sahiptir (Sethi,1990).

Tat ve aroması ile damak zevkine hitap eden fermente gıdalar, genellikle laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilen laktik asit fermantasyonu sonucu elde edilirken, şarap ve bira gibi alkollü içecekler ise alkol üreten mayaların fermantasyonu sonucu ile elde edilir. Homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere iki gruba ayrılan laktik asit bakterilerinden homofermantatif olanlar (Bazı *Lactobacilluslar*, *Pediococcus*, *Lactococcus* vb.) Embden-Meyerhof Parnas yolunu (Şekil 2.1) kullanarak fermantasyon sonunda şekerlerden büyük ölçüde laktik asit oluştururken, heterofermantatif olanlar ise (Bazı *Lactobacilluslar*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* vb.) heksoz monofosfat (pentoz fosfat) yolunu (Şekil 2.2) kullanarak laktik asidin yanında yan ürün ürünler üretirler (Holzaphel ve Wood, 1995; Axelsson, 1998; Tunail, 2009; Tangüler ve ark, 2014a).

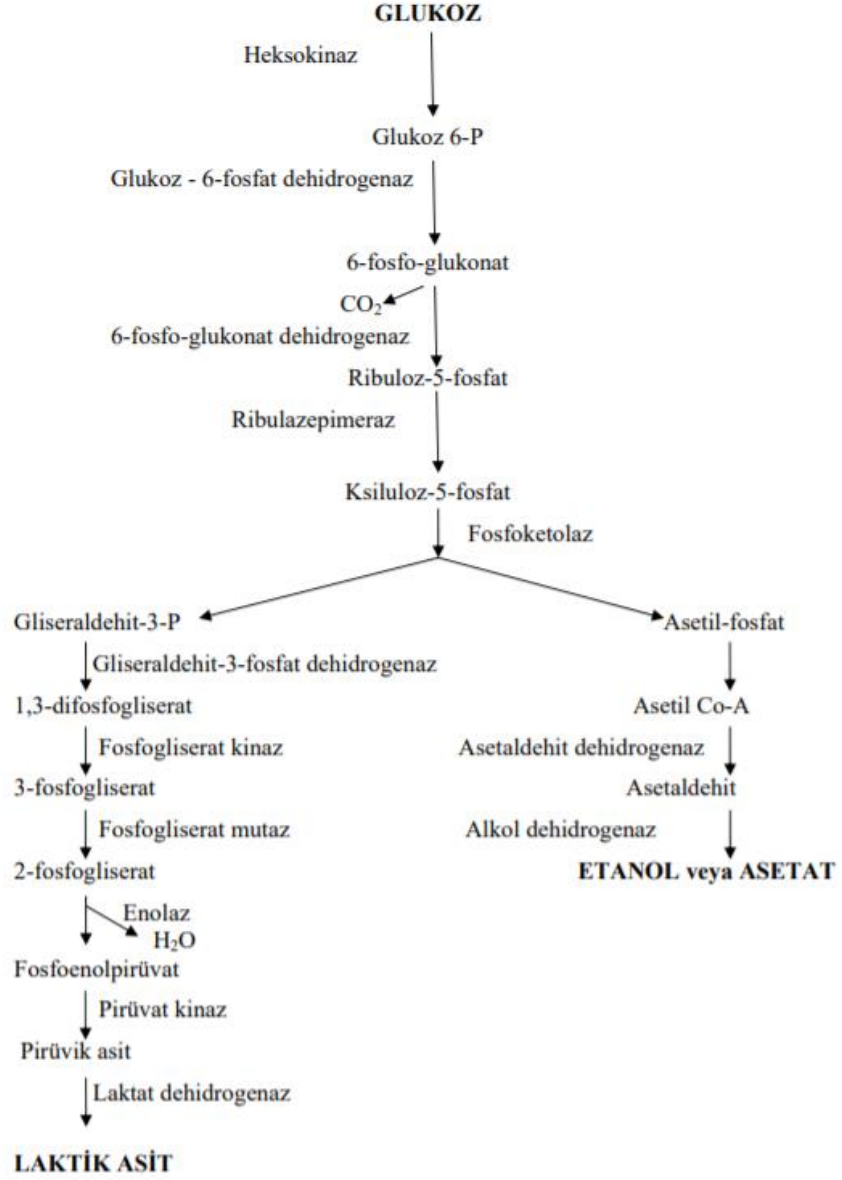
Ürettikleri laktik asit ve yan ürünler (asetik asit, etil alkol, diasetil ve CO₂) ürüne kendine özgü bir aroma ve lezzet verir. Ayrıca oluşan yüksek asitlik sebebi ile pH'ya bağlı olarak ortamda bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişmesi engellenerek materyallerin raf ömrü arttırılmış olur (O'Toole ve Lee, 2004; Leroy ve De Vuyst, 2004). Gıda teknolojisinde önemli bir role sahip olan laktik asit bakterileri özellikle kefir, yoğurt, kıyma gibi fermente süt ürünleri, salatalık turşusu, lahana turşusu ve salamura yeşil zeytin gibi fermente bitkisel ürünler, boza, ekmeke, oğuz ve tarhana gibi tahıl ürünleri ve bunun yanında sucuk, şarap, balık sosu gibi pek çok gıdanın üretimi ve dayanıklılığının sağlanmasının yanında olgunlaştırılmasında da kullanılırlar (Holzapfel ve Wood, 1995; Caplice ve Fitzgerald, 1999; Blandio ve ark, 2003).

Laktik asidin meyve ve sebzeleri koruyup daha dayanıklı hale getirmesi özelliğinden ve fermantasyon sonucu oluşan laktik asit ve diğer yan ürünlerden dolayı insanların fermente bitkisel ürünlere gün geçtikçe ilgisi artmaktadır (Turantaş,1998; Erten ve Tangüler, 2010; Tangüler ve ark, 2014b).

Sadece mikroorganizmaların varlığında üretilen fermente sebze suları, doğal (spontan) fermantasyonla veya starter kültür kullanımı ile kontrollü bir şekilde üretilir (Demir ve ark, 2006). Çoğu sebzeler, uygun sıcaklık ve sürede salamura içerisinde bekletildiği takdirde floralarında bulunan laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar tarafından doğal fermantasyona tabi olur. Ancak bu şekilde doğal olarak fermente edilmiş sebzelerde renk, aroma kaybı ve yumuşama gibi problemler ile karşılaşılabilir. Kontrollü fermantasyonda ise, fermantasyon esnasında kapalı tankların kullanımı ve LAB'nin şekerlerin tamamını fermente etmesiyle sebzelerin muhafazası mümkündür. Kontrollü fermantasyon sonucu elde edilen sebze suları, normal sebze sularına göre beslenme fizyolojisi ve diyet açısından etkili duyuşal özellikleri ile kolaylıkla ayrılabilen laktik asit fermantasyonu (laktoferment) ile üretilmiş sebze suları üretilmektedir (Özler ve Kılıç, 1996; Acar, 1998; Tangüler, 2010).



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



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

2.2. Şalgam Suyu ve Bileşimi

Geleneksel Türk laktik asit fermente içeceği olan şalgam suyu, laktik asit fermantasyonu sonucu elde edilen kırmızı renkli, bulanık, ekşi lezzetli olan bir içecektir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Türker ve ark, 2004; Erten ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b). Şalgam suyu Adana, Mersin, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illeri ile bu illere bağlı ilçelerde tüketilmekle beraber son zamanlarda Ankara, İstanbul, İzmir gibi illerde de tüketimi yaygınlaşmıştır. Şalgam suyu tüketiminin en yaygın olduğu yöre olan Adana ve çevresinde açık olarak veya farklı kaplar içerisinde şişelenmiş bir şekilde acılı ve acısız olmak üzere iki çeşit olarak tüketime sunulmaktadır (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; İyiçmar, 2007; Tangüler, 2010).

Kefir, salamura zeytin, yoğurt, turşu gibi fermente bitkisel ürün olan şalgam suyunun fermantasyonunda etkili olan LAB fermantasyon esnasında glikoz, fruktoz ve sakkaroz kullanırlar (Fleming, 1982; Fleming, 1991; Erginkaya ve Hammes, 1992; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Tangüler ve Erten, 2009).

Fermantasyon sonunda oluşan laktik asit, şalgam suyuna hoşça giden tadı vermekle beraber aynı zamanda ortama dayanıklılık kazandırma, sindirimi kolaylaştırma, sindirim sisteminin pH'sını düzenleme ve vücudun bazı minerallerden daha fazla yararlanmasını sağlama gibi özellikler de kazandırmaktadır.

Ayrıca patojen mikroorganizmaların asidik pH'larda elde edilen laktik asit fermantasyonu (LAF) ürünleri içerisinde gelişmemesi bu ürünlerin sağlık açısından güvenilir olarak kabul edilmesini sağlar (Fellows, 2000; Özhan, 2000; Tangüler, 2010).

Geleneksel yöntemlerle üretimi gerçekleştirilmiş şalgam suyu denemeleriyle piyasadan temin edilen şalgam sularının karşılaştırılması sonucu bileşimlerinin oldukça farklı olduğu görülmüştür (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993).

Şalgam suyunda tat ve aromaya büyük ölçüde katkı sağlayan laktik asit miktarı 5.18 g/L ile 8.91 g/L arasında değişir. Asetik asit cinsinden hesaplaması yapılan uçar asidin ortalama konsantrasyonu 0.89 g/L iken, kül 17.25 g/L, toplam kuru madde 26 g/L, etil alkol 3.64 g/L, protein 1.25 g/L, CO₂ 0.74 g/L ve tuz 16.3 g/L'dir. Rengini siyah havuçtaki renk maddelerinden (antosiyantinler) alan şalgam suyunun rengi hakkında bilgi veren renk indisi 71-131 arasında değişmektedir. (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Ağırman, 2014). Antosiyantin konsantrasyonu 88.3 mg/L ile 134.6 mg/L arasında değişiklik gösterir (Miişoğlu, 2004; Erten ve ark, 2008). Şalgam suyunun genel bileşimi Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Şalgam suyunun ortalama bileşimi ve TS 11149 şalgam suyu standardında bildirilen değerler (TS,2016)

	Şalgam Suyunun Bileşimi			TS11149 Şalgam Suyu Standardı
	Minimum	Maksimum	Ortalama	
Toplam asitlik ^{xx} (g/L)	5.94	8.91	7.11	≥6.0
pH	3.33	3.67	3.49	≤3.8
Laktik asit (g/L)	5.18	8.05	6.81	≥4.5
Uçar asit ^{yy} (g/L)	0.57	1.16	0.89	≤1.0
Etil Alkol (g/L)	1.32	6.41	3.64	bm
Kuru madde (g/L)	22.9	29.2	26.0	≥28
Protein (g/L)	0.88	1.83	1.25	bm
Kül (g/L)	14.6	20.65	17.25	≤2.0
NaCl (%)	1.37	1.97	1.63	≤1.7
Karbondioksit (g/L)	0.44	0.79	0.74	bm
Renk indisi (D ₅₂₀)	71	131	102	bm
Antosiyantin ^{zz} (mg/L)	88.3	134.6	114.1	bm

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

Tangüler ve ark, (2014b) şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç miktarının şalgam suyunun bileşimi üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada % 10, % 12.5, % 15, % 17.5 ve % 20 oranlarında siyah havuç ilave ederek ve geleneksel yöntem kullanarak şalgam suyu üretimini gerçekleştirmiştir. Denemeler üzerinde yapılan bazı analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre ilave edilen siyah havuç miktarı arttıkça toplam asitlik, kül, kuru madde, toplam antosiyanin, toplam fenol, renk indisi ve renk yoğunluğu artmıştır.

Araştırmacılar kullanılan siyah havuç miktarı ile yukarıda belirtilen özellikler arasında önemli bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Fermantasyon sonunda, farklı siyah havuç miktarları kullanılarak üretilen şalgam sularında toplam asitlik laktik asit cinsinden 4.95-7.45 g/L arasında belirlenirken, pH değerleri ise 3.39-3.49 arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç oranının en az %15 olması gerektiği ifade edilmiştir.

Canbaş ve Fenercioğlu (1984) Adana piyasasından alınan şalgam sularının kimyasal bileşimlerini inceledikleri bir çalışmada, bileşimlerin satış yerine göre değişebildiğini ve şalgam sularının doğal olarak saklanması güç olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar 3'er farklı zamanlarda 10 farklı işletmeden topladıkları şalgam sularında kuru madde miktarının 22.0-30.0 g/L, tuz miktarının 11.7-20.5 g/L ve toplam asit miktarının 39-107 g/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Utuş (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel yöntemle şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç boyutunun şalgam suyu üzerine etkisi incelenmiş, toplam asitlik, laktik asit cinsinden, 7.15 – 7.75 g/L, laktik asit 5.6 – 6.3 g/L, pH 3.45 – 3.53, antosiyanin, siyanidin-3-glikozit cinsinden, 120.18 – 145.60 mg/L ve toplam fenol OY280 olarak 23.3 – 28.99 arasında bulunmuştur.

2.3. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Laktik asit fermantasyonu ürünü olan şalgam suyu üretiminde, geleneksel yöntem ve doğrudan yöntem olmak üzere iki ana şalgam üretim yöntemi

kullanılmaktadır. Üretim süreci, hammaddelerin hazırlanması, fermantasyon ve paketlemeden oluşur. Şalgam suyu üretiminde kullanılan hammaddeler siyah havuç, şalgam, bulgur unu, tuz, ekşi hamur ve su'dur (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve Tangüler, 2011; Tangüler ve ark, 2014b).

Binlerce yıldan beri yetiştirilen havuç, *Apiaceae* (eski adı *Umbelliferae*) familyasına ait (Just, 2004) etli kökü sebze olarak kullanılan iki yıllık önemli köksü sebzeler arasındadır. Yaprakları çok parçalı, çiçekleri ise şemsiye biçiminde bir arada olan havuç, turuncu ve siyah (mor) olmak üzere iki çeşittir (İyiçınar, 2007; Ağçam ve Akyıldız, 2015). Dünya üzerinde kültürü yapılan havuçlar, botanik sınıflandırmaya göre ise iki gruba ayrılmış olup (Cebeci ve Hancı, 2017), bunlar karoten (batıya ait) grup (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *sativus*) ile antosiyanin (doğuya ait) grup (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef)'tur (Karataş ve ark, 2018). Dünya genelinde yetiştirilen karoten (batıya ait) grubu havuçlar turuncu, sarı, kırmızı veya beyaz kök renkli olup yaprakları az tüylü bir yapıya sahiptir (Tangüler, 2010; Cebeci ve Hancı, 2017). Türkiye, Afganistan, Mısır, Pakistan ve Hindistan gibi daha çok Asya ülkelerinde geleneksel olarak yetiştirilen antosiyanin (doğuya ait) grubu havuçlar ise kırmızı mor veya sarı kök renkli olup yaprakları tüylü yapıya sahiptir (Pistrick, 2001; Kammerer ve ark, 2004).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan *Daucus carota* ssp. *sativus*.var. *atrorubens* Alef. antosiyanin grubuna ait olan siyah havuç, batılı ülkelerce pek bilinmese de turuncu havuç çeşitlerinden çok daha eski olduğu ve hala geleneksel olarak yetiştirilip tüketildiği bilinmektedir (Ağırman, 2014; Karataş ve ark, 2018). Antosiyanin grubuna ait siyah havuç, az ışık ve yüksek rutubet şartlarında iyi bir gelişme göstermektedir (Özen, 2008). Türkiye'nin bazı bölgelerinde yıl boyunca yetiştirilmekte olan siyah havucun önemli üretim bölgesi İç Anadolu bölgesi olup, Ereğli ilçesi (Konya) en önemli üretim yerlerindedir (Canbaş, 1991; İyiçınar, 2007; Tangüler ve Erten, 2009).

Günümüzde doğal gıda renklendiricilerine talep artışı nedeniyle en önemli doğal gıda renklendiricilerinden olan siyah havucun üretimi her geçen gün artmaktadır (Kammerer ve ark, 2004; Erten ve ark, 2008; Ağırman, 2014).

Siyah havuçta önemli miktarda (5.12-6.45 g/100g) şeker bulunmaktadır (Sethi, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993). Türkiye’de yetiştirilen siyah havuçlarda çeşit ve üretim koşullarına göre değişiklik gösteren temel çözüner şekerler olarak glikoz (1.10-5.60 g/100g), fruktoz, (1.0-4.36 g/100g) ve sakkaroz, (1.20-3.31 g/100g) bulunmaktadır. Öte yandan, siyah havuçta 142.3-159.6 g/kg arasında kuru madde, 7.0-13.8 g/kg arasında protein, mineral maddelerden, demir (4-5 mg/kg), potasyum (1790-2220 mg/kg), fosfor (252-310 mg/kg), kalsiyum (478-650 mg/kg) ve sodyum (298-447 mg/kg) bulunmaktadır (Deryaoğlu, 1990; Kammerer ve ark, 2004; Erten ve Tangüler, 2010).

Şalgam suyu üretiminde temel hammadde olarak kullanılan siyah havuç, şeker fermantasyonu sırasında laktik asit oluşumu ve şalgam suyunun kendine has kırmızı rengini sağlamak amacıyla %10-%20 arasında ilave edilir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Kammerer ve ark, 2004). Şalgam suyunun kırmızı rengi siyah havuçlarda bulunan antosiyaninlerden kaynaklanır. Siyah havuçların en önemli antosiyanin bileşiği açillenmiş ve açillenmemiş siyanidin türevleridir. Ana bileşen ise siyanidinlerden kaynaklanan ferulik asit olarak tanımlanmıştır (Kammerer ve ark, 2004; Turker ve ark, 2004; Tangüler, 2010; Erten ve Tanguler, 2012).

Tangüler ve ark, (2014b) tarafından yapılan bir çalışmada şalgam suyu fermantasyonu başlangıcında eklenen siyah havuç miktarının son ürünün asitliğini ve rengini belirlemede önemli etkisi olduğunu birdirmişlerdir. Ayrıca siyah havucun şalgam suyu üretimindeki esas hammadde olması kullanılan siyah havuç miktarının üretim maliyetleriyle doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Curciferæ familyasından *Brassica* cinsine ait bilimsel adı *Brassica rapa L.* olan şalgam kazık bir köke sahip olup, rengi beyaz-mor, yaprakları genelde oval, serin

ve ılık iklimlerde yetişen bir sebzedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Sethi, 1990; Okçu, 2003; Erten ve ark, 2008).

Yeşil kısımları yenebilen şalgam çok zengin besleyici içeriğe sahiptir (Tangüler, 2010). Şalgam, kalsiyum ve demir gibi minareller, A, B ve C grubu vitaminler yanında çözünür şekerlerden glikoz (1.41 g/100g), fruktoz (1.10 g/100g) ve sakkaroz (0.206 g/100g) içermektedir (Rodriguez-Sevilla ve ark, 1999; Erten ve ark, 2008; Tangüler ve Erten, 2009).

Şalgam suyu üretiminde pek kullanılmayan şalgam, piyasada bulunursa %2'ye kadar ilave edilebilir. Şalgam ilavesinin şalgam suyunun duyuusal karakteristikleri üzerine olumlu etki yaptığı rapor edilmiştir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erten ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2010).

Tuz denilince aksine bir belirtme yoksa sodyum ve klor iyonlarının birleşmesinden oluşan sodyum klorür anlaşılır (Halkman, 2005). Şalgam suyu hammaddelerinden biri olan tuz, şalgam suyu üretiminde fermantasyon florasını kontrol etmek ve lezzet verme amaçlı kullanılmaktadır. Fermantasyon esnasında bozulma yapan ve patojen mikroorganizmaları inhibe edip laktik asit bakterilerinin faaliyetlerini destekler (Agirman ve Erten, 2018). Şalgam suyu üretiminde rafine edilmemiş kaya veya deniz tuzu % 1-2 oranında ilave edilir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark, 2008; Tangüler ve Erten, 2009).

Bulgur unu (setik), şalgam suyu üretiminde kullanılan minör hammaddelerden biridir. Bulgur unu, *Triticum aestivum* L. (Erbaş ve ark, 2005) bulgura işlenmek üzere kaynatılmış ve kurutulmuş buğdayın dış kabukları ayrılıp, kırma haline getirilmesi sırasında oluşan ve elek altında kalan kısımdan elde edilir. Kırma haline getirilen tanenin % 2-3'lük kısmını oluşturur (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Tangüler ve Erten, 2009; Erten ve Tangüler, 2010).

Bulgur unundaki kül miktarı 2.32-3.59 g/100g, protein miktarı 12.4-17.6 g/100g arasında olup, mineral maddelerden potasyum 2690-4550 mg/kg, demir 57.9-79.5 mg/kg, kalsiyum 1395-1598 mg/kg ve sodyum 298-474 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir (Deryaoğlu, 1990).

