

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞAL FERMANTASYONLA ÜRETİLEN ŞALGAM  
SUYUNDA FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ  
BİYOJEN AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Müh. Asuman YÜKSEL**

**Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Omca DEMİRKOL**

**AĞUSTOS 2010**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL FERMANTASYONLA ÜRETİLEN ŞALGAM  
SUYUNDA FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ  
BİYOJEN AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Asuman YÜKSEL

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 13 / 08 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr. Omca DEMİRKOL

  
Yrd. Doç. Dr. Serap C. AKDEMİR

  
Yrd. Doç. Dr. Aysel KÜÇÜK

Jüri Başkanı

Üye

Üye

## TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile öneri ve yardımlarını esirgemeyen her zaman ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Omca DEMİRKOL' a yine bilgi ve tecrübesiyle ile çalışmamda bana destek olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Serap COŞANSU' ya, hem araştırmada hem de laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Güliz YALDIRAK' a, yine laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Gıda Müh. Ceren SEBAT' a ve Biyolog Aysun ÖRÇÜN' e, öğrenim hayatım boyunca bana sonsuz destek veren aileme ve beni gönülden destekleyen eşim Ziraat Müh. E. Esat YÜKSEL' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Asuman YÜKSEL  
Sakarya, Ağustos 2010

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x

## BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

## BÖLÜM 2.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
2.1. Materyal.....	8
2.1.1. Hammadde ve yardımcı maddeler.....	8
2.1.2. Deneme ve analizlerde kullanılan araç ve gereçler .....	8
2.2. Yöntem.....	9
2.2.1. Denemenin düzenlenmesi.....	9
2.2.2. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi.....	9
2.2.3. Kimyasal analizler.....	10
2.2.3.1. pH.....	10
2.2.3.2. Tuz.....	11
2.2.3.3. Titrasyon asitliği.....	11
2.2.4. Mikrobiyolojik analizler.....	11
2.2.4.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı.....	12
2.2.4.2. Küf ve maya sayımı.....	12

2.2.4.3. Laktik asit bakteri sayımı.....	12
2.2.5. HPLC analizi.....	12
2.2.5.1.HPLC cihazı.....	12
2.2.5.2. Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması.....	13
2.2.5.3. Mobil faz.....	13
2.2.5.4. Kromatografide kullanılan gradient programı.....	14
2.2.5.5. Örneklerin ekstraksiyonu ve türevlendirilmesi.....	14
BÖLÜM 3.	
SONUÇLAR.....	15
3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları .....	15
3.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	19
3.3. Biyojen Amin Analiz Sonuçları.....	23
3.3.1. Örneklerin biyojen amin miktarları.....	25
BÖLÜM 4.	
TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	34
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	50

## SİMGELER VE KISALTMALAR

ACN	: Asetonitril
AgNO <sub>3</sub>	: Gümüş nitrat
CH <sub>3</sub> COOH	: Asetik asit
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	: Aseton
DAO	: Diamin oksidaz
HClO <sub>4</sub>	: Perklorik asit
HOCH <sub>2</sub>	: Tris
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	: Potasyum kromat
kob	: Koloni oluşturan birim
LAB	: Laktik asit bakterisi
MAO	: Monoamin oksidaz
MRS Agar	: Man Rogosa Sharpe Agar,
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: Sodyum karbonat
NaOH	: Sodyum hidroksit
OGYEA	: Oxytetracycline Glucose Yeast Agar
PCA	: Plate Count Agar
TCA	: Triklor asetik asit
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Biyojen amin oluşum mekanizması .....	3
Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu üretim metodu.....	10
Şekil 3.1. % 2'lik tuz konsantrasyonunda hazırlanan örneklerde fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve tuz konsantrasyonunda görülen değişimler.....	17
Şekil 3.2. % 4'lük tuz konsantrasyonunda hazırlanan örneklerde fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve tuz konsantrasyonunda görülen değişimler.....	17
Şekil 3.3. Tuz konsantrasyonu % 2 olarak üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler .....	21
Şekil 3.4. Tuz konsantrasyonu % 4 olarak üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler.....	21
Şekil 3.5. Standart biyojen aminlerin geliş sırası ve sürelerini gösteren kromatogram.....	24
Şekil 3.6. Tuz konsantrasyonu % 2 olarak üretilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram.....	24
Şekil 3.7. Tuz konsantrasyonu % 4 olarak üretilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram.....	25
Şekil 3.8. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait triptamin değerleri .....	26
Şekil 3.9. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait feniletilamin değerleri.....	28

Şekil 3.10. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait putresin değerleri.....	30
Şekil 3.11. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait toplam biyojen amin değerleri.....	32



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. HPLC cihazının özellikleri ve biyojen amin analizi için kromatografi koşulları.....	13
Tablo 2.2. Kromatografide kullanılan gradient programı ilk doğrusal gradient elüsyon, toplam akış 1,3 ml dk <sup>-1</sup> .....	14
Tablo 3.1. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda pH' daki değişimler .....	15
Tablo 3.2. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda titrasyon asitliğindeki değişimler.....	16
Tablo 3.3. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda % tuz oranındaki değişimler.....	16
Tablo 3.4. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda TMAB sayısındaki değişimler ( log kob/ml ).....	19
Tablo 3.5. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda Küf ve Maya sayısındaki değişimler ( log kob/ml ).....	20
Tablo 3.6. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda LAB sayısındaki değişimler ( log kob/ml ).....	20
Tablo 3.7. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda triptamin miktarları (mg/L).....	26
Tablo 3.8. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda feniletülin miktarları (mg/L).....	28
Tablo 3.9. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda putresin miktarları (mg/L).....	30
Tablo 3.10. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda toplam biyojen amin miktarları (mg/L).....	31