Bulgur unu, geleneksel yöntemde birinci fermantasyon sırasında aynı zamanda direk yöntemde mikroorganizmalar için besin kaynağı olarak rol oynar (Erten ve ark, 2008; Tangüler ve Erten, 2009; Tangüler, 2010). Şalgam suyu üretiminde %3 oranında kullanılan bulgur unu, direk hayvan yemi olarak kullanılabilirdiği gibi aynı zamanda şalgam suyu üretimi sonrası doğrudan veya kurutulup tekrar hayvan yemi olarak ta kullanılmaktadır (Deryaoğlu, 1990; Özler ve Kılıç, 1996).

Ekmek mayası, genellikle melas gibi şekerli hammaddelerden elde edilen *Saccharomyces (S.) cerevisiae* türü sıvı, pres ve kuru maya olarak elde edilen üst fermantasyon tipi kültür mayasıdır (Canbaş, 1995; Tangüler ve Erten, 2009). Şalgam suyu üretiminde maya olarak kullanılan ekşi hamur, fırıncılıkta hamur fermantasyonu esnasında kullanılan gece boyunca oda sıcaklığında ekme mayası hamurunun fermentasyona bırakılması ile elde edilir. Geleneksel şalgam suyu üretiminde hamur fermantasyonu esnasında eklenirken, doğrudan yöntemle üretimde ekşi hamur yanında *S. Cerevisiae* da eklenebilir (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark, 2008; Tangüler ve Erten, 2009; Erten ve Tangüler, 2010).

Ekşi hamur, farklı laktik asit bakterileri ve mayaların karışık kültürlerini içerir (Gobbetti ve ark, 2005; Paramithiotis ve ark, 2006; Corsetti ve ark, 2007). Ekşi hamurlardan genellikle *Lactobacillus* cinsine ait bakteriler izole edilirken, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Enterococcus* türleri de sıklıkla ekşi hamurlarda bulunmaktadır. Ekşi hamurlardan en sık izole edilen bakteriler, *Fructilactobacillus sanfrenciscensis*, *Lactiplantibacillus paraplantarum*, *Levilactobacillus brevis*, *Limosilactobacillus pontis*, *Companilactobacillus paralimentarius*, *Fructilactobacillus fructivorans*, *Limosilactobacillus reuteri* ve *Limonilactobacillus fermentum* türleridir.

Lactobacillus dışında ikinci mikroflora olarak diğer laktik asit bakterileri türleri de daha az miktarlarda bulunmaktadır. En sık bulunan maya *S. cerevisiae* ve daha az miktarda *S. exiguous*, *Candihamura krusei* ve *Candida milleri* gibi

mayalarda bulunmaktadır (Gul ve ark, 2005; Gobbetti ve ark, 2005; Paramithiotis ve ark, 2006; Corsetti ve ark, 2007; Tangüler ve Erten, 2009).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan su, içme suyudur (Erten ve ark, 2008).

2.4. Şalgam Suyu Üretim Yöntemleri

Günümüzde endüstriyel düzeyde üretilen şalgam suyu için standart bir üretim tekniği bulunmamakla beraber üretim yöntemleri işletmeden işletmeye değişiklik göstermektedir. Üretim süreci, hammaddelerin hazırlanması, fermantasyon ve paketlenmeden oluşan şalgam suyu için ticari olarak iki üretim yöntemi mevcuttur; geleneksel yöntem ve doğrudan yöntem (Erten ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2010; Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b; Tangüler ve ark, 2014a).

Geleneksel yöntem, birinci fermantasyon (hamur fermantasyonu) ve ikinci fermantasyon (havuç veya esas fermantasyon) olmak üzere iki aşamayı içerir. Amacı LAB'nin zenginleştirilmesi olan birinci fermantasyon; bulgur unu (%3), kaya tuzu (%0.2), ekşi hamur (%0.2) ve yeterli miktarda suyun karıştırılıp oda sıcaklığında 3-5 gün fermantasyona bırakılması ile gerçekleştirilir. Birinci fermantasyon sırasında asit içeriği önemli ölçüde artarken, temel olarak LAB ve az miktarda mayaların aktivitelerinden ötürü pH önemli ölçüde düşüş gösterir. Süre sonunda bulgur unu ve ekşi hamurun fermente olmuş karışımı 3-5 kez yeterli su ile ekstrakte edilir. Bazı işletmeler su ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmeden hamuru doğrudan temiz bir bez içerisinde fermantasyon tankına bırakırlar. Elde edilen ekstrakt ekşi hamur florasını da içerir ve ikinci fermantasyonun başlamasına yardımcı olur (Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark, 2008; Tangüler, 2010; Erten ve Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b; Tangüler ve ark, 2014b).

Birinci fermantasyon sonucu elde edilen ekstratlar, temizlenmiş ve doğranmış siyah havuç, tuz, istenirse dilimlenmiş şalgam ve yeterli su ile ikinci fermantasyon için tankta birleştirilir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve Tangüler, 2010, Tangüler ve ark,

2014b; Tangüler ve ark, 2014a). Fermantasyon için geleneksel olarak ahşap tanklar kullanılabilirdiği gibi günümüzde fiberglas, plastik ve paslanmaz çelik tanklar da kullanılmaktadır (Erten ve ark, 2008; Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b).

Şalgam suyu üretim tekniklerinden olan doğrudan üretim yönteminde ise, hamur fermantasyonu gerçekleştirilmez (Erten ve ark, 2008; Erten ve Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012b). Siyah havuçlar seçilip ayıklandıktan sonra küçük parçalar halinde kesilir. Doğrama işlemi tamamlanmış olan siyah havuçlar, tuz, istenirse dilimlenmiş şalgam, ekme mayası (*S. cerevisiae*) veya ekşi hamur ve yeterli miktarda su bir tank içerisinde karıştırılır.

Fermantasyon genellikle ortam sıcaklığında 3-10 gün süre ile gerçekleştirilir. Şalgam suyunun toplam asitliği başlıca LAB'nin aktivitesi sonucu artış gösterir. Fermantasyon sırasında renkli bileşiklerin (antosyaninler) sıvıya geçmesi ile fermantasyon sonunda kırmızı renkli ve ekşi lezzetli bir içecek elde edilir. Fermente sıvı, kırmızı toz biber ilavesi ile de çeşitlendirilebilir. Şalgam suyu üretiminde durultma gerçekleştirilmez. Tanktan uzaklaştırılan fermente ürün, açık olarak dökme şeklinde veya hava almayan şişe ve plastik kaplarda piyasaya sunulur (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark, 2008; Tangüler, 2010; Erten ve Tangüler, 2012).

Şalgam suyu üreminde fermantasyonun tamamlanması ve süresinde etkili olan en önemli parametreler mikroflora, hammaddelerin kimyasal bileşimi, fermantasyon sıcaklığı ve tuzdur. Şalgam suyu üretiminde fermantasyon, sıcaklığı 10°C-35°C arasında değişen odalarda gerçekleştirilir. Mevsimsel sıcaklık farklılıkları fermantasyon sırasında muhtemelen baskın mikrobiyal florayı etkiler (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Canbaş ve Deryaoğlu, 1993; Erten ve ark, 2008). Örneğin, mayaların çoğunluğu ve *Leuconostoc (Leu) mesenteroides* 20°C -30°C arasında değişen sıcaklıklarda baskın iken, çoğu LAB 30°C-35°C sıcaklıklarda hızlı bir şekilde gelişim gösterir (Ribereau-Gayon ve ark, 2000).

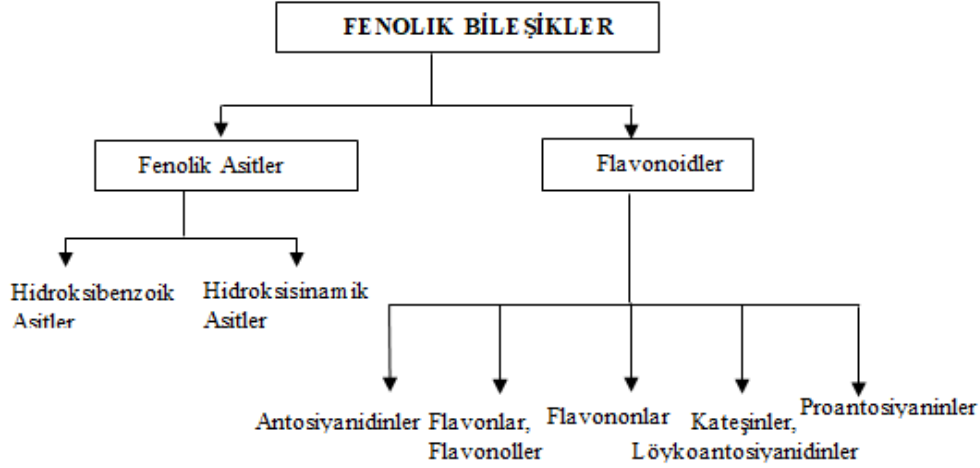
2.5. Fenolik Bileşikler

Bitkilerin sekonder bileşenleri; azot içeren bileşikler, fenolik bileşikler ve terpenoidler, olarak üç ana bölüme ayrılırlar (Schofield ve ark, 1998). Bitkinin normal gelişimi sırasında üretilen ikincil metabolitler olarak tanımlayabildiğimiz fenolik bileşikler yapılarında genellikle bir aromatik halka ve bir veya birden fazla hidroksil grup içerirler (Öztaş, 2006).

Fenolik bileşikler bitkilerin tohum, kök, dal, gövde, yaprak, çiçek, sebze ve meyve kısımlarında bulunarak bitkilerin zararlı dış etmenlerden (UV, radyasyon, patojen mikroorganizmalar) korunmasını sağlarlar (Lattanzio, 2001). Fenolik bileşik içeriğini; büyüme mevsimi, cins, çevresel ve iklimsel koşullar, bitki hastalıkları, toprak çeşidi, coğrafik bölge, olgunluk, uygulanan kültürel işlemler, bitki dokularının canlı olup olmaması gibi çeşitli etkenler etkilemektedir (Sellappan ve ark, 2002).

Fenolik bileşikler, aromatik halka yapılarına bağlı olarak farklı antioksidan kapasitelerine ve besinsel özelliklere sahip olmalarının yanında (Manach ve ark, 2004) gıdada; lezzet, burukluk, renk gibi birden fazla duyusal özellikleri etkileyip, bitki kökenli birçok gıda ürününün tadına ve aromasına katkıda bulunurlar.

Genellikle bitkilerde bulunan fenolik bileşikler, 'fenolik asitler' ve 'flavonoidler' olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması Şekil 2.3'te verilmiştir.



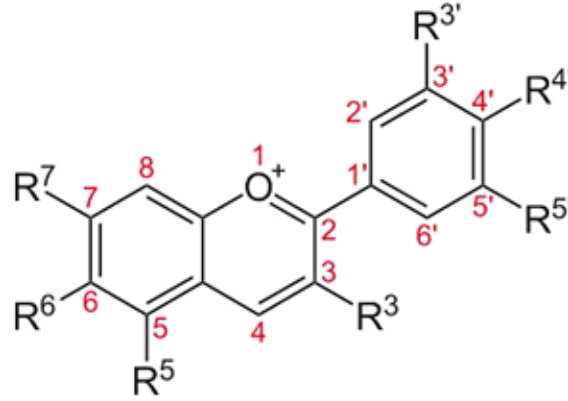
Şekil 2.3. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Gan ve ark, 2019).

2.5.1. Antosiyaninler

Antosiyaninler; Yunanca'da 'anthos (çiçek)' ve 'kyanos (mavi)' (Delgado-Vargas ve ark, 2000) anlamına gelen, klorofil ve karotenoidlerden sonra bitkiler aleminde en yaygın bulunan suda çözünebilir doğal renk maddeleridir (Şekil 2.4).

Sayısı 630'den fazla olarak bilinen antosiyanin bileşikleri, en fazla renk maddelerinin olduğu gruptur. Doğada çeşitli bitki türleri içerisinde geniş ölçüde dağılım gösteren antosiyaninler, genellikle meyveler ve çiçeklerde bulunmakla birlikte bazı tahıl ve baklagillerde, kök ve yumru sebzelerde bulunmaktadır (Narayan ve Venkataraman, 2000; Kong ve ark, 2003; Cemeroğlu, 2009; Tangüler, 2010; Glover ve Martin, 2012).

Antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklere kendine özgü olan kırmızı, mavi, mor, viole tonlarındaki çeşitli renkleri veren flavonoid olarak bilinen bitki bileşimlerinin en büyük gruplarından birisidir (Cemeroğlu ve ark, 2001; Türker ve ark, 2004).



Şekil 2.4. Antosiyanin genel yapısı (Castañeda-Ovando ve ark, 2009)

Hücre stoplazmasında glikozit formda bulunan antosiyaninler, kimyasal olarak antosiyanidinlerin (veya aglikon) glikozitleridir. Kısmi hidrolize uğratılan antosiyaninlerden glikozit bağı ile bağlanmış bileşiğin ayrılmasıyla geriye antosiyaninlerin basit yapıları hali olan antosiyanidin (veya aglikon) kalır. (Cemeroğlu ve ark, 2001; Cemeroğlu, 2009). Antosiyanidinlerin yapıları Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Antosiyanidinlerin yapıları (Castañeda-Ovando ve ark, 2009)

Antosiyanidin	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	Renk
Malvidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OCH ₃	Mavi-Kırmızı
Siyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Turuncu-Kırmızı
Petunidin	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH	OH	Mavi-Kırmızı
Delfinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Mavi-Kırmızı
Pelargonidin	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu

Oksijen içerikli heterosiklik halkaya C-C bağı ile bağlı iki adet de aromatik halkadan oluşan antosiyanidinler (Konczak ve Zhang, 2004), doğada serbest halde

bulunmayıp, daima bir şekerle esterleşmiş formda yani antosiyanin halinde bulunurlar. Antosiyanin molekülüne bağlı olan şeker bazı istisnalar dışında daima 3. pozisyondaki karbon atomuna bağlanmış olarak bulunur. Antosiyanidinlere bağlı olan bu şekerler bulunuş sıklığına göre sırasıyla; glikoz, ramnoz, galaktoz, ksiloz ve arabinozdur. Nadiren de olsa, antosiyanidinlere bu moleküllerden oluşan di- veya trisakkaritler de glikozit bağı ile bağlanmaktadır (Jackman ve ark, 1987; Kong ve ark, 2003; Cemeroğlu, 2009).

Siyah havuçtan gelen antosiyanin bileşikleri şalgam suyuna kendine has rengini vermektedir (Canbaş, 1985). Antosiyaninlerden, glikon yapıdaki siyanidin glikozitleri siyah havuçta en fazla bulunan bileşiklerdir. Öte yandan şalgam sularında siyanidin-3-ksilosil-galaktoz ve siyanidin-3-ksilosil-glukozil-galaktozite de şalgam sularında tanımlanan antosiyaninlerdendir (Toktas ve ark, 2018). İkinci ve ark (2016), tarafından yapılan çalışmada şalgam suyunda saptanan antosiyanin miktarının 95-231 mg/L arasında değiştiği bildirilmiştir.

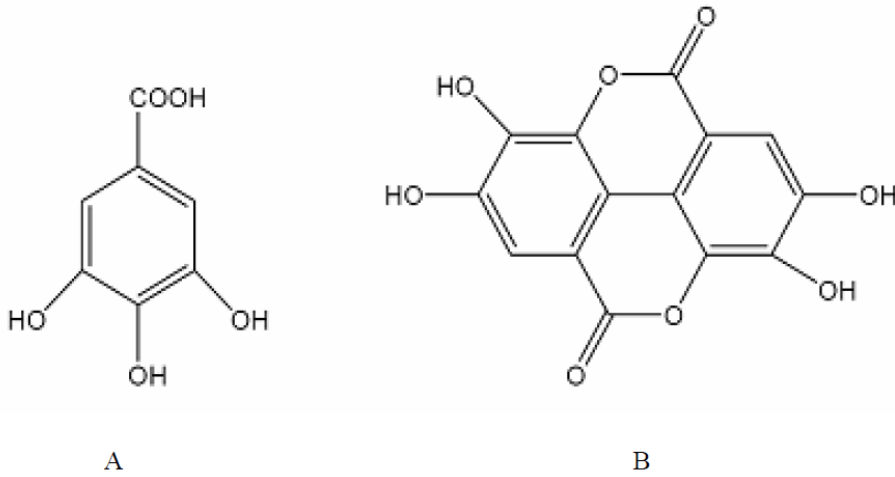
2.5.2. Tanenler

Tanenler, meyve (üzüm, hurma, kahve, kakao vb.) ve çay yaprakları gibi birçok bitkide bulunan polifenollerdir. Bate-Smith, (1962), tanenleri 500 ile 3000 Da arasında kütleyle sahip suda çözünür fenolik bileşikler olarak tanımlamış ve fenolik bileşiklerin olağan reaktivitesine ek olarak alkaloidleri, jelatini ve diğer proteinleri çökeltme kabiliyetine sahip olduğunu bildirmiştir. Tanenler, proteinler ve diğer makromoleküller ile büyük kompleksler oluşturabilirler (Prommajakl ve ark, 2014). Tükürük proteini ve glikoprotein ile kompleksler oluştururlar, bu da burukluğa neden olur (Fontoin ve ark, 2008).

Tanen ve fenol bileşikleri uzaklaştırıcı maddelerin etkinliği, durultma maddesinin konsantrasyonuna ve bileşimine, tanenlerin özelliklerine (büyüklük, yapı ve heterojenite) ve etkileşimin koşullarına (pH, sıcaklık, meyve suyu bileşimi ve depolama süresi) bağlıdır (Augustin, 1982; Hagerman ve ark, 1992; Talasila ve

ark, 2012). Tanenler proteinlerle kompleksler oluşturma yetenekleri sebebiyle şarapların, biralarn ve meyve sularının durultulmasında kullanılmaktadır. Yapılarına ve özelliklerine göre iki tür tanen vardır, bunlar hidrolize edilebilir tanenler ve yoğunlaştırılmış tanenlerdir.

Hidrolize edilebilir tanenler: gallik asit türevleridir; bir şekerin oligo veya poliesterleridir ve değişken sayıda fenolik asit içerirler (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Gallik (A) ve Elajik (B) asitlerin kimyasal yapısı (Bruneton, 1993).

Kondense tanenler: Literatüre bakıldığında kondense tanenlerin yoğunlaşmış tanenler veya proantosiyanidinler olarak da adlandırıldığı görülmüştür. Yoğunlaşmış tanenlerin asidik bir ortamda ısıtıldığında antosiyanidine dönüşmeleri proantosiyanidinler olarak tanımlanmıştır. Hidrolize edilebilir tanenlerden temelde farklılık gösterirler çünkü moleküllerinde şeker yoktur ve yapıları flavonoidlerinkine benzerdir (Bruneton, 1993). Flavan-3-ols (kateşinler olarak da adlandırılır) ve flavan-3,4-diollerin (lökoantosiyanidin olarak adlandırılır) polimerleridir veya her ikisinin karışımıdır (Nkhili ve ark, 2009). Bunlar aynı zamanda "kondense tanenler" olarak da adlandırılırlar ve yalnızca kuvvetli asidik koşullar altında hidrolize edilebilirler (Laughton, 1989). Kondense

tanenler, en yaygın olarak 5000 Da olarak tanımlanan yüksek moleküler ağırlıklı polimerlerdir. Yoğunlaşmış tanenler hidrolize dirençlidir ve yalnızca güçlü kimyasal saldırılar bunların parçalanmasına izin verir. Böylece sıcak bir asit muamelesiyle kırmızımsı pigmentlere dönüşürler ve bu nedenle proantosiyanidinler olarak adlandırılırlar (Macheix ve ark, 1991).

2.6. Kopigmentasyon ve Antosiyanın Stabilitesi

Antosiyaninler mor havuçtan gelen ve şalgam suyunun kendine has koyu kırmızı renginden sorumlu olan temel bileşiklerdir. Şalgam suyunda antosiyanın miktarı genellikle 88.30 mg/L – 145.60 g/L arasında değişmektedir (Erten ve ark, 2008; Güneş, 2008).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada şalgam suyunda açillenmiş ve açillenmemiş antosiyaninlerin bulunduğu belirtilmiş ve şalgam suyunda baskın olarak bulunan beş antosiyanın şu şekilde sıralanmıştır; siyanidin-3-ksilosil-glukozil-galaktozit, siyanidin-3-ksilosil-galaktozit, siyanidin-3-ksilosil-glukozil-galaktozit (sinapik asit ile açillenmiş), siyanidin-3-ksilosil-glukozil-galaktozit (ferulik asit ile açillenmiş) ve siyanidin-3-ksilosil-glukozil-galaktozit (kumarik asit ile açillenmiş) (Tangüler ve ark, 2020).

Fermantasyon sırasında daha fazla antosiyanın türevi oluşabilir veya ekstrakte edilebilir. Ancak, antosiyaninlerin vermiş olduğu kırmızı renk stabil değildir ve şalgam suyu üretildikten sonra monomerik antosiyanın içeriği hızla azalmaya başlamaktadır (Vignault ve ark, 2019). Bu durum antosiyanın içeren meyve-sebzelerin veya şarap, şalgam gibi kırmızı renkli içeceklerin işlenmesi ve özellikle depolanması sırasında sorun oluşturmaktadır. Çünkü antosiyaninlerin çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanması sonucu bu gıda ürünlerinin en önemli duyuşsal özelliklerinden olan renk kalitesinde azalma meydana gelmektedir.