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Şalgam, biyojen amin, fermantasyon, laktik asit bakterileri , HPLC

Bu araştırma gıdalarda belli dozun üstünde alındığında insan sağlığına zarar veren biyojen amin bileşiklerinin, geleneksel yöntemle iki farklı tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularındaki konsantrasyonlarının tespiti amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada 2 paralel 2 tekerrür olarak 500 ml' lik cam kavanozlarda % 2 ve % 4' lük iki farklı tuz konsantrasyonunda 6 gün fermantasyona tabi tutularak şalgam suyu üretimi yapılmış ve fermantasyon süresince (her gün) oluşan biyojen aminlerin miktarları Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi ile belirlenmiştir. Ayrıca fermantasyon süresince her gün alınan örneklerde toplam mezofilik aerobik bakteriler (TMAB), laktik asit bakterileri (LAB) ve küf-maya gibi mikrobiyolojik analizler ile pH, titrasyon asitliği ve tuz konsantrasyonu gibi kimyasal analizler yapılmıştır.

Geleneksel yöntemle %2 ve %4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam suyu örneklerinde sırasıyla pH 3,50 - 3,39 ve titrasyon asitliği 4,53 – 4,36 g/L olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince en yüksek TMAB, LAB ve küf-maya sayıları %4 tuz oranına sahip örneklerde, sırasıyla 10,19, 11,58 ve 7,81 log kob/mL olarak; %2 tuz oranına sahip örneklerde 10,42, 11,77 ve 7,88 olarak belirlenmiştir. Fermantasyon sonunda %4 tuz oranına sahip örneklerde, sırasıyla triptamin 47,37 mg/L, feniletilamin 4,30 mg/L, putresin 51,64 mg/L; %2 tuz oranına sahip örneklerde ise sırasıyla triptamin 65,22 mg/L, feniletilamin 23,25 mg/L, putresin 52,78 mg/L olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da histamin ve tiramin saptanmamıştır. %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerinde toplam biyojen amin seviyesi ise 141,25 ve 103,31 mg/L olarak bulunmuştur. Tespit edilen triptamin, feniletilamin, putresin ve toplam biyojen amin miktarlarının toksik limitlerin altında olduğu anlaşılmıştır.

# **THE DIFFERENT SALT CONCENTRATION EFFECTS ON BIOGENIC AMINE FORMATION IN SHALGAM BEVERAGE BY NATURAL FERMENTATION PRODUCED**

## **SUMMARY**

Key Words : Shalgam, biogenic amine, fermentation, lactic acid bacteria, HPLC

This research is at the top of the food is taken in doses of certain damage to human health of the biogenic amines compounds, in two different salt concentrations by traditional method shalgam beverage produced was conducted to determine the contents.

In this study, shalgam beverage production has been made at 2 % and 4 % in two different salt concentration as two parallel two iteration in 500 ml glass jars 6 days left to ferment and the amounts of biogenic amines was determined by High Performance Liquid Chromatography method (HPLC) each day fermentation period. In addition, the samples taken each day during fermentation, such as the total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), lactic acid bacteria (LAB), mold- yeast microbiological analysis and such as pH, titration acidity, salt chemical analysis was performed.

2% and 4% salt concentration produced in the traditional method of shalgam beverage samples were found to be pH 3.50 – 3.39 and titration acidity 4.53 – 4.36 g/L respectively. During fermentation, the highest TMAB, LAB and yeast-mold counts in samples with salt content 4%, respectively, 10,19, 11,58, and 7,81 log cfu / mL, with a rate of 2% salt samples 10,42, 11,77, and 7.88. were determined . At the end of fermentation period, with 4% of salt concentration samples, tryptamine 47.37 mg/L, phenylethylamine 4.30 mg/L, putrescine 51.64 mg/L ; with rate of 2% salt samples, tryptamine 65.22 mg/L, phenylethylamine, 23.25 mg/L, putrescine 52.78 mg/L respectively were determined. Histamine and tyramine were detected in both groups . Total biogenic amine levels with salt concentrations of 2% and 4% of the in shalgam beverage samples 141.25 and 103.31 mg / L were found to be respectively. It was determined that tryptamine, phenylethylamine, putrescine, and total biogenic amine content of the samples were lower than the toxic limits.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Başlıca laktik asit bakterilerinin rol aldığı önemli geleneksel bir fermente Türk içeceği olan şalgam suyu, kırmızı renkli, bulanık ve ekşi lezzetli olan, yöresel yapımında hammadde olarak; bulgur unu, su, siyah havuç, tuz, ekşi hamur ve şalgam turpu kullanılan bir üründür [1, 2].