Antosiyaninlerin sahip olduğu kimyasal yapı stabilite üzerine etkili olan en önemli faktörlerdendir. Kimyasal yapıları içerisine hidroksil, glikozil, metoksil ve açil gruplarının eklenmesi stabilitelerinin yüksek oranda etkilenmesine yol

açmaktadır. Meydana gelen bu dayanıklı yapı, yüksek pH ortamı veya bisülfidler gibi etmenler ile zarar görmekte ve sonuçta renk kaybı oluşmaktadır (Jing, 2006).

Antosiyaninlerin stabilitesini kimyasal yapılarının yanı sıra sıcaklık, ışık, fenolik bileşikler, enzimler, metal iyonları, askorbik asit, hidrojen peroksit, kükürt dioksit ve çevresel etmenler gibi birçok faktör etkilemektedir (Horbowicz ve ark, 2014; Patras ve ark, 2010). Antosiyanin ve renk stabilizasyonunun sağlanması için moleküler komplekslerin oluşumuna dayanan kopigmentasyon yöntemi ön plana çıkmaktadır. Kopigmentasyon sırasında antosiyaninler genellikle renksiz olan fenolikler, amino asitler veya organik asitler gibi bileşiklerle kompleks oluşturmakta ve bu kompleks yapı oluştuğunda antosiyanin stabilitesi artmakta ve ayrıca beklenenden daha yoğun seviyede renk vermekteler (Ertan ve ark, 2020).

Antosiyaninlerle kompleks oluşturan bu maddeler 'kopigment' olarak adlandırılmaktadır. Literatürde saf kopigment (sinapik, ferulik, rosmarinik asitler, kateşin vd.) maddelerinin dışında doğal kaynaklardan (gül yaprağı, mango kabuğu, siyah havuç, üzüm kabuğu, biberiye vd.) elde edilen ekstraktların da kopigment olarak kullanılabilirdiği belirtilmiştir (Zou ve ark, 2019; Ertan ve ark, 2020). Antosiyaninler kopigmentasyon ile daha kuvvetli, parlak ve stabil renklere sahip olurlar. Kopigmentasyon yöntemi gıdalarda, meyve-sebzelerde ve meyve sularında tüketici tercihini önemli derecede etkileyen renk özelliğini korumak ve arttırmak için önemli bir etkileşimdir (Aşkın ve Küçüköner, 2019).

Kopigmentasyon olayı karmaşık reaksiyonlardan oluşmakta ve bazen net olarak açıklanamamaktadır. Ancak, kopigmentasyon mekanizması ile flavilium katyonunun stabilizasyonu kendiliğinden birleşme, molekül içi kopigmentasyon ve moleküller arası kopigmentasyon olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleştiği bildirilmiştir (Aşkın ve Küçüköner, 2019; Vignault ve ark, 2019).

Antosiyaninlerin stabilizasyon reaksiyonları arasında tanenler ile polimer oluşturmak da bulunmaktadır (Nel, 2018).

Versari ve ark (2013) tarafından fermantasyon öncesi ortama tanen eklenmesinin şarap ve şıralarda oksidasyonu engellediği, şarap yapısına katkıda bulunduğu ve renk stabilizasyonunu sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, tanen ilavesinden kısa bir süre sonra şaraplarda kırmızı renk değerinin kopigmentasyon reaksiyonu sonucu arttığı bildirilmiştir (Vivas ve ark, 2003). Enolojik tanenlerin (gallotanen ve yoğunlaştırılmış tanen) 150 ve 400 mg/L miktarında ilavesi sonucu fermantasyon başlangıcında renk yoğunluğunda belirgin bir artış olduğu ancak devamında şarap yapım işlemleri sırasında bu renk farkının yok olduğu bildirilmiştir (Bautista-Ortin ve ark, 2005).

Gombau ve ark (2019) enolojik tanen kullanımının şaraplarda malvidin-3-O-monoglukozid antosiyaninin kopigmentasyonu üzerine etkisini araştırmış ve sonuç olarak tanen ilavesinin kırmızı şaraplarda yeni pigmentlerin oluşumuna yol açtığını ve renk değerlerinin iyileştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada renk oluşumunun tanen dozu ile ilişkili olduğu ve ilave edilen kopigment miktarı arttıkça kırmızı şaraplarda renk özelliğinin de iyileştiği belirtilmiştir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde

Araştırmada hammadde olarak Adana piyasasından temin edilen siyah havuç, bulgur unu (setik), ekmek mayası ve kaya tuzu kullanılmıştır. Hamurun hazırlanmasında içilebilir nitelikte su kullanılmıştır. şalgam suyu üretiminde ilave edilen tanen (Tanin VR Color), gıdada kullanılabilir nitelikte olup LAFFORT (Fransa) firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. Denemelerde Kullanılan Araç ve Gereçler

Denemeler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. şalgam suyu üretiminde sıcaklığı 25°C'ye ayarlanan bir fermantasyon odası kullanılmıştır.

Hamur fermantasyonu (I. Fermantasyon) 30 litrelik plastik kaptan, havuç fermantasyonu (II. Fermantasyon) 10 litrelik bidonlarda gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sonrasında üretilen şalgam suları 5 litrelik bidonlara aktarılıp 4°C'de buzdolabı koşullarında ve 20°C'de kontrollü odada depolanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. şalgam Suyu retimi

şalgam suyu üretiminde tanen ilavesinin ve depolama sıcaklığının fenol bileşikleri ve renk stabilitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla geleneksel yöntem kullanılarak şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntemle şalgam suyu retimi Erten ve Tangüler (2012)'in bildirdiği şekilde iki farklı aşamada ve iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada dört farklı deneme kurulmuştur. Bunlar;

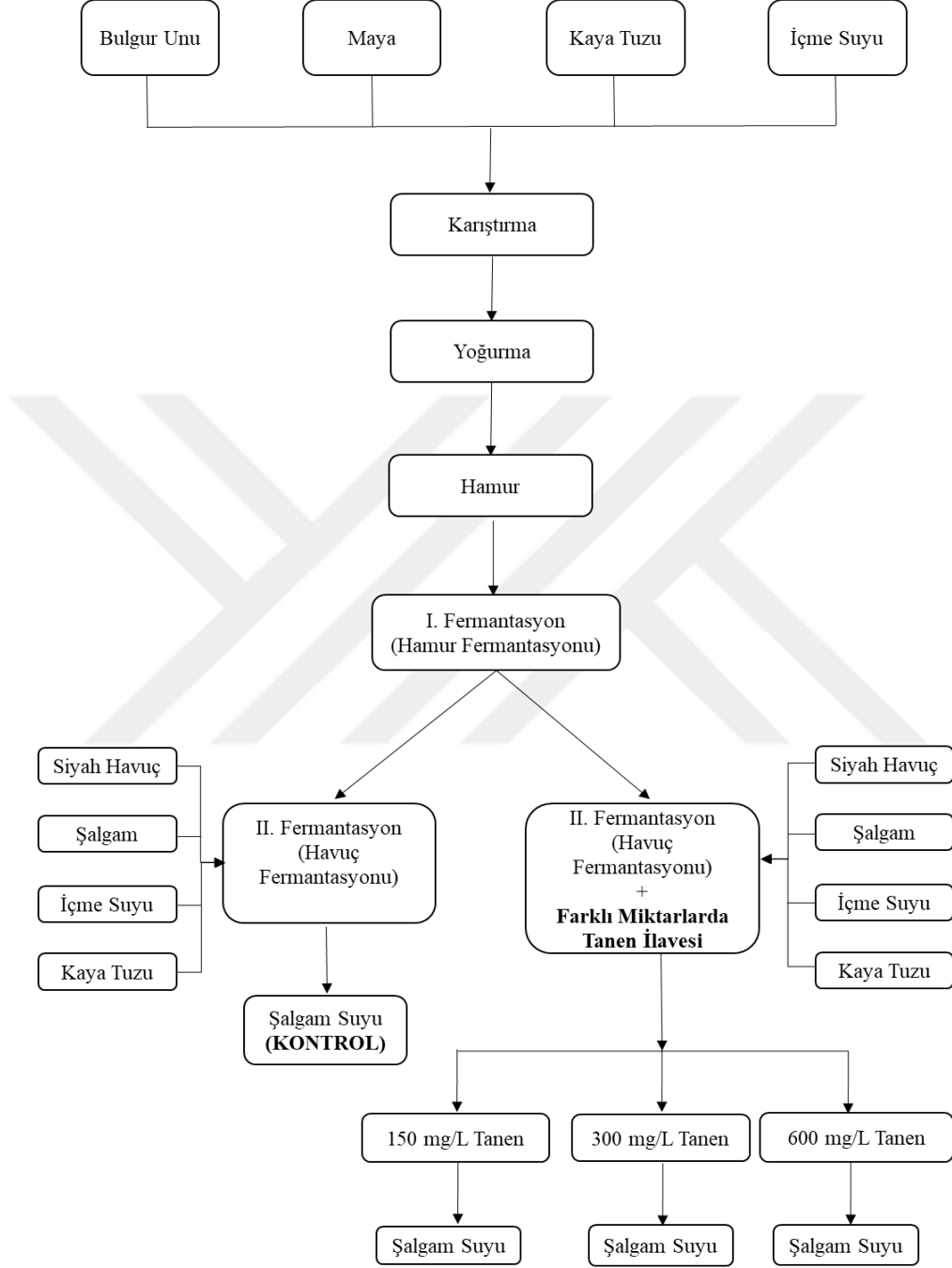
1. Tanen ilavesi olmayan kontrol grubu
2. 300 mg/L tanen ilavesi
3. 600 mg/L tanen ilavesi
4. 900 mg/L tanen ilavesi

Şalgam suyu üretiminde yukarıda belirtilen miktarlarda tanen havuç fermantasyonu sırasında ilave edilmiştir. İlk aşamada %3 bulgur unu, %0,2 kaya tuzu ve %0,2 ekşitilmiş maya karışımı, üzerine içilebilir nitelikte su ilave edilerek, yoğrulmuş ve hamur kıvamına getirilmiştir. Daha sonra 25°C'de 30 litrelik hacimli kapta fermantasyona terk edilmiştir (I. Fermantasyon). I. Fermantasyon 3 gün süreyle yürütülmüştür. Fermantasyon süresince hamurda pH ve toplam asit gelişimi takip edilmiştir.

I. fermantasyondan elde edilen hamur, II. Fermantasyonu gerçekleştirmek için 10 litrelik 4 ayrı plastik bidona (2 paralelli toplam 8 bidon) eşit olacak şekilde aktarıldıktan sonra bidonlara %1 oranında kaya tuzu ve %20 oranında ayıklama, yıkama ve doğrama işlemleri uygulanmış siyah havuç ilave edilmiştir.

Bidonlara dolum seviyesine gelinceye kadar içilebilir nitelikte su ilavesi yapıldıktan hemen sonra litreye 300 mg, 600 mg ve 900 mg olacak şekilde üç farklı dozda tanen ilave edilmiş ve daha sonra bidonlar fermantasyona bırakılmıştır. Tanen ilave edilmeyen deneme ise kontrol olarak alınmıştır.

Fermantasyon, sıcaklığı 25°C olan bir odada gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun gidişi toplam asit tayini yapılarak izlenmiş ve asit miktarındaki artış sona erdiğinde fermantasyona son verilmiştir. Fermantasyon sonunda şalgam suları şişelenerek kimyasal ve duyusal analizler için 2 farklı sıcaklıkta, 4 °C'lik (Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği soğuk hava deposu) ve 20°C'de (kontrollü odada), 6 ay boyunca depolanmıştır. Şalgam suları analizler süresince aynı yerde muhafaza edilmiştir. Denemeler paralelli olarak yürütülmüştür. Kullanılan geleneksel yöntem ve deneme deseni Şekil 3.1. 'de verilmiştir (Erten ve Tangüler,2012).



Şekil 3.1. Şalgam suyu üretim akış şeması

3.2.2. Şalgam Sularında Yapılan Genel Analizler

Şalgam suyu üretimi sırasında hamur ve havuç fermantasyonları boyunca pH ve toplam asitlik analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1. pH Tayini

Şalgam suyu üretimi sırasında hamur ve havuç fermantasyonları boyunca ve fermantasyonunu tamamlamış şalgam suları örneklerinin pH tayini, cam elektrot uçlu dijital pH metre (Mettler toledo) kullanılarak oda koşullarında yapılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

3.2.2.2. Toplam Asit Tayini

Şalgam suyu üretimi sırasında hamur ve havuç fermantasyonları boyunca ve fermantasyonunu tamamlamış şalgam suları örneklerinin toplam asitlik miktarı titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. 10 mL örnek üzerine 20 mL saf su konulup pH metre kullanılarak 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar, laktik asit cinsinden g/L olarak verilmiştir (A.O.A.C, 1990; Cemeroğlu, 2007).

$$\text{Titrasyon asitliği, \%} = \frac{V \cdot f \cdot E \cdot 100}{M}$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

f : Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü

E : 1 mL 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı, g

M : Titre edilen örneğin miktarı, mL.

3.2.2.3. Toplam Kurumadde Tayini

Fermantasyonunu tamamlamış şalgam suyu örneklerinden yaklaşık 3 g tartılarak 70°C 'deki fanlı etüvde kurutulmuş ve örneklerin kurumadde miktarı belirlenmiştir. Öncelikle kurutma işlemi için daha önceden hazırlanmış kaplar

etüvde belirli bir süre bekletilmiştir. Belirli bir süre sonra sabit tartıma gelmeleri için desikatöre alınan örnek kapları tartılmış, tartımlar not edilmiştir. Daha sonra bu kaplarda örnekler tartılmış ve tartımlar kaydedilmiştir. Tartımı tamamlanan örnekler 70°C 'deki fanlı etüvde kurumaya bırakılmıştır. Tartım değeri sıfırdan sonraki 3. veya 4. hane değişmeyene kadar tekrarlanmış ve değişimin olmadığı anda analiz sonlandırılmış ve kuru madde değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

$$\text{Toplam Kuru Madde} = \left(\frac{M3 - M1}{M2 - M1} \right)$$

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

M2: işlem öncesi kap+örnek ağırlığı (g)

M3: işlem sonrası kap+örnek ağırlığı (g)

3.2.2.4. Uçar Asit Tayini

Uçar asit tayini, buharlı damıtma yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar, asetik asit cinsinden, g/L olarak verilmiştir (A.O.A.C, 1990; Ough ve Amerine, 1998).

3.2.2.5. Organik Asit, Şeker ve Gliserol Tayini

Şalgam suyu örneklerinde şeker (glikoz, fruktoz, sakkaroz), organik asit (tartarik, malik, laktik, asetik ve sitrik) ve gliserol tayinleri Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılmıştır.

Şalgam suyu numuneleri gerekli ön hazırlıklardan geçtikten sonra 20 µL örnek doğrudan HPLC'ye enjekte edilmiştir. Şalgam suyundaki organik asit ve şeker konsantrasyonlarının hesaplanmasında dış standart metodu kullanılmıştır (OIV, 2016). Bu amaçla standart çözeltilerden 7 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltileri hazırlanmış ve HPLC'ye enjekte edilmiştir. Elde edilen

verilerden kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve bu eğriler kullanılarak örneklerdeki şeker ve organik asit miktarı belirlenmiştir (Rudnitskaya ve ark, 2006).

Organik asitlerin ve şekerlerin analizi, Bio-Rad Aminex HPX-87H (300 X7,8 mm) kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekerlerin analizi için, refraktif indeks (RID) dedektörü, organik asit analizi için Diyot array (DAD) dedektörü kullanılmıştır. Analizlerde taşıyıcı faz olarak 5 mM'lik sülfirik asit çözeltisi kullanılmıştır. Akış hızı 0.5 ml/dk ve kolon sıcaklığı 50° C olarak ayarlanmıştır. Analizler 210 nm dalga boyunda yürütülmüştür (Rudnitskaya ve ark, 2006).

Organik asit ve şeker miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart maddeler, bu maddelere dair genel veriler (molekül ağırlıkları ve formülleri), standartların tutulma zamanları (RT), çalışılan konsantrasyon aralığı ve kullanılan denklemlerin R² değerleri Çizelge 3.3.'de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Analizde kullanılan şekerlerin ve organik asitlerin genel verileri ve kalibrasyon denklemleri

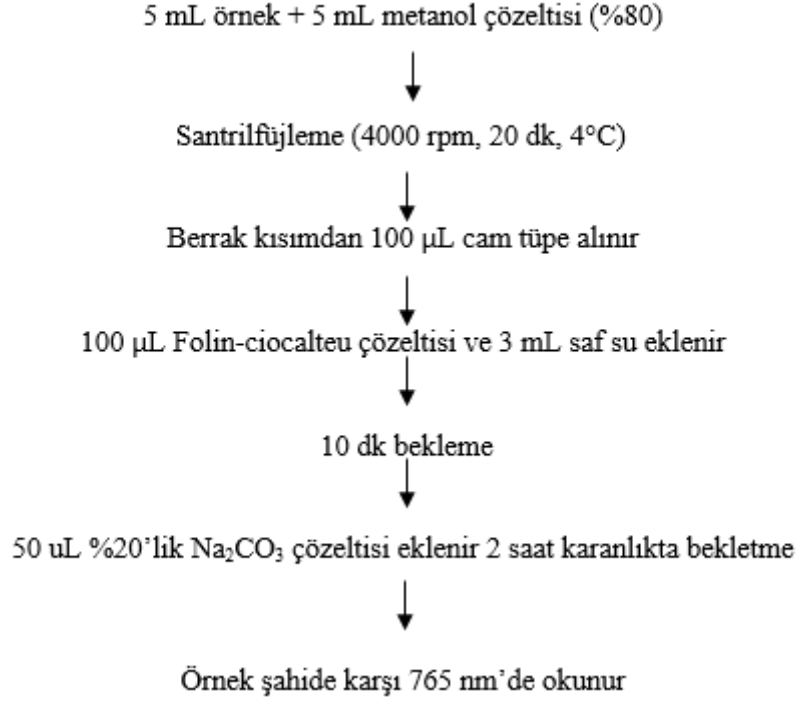
Standart	Formül	MA (g/mol)	RT	Kons. Aralığı (g/L)	R2
Şekerler					
Sakkaroz	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	342.3	9.6	3.7-0.1	0.9997
Glikoz	C ₆ H ₁₂ O ₆	180.16	11.2	5.2-0.2	0.9995
Fruktoz	C ₆ H ₁₂ O ₆	180.16	12.3	5.3-0.2	0.9996
Organik Asitler					
Sitrik asit	C ₆ H ₈ O ₇	192.124	9.9	2.2-0.08	0.9992
Tartarik asit	C ₄ H ₆ O ₆	150.087	10.6	5.08-0.15	0.9990
Malik asit	C ₄ H ₆ O ₅	134.09	11.9	5.0-0.15	0.9990
Laktik asit	C ₃ H ₆ O ₃	90.08	15.5	5.5-0.17	0.9991

3.2.3. Şalgam Sularında Yapılan Fenol ve Renk Analizleri

3.2.3.1. Toplam Fenolik Madde Tayini

Şalgam sularında toplam fenol bileşikleri tayini, Abdulkasım ve ark, (2007) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır (Şekil 3.2). Bu yöntem, fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu  zeltisinin fosfomolibdik-fosfotungistik  zeltisini indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturmaları ve mavi rengin kolorimetrik olarak  l lmesi ilkesine dayanmaktadır.

5 mL şalgam suyu  rneği, 5 mL % 80'lik metanolle karıştırılıp 4000 rpm'de 20 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant faz kısmından 100  L alınarak cam tüpe aktarılmıştır.  zerine 100  l Folin-Ciocalteu, 3 mL saf su eklenip 10 dakika bekletilmiştir. Bekleme sonunda  zelti üzerine 50  L % 20' lik Na_2CO_3 eklenip 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda şahide karşı okuma yapılmıştır. Örneklere  l len absorbanans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart eğrinin denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.  rnekleredeki toplam fenolik madde miktarı "mg gallik asit/L" cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.2. Toplam fenolik madde analizinde uygulanan analiz yöntemi

3.2.3.2. Toplam Monomerik Antosiyenin Tayini

Şalgam suyunda monomerik antosiyenin tayini, Fuleki ve Francis (1968) tarafından oluşturulan ve Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından geliştirilen pH diferansiyel metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Metodun temel ilkesi, monomerik antosiyenin pH 1.0'da renkli oksonium formunun, pH 4.5'te ise, renksiz hemiketal formunun hakim olması durumudur. Bu durumdan yararlanılarak antosiyenin bulunan ortam pH 1.0 ve 4.5'e getirilerek okunan absorbans değerleri farkının TMA içeriği ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir.

Siyah havuçta bulunan antosiyenin en yüksek absorbans verdiği dalga boyu olan (λ_{maks}) 520 nm ve ortamda süspansiyon halinde bulunabilecek kolloidlerin absorbans okumalarına etkisini yok etmek amacıyla yani pus halindeki

bulanıklığı belirlemek amacıyla 700nm'deki dalga boyu kullanılmıştır (Ağçam ve Akyıldız, 2015).

Analiz başlangıcında 0.5 mL şalgam suyu cam deney tüplerine otomatik pipet yardımıyla enjekte edilmiş üzerine pH=1 absorbans okuması amacıyla 9.5 mL 0.025M KCl çözeltisi (HCl ile pH=1'e ayarlı) ve pH=4.5 absorbans okuması amacıyla 9.5 mL 0.4M C₂H₃NaO₂ (HCl ile pH=4.5'e ayarlı) çözeltisi eklenmiştir. Cam tüpler vortekste karıştırılıp 15 dakika boyunca karanlıkta dengeye gelmesi beklenmiş ve tüpler tekrar vortekste karıştırılıp absorbans ölçümleri spektrofotometrede yapılmıştır. Ölçümler esnasında 1 cm kalınlıkta tek kullanımlık spektrofotometre küvetleri kullanılmıştır. Şalgam sularının içerdiği monomerik antosiyanin miktarı, havuçla dominant olan siyanidin-3-glikozit cinsinden (Gil ve ark, 2000) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır:

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

A: pH 1.0 ve 4.5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı;

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

MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (449.2)

SF: Seyreltme faktörü

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı (26900)

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

3.2.3.3. Ekstraktların Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Analizi

Antosiyaninlerin parçalanma ölçütleri, Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından önerilen yöntemin kullanılmasıyla; renk yoğunluğu (RY), polimerik renk (PR) ve polimerik renk oranı (PRO) olmak üzere üç ölçüt belirlenmiştir. Şalgam sularının analizini gerçekleştirmeden önce spektrofotometrenin lineer ölçüm sınırları içinde absorbans değerleri alması amacıyla saf su ile seyreltme

yapılmıştır. Örneklerin seyreltmelerinde doğal pH değerlerinin korunması amacı ile saf su kullanılmıştır.

Analiz için ilk olarak 0.5 mL ekstrakt alınarak cam tüpe aktarılmış ve üzerine 9.5 mL saf su ilave edilmiştir. İki ayrı cam tüpün her birine bu seyreltikten 2.8 mL alınmış, cam tüpün birindeki seyreltik üzerine 0.2 mL bisülfite (%20, K₂S₂O₅) çözeltisi eklenerek, örnekteki monomerik antosiyaninlerin renksiz "sülfonik asit kompleksi" oluşturması sağlanmıştır. Buna karşın "polimerik antosiyanin-tanen" kompleksleri ve "melanoidin" pigmentleri ise bisülfite karşı direnç göstererek renklerini korumaktadır. Söz konusu esmer renkli pigmentlerin ortamdaki konsantrasyonu arttıkça 420 nm'de okunan absorbands değerleri yükselmektedir. Diğer cam tüpe ise, bisülfite çözeltisi yerine 0.2 mL damıtık su eklenerek vorteksle karıştırılmış ve tüpler 15 dakika boyunca kimyasal denge gelmeleri için bekletilmiştir. Süre sonunda cam tüpler hızlıca 1 cm ışın yollu ve tek kullanımlık küvetlere aktarılmıştır. Son olarak, her iki küvetteki çözeltilerin absorbands değerleri spektrofotometrenin (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) 420 nm, λmaks (520 nm) ve 700 nm dalga boylarında saf suya karşı ölçülüp sonuçlar aşağıda belirtildiği gibi RY, PR ve PRO olarak formüller aracılığı ile hesaplanmıştır (Ağçam, 2017).

• Renk yoğunluğu (RY)

Renk yoğunluğu, bisülfite uygulanmamış cam tüpte bulunan örneğin 420 ve λmaks (520) nm dalga boylarındaki absorbandsları toplamı olarak tanımlanmaktadır (Ağçam, 2017).

$$RY = [(A_{\lambda maks} - A_{700 nm}) + (A_{420 nm} - A_{700 nm})] \text{ bisülfitsiz} * (SF)$$

• Polimerik renk (PR)

Polimerik renk, bisülfite uygulanmış küvette bulunan örneğin 420 ve λmaks (520) nm dalga boylarındaki absorbandsları toplamı olarak tanımlanmaktadır (Ağçam, 2017).

$$PR = [(A_{\lambda maks} - A_{700 nm}) + (A_{420 nm} - A_{700 nm})] \text{ bisülfitli} * (SF)$$

• Polimerik renk oranı (PRO)

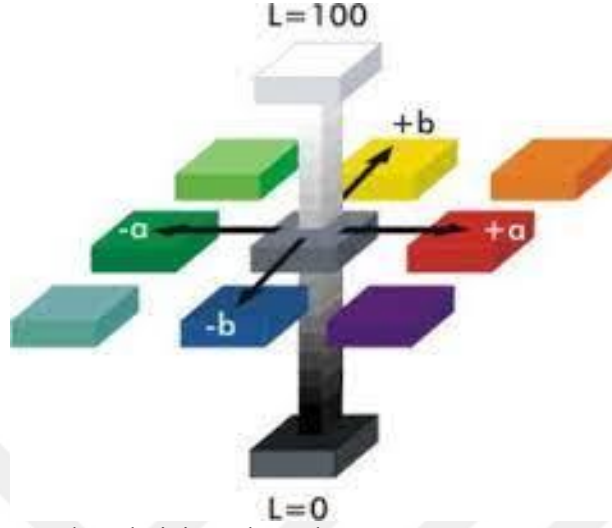
Polimerik renk oranı; polimerik rengin, renk yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu değer hiçbir işlem görmemiş taze meyve ve sebze sularında genellikle %10' un altında olması beklenir. Bu değer artması, monomerik antosiyaninlerin parçalandığı ve esmer renkli pigmentlerin arttığı, bir başka deyişle doğal rengin bozulduğunu gösterir (Ağçam, 2017).

$$PRO (\%) = \left(\frac{PR}{RY} \right) \times 100$$

RY, PR eşitliklerinde geçen A ilgili dalga boyundaki absorbansı, SF seyreltme faktörünü tanımlamaktadır.

3.2.3.4. Renk Tayini

Şalgam sularının renk tayininde, Hunter Lab renk ölçüm cihazı kullanılmış ve bu sistemde 4 filtre kullanılarak L*, a*, b* renk değerleri elde edilmiştir. L*, a*, b* değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L* değeri dikey ekseninde parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken +a* kırmızılığa, -a* yeşillığe, +b* sarılığa, -b* ise maviliğe gidişi göstermekte olup ölçülen renge göre 0-100 arasında değişen değerler alabilmektedir (Hunter, 1975; Lee ve Castle, 2001). L*,a*,b* değerlerinin üç boyutlu görünümü Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. L*, a*, b* değerlerinin üç boyutlu görünümü

Bu ölçümlere ilave olarak Chroma (C^*) (Renk yoğunluğu, $\sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$) ve Hue^o (H) (renk tonu, $\arctan(b^*/a^*)$) değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerden chroma değeri (C^*) rengin doygunluğunu verirken, Hue^o değeri rengin ismini (yeşil, mavi, sarı, kırmızı vb.) verir. Bir örneğe ait L* değeri sabitken C* değerinin artışı rengin daha canlı hal almasına neden olmaktadır. C* değeri, matematiksel olarak trigonometrik renk düzlemlerinde a* ve b* değerlerinin oluşturduğu çemberin yarıçapını ifade etmektedir. Hue^o değeri ise bu değerlere ilişkin eğim çizgisinin sahip olduğu derece cinsinden açıyı ifade etmektedir. Örneğin Hue^o değeri a* ve b* trigonometrik renk düzleminde bir nesnenin hangi temel renge (kırmızı, sarı, yeşil ya da mavi) daha yakın olduğunu göstermektedir. C* ve Hue^o değerlerinin kesiştiği nokta analiz edilen örneğin renginin düzlemdeki koordinatlarını vermektedir. C* ve Hue^o değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıdaki gibidir:

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

$$Hue^o = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

3.2.3.5. Tanen Tayini

Tanen tayininde, bu bileşikleri oluşturan polimer yapılı flavanollerden oluşan zincirin, asit ortamında sıcaklık etkisiyle parçalanması ve okside olmasına bağlı olarak renkli fenol bileşiklerinden siyanidinleri oluşturmaları esasına dayalı yöntem kullanılmıştır. Asit ortamında ısıtılan örnek ile ısıtılmayan örnek arasındaki optik yoğunluk farkı spektrofotometrede 550 nm’de ölçülmüştür. Sonuçlar 19.33 ile çarpılarak g/L olarak verilmiştir (Ribereau-Gayon ve ark, 2006).

3.2.4. Duyusal Analiz

Gerçekleştirilen denemelerden elde edilen örneklerin duyusal analiz değerlendirmesi, Olarte Mantila ve ark (2012), tarafından bildirilen parametreler ve Barillerle ve Benard (1986)’a göre sıralama (tercih) testleri kullanılarak yapılmıştır. Panelistler tarafından renk, koku, tat, aroma, doygunluk, asitlik, burukluk (tanenden gelen), kalıcılık ve son olarak genel kabul edilebilirlik gibi parametreler irdelenmiştir. Panelistler her bir parametreyi zayıftan kuvvetliye doğru 15 cm’lik skala üzerinde işaretleme yaparak değerlendirmişlerdir. Daha sonra sıralama testi ile panelistler şalgam sularını en çok beğenilenden en az beğenilene doğru sıralamıştır (Altuğ, 1993). Duyusal analiz, yaşları 23-51 arasında değişen 11 kişilik panelist grubun katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kullanılan duyusal analiz formu Şekil 3.4’te ve sıralama testi formu 3.5’te verilmiştir.

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Adı:

Tarih:

Soyadı:

Ürün kodu:

Yaş:

Renk (Kırmızı)

Zayıf

Kuvvetli

Koku

Zayıf

Kuvvetli

Tat

Zayıf

Kuvvetli

Aroma

Zayıf

Kuvvetli

Doygunluk

Zayıf

Kuvvetli

Asitlik

Zayıf

Kuvvetli

Burukluk

Zayıf

Kuvvetli

Kalıcılık

Zayıf

Kuvvetli

Genel İzlenim

Zayıf

Kuvvetli

Şekil 3.4. Duyusal analiz formu

SIRALAMA TESTİ**Panelistin Adı:****Ürün:** Şalgam Suyu**Yaş:****Tarih:**

Örnekleri en çok beğendiğinizden en az beğendiğinize doğru sıralayınız.
Sıralamanızı belirlemede etkili olan başlıca faktörleri yorum kısmında belirtiniz.

Sıra		Örnek Kodu
1.	
2.	
3.	
4.	
Yorum:		

Şekil 3.5. Tercih (sıralama) testi formu

3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

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



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Şalgam Suyu Üretiminde Fermantasyonun Gidişi

Bu çalışmada şalgam suyu üretimi Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Biyoteknoloji laboratuvarında geleneksel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan denemede hamur fermantasyonu 3 gün, havuç fermantasyonu ise 7 gün sürmüştür.

4.1.1. Hamur Fermantasyonu (I. Fermantasyon)

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretiminde LAB'nin zenginleştirilmesi amacıyla üretimin ilk aşaması olan hamur fermantasyonu kullanılır (Erten ve ark, 2008; Ağırman, 2014). Çalışmada hamur fermantasyonu için kullanılacak olan hammaddeler; bulgur unu (%3), ekşitilmiş maya (%0.2) ve içilebilir nitelikte sudur. Yoğrulup hamur kıvamına getirilen hammaddelerden oluşan karışım 25°C sıcaklığındaki odada fermantasyona terk edilmiştir. 30 litrelik hacimli kaptaki 3 gün boyunca sürdürülen hamur fermantasyonunun her gününde hamurdan örnek alınarak pH ve toplam asitlik değişimi kaydedilmiştir.

4.1.1.1. Hamur Fermantasyonu Sırasında Fermantasyon Gidişi

Çizelge 4.1. Hamur fermantasyonu sırasında pH ve toplam asitlik (g/kg) gelişimi

	1.Gün	2.Gün	3.Gün
pH	5,56	4,88	4,32
Toplam Asitlik*	4,99	6,56	8,32

*: Laktik asit cinsinden

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi zamanla asitlik artmış, pH azalmıştır. Başlangıçta 4.99 g/kg olan toplam asitlik değerleri, üç günlük fermantasyondan sonra 8.32 g/kg bulunmuştur. Gerçekleştirilen pH analizleri sonucunda ise hamur örneklerinin başlangıç pH'sının 5.56 olduğu belirlenmiştir. Üç günlük

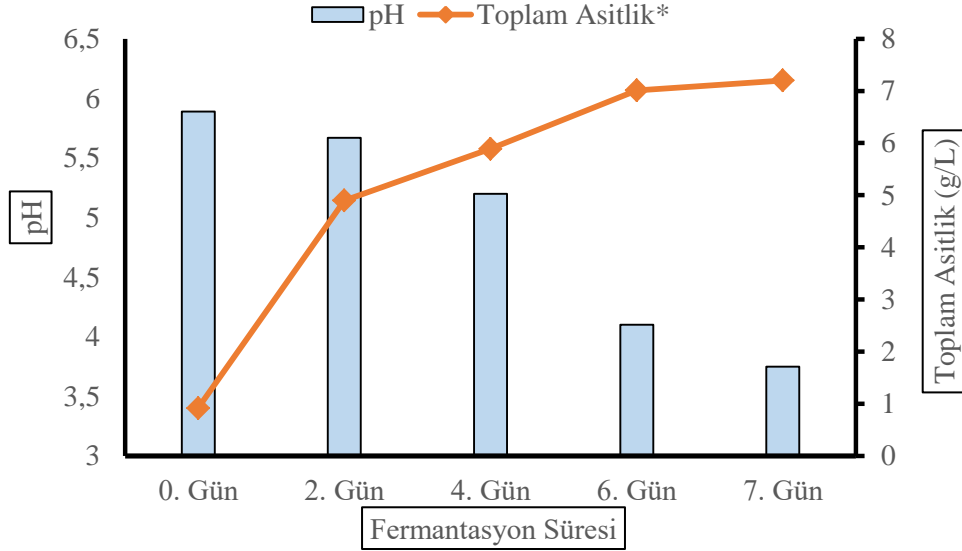
fermantasyon sonunda ise pH değerleri azalarak 4.32'ye düşmüştür. Toplam asitlik değerleri, fermentasyon başında Aydar (2003) ve Utuş (2008) tarafından bildirilen değerlerden (2.6 g/kg – 3.6 g/kg) yüksek fermentasyon sonunda ise Utuş (2008) tarafından bildirilen değerden (11.8 g/kg) düşük bulunmuştur. Güneş (2008) tarafından yapılan çalışmada toplam asitlik 11.9 g/kg, pH ise 4.22 olarak belirlenmiştir.

4.1.2. Havuç (Ana) Fermentasyonu (II. Fermentasyon)

Fermentasyon, sıcaklığı 25°C olan bir odada toplam asit ve pH değişimi izlenen şalgam suyu denemelerinin asit miktarı sabitleninceye kadar fermentasyon devam etmiştir. Toplam asitliğin 7.gün sonunda sabitlenmesi sebebi ile havuç fermentasyonu 7 günde tamamlanmış ve fermentasyon sonunda şalgam suları 2 farklı sıcaklıkta 6 ay depolanmak üzere 5'er litrelik plastik bidonlara (toplam 16 bidon) aktarılmıştır.

4.1.2.1. Havuç Fermentasyonu Sırasında Fermentasyon Gidişi

Fermentasyon gidişi alınan şalgam suyu örneklerinde laktik asit cinsinden toplam asit ve pH tayinleri yapılarak takip edilmiştir. Fermentasyonu 7 günde tamamlanan şalgam suyu denemelerinin fermentasyonu süresince pH gelişimi ve toplam asitlik gelişimi Şekil 4.1'de verilmiştir.



*Laktik asit cinsinden

Şekil 4.1. Havuç fermantasyonu süresince pH ve toplam asitlik değişimi

Havuç fermantasyonu başlangıcında pH değeri 5.89 iken, toplam asit miktarı, laktik asit cinsinden, 0.92 g/L olarak belirlenmiştir. Toplam asitlik fermantasyon başlangıcından itibaren artmış ve fermantasyon sonunda toplam asit değerleri 7.20 g/L olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri ise hızlı bir şekilde düşmüş ve fermantasyon sonunda 3.75 olarak belirlenmiştir.

Denemelerde fermantasyon sırasında ve sonunda belirlenen laktik asit cinsinden toplam asitlik miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

T.S.E.'ne göre şalgam suyunda toplam asitlik değeri laktik asit cinsinden en az 6 g/L, pH değerleri ise 3.3-3.8 arasında olmalıdır (TS, 2016). Denemelerde fermantasyon sonunda belirlenen toplam asitlik miktarı şalgam suyu standardına uygundur.

4.2. Şalgam Sularının Genel Bileşimi

Farklı miktarda tanen ilave edilerek üretilen şalgam sularının bileşimi Çizelge 4.2'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Şalgam sularının genel bileşimi

Analizler	Kontrol	300 mg/L Tanen	600 mg/L Tanen	900 mg/L Tanen	TS 11149
pH	3,52±0,005 ^c	3,56±0,027 ^b	3,54±0,015 ^{bc}	3,60±0,008 ^a	≤3.80
Toplam Asitlik* (g/L)	8,08±0,222 ^a	7,58±0,168 ^b	7,87±0,204 ^{ab}	7,09±0,230 ^c	≥6.00
Uçar Asit ** (g/L)	0,50±0,001 ^b	0,55±0,032 ^a	0,56±0,006 ^a	0,51±0,002 ^b	≤1.00
Kuru Madde (g/L)	29,03±1,168 ^a	28,47±0,321 ^{ab}	28,17±1,065 ^{ab}	28,05±1,347 ^b	≥28.00
Laktik Asit (g/L)	6,79±0,016 ^a	6,35±0,010 ^b	6,13±0,016 ^c	4,44±0,008 ^d	≥4.50
Asetik Asit (g/L)	0,52±0,010 ^a	0,45±0,008 ^b	0,52±0,015 ^a	0,46±0,154 ^b	-
Sitrik Asit (mg/L)	131,3±0,001 ^b	130,5±0,002 ^b	211,00±0,001 ^a	saptanamadı	-
Glikoz (mg/L)	807,00±0,008 ^a	808,90±0,003 ^a	839,00±0,001 ^a	898,70±0,001 ^a	-
Sakkaroz (mg/L)	1657,80±0,021 ^b	1759,35±0,001 ^{ab}	1774,20±0,002 ^{ab}	1939,90±0,016 ^a	-
Fruktoz (mg/L)	1313,00±0,010 ^a	1363,30±0,002 ^a	1371,40±0,024 ^a	1410,70±0,007 ^a	-
Gliserol (g/L)	5,03±0,009 ^c	5,25±0,019 ^b	5,47±0,030 ^a	3,73±0,010 ^d	-

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur,

*laktik asit cinsinden, **asetik asit cinsinden.

4.2.1. pH

Elde edilen verilere göre üretilen şalgam sularının pH değerleri 3.52 – 3.60 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). En düşük pH değerine kontrol grubunda rastlanırken en yüksek değer ise 900 mg/L tanen ilavesi gerçekleştirilen şalgam suyunda belirlenmiştir. Üretilen tüm şalgam sularının pH değerleri Şalgam Suyu Standardında (TS11149) bildirilen en yüksek 3.80 değerinin altındadır ve standarda uygundur. Örneklerde belirlenen pH değerleri Canbaş ve Deryaoğlu (1993), Yener (1997), Miişoğlu (2004), Utuş (2008), Güneş (2008) ve Tangüler (2010) ile benzerlik göstermektedir. pH değeri bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.2.2. Toplam Asitlik

Farklı miktarda tanen ilavesi ile gerçekleştirilen şalgam sularında toplam asitlik değerleri laktik asit cinsinden, kontrol denemesinde 8.08 g/L, 300 mg/L tanen kullanılarak üretilmiş denemede 7.58 g/L, 600 mg/L tanen kullanılarak üretilmiş denemede 7.87 g/L, 900 mg/L tanen kullanılarak üretilmiş denemede 7.09 g/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Toplam asitlik değerleri pH değerleri ile uyumlu bir şekilde bulunmuş ve en yüksek asitlik kontrol grubunda en düşük asitlik ise 900 mg/L tanen ilavesi gerçekleştirilen şalgam suyunda belirlenmiştir.

Şalgam Suyu Standardına göre asitlik değeri en az 6 g/L olmalıdır. Üretilen tüm şalgam sularının asitlik açısından standart değeri sağladığı görülmektedir. Örneklerde belirlenen laktik asit cinsinden toplam asit miktarı Canbaş ve Deryaoğlu (1993), Yener (1997), Miişoğlu (2004), Utuş (2008), Güneş (2008) ve Tangüler (2010) ile benzerlik göstermektedir. Toplam asitlik bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.2.3. Toplam Kuru Madde

Şalgam suyunda su ve diğer uçucu maddeler uçurulduktan sonra geriye kalan maddelerin toplamı kuru maddeyi oluşturur. Suda çözünen ve çözünmeyen kısımdan oluşur. Suda çözünen kısımlar şekerler, asitler ve tuzlardır. Suda çözünmeyen kısımlar ise selüloz, nişasta gibi polisakkaritlerdir (Canbaş, 1985; Deryaoğlu,1990).