Şalgam üretiminde ana hammadde olarak şalgam turpu kullanılmaktadır. Şalgam *Brassicaceae* familyasından *Brassica rapa* türüne ait bir sebzedir. İlkbahar ve sonbahar olmak üzere yılda iki kez ekilebilir. Soğuklara karşı oldukça dayanıklı olan şalgam, bugün birçok ülkede hem yaprakları hem de kökünden yararlanmak amacı ile yetiştirilmektedir. Yaprakları soğanına göre daha çok vitamin ve mineral içermektedir. Bu bitkinin içerisinde potasyum, kalsiyum, demir, magnezyum gibi mineraller ve A, B ve C grubu vitaminleri bulunmaktadır. Şalgam bitkisinin ana vatanının, bazı araştırmacılar tarafından Kuzey Avrupa ülkeleri olduğu, bazılarınca ise Rusya ve Sibirya olduğu iddia edilmektedir. Ülkemizde ise Erzurum, Erzincan, Sivas illerinin yanı sıra az miktarda da Konya ve Karaman' da yetiştirilmektedir [2-4].

Şalgam suyundaki diğer önemli hammadde ise siyah havuçtur. Havuç mükemmel bir antioksidan kaynağıdır. Pro-vitamin A bakımından en zengin sebzedir. Tiamin (B1), ribofilavin (B2), karotenoidler, askorbat, tokoferoller ve fenolik maddeler içerir. Havuçta bol miktarda şeker de bulunur [2, 5].

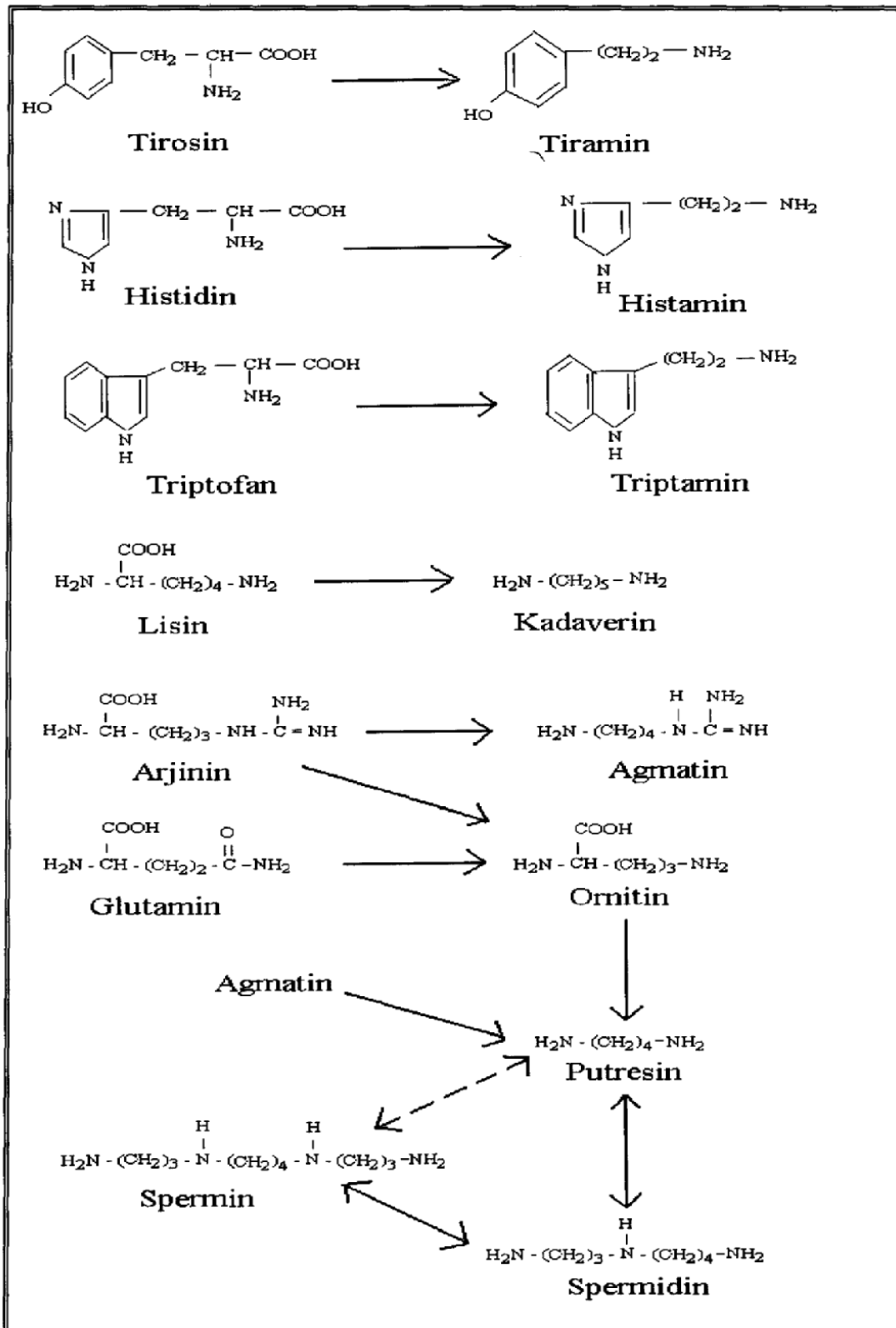
Şalgam suyu tüketildiği yörenin yiyecekleri ile iyi bir uyum sağlamak ve bunları tat yönünden tamamlamaktadır. Şalgam suyunun hoş giden bu ekşi tadını fermantasyon sonucu oluşan laktik asit vermektedir [6]. Şalgam suyu gibi laktik asit fermantasyonu sonucu oluşan turşu, salamura zeytin, kefir, yoğurt gibi fermente ürünlerin en önemli özellikleri laktik asit içermeleridir. Laktik asit, bu ürünlerin tadı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [7]. Laktik asit, şalgam suyuna ekşi tat vermesi yanında sindirimi