Revize şalgam suyu standardında şalgam suyunda bulunması gereken kuru madde miktarının en az 28 g/L olması gerektiği belirtilmektedir (TS,2016). Tez kapsamında üretilen şalgam sularında kuru madde miktarları 28.05-29.03 g/L arasında bulunmuş (Çizelge 4.2) ve bulunan tüm değerlerin standartta belirlenen değeri sağladığı belirlenmiştir (TS, 2016). Öte yandan, kuru madde miktarı bakımından üretim yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu durumun kullanılan siyah havuç oranı ve siyah havuçta bulunan kuru madde oranı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Kullanılan siyah havuç miktarı arttırıldığında veya kuru madde içeriği daha yüksek siyah havuçlar şalgam suyu üretiminde hammadde olarak kullanıldığında üretilen şalgam sularının da kuru madde içeriği artmaktadır.

Şalgam suyu ile yapılan diğer çalışmalarda kuru madde miktarı 16.9-33.9 g/L arasında belirlenmiştir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Deryaoğlu, 1990; Özler, 1995; Yener, 1997; Miişoğlu, 2004; Nesanır, 2004; Deryaoğlu, 2005; Güneş, 2008; Utuş, 2008; Erten ve ark, 2008, Tangüler, 2010). Farklı miktarda tanen ilavesi ile üretilen şalgam sularında elde edilen kuru madde miktarları diğer araştırmacılar tarafından bildirilen değerler arasındadır.

4.2.4. Uçar Asit

Homo- ve heterofermantatif laktik asit bakterileri olmak üzere ikiye ayrılan LAB'nden heterofermantatif LAB'nin etkisi ile fermantasyon sonucunda asetik asit ve propiyonik asit gibi uçar asitler de meydana gelmektedir (Deryaoğlu, 1990). Bunlar içerisinde miktar olarak en fazla olan asetik asittir ve uçar asit analiz

sonuçları asetik asit cinsinden ifade edilir. Tez kapsamında üretilen kontrol grubu ve tanen ilaveli şalgam sularında uçar asit miktarları asetik asit cinsinden 0.50-0.56 g/L arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Varyans analizine göre uçar asit bakımından denemeler arası farklılık istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur.

Şalgam suyu standardında yapılan revizyon ile daha önce 1.2 g/L'ye kadar izin verilen uçar asit miktarı 1 g/L'ye düşürülmüştür. Bu nedenle tez kapsamında üretilen tüm şalgam suyu denemelerinde bulunan uçar asit miktarlarının TS 11149 nolu şalgam suyu standardında bildirilen değere uygun olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Şalgam Suyunun Organik Asit, Şeker ve Gliserol Bileşimi

Şalgam suyunun kendine özgü ekşi tadı fermantasyon sırasında laktik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu oluşan laktik asitten kaynaklanmaktadır (Deryaoğlu, 1990). Ayrıca şalgam suyu fermantasyonu sırasında heterofermantatif laktik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu başta asetik asit olmak üzere çeşitli uçar asitlerde düşük miktarda üretilmektedir (Tangüler, 2010). Farklı miktarlarda tanen ilave edilmiş ve tanen içermeyen (kontrol) şalgam sularının HPLC analizleri sonucu elde edilen organik asit (laktik, asetik ve sitrik asit), şeker (glukoz, fruktoz ve sakkaroz) ve gliserol bileşimi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Elde edilen verilere göre en düşük laktik asit miktarı 4.44 g/L ile 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda tespit edilirken, en yüksek laktik asit içeriği ise 6.79 g/L ile kontrol denemesinde belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu sonuçlara göre, çalışma kapsamında üretilen 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu hariç diğer tüm örneklerin laktik asit miktarları TS 11149 Şalgam Suyu Standardında belirtilen laktik asit (en az 4.5 g/L) değeri ile uyumludur. Şalgam suyunda laktik asitten sonra ikinci baskın organik asit olarak bilinen asetik asit miktarları ise çalışmada kullanılan tanen ilaveli ve ilavesiz örneklerde 0.45-0.52 g/L arasında değişmiştir ($p < 0.05$). En düşük asetik asit miktarına 300 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda rastlanırken, en yüksek değerler ise 600 mg/L tanen ilaveli ve kontrol grubu şalgam sularında

belirlenmiştir. Çalışma kapsamında miktarı belirlenen bir diğer asit olan sitrik asit 900 mg/L tanen ilaveli örnekte tespit edilemezken diğer örneklerde bu asitin miktarı 130.5-211.0 mg/L arasında değişmiştir. Şalgam sularının organik asit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.2).

Şalgam sularında son üründe belirlenen eser miktarda şeker miktarı fermantasyonun başarılı bir şekilde tamamlandığını ifade etmektedir. Ayrıca, tüketicilerin büyük bir çoğunluğu duyuşal açıdan şalgam sularının minimal seviyede şeker içeriğı ve yüksek asitlik seviyesine sahip olmasını tercih etmektedir (Ağırman ve ark, 2021). Elde edilen sonuçlara göre, sakkaroz şalgam sularında bulunan baskın şeker olarak belirlenmiştir. Tanen ilaveli ve ilavesiz şalgam sularının sakkaroz içerikleri 1657.80-1939.90 mg/L ($p<0.05$), fruktoz içerikleri 1313.00-1410.70 mg/L ($p>0.05$) ve glikoz içerikleri ise 807.00-898.00 mg/L ($p>0.05$) arasında tespit edilmiştir. İncelenen şalgam suları arasında her üç şeker türünde de en düşük miktar kontrol grubunda belirlenirken, yine üç şeker türünün en yüksek oranda bulunduğu deneme ise 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu denemesi olmuştur. Tanen ilavesi arttıkça şalgam suları bileşiminde bulunan şeker miktarının arttığı tespit edilmiş ve buna göre kontrol grubu, 300 mg/L, 600 mg/L ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam sularında toplam şeker miktarları sırasıyla 3.77 g/L, 3.93 g/L, 3.98 g/L ve 4.25 /L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Şalgam suyu örneklerinde gliserol miktarları 3.73 g/L ile 5.47 g/L arasında değişmiş olup en düşük ve en yüksek gliserol içeriğı sırasıyla 900 mg/L tanen ilaveli ve 600 mg/L tanen ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Şalgam sularının gliserol değerleri arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Ağırman ve ark, (2021) yaptıkları güncel çalışmada beş farklı mineral tuz kullanılarak şalgam suları üretilmiş ve üretilen şalgam sularının glikoz değerleri 69.11-123.96 mg/L, fruktoz miktarları 67.07-101.34 mg/L ve sakkaroz içerikleri ise 160.71-295.57 mg/L arasında değişmiştir.

Aynı alıőmada Şalgam sularının 7.43-8.26 g/L arasında laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Yakın zamanda yapılan bir başka çalışmada ise Tanguler ve ark (2020) geleneksel yöntem, doğrudan yöntem ve u farklı starter LAB kullanarak urettikleri Şalgam sularında sitrik asit tespit edemezken, bu Şalgam sularında asetik asit miktarlarını 0.56-0.82 g/L arasında, gliserol miktarlarını ise 18.0-63.97 mg/L arasında bildirmiştir.

4.3. Şalgam Sularının Renk ve Fenolik Bileşimi Uzerine Tanen İlavésinin ve Depolama Sıcaklığının Etkisi

4.3.1. Şalgam Sularının Renk Bileşimi (L^* , a^* , b^* , C ve h° değerleri)

Farklı miktarda tanen ilavesi ile uştilen Şalgam sularının iki farklı sıcaklıkta (4 °C ve 20 °C) altı ay boyunca depolanması öncesi, depolanmanın 1. ayı ve 6. ayın sonunda olmak uzerine renk değerleri (L^* , a^* , b^* , h° ve C) lulerek tanen ilavesi ve farklı sıcaklık uygulamalarının Şalgam suyunun renk kalitesi uzerine etkisi belirlenmek istenmiştir. Elde edilen sonuçlar izelge 4.3'te sunulmuőtur.

Çizelge 4.3. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının renk bileşimi üzerine etkisi

Süre	Denemeler	L*	a*	b*	C	h°
0. GÜN	300 mg/L Tanen	22,02±0,65	53,99±1,54	36,90±0,87	64,06±2,25	30,89±1,30
	600 mg/L Tanen	22,19±1,12	53,67±1,78	36,50±1,08	63,80±2,38	29,95±1,64
	900 mg/L Tanen	22,25±0,89	53,12±1,46	36,22±1,65	62,78±2,47	28,98±1,78
1. Ay	4°C - Kontrol	17,39±0,72 ^{aE}	56,44±1,99 ^{aA}	30,44±0,65 ^{bE}	64,12±2,06 ^{aBCD}	28,34±0,32 ^{bC}
	4°C - 300 mg/L Tanen	18,00±0,49 ^{aE}	53,01±0,57 ^{abBC}	33,63±0,82 ^{aCDE}	62,78±0,04 ^{aCD}	32,38±0,91 ^{aAB}
	4°C - 600 mg/L Tanen	18,47±0,63 ^{aDE}	53,16±1,49 ^{abABC}	30,64±0,88 ^{bE}	61,36±1,74 ^{aDE}	29,96±0,01 ^{bBC}
	4°C - 900 mg/L Tanen	17,45±0,19 ^{aE}	50,11±2,53 ^{bC}	31,75±0,70 ^{abDE}	59,33±2,51 ^{aE}	32,37±0,74 ^{aAB}
	20°C- Kontrol	21,52±0,69 ^{aA}	55,71±0,43 ^{abAB}	37,95±0,19 ^{aA}	67,40±0,47 ^{abAB}	34,26±0,07 ^{aA}
	20°C- 300 mg/L Tanen	21,04±0,02 ^{abAB}	54,55±0,67 ^{bAB}	36,91±2,67 ^{aABC}	65,89±0,93 ^{abABC}	34,07±2,26 ^{aA}
	20°C- 600 mg/L Tanen	19,99±0,13 ^{bcBC}	56,48±0,58 ^{aA}	37,33±0,98 ^{aAB}	67,71±0,05 ^{aA}	33,45±0,97 ^{aA}
	20°C- 900 mg/L Tanen	19,43±0,58 ^{cCD}	55,00±0,42 ^{abAB}	34,53±2,12 ^{aBCD}	64,95±0,76 ^{bABC}	32,11±1,78 ^{aAB}
6. Ay	4°C - Kontrol	17,47±0,06 ^{aAB}	47,13±0,38 ^{bAB}	30,04±0,09 ^{aAB}	55,88±0,26 ^{aAB}	32,51±0,29 ^{aA}
	4°C - 300 mg/L Tanen	16,37±0,12 ^{aABC}	48,40±0,40 ^{abAB}	28,17±0,14 ^{aABC}	56,00±0,41 ^{aAB}	30,19±0,08 ^{bAB}
	4°C - 600 mg/L Tanen	17,62±0,28 ^{aAB}	49,72±0,38 ^{aA}	30,30±0,59 ^{aAB}	58,22±0,64 ^{aA}	31,35±0,29 ^{abA}
	4°C - 900 mg/L Tanen	17,92±1,56 ^{aA}	49,78±1,69 ^{aA}	30,84±2,60 ^{aA}	58,56±2,81 ^{aA}	31,74±1,29 ^{abA}
	20°C- Kontrol	14,14±0,01 ^{abCD}	43,98±0,04 ^{ab}	23,78±0,60 ^{aC}	50,00±0,33 ^{ab}	28,39±0,58 ^{ab}
	20°C- 300 mg/L Tanen	17,26±0,05 ^{aAB}	47,87±0,95 ^{aAB}	28,49±1,42 ^{aABC}	55,71±1,54 ^{aAB}	30,75±0,75 ^{aAB}
	20°C- 600 mg/L Tanen	14,85±2,63 ^{abBC}	45,97±4,43 ^{aAB}	25,43±4,55 ^{aBC}	52,55±6,08 ^{aAB}	28,83±2,01 ^{ab}
	20°C- 900 mg/L Tanen	11,80±0,86 ^{bd}	49,54±1,35 ^{aA}	29,58±1,98 ^{aAB}	57,70±2,18 ^{aA}	30,82±1,00 ^{aAB}

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ifadeler aynı depolama sıcaklığında denemeler arası anlamlı farklılık bulunduğunu gösterirken, aynı sütunda farklı büyük harfler ile gösterilen ifadeler ise denemeler arasında farklı depolama sıcaklığında anlamlı fark bulunduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Şalgam suyunun kendine özgü rengi koyu kırmızı şeklindedir. L değerinin sıfıra yaklaşması koyuluğun arttığını ifade ederken, +a* değerinin artması ise ortamda bulunan kırmızı renk tonunun arttığını ifade etmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde şalgam sularının literatürde verilen değerlerle uyumlu şekilde düşük L* değerlerine yani koyu bir renge sahip olduğu anlaşılmaktadır. Depolama boyunca 20 °C sıcaklıkta depolanan kontrol grubu ve tanen ilaveli şalgam sularının tamamında L* değerinde düşüş gözlenmiştir. Altı aylık 20 °C depolama sonrası 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu örneklerinin en düşük L* değerine sahip olması depolamada en koyu renge sahip olduğunu gösterir. Diğer taraftan 4 °C'de altı aylık depolama sonunda kontrol grubu ve tanen ilaveli şalgam örneklerinin L* değerlerinde depolama başlangıcına göre belirgin bir değişiklik gözlemlenmiş, hafif artış ve azalışlar görülerek düzensiz bir değişim tespit edilmiştir.

Kırmızılığı ifade eden +a* değerleri incelendiğinde 4 °C sıcaklıkta 6 aylık depolama süresince tanen ilaveli ve ilavesiz şalgam sularının tamamında bir düşüş söz konusu olmuştur. Bu sıcaklıkta tanen ilaveli şalgam sularında depolama sürecinin 1. ayında 50.11-53.16 ($p<0.05$) arasında değişen a* değerleri 6. ayın sonunda 48.40-49.78 ($p<0.05$) seviyesine gerilemiştir. Kontrol grubunda ise kırmızılık değerindeki depolama başlangıcında 56.44 olan a* değeri, 6. ayın sonunda 47.13 seviyesine gerilemiştir. Diğer depolama sıcaklığı olan 20 °C'de depolama başlangıcında kontrol grubu ve tanen ilaveli şalgam sularının a* değerleri 54.55-56.48 ($p<0.05$) aralığında bulunmuş, 6. ay sonunda ise bu aralık 43.98-49.54 ($p>0.05$) seviyesine gelmiştir. Her iki depolama sürecinde şalgam sularının a* değerlerinin benzer bir gelişim göstererek azalması antosiyaninlerde zamanla parçalanma reaksiyonları meydana geldiğini ve dolayısıyla kırmızılık değerlerinde düşüş olduğunu gösterir. Ayrıca altı aylık depolama sürecinin tamamlanmasından sonra en yüksek a* değerinin her iki depolama sıcaklığında da en yüksek (900 mg/L) tanen ilaveli şalgam suyunda belirlenmesi, tanen ilavesinin şalgam suyunda ki antosiyaninlerle kopigmentasyona uğradığını ve bu bileşenlerin

stabilizasyonuna katkıda bulunduğunu göstermektedir. Depolama başlangıcı ve altı aylık süreç sonunda a^* değerleri incelendiğinde başlangıca göre en az kayıp belirlenen deneme 900 mg/L tanen ilave edilen şalgam denemesi olmuştur. Bu denemede 4 °C sıcaklıkta depolama başlangıcı ve sonunda a^* değerlerinin sırasıyla 50.11 ve 49.78 olması, 20 °C sıcaklıkta ise bu değerlerin sırasıyla 55 ve 49.54 olması diğer denemelerle kıyaslandığında dikkate değerdir. Tanen ilavesi yapılmayan kontrol grubu örneklerde 4 °C ve 20 °C sıcaklıkta a^* değerlerinde depolama sonunda depolama başlangıcına göre kayıp oranı sırasıyla %12.42 ve %21.05 olurken, bu değerler 900 mg/L tanen ilave edilen şalgam suyunda sırasıyla %0.66 ve %9.92 olarak belirlenmiştir. a^* değerlerinde depolama başlangıcı ve sonu arasında meydana gelen kayıp oranları 4 °C ve 20 °C sıcaklıklarda 300 mg/L tanen ilaveli grupta sırasıyla %8.69 ve %12.23 olurken, 600 mg/L tanen ilaveli grupta %6.46 ve 18.60 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yüksek sıcaklıkta depolama işleminin antosiyaninlerdeki kayıp oranını arttırdığı ve düşük sıcaklıkta depolamanın antosiyanin parçalanmasını en aza indirmek için gerekli olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Ayrıca ilave edilen tanen miktarının artırılması sonucu a^* değerinde meydana gelen kayıp oranının yani antosiyanin kayıp oranının da azaldığı yukarıdaki sonuçlardan net bir şekilde anlaşılmaktadır. Dolayısıyla tanen ilavesinin şalgam suyunun sahip olduğu kendine özgü koyu kırmızı rengi korumada yardımcı olabileceği anlaşılmaktadır.

Şalgam sularında b^* değeri arttıkça ortamda bulunan sarı rengin de arttığı anlaşılmaktadır. 4 °C sıcaklıkta depolanan şalgamlarda depolama başlangıcında b^* değerleri 30.44-33.63 ($p < 0.05$) arasında değişirken, altı ay sonunda önemsiz sayılabilecek değişiklik belirlenmiş ve b^* değerleri 28.17-30.84 ($p > 0.05$) arasında değişmiştir. Diğer depolama (20 °C) koşullarında ise depolama başlangıcında 34.53-37.95 ($p > 0.05$) arasında bulunan b^* değerleri, depolama tamamlandığında bir miktar azalma göstermiş ve 23.78-29.58 ($p > 0.05$) düzeyine düşerek sarı renk giderek azalmıştır. Bu verilere göre farklı iki sıcaklıkta depolanan, tanen ilaveli ve

ilavesiz şalgam sularının tamamında şalgam suyunun kendine özgü kırmızı renginin içinde bir miktar sarı renk bulunduğu ortaya çıkmaktadır.

Chroma değeri rengin doygunluğunu, saflığını belirtir. Diğer bir ifadeyle renk aydınlığının griden farkının ölçümü anlamına gelmektedir. Hue değeri ise kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor ana renkleri veya yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor, mor-mavi ve mavi-yeşil renk tonunu ifade eden parametredir. Hue değerinin birimi derece (°) olup 0° kırmızı rengi, 90° ise sarı rengi ifade etmektedir (Çelik ve Çakmakçı, 2020). Farklı tanen ilaveli şalgam sularının farklı sıcaklıklarda depolanması sonucu elde edilen C ve h° değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Depolamanın 6 ayı boyunca hem C hem de h° değerlerinde dalgalanmalar görülmüş, düzenli bir artış veya azalış belirlenmemiştir. C* değeri depolamanın başlangıcına göre karşılaştırıldığında, depolama sonunda düşüş göstermiş, ancak bu düşüş 20 °C’de depolanan şalgam sularında daha fazla olmuştur. Bu bağlamda, 4 °C’de depolanan örneklerde depolama başlangıcında 59.33-64.12 (p>0.05) arasında bulunan C değerleri, depolama sonunda 55.88-58.56 (p>0.05) seviyesine gerilerken, 20 °C’de depolanan örneklerde başlangıç ve son C değerleri sırasıyla 64.95-67.71 (p<0.05) ve 50.00-57.70 (p>0.05) arasında değişmiştir. C* değerinin artması rengin doygunluğunun arttığına işaret eder. Örneğin, pembe renkten kırmızıya doğru gidiş, yani kırmızı rengin doygunluk ve saflığının artması C* değerinin artmasına bir örnektir. Verilen bu örnekten ve elde edilen verilerden anlaşılacağı gibi şalgam sularının kırmızı rengindeki doygunluk depolama süresi sonunda azalmıştır. Ancak kırmızı renk saflık ve doygunluğunda meydana gelen kayıplar 20 °C’de depolanan şalgam sularında daha fazla olmuştur. Bu sonuç, daha önce yapılmış çalışmalarda (Cemeroğlu ve ark, 1994; Aşkın 2019) belirtilen düşük sıcaklıklarda depolama işleminin antosiyaninleri koruduğu sonucunu desteklemektedir. Hem 4 °C hem de 20 °C depolamada 6 ay sonunda en yüksek C* değerinin 900 mg/L tanen ilaveli denemede belirlenmesi, tanen ilavesi arttıkça uzun süreli depolama sırasında meydana gelen renk kayıplarının daha az olacağını ifade etmektedir. 4 °C sıcaklıkta depolama sırasında 600 mg/L tanen ilaveli örnekte

C* değeri (58.22) 6 ay sonunda 900 mg/L tanen ilaveli örneğin C* değeri (58.56) ile hemen hemen aynı çıkararak renk doygunluğunu korumada başarılı bulunmuştur. Tanen ilave edilmeyen şalgam suyunun sahip olduğu C* değeri ise depolama sonunda her iki depolama sıcaklığında da en düşük olarak tespit edilmiştir. Bu durum renk stabilitesi üzerine tanen ilavesinin olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir.

h° açısı değeri 0'a yaklaştıkça ortamda baskın olarak bulunan kırmızı renk tonunun arttığı, kırmızı renk algılanabilirliğinin arttığı anlaşılmaktadır. Bu değerlerin 90°'ye yaklaşması ise sarı rengin artmasına işaret etmektedir. Diğer taraftan, h° değerinin 0'dan uzaklaşması da kırmızı rengin yerine ortamda h° açısının alacağı değere bağlı olarak sarı, mavi veya yeşil renklerin miktarının arttığını ifade etmektedir. Depolama başlangıcı ve sonunda şalgam sularının h° değerlerinde büyük bir değişim görülmemiştir. 4 °C sıcaklıkta depolama başlangıcında örneklerin h° değerleri 28.34-32.38 ($p < 0.05$) aralığında iken altı ay sonunda 30.19-32.51 ($p < 0.05$) aralığında bulunmuştur. 20 °C depolama sıcaklığında ise depolama başlangıcı ve sonunda h° değerleri sırasıyla 32.11-34.26 ($p > 0.05$) ve 28.39-30.82 ($p > 0.05$) aralığında değişmiştir. 20 °C depolama sonunda şalgam sularının h° değerleri başlangıca göre tüm denemelerde düşüş göstermiştir. Elde edilen verilere göre, şalgam sularının farklı sıcaklıklardaki depolama başlangıcı ve sonundaki h° değerleri ortamda bulunan baskın renk tonunun kırmızı olduğunu ancak bir miktar sarı renk bulunduğunda göstermektedir.

Literatüre şalgam suyu üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş ve şalgam sularında L* değeri 18.75-20.94, a* değeri 50.38-53.15, b* değeri 32.06-37.70, C* değeri 57.17-66.60 ve h° değeri ise 14.73.-35.49 arasında değişmiştir (Tanguler ve ark, 2014; Agirman ve ark, 2021; Cirak ve ark, 2021).

4.3.2. Şalgam Sularının Toplam Fenolik Bileşik Miktarları

Fenolik bileşikler fenolik asitler, flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler olarak sınıflandırılmakta ve şalgam suyu özellikle antosiyaninler açısından zengin

bir içecek olarak bilinmektedir (Ribereau-Gayon ve ark, 2006). Yine fenolik bileşen sınıfında bulunan tanenler bu çalışmada Şalgam sularına fermantasyon başlangıcında ilave edilerek Şalgam suyu etimi gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle gerek Şalgam suyunda doğal olarak bulunan ve siyah havuçtan kaynaklanan fenolik bileŐenlerden dolayı, gerekse sonradan ilave edilen tanenlerden dolayı depolama öncesi, depolamanın 1. ve 6. ayında toplam fenolik madde tayini gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Şalgam suyuna tanen ilavesinin 4  C ve 20  C’de 6 aylık depolama sonrası toplam fenolik bileşik içeriğinin kopigmentasyon üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen veriler izelge 4.4’de verilmiştir.

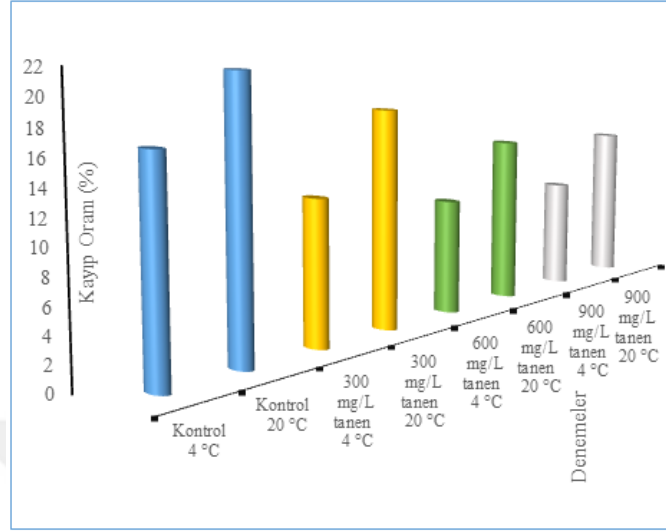
Çizelge 4.4. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının toplam fenolik madde (mg/L) içeriği üzerine etkisi.

Denemeler	Depolama Başlangıcı (Fermantasyon Sonu)	1. Ay	6. Ay
4 °C			
Kontrol	432,35±5,65 ^{cC}	410,04±2,82 ^{dG}	360,47±2,82 ^{dE}
300 mg/L tanen	435,02±7,07 ^{cC}	430,82±1,41 ^{cE}	385,53±4,24 ^{cD}
600 mg/L tanen	507,02±9,89 ^{bB}	500,58±4,24 ^{bC}	460,66±8,48 ^{bB}
900 mg/L tanen	536,78±8,48 ^{aA}	530,02±5,65 ^{aA}	490,44±1,41 ^{aA}
20 °C			
Kontrol	432,35±5,65 ^{cC}	390,55±4,24 ^{dH}	340,31±4,24 ^{cF}
300 mg/L tanen	435,02±7,07 ^{cC}	420,84±1,41 ^{cF}	360,09±11,31 ^{cE}
600 mg/L tanen	507,02±9,89 ^{bB}	460,90±2,82 ^{bD}	440,23±8,48 ^{bC}
900 mg/L tanen	536,78±8,48 ^{aA}	510,39±7,07 ^{aB}	470,68±4,24 ^{aB}

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ifadeler aynı depolama sıcaklığında denemeler arası anlamlı farklılık bulunduğunu gösterirken, aynı sütunda farklı büyük harfler ile gösterilen ifadeler ise denemeler arasında farklı depolama sıcaklığında anlamlı fark bulunduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Fermantasyon sonrası depolamadan önce ve altı aylık depolama (20 °C) süreci sonunda en düşük toplam fenol miktarı gallik asit cinsinden sırasıyla 432.35 mg/L ve 340.31 mg/L olarak kontrol grubunda belirlenirken, aynı süre içerisinde en yüksek değerler 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda sırasıyla 536.78 mg/L ve 470.68 mg/L olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon sonrası ve 20 °C'de gerçekleştirilen depolama sonunda en yüksek toplam fenol miktarı belirlenen 900 mg/L tanen ilaveli denemeyi sırasıyla 600 mg/L ve 300 mg/L tanen ilaveli denemeler takip etmiştir. Benzer sıralama 4 °C'de yapılan analizlerde de belirlenmiş ve yüksekten düşüğe doğru toplam fenol içeriği sırasıyla 900 mg/L tanen, 600 mg/L tanen, 300 mg/L tanen ilavesi yapılan ve tanen ilave edilmeyen (kontrol) şalgam sularında belirlenmiştir. Fermantasyon sonrası kontrol grubunda gallik asit cinsinden 432.35 mg/L olarak belirlenen toplam fenol miktarı 4 °C'de 6 aylık depolama sonrası 360.47 mg/L düzeyine gerilerken, bu değerler 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda sırasıyla 536.78 mg/L ve 490.44 mg/L olarak belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre toplam fenolik madde miktarı depolamada kullanılan sıcaklık derecesi ile doğrudan ilişkili bulunmuştur. Başlangıç miktarına göre toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen kayıp kontrol grubu ve tanen ilaveli tüm denemelerde 20 °C'de depolama sırasında 4 °C sıcaklıktaki depolamaya göre daha yüksek olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2). Depolama sıcaklığının artması ile beraber toplam fenolik madde içeriğindeki değişim belirginleşmeye başlamıştır.



Şekil 4.2. Altı aylık depolama sonunda başlangıca göre şalgam sularının toplam fenolik içeriğinde azalma

Farklı miktarda tanen ilavesi yapılarak üretilen şalgam sularının tamamında depolama sırasında toplam fenolik içeriğinde meydana gelen azalma her iki depolama sıcaklığında da kontrol grubuna kıyasla daha düşük olmuştur (Şekil 4.2). Kontrol grubunda depolama başlangıcındaki miktar dikkate alındığında altı aylık depolama sonunda kayıp oranı 4 °C sıcaklıkta depolama sırasında %16.62 olurken, bu değer 20 °C sıcaklıkta %21.28'e yükselmiştir. Depolamada kullanılan farklı sıcaklıkların her ikisinde de depolama başlangıcına göre şalgam sularının toplam fenolik içeriğinde en az kayıp 900 mg/L tanen ilaveli denemede belirlenmiştir. Bu denemede 4 °C ve 20 °C'de 6 aylık depolama sonrası kayıp oranları sırasıyla %8.63 ve %12.31 olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarında altı aylık depolama sonrası belirlenen en düşük ikinci kayıp oranı ise 600 mg/L tanen ilaveli denemede 4 °C ve 20 °C için sırasıyla %9.14 ve %13.17 olarak tespit edilmiştir. Tanen ilaveli şalgam sularında depolama boyunca en fazla kayıp miktarı en az tanen ilavesi yapılan (300 mg/L) şalgam sularında 4 °C ve 20 °C'de 6 aylık depolama sonrası sırasıyla %11.37 ve %17.22 olarak belirlenmiştir.

Şalgam suyuna ilave edilen tanen miktarı arttıkça hem 4 °C hem de 20 °C sıcaklıkta depolama boyunca toplam fenolik madde içeriğindeki azalmanın yavaşladığı elde edilen verilerden açıkça anlaşılmaktadır. En yüksek fenolik madde kayıplarının tanen ilave edilmeyen kontrol grubu şalgam suyunda belirlenmesi de bu çıkarımı destekler niteliktedir. Bu etki ilave edilen tanenlerin kopigment olarak davranma yeteneği ile açıklanmaktadır. Depolamanın tüm aylarında farklı depolama sıcaklıklarının şalgam sularının toplam fenolik madde içeriğine etkisi istatistiksel olarak %95 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$, Çizelge 4.4).

Ayrıca depolama sıcaklığının artırılması ile fenolik madde içeriğinde meydana gelen kayıpların oranı artmıştır. Bunun en önemli sebebi ise sıcaklık artışı ile beraber fenolik bileşiklerde özellikle antosiyaninlerde oksidasyon reaksiyonlarının hızının artması ve oksidatif parçalanmanın meydana gelmesidir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde sıcaklık artışının fenoller üzerine olumsuz etkilerini bildiren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Aşkın (2019) tarafından üretilen hardaliye örnekleri 4 °C ve 20 °C’de 60 gün boyunca depolanarak çeşitli özellikleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre hardaliye örneklerinin polifenol içeriğinde 4 °C ve 20 °C için sırasıyla %21 ve %24 kayıp meydana gelmiştir. Ayrıca depolama sıcaklığının artması ile ilişkili olarak antosiyaninlerin parçalanma hızının arttığı ve antosiyaninlerin parçalanma sürelerine ilişkin yarılanma sürelerinin 4 °C ve 20 °C’de depolama sıcaklıklarında sırasıyla 22.5 ve 10.4 gün olarak belirlenmiştir. Aşkın (2019) hardaliye örneklerinin toplam polifenol içeriklerinin düşük sıcaklıklarda depolamadan önemli miktarda etkilenmediğini bildirmiştir. Cemeroğlu ve ark. (1994) tarafından proses sıcaklığındaki her 10 °C’lik artışın, antosiyaninlerin parçalanma hızını genel olarak 2 kat arttırdığı ifade edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen toplam fenol sonuçları literatürde şalgam suyunda fermantasyon sonunda bildirilen değerlere benzerlik göstermiştir. Tanguler ve ark. (2021) geleneksel yöntem kullanarak ürettikleri şalgam sularının

gallik asit cinsinden toplam fenol içeriğini 259.77 – 382.10 mg/L arasında bildirmiştir. Ekinci ve ark. (2016) şalgam suyunda toplam fenol içeriğini gallik asit eşdeğeri cinsinden 517 mg/L olarak bildirirken, Agirman ve ark. (2021) tarafından üretilen beş farklı şalgam suyunun toplam fenol miktarının 627 – 748.5 mg/L arasında değiştiği bildirilmiştir.

4.4.2. Toplam Monomerik Antosiyanin

Bu çalışmanın öncül hedefi şalgam suyunun kendine özgü renginin depolama sırasında kaybolmasının engellenmesi yolu ile bu içecekte renk stabilizasyonunun sağlanmasıdır. Bu nedenle şalgam suyu üretiminde tanen kullanılmış ve bu polifenolik bileşiğin şalgam sularının kendine özgü koyu kırmızı renginden sorumlu olan antosiyanin bileşenleri ile kompleks oluşturma yeteneği ve bu durumun depolama sırasında ürünün renk stabilizasyonuna etkisi incelenmiştir.

Elde edilen verilere göre, tanen ilaveli şalgam sularında fermantasyon tamamlandıktan sonra belirlenen toplam monomerik antosiyanin miktarının ilave edilen tanen miktarı ile doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Bu bağlamda, 300 mg/L, 600 mg/L ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam sularında toplam monomerik antosiyanin miktarları siyanidin 3-glikozid cinsinden sırasıyla 144.96 mg/L, 161.10 mg/L ve 168.74 mg/L olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). En düşük toplam monomerik antosiyanin miktarı ise tanen ilavesiz (kontrol) şalgam suyunda 135.39 mg/L olarak belirlenmiştir. Bu bulgulara göre şalgam suyuna ilave edilen tanen bileşikleri antosiyanin bileşikleri ile kompleks oluşturarak kopigment görevini üstlenmiş ve bunun sonucunda antosiyanin stabilitesi artarak daha yoğun renge sahip şalgam suları elde edilmiştir. Tanen ilavesi ile antosiyaninler stabil hale getirildiğinden fermantasyon sırasında antosiyaninlerin parçalanma reaksiyonlarında azalma görülmüştür. En düşük ve en yüksek monomerik antosiyanin içeriğinin sırasıyla kontrol grubu şalgam sularında ve en fazla tanen

(900 mg/L) ilave edilen şalgam sularında belirlenmesi bu hipotezi desteklemektedir.

Depolama sonunda TMA seviyesinin depolama başlangıcına göre tüm denemelerde düştüğü belirlenmiştir. Ancak, iki farklı depolama sıcaklığı arasında bir karşılaştırma yapıldığında toplam fenolik madde sonuçlarında olduğu gibi yüksek sıcaklıkta (20 °C) gerçekleştirilen depolama sonucunda monomerik antosiyanin miktarında depolama sırasında meydana gelen kayıpların daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Şalgam sularına ilave edilen tanen miktarı arttıkça şalgam suyu içeriğinde belirlenen TMA seviyesinin de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon sonu ve her iki depolama sıcaklığında depolama sonunda en yüksekten düşüğe TMA değerleri sırasıyla 900 mg/L, 600 mg/L ve 300 mg/L tanen ilaveli denemelerde belirlenmiştir. Analiz yapılan tüm zamanlarda en düşük TMA içeriği ise tanen ilavesiz grubu şalgam suyunda belirlenmiştir.

4.4.3. Antosiyaninlerin Parçalanma Ölçütleri

Farklı miktarlarda tanen ilave (300 mg/L, 600 mg/L ve 900 mg/L) edilerek üretilen şalgam sularının PR, RY, PRO değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre şalgam sularının PR değerleri 1.48-1.70 arasında değişmiştir ($p>0.05$). En yüksek PR değeri 300 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunda belirlenirken, en düşük değer ise tanen ilave edilmeyen (kontrol) şalgam suyunda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre şalgam suyuna ilave edilen tanenlerin kopigment görevi gördüğü ve antosiyaninlerle tanen-antosiyanin polimeri oluşturdukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle tanen ilavesi ile şalgam sularının polimerik renk değerine pozitif yönde katkı sağladığı ve şalgam sularının renk özelliğini iyileştirdiği söylenebilir.

Elde edilen verilere göre üretilen şalgam sularında RY değerleri 4.85-5.51 arasında değişmiştir ($p>0.05$). PR değerinde olduğu gibi en düşük RY değeri yine tanen ilave edilmeyen kontrol grubu şalgam sularında belirlenmiştir. RY değerinin

yüksek olması ürünün renk kaybına uğramadığını, sahip olduğu renk pigmentlerinin korunduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla tanen ilave edilmeyen şalgam suyunda renk yoğunluğunda tanen ilaveli şalgam sularına göre kayıp gerçekleştiği Çizelge 4.5’de verilen sonuçlardan anlaşılmaktadır. En yüksek RY değeri ise 600 mg/L tanen ilave edilmiş şalgam suyunda belirlenirken bunu 300 mg/L ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suları takip etmiştir.

Dolayısıyla özellikle 600 mg/L tanen ilavesinin tanen-antosiyanın kompleksi oluşturarak antosiyanın yoğun renginin kaybolmasını engellediği ve renk stabilizasyonunu sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca monomerik antosiyaninlere kopigmentlerin bağlanması ile oluşan polimerik yapının, monomerik antosiyanın bulunduğu ilk durumdan (kontrol denemesi) daha fazla (Çizelge 4.5) renk yoğunluğu değeri göstermesi kopigmentasyon etkisini doğrulamaktadır (Versari ve ark, 2013).

PRO değerinin taze meyve sularında %10’un altında olması gerekirken, bu değer artması antosiyanın (polimerik antosiyanın-tanen kompleksleri) stabil yapıdan çıkarak parçalandığını ve esmer renkli melanoidin pigmentlerinin oluştuğunu gösterirken, ayrıca doğal renkten uzaklaşıldığını da ifade etmektedir (Ağçam, 2017; Ünal 2019). Bu çalışma kapsamında üretilen şalgam sularının % PRO değerleri 28.13-33.39 arasında değişmiştir ($p>0.05$). En düşük PRO (%) değeri 600 mg/L tanen ilave edilmiş şalgam suyunda belirlenirken, bu oranda ilave edilen tanen çalışmada kullanılan diğer oranlara ve kontrol grubuna kıyasla şalgam suyunda bulunan antosiyanın polimer oluşturarak bu antosiyanın parçalanmasını daha yüksek oranda engellemiş ve doğal rengin korunmasına yardımcı olarak ön plana çıkmıştır. Tanen ilave edilmeyen şalgam suyunda PRO değeri %30.52 olarak tespit edilirken, 300 mg/L tanen ilavesi ile üretilen şalgam suyunda PRO değeri (% 33.39) kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla, doğal renge en yakın şalgam suyu sırasıyla 600 mg/L ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam sularında belirlenirken, melanoidin oluşan ve doğal renginden

en fazla uzaklaŐan Şalgam suları sırasıyla kontrol grubu ve 300 mg/L tanen ilaveli Şalgam suyu olmuştur.

Polimerik renk oranı işlem uygulanan veya depolanan meyve-sebze sularında artarak %30'un üzerine çıkabilmektedir. Bu değerin belirtilen seviyelere çıkması istenmeyen bir durumdur. Yüksek PRO değeri ürünün uygun olmayan koşullarda depolandığına uygulandığına işaret etmektedir (Cemeroğlu, 2013).



Çizelge 4.5. Farklı miktarlarda tanen ilavesinin ve depolamanın şalgam sularının Antosiyanin ve tanen bileşimi üzerine etkisi.

Depolama başlangıcı (Fermantasyon sonu)					
Analizler	Kontrol	300 mg/L Tanen	600 mg/L Tanen	900 mg/L Tanen	TS 11149
TMA (mg/L)***	135,39±4,489 ^b	144,96±6,319 ^{ab}	161,10±4,406 ^{ab}	168,74±5,367 ^a	-
PR	1,48±0,516 ^{bc}	1,70±0,049 ^a	1,55±0,157 ^b	1,51±0,113 ^b	-
PRO (%)	30,52±1,020 ^b	33,39±0,359 ^a	28,13±0,829 ^c	29,72±0,449 ^b	-
RY	4,85±0,505 ^c	5,09±0,394 ^b	5,51±0,665 ^a	5,08±0,797 ^b	-
Depolama Sonu (4 °C)					
TMA (mg/L)***	97,36±2,425 ^d	126,25±3,124 ^c	138,47±3,587 ^b	155,62±4,122 ^a	-
PR	1,17±0,212 ^c	1,57±0,012 ^a	1,45±0,114 ^b	1,45±0,09 ^b	-
PRO (%)	32,37±1,002 ^a	27,01±1,256 ^b	23,07±1,457 ^c	23,67±1,365 ^c	-
RY	5,17±0,178 ^c	6,65±0,145 ^b	6,93±0,236 ^a	6,55±0,258 ^b	-
Depolama Sonu (20 °C)					
TMA (mg/L)***	79,58±1,233 ^d	113,85±2,145 ^c	124,62±3,165 ^b	150,47±3,786 ^a	-
PR	1,07±0,024 ^d	1,53±0,032 ^a	1,42±0,078 ^b	1,30±0,065 ^c	-
PRO (%)	39,07±1,698 ^a	30,09±1,785 ^b	25,64±1,002 ^c	26,37±1,256 ^c	-
RY	5,07±0,102 ^d	5,97±0,105 ^c	6,39±0,147 ^a	6,31±0,569 ^b	-
Tanen**** (g/L)	0,22±0,005 ^a	0,28±0,057 ^a	0,40±0,203 ^a	0,54±0,251 ^a	-

Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

siyanidin-3-glikozid cinsinden, TMA: Toplam monomerik antosiyanin, PR: Polimerik renk, PRO: Polimerik renk oranı, RY: Renk yoğunluğu. *Tanen analizi yalnızca fermantasyon sonunda yapılmıştır.