kolaylaştırıcı, ferahlatıcı, sindirim sisteminin pH' sını düzenleyici ve vücudun bazı minerallerden daha fazla yararlanmasını sağlayıcı özellikler de kazandırmaktadır [8]. Asidik pH' larda patojen mikroorganizmalar gelişemediği için bu açıdan da güvenilir ürünler olarak kabul edilmektedirler [9].

Bu fermantasyona etki eden mikroorganizmalar *L. sanfranciscensis*, *L. pontis*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. alimentarius*, *L. fructivorans*, *L. reuteri*, *L. fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae* ve daha az oranda ise *Saccharomyces exiguous*, *Candida krusei* ve *Candida milleri*' dir [10-12].

Biyojen aminler, aminoasitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşan organik bazlı düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir.[13-18] Biyojen aminler doğal olarak insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmaların metabolizmalarında bulunurlar [19].

Biyojen aminler gıdalarda genellikle amino asitlerin mikrobiyel dekarboksilasyonu ile oluşurlar ve alifatik, aromatik ve heterosiklik yapıya sahip olabilirler. Alifatik aminlerden putresin ornitinden, kadaverin lisinden; aromatik aminlerden tiramin tirozinden, feniletülin fenilalaninden; heterosiklik aminlerden histamin histidinden, triptamin triptofandan meydana gelmektedir [20, 21]. Poliaminlerden spermidin ve spermin ise putresinden oluşmaktadır (Şekil 1.1) [22, 23].



Şekil 1.1. Biyojen amin oluşum mekanizması [15]

Biyojen aminlerin vücutta protein, hormon ve nükleik asit sentezinin ilk basamağının oluşturulması, bağışıklık sistemi ve normal metabolik fonksiyonların aktivitesinin sürdürülmesi gibi önemli biyolojik görevleri vardır [17].

Bazı biyojen aminler insan vücudunda özellikle sinir sisteminde ve kan basıncının kontrolünde önemli metabolik fonksiyonlara sahiptir. Bu aminlerden histaminin düz kasların kasılmasına, damarları genişleterek kan basıncının düşmesine, kapillar permeabilitenin ve mide asidi sekresyonunun artışına yol açtığı, nörotransmitter olarak işlev gördüğü ve ayrıca alerjik reaksiyonlarda da rol aldığı bildirilmektedir. Tiramin, triptamin, feniletilamin gibi biyojen aminlerin hipertansif etkiye sahip oldukları, bunlardan tiramin ve triptaminin düz kasların (uterus, bronş) kasılmasına da yol açtıkları, bazı poliaminlerin ise (putresin, kadverin, spermidin, spermin) hücreler için esansiyel bileşikler olup protein sentezinde nükleik asit fonksiyonlarının regülasyonunda ve hücre membranının stabilizasyonunda rol aldıkları belirtilmektedir [24].

Ancak bunların fazla miktarlarda alınması intoksikasyona neden olabilmektedir. Toksik doz gıdalar için > 100 mg/kg, içecekler için > 20 mg/L olarak verilmiştir. [14,17,18]. Fermente ürünlerde bulunan bazı biyojen aminlerin toksik miktarları; histamin 50-160 mg/kg, tiramin 100–800 mg/kg, 2-fenetilamin 30 mg/kg, putresin 396 mg/kg olarak tespit edilmiştir [25]. Gıdalarda düşük dozlarda bulunmaları ciddi risk oluşturmazken yüksek dozları ise hipotansiyon (histamin, putresin, kadaverin), hipertansiyon (tiramin), anafilaktik şok sendromu, baş ağrısı, bulantı, baş dönmesi, solunum zorluğu, alerjik reaksiyonlar, kalp ritmiyle ilgili rahatsızlıklar ve ölüm gibi ciddi problemlere sebep olabilmektedir [26].

En yaygın olarak gıdalarla yüksek dozda histamin alımına bağlı “histaminozis” vakaları görülmektedir. Gıdalardaki spermidin, spermin ve putresin gibi poliaminlerin sınırlı miktardaki alımının ise, bazı fizyolojik koşullar altında kabul edilebildiği ifade edilmektedir. Ancak, tiramin ve histamin diyetle bağlı migrenlere sebep olurken gıda intoleransları arasına dahil edilebilmektedir. Tek dozda 80-100 mg/kg tiramin alımının şişliğe ve 100 mg/kg’ ın üzerindeki dozların da migrene neden olduğu ifade edilmektedir. Günümüzde putresin, spermidin ve spermin

poliaminleri konusunda hızla artan bilgiler, tümör gelişiminde de rol oynadıkları kuşkusunu yaratmaktadır [27].