PRO değerinin taze meyve sularında %10'un altında olması gerekirken, bu değer artması antosiyaninlerin (polimerik antosiyanin-tanen kompleksleri) stabil yapıdan çıkarak parçalandığını ve esmer renkli melanoidin pigmentlerinin oluştuğunu gösterirken, ayrıca doğal renkten uzaklaştığını da ifade etmektedir (Ağçam, 2017; Ünal, 2019).

Polimerik renk oranı işlem uygulanan veya depolanan meyve-sebze sularında artarak %30'un üzerine çıkabilmektedir. Bu değer belirtilen seviyelere çıkması istenmeyen bir durumdur. Yüksek PRO değeri ürünün uygun olmayan koşullarda depolandığına ve aşırı işlem koşullarına işaret etmektedir (Cemeroğlu, 2013).

4.4.4. Tanen

Fenolik bileşen sınıfına giren tanenler, bitkilerde ve bitki orijinli gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Tanenler meyvelerde, baklagil ve tahıl tohumlarında ve çeşitli içeceklerde (çay, şarap, kakao ve elma şarabı) bulunabilmektedir (Santos-Buelga ve Scalbert, 2000). Ticari tanenler tek veya karışık botanik türden (üzüm, quebracho, meşe, söğüt, kestane vb.) ekstrakte edilebilen 500-3000 Da büyüklüğünde moleküler ağırlığa sahip olan ve hidrolize olabilen ve hidrolize olamayan (kondanse ve proantosiyadinler) tanenler olarak sınıflandırılan polifenol bileşikleridir (Versari ve ark, 2013; Sieniawska ve Baj, 2017). Tanenler, proteinlere karşı olan yüksek afinitesinden dolayı protein çöktürmede sıklıkla kullanılırken aynı zamanda bazı içeceklerde (özellikle şarapta) durultma amacı ile proses yardımcı maddesi olarak kullanılmaktadır. Tanenlerin önemli kopigment bileşiklerden biri olarak renk stabilizasyonu (Aydın ve Üstün, 2007; Álvarez ve ark, 2009) sağlamada kullanılmalarının dışında, şaraplara buruk tat verdikleri (İnce, 2017), antioksidant özelliğe sahip oldukları (Gombau ve ark, 2019), bitkileri patojenlere karşı kordukları (Santos-Buelga ve Scalbert, 2000) antiseptik özelliğe ve spesifik bir aromaya sahip oldukları (Ribereau-Gayon ve ark, 2006) bildirilmiştir.

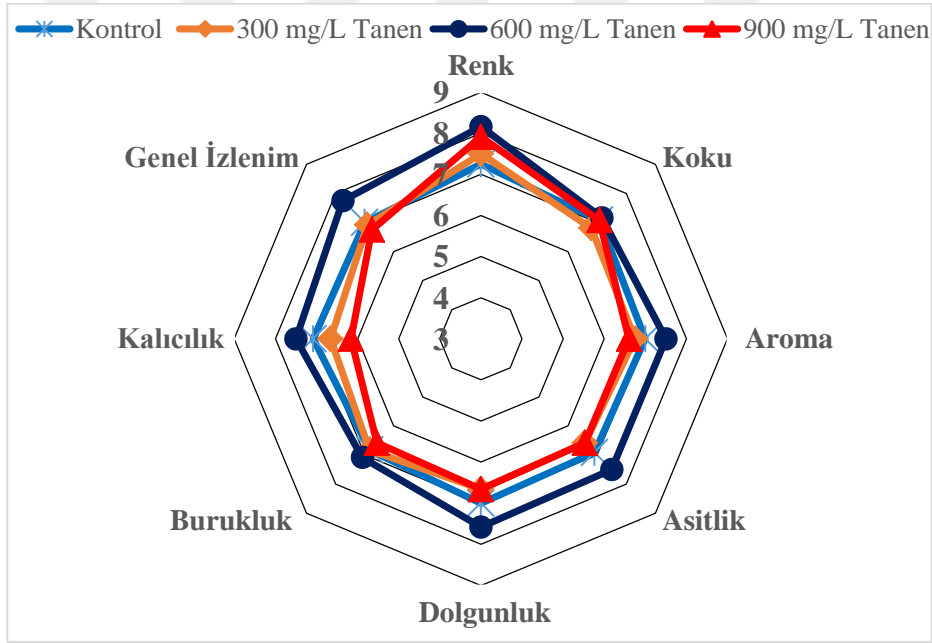
Üretilen şalgam sularında tanen miktarı spektrofotometrik (A_{550}) yöntemle belirlenmiş ve tanen ilavesiz (kontrol), 300 mg/L, 600 mg/L ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam sularında tanen miktarları sırasıyla 0.22 g/L, 0.28 g/L, 0.40 g/L ve 0.54 g/L olarak tespit edilmiştir ($p>0.05$, Çizelge 4.5). Elde edilen bulgular başlangıçta ilave edilen tanen miktarı ile tutarlı olup, fermantasyon başlangıcında ilave edilen tanen miktarı arttıkça fermantasyon sonrasında üründe belirlenen tanen miktarı da artış göstermiştir. Ancak analiz sonucunda bulunan tanen miktarları denemelere başlangıçta ilave edilen tanen miktarından bir miktar düşük çıkmıştır. Hidrolize olabilen tanenler kalorimetrik metotta uygulanan seyreltik asit ile tamamen karbonhidrat ve fenolik asite parçalanırken, kondanse tanenlerin hidrolizle parçalanmaya dayanıklı olmalarından dolayı bu tanenlerin bir kısmı çözülememektedir (Aydın ve Üstün, 2007). Dolayısıyla bu hidroliz edilemeyen kısımdan dolayı tanen miktarının başlangıçta ilave edilen miktara göre düşük çıktığı düşünülmektedir.

4.5. Şalgam Suyunun Duyusal Özellikleri

Geleneksel fermantasyon kullanılarak üretilen kontrol grubu ve tanen ilaveli şalgam suları depolamanın 1. Ayının sonunda renk, koku, aroma, asitlik, dolgunluk, burukluk, kalıcılık ve genel izlenim özellikleri açısından 11 panelist tarafından değerlendirilmiştir (Şekil 4.3). Ayrıca, tercih testi uygulanmış ve panelistlerin tez kapsamında incelenen şalgam sularını en çok beğenilenden en az beğenilene doğru sıralamaları istenmiştir (Şekil 4.4).

Duyusal analiz ve tercih testi sonuçlarına göre en fazla beğenilen örnek 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu olmuş ve net bir şekilde kontrol grubu ile diğer tanen ilaveli şalgam sularından ayrılarak duyusal açıdan ön plana çıkmıştır. Duyusal analizde değerlendirilen tüm özellikler (renk, koku, aroma, asitlik, dolgunluk, burukluk, kalıcılık ve genel izlenim) bakımından en yüksek puanı 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu almıştır. Yapılan çalışmanın odak noktasını oluşturan; tanen ilavesi ile şalgam suyunun renk stabilitesinin sağlanması kapsamında renk değerleri incelendiğinde tanen ilavesinin şalgam suyunun rengine olumlu katkı yaptığı saptanmıştır. Panelistler tarafından şalgam sularının renk

özelliği değerlendirildiğinde, tanen ilavesi yapılmayan kontrol grubu şalgam en düşük puanı alırken, 600 mg/L tanen ilaveli şalgam en yüksek seviyede beğenilmiş ve bunu 900 mg/L ile 300 mg/L tanen ilaveli şalgam suları takip etmiştir (Şekil 4.3). Renk dışındaki özellikler incelendiğinde kontrol grubu şalgam suyunun genellikle 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyundan sonra en fazla beğenilen örnek olduğu dikkat çekmektedir. Aroma, asitlik, dolgunluk, kalıcılık ve genel izlenim özellikleri açısından kontrol grubu şalgam suyu en fazla beğenilen ikinci örnek olurken, koku kriterinde 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu ile burukluk özelliğinde ise 300 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu ile eşit puanı alarak koku ve burukluk açısından bu örneklerle birlikte en fazla beğenilen ikinci örnek olmuştur.

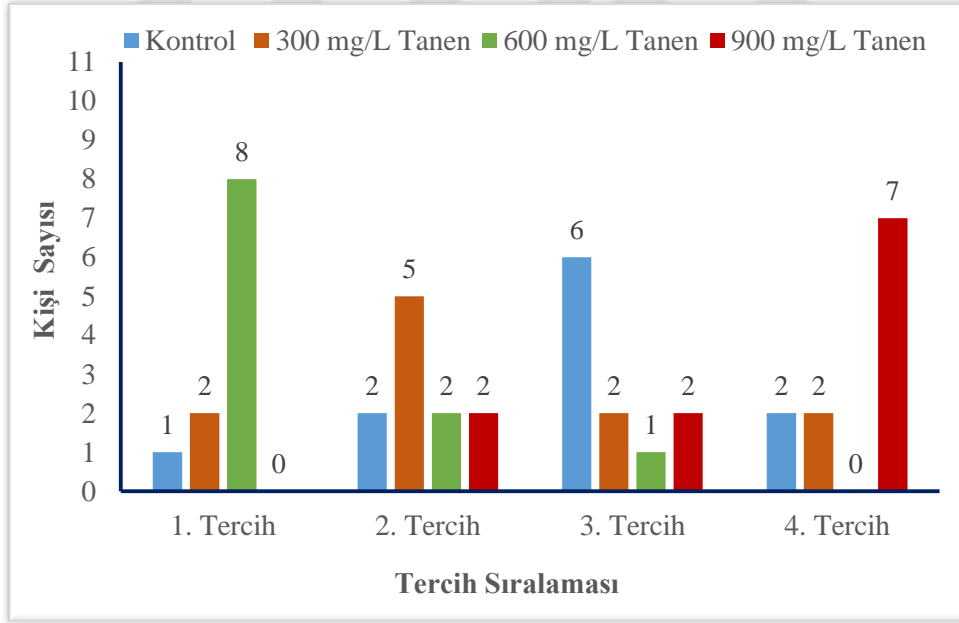


Şekil 4.3. Duyusal analiz sonuçlarının örümcek diyagramı şeklinde gösterimi

600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu toplam 11 panelistin 8'i tarafından ilk sıraya yazılarak en fazla beğenilen örnek olmuştur (Şekil 4.4). Ayrıca bu örnek iki panelist tarafından ikinci sıraya ve bir panelist tarafından üçüncü sıraya yazılmış, hiçbir panelist tarafından son sıraya yazılmamıştır. Diğer taraftan, 900 mg/L tanen

ilaveli şalgam suyu ise 7 panelist tarafından son sıraya, 2'şer panelist tarafından ise üçüncü ve ikinci sıraya yazılarak açık bir şekilde en az beğenilen örnek olmuştur. Bu örnek hiçbir panelist tarafından ilk sırada tercih edilmemiştir (Şekil 4.4). Kontrol grubu şalgam suyu sırasıyla 1, 2, 6 ve 2 panelist tarafından birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sıraya yazılmıştır. Ancak, 300 mg/L tanen ilaveli şalgam suyu 2 panelist tarafından ilk sıraya ve 5 panelist tarafından ikinci sıraya yazılarak 600 mg/L tanen ilaveli örnekten sonra en fazla tercih edilen ikinci örnek olmuş ve kontrol grubuna göre daha fazla beğenilmiştir.

Duyusal analiz ve tercih testi verileri değerlendirildiğinde 600 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunun en beğenilen örnek olduğu ve 900 mg/L tanen ilaveli şalgam suyunun ise en az beğenilen örnek olduğu belirlenmiştir. Bunların dışında, 300 mg/L tanen ilaveli ve tanen ilavesiz şalgam sularının sırasıyla en fazla beğenilen ikinci ve üçüncü örnekler oldukları anlaşılmaktadır.



Şekil 4.4. Tercih testi sonuçlarının sütun grafiği şeklinde gösterimi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı şalgam suyuna farklı miktarlarda (300 mg/L, 600 mg/L, 900 mg/L) üzüm taneni (kateşin) ilavesinin ve farklı depolama sıcaklıklarının fenolik bileşikler, antosiyanin ve renk stabilitesi üzerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla, şalgam suları geleneksel yöntem kullanılarak üretilmiş ve üretim sırasında gıdalarda kullanılabilir nitelikte olan tanen ilavesi havuç (esas) fermantasyonu başlangıcında gerçekleştirilmiştir. Sonrasında üretilen şalgam suları 6 ay boyunca iki farklı sıcaklıkta (4 °C ve 20 °C) depolanarak süre başlangıcı ve sonunda renk ve fenolik bileşiklerin takibi yapılmıştır. Bunlar dışında, çeşitli fiziksel, kimyasal analizler ve duyu analizi yapılarak tanen ilavesinin şalgam suyunun kalite özellikleri üzerine etkisi de belirlenmiştir.

Çalışmada geleneksel üretim yönteminin ilk aşaması olan hamur fermantasyonu 3 günde, tanen ilavesi yapılan ve üretimin ikinci aşaması olan havuç fermantasyonu ise 7 günde tamamlanmıştır. Hamur fermantasyonu sonunda pH ve asitlik değerleri sırasıyla 4.32 ve 8.32 g/L (laktik asit cinsinden) olarak belirlenmiştir. Havuç fermantasyonu sonunda en yüksek asitlik ve pH değerleri 600 mg/L tanen ilaveli örnekte (7.87 g/L/3.54), en düşük asitlik ise 900 mg/L tanen ilaveli örnekte (7.09 g/L/3.60) belirlenmiştir.

Şalgam suyuna ilave edilen tanen miktarı arttıkça şalgam suyunun kendine özgü koyu kırmızı renginin korunduğu, depolama süresince toplam fenol miktarındaki kayıpların azaldığı ve ilave edilen tanen ile antosiyaninlerin kopigmentasyonu sonucu toplam monomerik antosiyanin miktarının arttığı belirlenmiştir. Bu bağlamda en iyi veriler 900 mg/L tanen ilaveli denemede elde edilirken bunu 600 mg/L tanen ilaveli deneme takip etmiştir. PRO değerinin en düşük olması sonucu doğal renge en yakın olan ve RY değerinin en yüksek olduğu deneme ise 600 mg/L tanen ilaveli deneme olmuştur. Şalgam suyunun ekşi lezzetinden sorumlu olan laktik asit cinsinden en yüksek toplam asitlik değeri 600 mg/L tanen ilaveli denemede bulunurken, en düşük değer ise 900 mg/L tanen

ilaveli denemede bulunmuştur. Ayrıca duyusal değerlendirmede tüm parametrelerde 600 mg/L tanen ilave edilmiş şalgam suyunun en yüksek puanı alması ve tercih testinde panelistlerin çoğu tarafından ilk sıraya yazılması bu denemeyi ön plana çıkarmıştır. 900 mg/L tanen ilaveli deneme ise hiçbir panelist tarafından ilk sırada tercih edilmezken panelistlerin çoğu tarafından son sıraya yazılarak duyusal açıdan beğenilmemiştir. Çalışmadan elde edilen tüm sonuçlar düşünüldüğünde 600 mg/L tanen ilavesi ile şalgam sularında antosiyanin ve tanen arasında kopigmentasyon sağlanarak uzun süreli depolamalarda dahi renk stabilitesinin sağlanabileceği ve duyusal açıdan kontrol grubundan daha fazla beğenilen bir ürün elde edilebileceği çıkarılmaktadır. Ayrıca depolama sıcaklıkları (4 °C ve 20°C) kıyaslandığında düşük sıcaklıkta depolamanın şalgam suyunun kendine özgü özelliklerini korumak için daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Farklı miktarlarda tanen ilave etme işlemi depolama sırasında şalgam suyunun birçok özelliğini iyileştirme veya en az kayıpla sonuçlanması açısından tanen ilavesiz şalgam suyuna göre daha avantajlı bulunmuştur.

Elde edilen pozitif sonuçlara rağmen çalışmanın geliştirilmesi gereken yanları mevcuttur. İlave edilen tanen ile ortamda bulunan antosiyaninlerin ve fenolik bileşiklerin kopigmentasyona uğradığı belirlenmiştir. Ancak bunun konu üzerine çalışma yapılarak mekanizmasının açıklığa kavuşturulması ve bunu etkileyen faktörlerin belirlenerek optimum verim alınması üzerine araştırmalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak tanen çeşidi doğrudan ürün kalitesine duyusal, fiziksel ve kimyasal açıdan etki ettiğinden dolayı farklı tanen türevleri (kateşin, lökoantosyanidin, proantosyanidin, kondense, hidroliz edilebilir vd. veya kaynağına göre üzüm, meşe, kestane, söğüt vb.) denenerek her bir tanen çeşidinin kalite üzerine etkisinin ayrı ayrı değerlendirilmesi ile uygun olan tanen türünün seçilmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- A.O.A.C, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition (K. Helrich, Editor). Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, Virginia, USA, 771 p.
- Abdulkasım, P., Songchitsombon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., and Sungpuag, N., 2007. Antioxidant Capacity, Total Phenolics and Sugar Content of Selected Thai Health Beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1): 77-85.
- Acar, J., 1998. Meyve-Sebze ve Meyve-Sebze Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar ve Muhafaza Yöntemleri. *Gıda Mikrobiyolojisi (A. Ünlütürk ve F. Turantaş, Editörler)*. Mengi Tan Basımevi, İzmir, Türkiye, s. 319-360.
- Agirman, B., and Erten, H., 2018. The Influence of Various Chloride Salts to Reduce Sodium Content on the Quality Parameters of Şalgam (Shalgam): A Traditional Turkish Beverage Basen on Black Carrot. *Journal of Food Quality*, Article ID: 3292185.
- Agirman, B., Settanni, L., and Erten, H., 2021. Effect of Different Mineral Salt Mixtures and Dough Extraction Procedure on the Physical, Chemical and Microbiological Composition of Şalgam: A Black Carrot Fermented Beverage. *Food Chemistry*, 344: 128618.
- Ağçam, E., 2017. Hidrostatik Basınç, Ultrasonikasyon, Enzimasyon ve Isıtma Yöntemlerinin Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Geri Kazanımı ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Türkiye, 691s.
- Ağçam, E., Akyıldız, A., 2015. Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *Gıda*, 40: 149-156.

- Ağırman B., 2014. Şalgam Suyu Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Sodyum Klorür Miktarının Azaltılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 99 s.
- Altuğ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 28, İzmir, 56 s.
- AŞkın, B., and Küçüköner, E., 2019. Factors Affecting the Stability of Anthocyanins. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(11): 1759-1765.
- Augustin., A., 1982. Studies on the Clarification of Cashew Apple for the Preparation of Cashew Syrup. The Indian Journal of Nutrition and Dietetics, 19: 169-172.
- Axelsson, L.T, 1998. Lactic Acid Bacteria. In: Classification and Physiology, (S. Salminen and A. Von Wright, Editors). Marcel Dekker, Inc, New York, p 1-72.
- Aydar, A., 2003. Şalgam Suyu Üretiminde *Lactobacillus plantarum* İlavesinin Ürün BileŐim ve Kalitesine Etkileri. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 35 s.
- Aydın, S. A., ve Üstün, F., 2007. Tanenler 1, Kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 33 (1): 21-31.
- Barillere, J., M., and Bernard, P., 1986. Exemples D'interpretation de Résultats de Dégustation. Journal International des Sciences de la Vigne et Du Vin, 20(3):137-154.
- Bate-Smith, E., C, 1962. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. I. Dicotyledons. Botanical Journal of the Linnean Society, 58(371): 95-173.
- Bautista-Ortín, A. B, Martínez-Cutillas, A., Ros-García, J. M., López-Roca, J. M., and Gómez-Plaza, E., 2005. Improving Colour Extraction and Stability in Red Wines: The Use of Maceration Enzymes and Enological Tannins. International Journal of Food Science and Technology, 40: 867-878.