Biyojen aminlerin karakteristik yapıları ve diğer aminlerin varlığından dolayı toksik limitlerinin belirlenmesi çok zordur [26]. Gıdalarda biyojen aminlerin bulunuşu ve artışından kaçınılmasının bir nedeni de putresin, spermin ve spermidin gibi sekonder aminlerin nitrit ile birleşerek kanserojen nitrozaminlere dönüşmeleridir [20].

Biyojen aminlerin, intoksikasyonlara neden olmaları yanında bazı gıdalarda (örneğin, balık ve ürünlerinde yüksek histamin ve tiramin miktarı) bozulma indikatörü olarak kullanılmaktadırlar. Bu açıdan gıdalardaki varlıklarının belirlenmesi önem taşımaktadır [28].

Günlük diyetle normal düzeyde alınan biyojen aminlerin monoamin oksidaz (MAO) ve diamin oksidaz (DAO) enzimleri ile gerçekleştirilen oksidatif deaminasyonla fizyolojik inaktivasyona uğradıkları bildirilmektedir. Ya asetillenir ve *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* gibi bakteriler tarafından zararsız hale getirilirler yada değişime uğramadan atılırlar. Çoğu bakteri amino asitleri dekarboksile eder ve aminlere çevirir [27].

LAB (*Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*) ile *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Photobacterium* gibi bakteri türleri biyojen amin üretme kabiliyetine sahiptirler [29,30]. Edwards et al. (1987) tarafından biyojen amin üreten LAB; *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. divergens*, *L. hilgardii*, *L. carnis* ve *L. curvatus* fermente et ürünlerinden izole edilmiştir [31].

Protein veya serbest amino asit içeren tüm gıdalar biyojen amin içirme potansiyeline sahip olmakla birlikte, özellikle sucuk [32], fermente sosis [33], peynir [18,24], şarap [18, 34, 35] ve bira [36] gibi fermente gıdalarda bu bileşiklere önemli miktarlarda rastlanmaktadır. Ayrıca zeytin, turşu, boza vb. fermente ürünlerde de biyojen amin bulunduğu bildirilmiştir [26, 27, 28,53].



Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörlerin en önemlileri; tuz konsantrasyonu, pH, sıcaklık ve starter kültür varlığıdır [36]. Aminler termal stabiliteye sahip oldukları için gıdalarda bir kez oluştuktan sonra parçalanmaları oldukça zordur. Çoğunlukla gıda maddelerinin işlenmesi sırasında, örneğin tütüleme veya fermantasyonda mikroorganizmaların ve enzimlerin etkisi sonucu meydana gelmektedirler [37,38]. Biyojen amin oluşumu üzerine çeşitli değişkenlerin etkileri bira, kırmızı şarap, sucuk, peynir gibi fermente ürünlerde incelenmiştir [18,34].

Starter kültürlerin çeşit ve kalitesi [39,40], ortamda bulunan dekarboksilaz pozitif mikroorganizma miktarı [41], dekarboksilatif enzimler için gerekli olan kofaktörlerin varlığı gibi unsurların biyojenik amin oluşum miktarı üzerinde belirleyici etkide bulunduğu bildirilmektedir [40]. Ayrıca, ortamın tuz miktarı ve pH değeri gibi faktörlerin de biyojenik amin oluşumu üzerine etkisi bulunmaktadır [25]. Ortamdaki tuz miktarı, dekarboksilaz enzim aktivasyonunu inhibe etme özelliğine sahip olduğundan, proteolizis düzeyi de bundan etkilenmektedir [42]. Proteolize bağlı olarak gelişen aminoasit nitrojen konsantrasyonunun, düşük tuz ve yüksek su içeren peynirlerde daha fazla olması, dolaylı olarak biyojen amin oluşum miktarını da artırmaktadır [42].

Yapılan bir çalışmada % 6, 8, 10 tuz ve % 1 sitrik asit içeren lahana turşusu örneklerinde biyojen amin miktarının sitrik asit içermeyen örneklerden daha az olduğunu, en yüksek biyojen amin içeriğinin ise % 10 tuz + % 0 sitrik asit içeren örneklerde bulunduğu tespit edilmiştir [43].

Biraların depolanması sırasında sıcaklık ve sürenin biyojen amin içeriğini etkileyen önemli faktörler olduğu ve yüksek depolama sıcaklığında biyojen amin oluşumunun arttığı belirtilmiştir [36].

Yapılan bir çalışmada olgunlaşmanın ve farklı sıcaklıklarda muhafaza süresinin fermente sucuklarda biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkisi araştırılmış ve olgunlaşma ile sucuk örneklerindeki biyojen amin miktarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca oda sıcaklığında depolanan örneklerde biyojen amin miktarlarının buzdolabında muhafaza edilenlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [44].

Biyojen amin üretimi doğal fermantasyonla üretilen kontrol örneklerinde starter katılarak üretilen hıyar turşularına kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır. Kontrol örneklerindeki feniletilamin miktarları hariç, feniletilamin, putresin, histamin, tiramin ve toplam biyojen amin miktarlarının toksik limitlerin altında olduğu anlaşılmıştır [37].

Ergen (2006) yaptığı bir çalışmada sofralık zeytinlerin meyve ve salamuralarındaki biyojen amin miktarlarını HPLC yöntemini kullanarak araştırmıştır ve İspanyol tipi yeşil zeytinlerde ya da depolanmış zeytinlerdeki biyojen amin miktarının fermantasyon süresince artış gösterdiğini tespit etmiştir [28].