- Blandio, A., Al-Aseeri, M.E., Pandiella, S.S., Cantero, D., and Webb, C., 2003. Cereal-Based Fermented Foods and Beverages. *Food Research International*, 36:527-543.
- Bruneton, J., 1993. *Pharmacognosie: phytochimie plantes medicinales* (2nd edition). Tec et Doc., Paris, 915 p.
- Canbaş, A., ve Deryaoğlu, A., 1993. şalgam Suyunun retim Tekniği ve Bileşimi zerinde Bir Araştırma. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 17:119- 129.
- Canbaş, A., 1985. Siyah Havucun Renk Maddesi zerine Bir Araştırma. *Doğa Bilim Dergisi, Seri D2*, 9(3):394-398.
- Canbaş, A., 1991. Recovery of Anthocyanins from Black Carrot to be used in Foodstuffs. European Patent, Patent no: EP 0480297/ TR 90/929.
- Canbaş, A., 1995. Ekmek Mayacılığı. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 22, Ankara, 44 s.
- Canbaş, A., ve Fenercioğlu, H., 1984. şalgam Suyu zerine Bir Araştırma. *Gıda*, 9(5):279-286.
- Caplice, E., and Fitzgerald, G.F., 1999. Food Fermentations: Role of Microorganisms in Food Production and Preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50: 131-149.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M. de L., Pez-Hernandez, M.E., Rodriguez, J.A., and Galan-Vidal, C.A., 2009. Chemical Studies of Anthocyanins: A Review. *Food Chemistry*, 113(4): 859-871.
- Cebeci, E., ve Hancı, F., 2017. Mor havuçta (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef) Kendilemenin Tohum Verim ve Kalitesine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 99-102.
- Cemeroğlu, B., 2009. Meyve ve Sebze şleme Teknolojisi. *Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları*, Ankara, s. 728.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 34. Ankara, 670 s.

- Cemeroğlu, B., 2013. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi (1. Cilt). Bizim Grup Basımevi, Ankara, s 707.
- Cemeroğlu, B., ve Karadeniz, F., 2001. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 25, Ankara, 384 s.
- Cemeroğlu, B., Velioğlu, S., Erbaş, Ş., Ünal, Ç., ve Yıldız, O., 1994. Vişne ve Nar Sularının Kimyasal Tanı Değerlerinin Saptanması Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK, TBGAG-29/A. Ankara, s 49.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., ve Özkan, M., 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 24, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara, s 328.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., ve Özkan, M., 2004. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I (B. Cemeroğlu, Editör). Bizim Büro Basımevi, Ankara, s 1-188.
- Cirak, M. A., Agirman, B., and Erten, H., 2021. The Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Şalgam During Fermentation Process. Journal of Food Processing and Preservation, e15440.
- Corsetti, A., Settanni, L., Valmorri, S., Mastrangelo, M., Suzzi, G., 2007. Identification of Subdominant Sourdough Lactic Acid Bacteria and Their Evolution During Laboratory-Scale Fermentations. Food Microbiology, 24: 592-600.
- Çelik, K., ve Çakmakçı, S., 2020. Gıdalarda Renk ve Renk Ölçümü. Türkiye 13. Gıda Kongresi.
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., Paredes-López, O., and Francis, F. J., 2000. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains-Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40(3): 173-289.
- Demir, N, Savaş-Bahçeci, K., and Acar, J., 2006. The Effects of Different Initial *Lactobacillus plantarum* Concentrations on Some Properties of Fermented Carrot Juice. Journal of Food Processing and Preservation, 30: 352-363.

- Deryaoğlu, A., 1990. Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 57 s.
- Deryaoğlu, A., 2005. The Possibilities of the Reduction of Sodium Quantity Using KCl Instead of NaCl in the Production of “Salgam Suyu” Beverage. *The Journal of Food*, 30(5): 335–341.
- Ekinci, F. Y., Baser, G. M., Özcan, E., Üstündag, Ö., Korachi, M., Sofu, A., Blumberg, J., Chen, C., 2016. Characterization of Chemical, Biological, and Antiproliferative Properties of Fermented Black Carrot Juice, Shalgam. *European Food Research and Technology*, 242: 1355–1368.
- Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M. K., 2005. Microbiological and Chemical Properties of Tarhana During Fermentation and Storage as Wet-Sensorial Properties of Tarhana Soup. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 409-106.
- Erginkaya, Z., ve Hammes, W. P., 1992. Şalgam Suyu Fermantasyonu Sırasında Mikroorganizmaların Gelişimi ve İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanmaları Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 17(5): 311-314.
- Ertan, K., Türkyılmaz, M., and Özkan, M., 2020. Color and Stability of Anthocyanins in Strawberry Nectars Containing Various Co-Pigment Sources and Sweeteners. *Food Chemistry*, 310: 125856.
- Erten, H., and Tanguler, H., 2016. Shalgam (Şalgam), A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage Based on Black Carrot. In: *Handbook of Vegetable Preservation and Processing* (Y. H. Hui, E. Evranuz, G. Bingöl, H. Erten, and M. E. Jaramillo-Flores, Editors). CRS Press, Boca Raton, p 841–847.
- Erten, H., and Tanguler, H., 2012. Şalgam (Shalgam). In: *Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology* (Y. H. Hui, E. Ö. Evranuz, Editors). CRS Press, London-Newyork, p 657-664.

- Erten, H., Tanguler, H., and Canbas, A., 2008. A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage: Shalgam (Salgam). *Food Reviews International*, 24: 352–359.
- Erten, H., ve Tangüler, H., 2010. Fermente Bitkisel Ürünler. *Gıda Biyoteknolojisi* (N. Aran, Editör). Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Ankara, s. 241-277.
- Erten, H., ve Tangüler, H., 2011. Şalgam Suyu Üretiminde Gerçekleştirilen Hamur Fermentasyonunun Mikrobiyolojik Açıdan Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 15-22.
- Fellows, P. J., 2000. *Food Processing Technology, Principles and Practice*, 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, USA, 575 p.
- Fleming, H. P., 1982. Fermented Vegetables, *Economic Microbiology of Fermented Foods*, (A. Rose, Editor), Academic Press, Inc, New York, p 227- 258.
- Fleming, H.P, 1991. Mixed Cultures in Vegetable Fermentations, (J.G. Zeikus and E.A. Johnson, Editors). *Mixed Cultures in Biotechnology*, McGraw- Hill, Inc, New York, p 69-103.
- Fontoin, H., Saucier, C., Teissedre, P., Glories, Y., 2008. Effect of pH, Ethanol and Acidity on Astringency and Bitterness Of Grape Seed Tannin Oligomers in Model Wine Solution. *Food Quality and Preference*, 19(3), 286-291.
- Fuleki, T., Francis, F. J., 1968. Quantitative Methods for Anthocyanins. 2.Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice. *Journal of food Science*, 33:78-83.
- Gan, R. Y., Chan, C. L., Yang, Q. Q., Li, H. B., Zhang, D., Ge, Y. Y., Corke, H., 2019. Bioactive Compounds and Beneficial Functions of Sprouted Grains. In: *Sprouted Grains* (H. Feng, B. Nemzer, and DeVries, J. W., Editors).

- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., and Kader, A. A., 2000. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4581-4589.
- Giusti, M.M., and Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy, (R.E. Wrolstad and S.J. Schwartz, Editors), *Current protocols in Food Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc. New York, p. 1-13.
- Glover, B. J., and Martin, C. 2012. Anthocyanins. *Current Biology*, 22(5): R147-R150.
- Gobbetti, M., DE Angelis, M., Corsetti, A., Di Cagno, R., 2005. Biochemistry and Physiology of Sourdough Lactic Acid Bacteria. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 57-69.
- Gombau, J., Vignault, A., Pascual, O., Gomez-Alonso, S., Garcia-Romero, E., Hermosin, I., Canals, J. M., Teissedre, P. L., and Zamora, F., 2019. Influence of Oenological Tannins on Malvidin-3-*O*-Monoglucoside Copigmentation in a Model Wine Solution. *Oeno One*, 3: 531-547.
- Gul, H., Özçelik, S., Sağdıç, O., Certel, M., 2005. Sourdough Bread Production with *Lactobacili* and *S. cerevisiae* Isolated from Sourdough. *Process Biochemistry*, 40: 691-697.
- Güneş, G., 2008. Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (*Daucus Carota*) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 56s.
- Hagerman, E. A., Robbins, T. C., Weerasuriya, Y., Wilson, C. T., Mcarthur, C., 1992. Tannin Chemistry in Relation to Digestion. *Journal of Range Management*, 45 (1): 57-62.
- Halkman, A.K., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, MERCK. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti, Ankara, 358 s.

- Holzappel, W. H., and Wood B. J. B., 1995. Lactic Acid Bacteria in Contemporary Perspective. In: The Genera of Lactic Acid Bacteria (B. J. B. Wood and W. H. Holzappel, Editors). Springer, Dordrecht, p 1-6.
- Horbowicz, M., Kosson, R., Sempruch, C., Debski, H., and Koczkodaj, D., 2014. Effect of Methyl Jasmonate Vapors on Level of Anthocyanins, Biogenic Amines and Decarboxylases Activity In Seedlings of Chosen Vegetable Species. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 13(1): 3-15.
- Hunter, R. S., 1975. Scales for the Measurements of Appearance. John Wiley and Sons, New York, 133-140.
- Hutkins, R.W., 2006. Microbiology and Technology of Fermented Foods. IFT Press, Blackwell Publishing, Oxford, UK, 473 p.
- İyiçınar, H., 2007. Kontrollü Şartlarda Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formülasyonların Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 57s.
- İnce F., 2017. Kırmızı Şaraplarda Depolama Koşullarının Antosiyanin Dağılımına Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 120 s.
- Jackman, R. L., Yada, R.Y., Tung, M. A., and Speers, R. A., 1987. Anthocyanins as Food Colorants- A Review. *Journal of Food Biochemistry*, 11: 201-247.
- Jing P., 2006. Purple Corn Anthocyanins: Chemical Structure, Chemoprotective Activity and Structure/Function Relationships. Ohio State University, PhD Thesis, USA, p 287.
- Just, B. J., 2004. Genetic Mapping of Carotenoid Pathway Structural Genes and Major Gene Qtls for Carotenoid Accumulation in Wild and Domesticated Carrot (*Daucus carota* L.). University of Wisconsin-Madison, PhD Thesis, p 225.
- Kammerer, D., Carle, R., and Schieber, A., 2004. Quantification of Anthocyanins in Black Carrot Extracts (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.)

- and Evaluation of Their Color Properties. *European Food Research and Technology*, 219(5):479-486.
- Kammerer, D.R., Schillmöller, S., Maier, O., Schieber, A., Carle, R., 2007. Colour Stability of Canned Strawberries Using Black Carrot and Elderberry Juice Concentrates As Natural Colourants. *European Food Research and Technology*, 224(6), 667-679.
- Karataş, İ., Polat, F., Karataş, R., Dal, T., Elmastaş, M., 2018. Determination of Antioxidant Activity and Phenolic Compound Content of Black Carrot Callus Culture. *Ecological Life Sciences*, 13 (2018): 87-93
- Konczak, I., Zhang, W., 2004. Anthocyanins- More than Nature's Colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2004(5): 239-240.
- Kong, J-M., Chia, L-S., Goh, N-K., Chia, T-F., and Brouillard, R., 2003. Analysis and Biological Activities of Anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923- 933.
- Lattanzio, V., Di Venere, D., Linsalata, V., Bertolini, P., Ippolito, A., and Salerno, M., 2001. Low Temperature Metabolism of Apple Phenolics and Quiescence of *Phlyctaena vagabunda*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12): 5817- 5821.
- Laughton, M. J., Halliwell, B., Evans, P. J., and Hoult, J. R. S., 1989. Antioxidant and Prooxidant Actions of the Plant Phenolics Quercetin, Gossypol and Myricetin. *Biochemical Pharmacology*, 38: 2859-2865.
- Lee, H.S., Castle, W.S., 2001. Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2): 877-882.
- Leroy, F., DE Vuyst, L., 2004. Lactic Acid Bacteria as Functional Starter Cultures for the Food Fermentation Industry. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 67-78.
- Macheix, J. J., Sapis, J. C., and Fleuriot, A., 1991. Phenolic Compounds and Polyphenoloxidase in Relation to Browning in Grapes and Wines. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 30(3): 441-486.

- Marshall, V. M. E., and Tamime, A. Y., 1997. Physiology and Biochemistry of Fermented Milks. In: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk (B. A. Law, Editor). Chapman and Hall, London, p 153-192.
- Mazza, G., and Brouillard, R., 1990. The Mechanism of Co-Pigmentation of Anthocyanins in Aqueous Solutions. *Phytochemistry*, 29(4): 1097-1102.
- Mcfeters, RF., Perez-Diaz, I., 2010. Fermentation of Cucumbers Brined with Calcium Chloride Instead of Sodium Chloride. *Journal Food Science* 75(3): C291-C296.
- Miişoğlu, D., 2004. Şalgam Suyu Üretiminde Enzim Uygulamasının Verim ve Kaliteye Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 68 s.
- Narayan, M. S., Vankataraman, L. V., 2000. Characterization of Anthocyanins Derived from Carrot (*Daucus Carota*) Cell Culture. *Food Chemistry*, 70:361-363.
- Nkhili, E., Tomao, V., El-Hajji, H., El-Boustani, E. S., Chemat, F., and Dangles, O., 2009. Microwave-Assisted Water Extraction of Green Tea Polyphenols. *Phytochemical Analysis*, 20: 408-415.
- Nel, A. P., 2018. Tannins and Anthocyanins: From Their Origin to Wine Analysis- A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 39(1): 1-20.
- Nesanır, M., 2004. Şalgam Suyunu Berraklaştırma Olanakları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 59 s.
- O'toole, D. K., and Lee, Y. K., 2004. Fermented Foods. In: *Microbial Biotechnology, Principles and Applications* (L. Y. Kun, Editor). World Scientific Publishing Company, p 269-334.
- Okçu, Z., 2003. Bazı Sebzelerin Muhafaza Edilmeleri Sırasında Peroksidaz Aktivitesinde Meydana Gelen Değişmeler. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 64 s.

- Olarte Mantilla, S.M., Collins, C., Iland, P.G., Johnson, T.E., and Bastian, S.E.P., 2012. Review: Berry Sensory Assessment: Concepts and Practices for Assessing Winegrapes' Sensory Attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18(3): 245-255.
- Ough, C.S., and Amerine, M.A., 1998. *Methods For Analysis of Musts and Wines*, John Wiley and Sons, New York
- Özdamar, K., 2011. *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi*. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 535 s.
- Özen, G., 2008. *Siyah Havuç Suyu Konsantresinin Türk Lokumunda Renklendirici Olarak Kullanılması ve Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 81 s.
- Özhan, N., 2000. *Şalgam Suyunda Escherichia Coli'nin Yaşama Süresinin Bulunması*. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 47 s.
- Özler, N., 1995. *Şalgam Suyu Üretiminde Araştırmalar*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 65 s.
- Özler, N., Kılıç, O., 1996. *Şalgam Suyu Üretimi Üzerinde Araştırmalar*. *Gıda*, 21(5): 323-330.
- Öztaş, T., 2006. *Mor havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profiline Belirlenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 93 s.
- Paramithiotis, S., Gioulatos, Tsakalidou, E.. And Kalantzopoulos, G., 2006. Interactions Between *Saccharomyces cerevisiae* and Lactic Acid Bacteria in Sourdough. *Process Biochemistry*, 41: 2429-2433.
- Patras A., Brunton N.P., Donnell C., Tiwari B.K., 2010. Effect of Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods; Mechanisms and Kinetics of Degradation. *Trends in Food Science Technology*, 21: 3-11.

- Pistrick, K., 2001. *Umbelliferae (Apiaceae)*. In: Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops (P. Harelt, Editor). Springer, Berlin, Heidelberg, p 1259-1267.
- Prommajak, T., Leksawasdi, N., Rattanapanone, N., 2014. Biotechnological Valorization of Cashew Apple: a review. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences, 13(2): 159-182.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B, and Lonvaud, A., 2000. Handbook of Enology, Volume 1, The Microbiology of Wine and Winifications, 2nd Edition. John Wiley and Sons, England, p 454.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., and Dubourdieu, D., 2006. Handbook of Enology, Volume 2, The Chemistry of Wine-Stabilization and Treatments 2nd edition. John Wiley and Sons, England, p 450.
- Rudnitskaya, A., KirsanoV, D., Legin, A., Beullens, A., Lammertyn, J., Nicolai, and B.M., IRU-Dayaraj, J. 2006. Analysis of Apples Varieties Comparison of Electronic Tongue with Different Analytical Techniques. Sensors and Actuators B: Chemical, 116 (1-2): 23–28.
- Rodriguez-sevilla, M.D., Villanueva-suárez, M.J., Redondocuenca, A., 1999. Effects of Processing Conditions on Soluble Sugars Content of Carrot, Beetroot and Turnip. Food Chemistry, 66: 81-85.
- Schofield, J.A., Hagerman, A.E., Harold, A., 1998. Loss of Tannins and Other Phenolics from Willow Leaf Litter. Journal of Chemical Ecology, 24(8), 1409-1421.
- Sellappan, S., Akoh, C.C., Krewer, G., 2002. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Georgia-Grown Blueberries and Blackberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(8), 2432-2438.
- Sethi, V., 1990. Lactic Fermentation of Black Carrot Juice for Spiced Beverage. Indian Food Packer, 44(3): 7-12.
- Talasila, U., Vechalapu, R. R., Shaik, K. B., 2012. Storage Stability of Cashew Apple Juice-Use of Chemical Preservatives. Journal of Food Technology, 10(4), 117-123.

- Tanguler, H., Bozdogan, A., Aksay, S., Kelebek, H., Erten, H., 2020. Comparison of Anthocyanin Profiles in Shalgams (shalgams) Produced With Different Production Procedures. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14770>
- Tanguler, H., Cankaya, A., Agcam, E., and Uslu, H., 2021. Effect of Temperature and Production Method on Some Quality Parameters of Fermented Carrot Juice (shalgam). *Food Bioscience*, 41: 100973.
- Tanguler, H., Erten, H., 2012a. Occurrence and Growth of Lactic Acid Bacteria Species During the Fermentation of Shalgam (Şalgam), A Traditional Turkish Fermented Beverage. *LWT-Food Science and Technology*, 46: 36–41.
- Tanguler, H., Erten, H., 2012b. Chemical and Microbiological Characteristics of Shalgam (Şalgam); a Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage. *Journal of Food Quality*, 35: 298–306.
- Tangüler, H., 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Türkiye, 367 s.
- Tangüler, H., Ağırman, B. 2021. Şalgam Suyu Üretimi. Fermente ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi (O. Erkmen, H. Erten ve H. Sağlam, Editörler). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye, s. 511-530.
- Tangüler, H., Günes, G., Erten, H., 2014b. Influence of Addition of Different Amounts of Black Carrot (*Daucus carota*) on Shalgam Quality. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, Vol 12 (2): 60-65.
- Tangüler, H., Saris. P. E., Erten, H., 2014a. Microbial, Chemical and Sensory Properties of Shalgams Made Using Different Production Methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5), 1008–1015.

- Tangüler, H., ve Erten, H., 2009. Geleneksel Laktik Asit Fermantasyonu Ürünü Şalgam Suyu ve Üretim Yöntemleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, Van, s 650-654.
- TS (Türk Standartları). 2016. TS 11149 Şalgam Suyu Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Toktas, B., Bildik, F., ve Ozcelik, B. 2018. Effect of Fermentation on Anthocyanin Stability and *In Vitro* Bioaccessibility During Shalgam (Salgam) Beverage Production. Journal of The Science of Food and Agriculture, 98(8): 3066-3075.
- Tunail, N., 2009. Mikrobiyoloji. Palme Yayınevi, Ankara, Türkiye, s. 434.
- Turantaş, F., 1998. Fermantasyonda Rol Oynayan Mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi (Ünlütürk A. ve F, Turantaş, Editörler), Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, s. 433-453.
- Turfan, Ö., 2008. Nar Suyu Konsantresi Üretim ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 153 s.
- Turker, N., Aksay, S., Ekiz, H.İ., 2004. Effect of Storage Temperature on the Stability of Anthocyanins of a Fermented Black Carrot (*Daucus carota* var. *L.*) Beverage: Shalgam. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(12): 3807-3813.
- Utuş, D., 2008. Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (*Daucus carota*) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 55 s.
- Ünal H., 2019. Nar ve Portakaldan Oluşan Karışık Meyve Suyuna Eklenen Amino Asitlerin Antosiyaninlerin Isıl Stabilitesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye, 87 s.
- Versari, A., du Toit, W., and Parpinello, G. P., 2013. Oenological Tannins: A Review. Australian Journal of Grape and Wine Research, 19: 1-10.

- Vignault, A., Pascual, O., Gombau, J., Jourdes, M., Moine, V., Fermaud, M., Roudet, J., Canals, J. M., Teissedre, P. L., Zamora, F., 2019. New Insight About the Functionality of Oenological Tannins; Main Results of the Working Group on Oenological Tannins. *BIO Web of Conferences*, 12, 02005.
- Vivas, N., Monier, M. F., Vivas De Gaulejac, N., 2003. Incidence de Preparations Commerciales de Tannins Sur Les Caractéristiques Chromatiques Des Vins Rouges. *Progrès Agricole et Viticole*, 120: 431–435.
- Yener D., 1997. Mersin İl Merkezinde Değişik Satış Yerlerinden Alınan Şalgam Suyu Örneklerinin Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye*, 45 s.
- Zou, H., Ma, Y., Liao, X., Wang, Y., 2019. Effects of High Pressure Processing on the Copigmentation Reaction of Pelargonidin-3-Glucoside and Catechin. *Food Science and Technology*, 108: 240–246.



ÖZGEÇMİŞ

İlk öğrenimini Mardin, orta öğrenimini Adana'da tamamladı. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2018 yılında bu bölümden mezun oldu. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen Çukurova Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