Gıdalarda uygun sıcaklık (20-37 °C) ve pH (5-7) ile yeterli miktarda (1 gramda  $10^6$ ) amin oluşturabilen mikroorganizma olması durumunda, amin oluşumunun hızlandığı; ancak tuz oranının % 5' ten fazla olması durumunda ise biyojen aminlerin oluşumunun azaldığı bildirilmektedir [24].

Günümüzde fermente gıdalarda biyojen amin oluşumu ve bunu etkileyen faktörler üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ancak şalgam suyunun biyojen amin oluşumu üzerine tuz konsantrasyonunun etkisi ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada 2 farklı tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularının biyojen amin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir.

Böylece daha düşük biyojen amin içerikli şalgam suyu üretimi konusunda üreticiye yol göstermesi ve biyojen amin oluşumuna etki edebilecek faktörlerin tespiti açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Tüketici açısından da meydana gelebilecek olası toksik etkinin azaltılması yönünden faydalı olacağı düşünülmektedir.

## **BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1. Hammadde ve yardımcı maddeler**

Çalışmada hammadde olarak siyah havuç, şalgam turpu, ekşi maya, bulgur unu, kaya tuzu ve saf su kullanılmıştır.

#### **2.1.2. Deneme ve analizlerde kullanılan araç ve gereçler**

Denemeler Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. 1. Fermantasyon 250 ml' lik beherlerde, 2. Fermantasyon ise 500 ml' lik kapaklı cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir.

LAB, küf ve maya sayımı ve TMAB sayımı için kullanılan Electro-Mag marka inkübatör, pH analizi için Hanna 211 Microprocessor marka pH metre, sterilizasyon için Daihan Scientific Wiseclave™ Otoklav, örneklerin belli sıcaklıkta tutulması için Electro-Mag marka su banyosu, örneklerin karıştırılması için Lab Tech marka vortex karıştırıcı, biyojen amin tayini için Hitachi Elite Lachrom marka HPLC, mikrobiyolojik analizlerin steril şartlarda yapılması amacıyla Tez-San marka steril kabin, gerekli malzemelerin tartımı için And Gr 200 marka hassas terazi ve Hettich Universal 320 R marka santrifüj kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik sayımlarda TMAB sayımı için Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyeri, maya-küf sayımı ise Oxytetracycline Glucose Yeast Agar (OGYE Agar, Merck), LAB sayımı için Man Rogosa Sharpe (MRS, Merck) Agar kullanılmıştır.

Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması için gerekli olan tiramin, putresin, triptamin, feniletilamin, histamin biyojen aminleri ile dansil klorür, sodyum glutaminat ve tris (HOCH<sub>2</sub>) Sigma – Aldrich’ den (St. Louis, Missouri, ABD) sağlanmıştır. Ayrıca biyojen amin analizlerinde kullanılan perklorik asit (HClO<sub>4</sub>), sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), aseton (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O), asetonitril (ACN), triklor asetik asit (TCA) ve asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH) kimyasalları Merck (Darmstadt, Almanya)’ den sağlanmıştır.

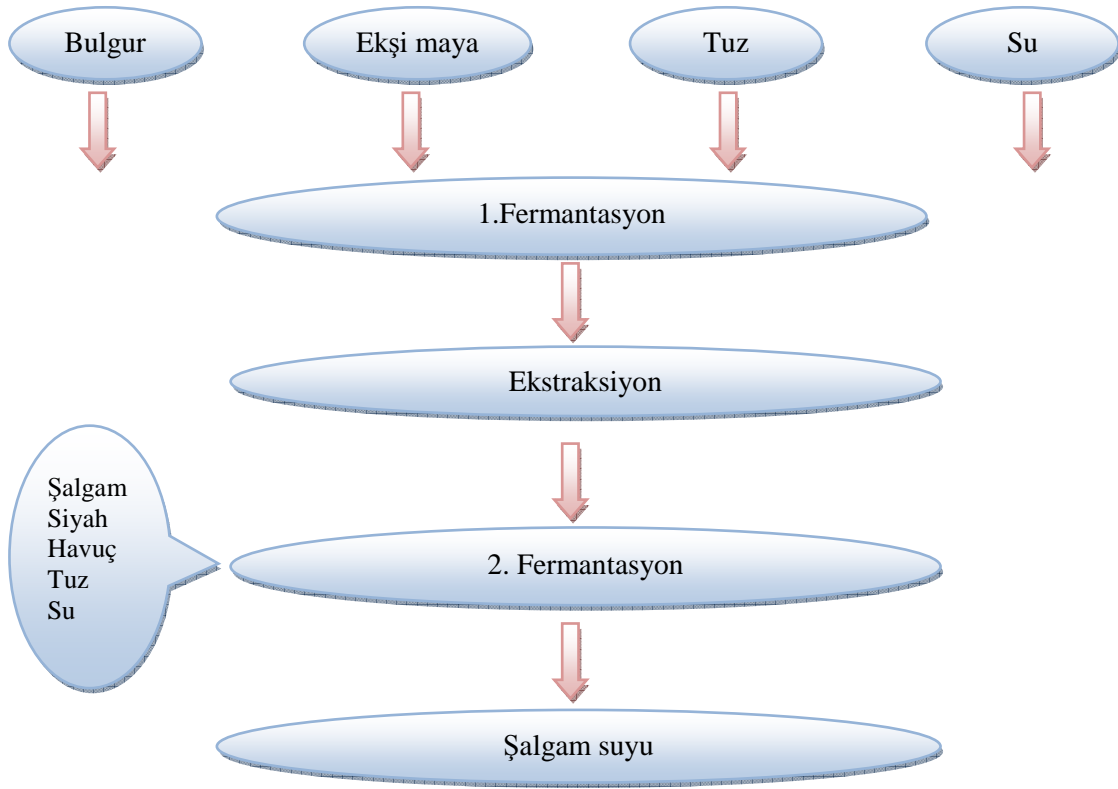
## **2.2. Yöntem**

### **2.2.1. Denemenin düzenlenmesi**

Şalgam suyu üretimi için alınan hammaddelerden şalgam ve siyah havuç yıkanıp kabukları soyularak olabildiğince uygun ve eşit parçalara bölünerek üretime hazırlanmıştır. Diğer hammaddeler ise tartımları yapılarak üretim hattına alınmıştır.

### **2.2.2. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi**

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi Erginkaya ve Aksan’ a (2009) göre yapılmıştır. Şalgam suyu yapımının ilk aşamasında % 10 bulgur unu, % 1,5 ekşi maya, % 0,5 tuz ilave edilerek 3 gün süresince 25 °C de 1. fermantasyona bırakılmıştır (Hamur fermantasyonu). 3 günün sonunda hamur üzerine 4 katı kadar su ilave edilmiştir ve 5-10 dk karıştırılarak ekstrakte edilmiştir. Şalgam suyu üretiminin 2. aşamasında ise süzülen fermente sıvı içerisine önceden dilimlenmiş olan % 2 şalgam turpu, % 20 siyah havuç ilave edilmiştir. Bunun yanı sıra % 2 lik tuz konsantrasyonunda üretilecek şalgam suyu için % 1,5 oranında, % 4 lük tuz konsantrasyonunda üretilecek şalgam suyu için % 3,5 oranında daha tuz ilave edilerek ve hacmi 500 ml’ ye tamamlanarak cam kavanozlarda 25 °C de 2. fermantasyona bırakılmıştır (Havuç fermantasyonu). Uygulanan üretim metodu Şekil 2.1 de özetlenmiştir.



Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu üretim metodu

Fermantasyonun gidişi toplam asit tayini yapılarak izlenmiş ve asit miktarında artış olmayınca fermantasyona son verilmiştir. Toplam fermantasyon (2. fermantasyon) 6 gün sürmüştür. HPLC de biyojen amin tayini ile kimyasal ve mikrobiyolojik analizler fermantasyonun her gününde (0. 1. 2. 3. 4. 5.) yapılmıştır.

### 2.2.3. Kimyasal analizler

#### 2.2.3.1. pH

Şalgam suyu örneklerinde pH tayini Hanna 211 Microprocessor dijital tip pH metre kullanılarak TS 1728 ISO 1842' göre yapılmıştır [46].

### 2.2.3.2. Tuz

Şalgam suyu örneklerinde tuz tayini TS 2664' ye göre yapılmıştır [47]. Fermantasyonun 0. 1. 2. 3. 4. 5. günlerinde her iki grubun şalgam suyundan 10'ar ml örnek alınarak 100 ml'lik erlenmayere alınmıştır. Üzerine 25 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayerin içine karıştırıcı çubuk (balık) atılarak manyetik karıştırıcının üstüne konulmuştur. Şalgam suyunun kendine has rengi nedeniyle NaOH' ın metiloranj indikatörüyle tepkimeye girerek sarı renk vermesi beklenemeyeceğinden bu durumda nötralizasyon için 0,1 N NaOH dan metiloranjin renk dönüşüm noktası olan pH 4,5 oluncaya kadar ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine % 5'lik  $K_2CrO_4$  tan 1 ml ilave edilmiştir. 1 N  $AgNO_3$  ile titre edilerek sabit kiremit kırmızı renk oluşunca titrasyon sona erdirilmiştir. Sonuçlar % tuz miktarı olarak hesaplanmıştır.

### 2.2.3.3. Titrasyon asitliği

Şalgam suyu örneklerinde titrasyon asitliği TS EN 12147' ye göre yapılmıştır [48]. Fermantasyonun 0. 1. 2. 3. 4. 5. günlerinde her iki grubun şalgam suyundan 10'ar ml örnek alınarak 100 ml'lik erlenmayere alınmıştır. Üzerine 40 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayerin içine karıştırıcı çubuk (balık) atılarak manyetik karıştırıcının üstüne konulmuştur. Şalgam suyunun doğal rengi kırmızı tonlarında olduğu için fenolfitaleynle NaOH' ın tepkiye girerek pembe rengi oluşturduğunu görmek mümkün olamayacağından pH metre ile pH takibi yapılarak NaOH sarfiyatı belirlenmiştir. 0,1 N NaOH ile fenolfitaleynin renk dönüşüm noktası olan pH 8,1-8,2 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

### 2.2.4. Mikrobiyolojik analizler

Steril koşullarda şalgam sularından alınan 1 ml'lik örnekler steril edilmiş % 0,85 lik serum fizyolojik suda 1 : 9 oranında seyreltilmiştir. Elde edilen seyreltikler TMAB, küf ve maya, LAB' nin sayımı için kullanılmıştır.

#### **2.2.4.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı**

TMAB sayımı PCA besiyeri kullanılarak yayma kültürel yöntemine göre ekim yapılmış 28-30 °C'de 48 saat süre ile inkübasyon sonucunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar logaritmik değerlere çevrilmiş ve log kob / ml olarak ifade edilmiştir [49].

#### **2.2.4.2. Küf ve maya sayımı**

Toplam küf ve maya sayımı OGYE Agar besiyeri kullanılarak yayma kültürel yöntemine göre yapılmıştır. 28-30 °C'de 4-5 gün inkübasyona bırakılarak daha sonra gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob / ml olarak ifade edilmiştir [50].

#### **2.2.4.3. Laktik asit bakteri sayımı**

LAB sayımı için MRS Agar besiyeri kullanılmıştır. Dökme kültür yöntemine göre ekim yapılan petriyerler 28-30 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır Daha sonra gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob / ml olarak verilmiştir [49].

#### **2.2.5. HPLC analizi**

##### **2.2.5.1.HPLC cihazı**

Çalışmada kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1. HPLC cihazının özellikleri ve biyojen amin analizi için kromatografi koşulları

HPLC	HITACHI LACHROM ELITE (Tokyo, JAPON)
Kolon Fırını	L-2300 Column Oven, Sıcaklık 20°C
Kolon	Kromasil 100 C18 3,5µm (100x4.6 mm)
Pompa	L-2130 HTA Pump
Otosampler	L-2200 Autosampler (Isıtmalı ve Soğutmalı)
Degasser	Otomatik vakum degasser
Dedektör	L-2455 Diode Array Detector
Yazılım Programı	CDS: EZChrom Elite Chromatography Data System
Mobil Faz	Solvent A: 30 ml buffer / 550 ml asetonitril / 457,5 ml su Solvent B: 2 ml buffer / 900 ml asetonitril / 100 ml su
Akış Hızı	1,3 ml / dk
Enjeksiyon	25µl

### 2.2.5.2. Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması

Histamin, triptamin, putresin, feniletilamin, tiramin, 50 ml'lik balon jöjeler içinde 0,4 M HClO<sub>4</sub> ile çözüldürülüp 50 ml'ye tamamlanarak ve her bir biyojen aminin son konsantrasyonu 0,2 mg ml<sup>-1</sup> olacak şekilde biyojen amin standart çözeltisi hazırlanmıştır. Bunlar stok çözeltilerdir. 100 mg dansil klorür 10 ml C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O' da çözüldürülmüştür. 2 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10 ml'de ve 200 mg sodyum glutamat 4 ml saf suda çözüldürülmüştür. Anamix standart çözelti hazırlamak için stok çözeltilerden 5'er ml alınarak 50 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. 0,4 M HClO<sub>4</sub> ile 50 ml ye tamamlanmıştır. Tüm çözeltiler günlük olarak hazırlanmıştır [26].

### 2.2.5.3. Mobil faz

pH 8 olmak koşuluyla 0,1 M HOCH<sub>2</sub>, 0,1 M CH<sub>3</sub>COOH ve destile su sırasıyla % 40 % 20 % 40 oranında kullanılarak HPLC mobil fazında tampon görevi görececek olan buffer hazırlanmıştır. 16 ml HOCH<sub>2</sub> için; 0,1936 g HOCH<sub>2</sub> 16 ml suda çözüldürülür. 8 ml CH<sub>3</sub>COOH için; 48µl CH<sub>3</sub>COOH 8 ml suda çözüldürülür. 16 ml destile su kullanılır. Solvent A için 30 ml buffer , 550 ml ACN , 457,5 ml destile su ve Solvent B için 2 ml buffer , 900 ml ACN , 100 ml su kullanılmıştır.



#### 2.2.5.4. Kromatografide kullanılan gradient programı

Tablo 2.2. Kromatografide kullanılan gradient programı ilk doğrusal gradient elüsyon, toplam akış 1,3 ml dk<sup>-1</sup>

Time (min)	% Solution B	% Solution A
0,1	5	95
10	10	90
15	15	85
20	25	75
25	63	37
30	100	-
40	5	95

#### 2.2.5.5. Örneklerin ekstraksiyonu ve türevlendirilmesi

Fermantasyonun süresince şalgam sularından 10' ar ml örnek alınıp 250 ml' lik erlenmayere konulmuştur. Üzerine 0,4 M HClO<sub>4</sub> den 25 ml ilave edilerek 20 dk çalkalanmıştır. Bu şekilde hazırlanan karışım kaba filtre kağıdından geçirilerek 50 ml' lik balonjojeye süzölmüştür. Elde edilen süzöntü %5' lik TCA ile 50 ml' ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltilerden 400 µl alınarak alüminyum folyo ile sarılan 10 ml' lik kapaklı santrüfuj tüplerine aktarılmıştır. Üzerlerine 400µl Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilip karıştırılmıştır. Karışımların üzerine 400 µl dansil klorür ilave edilip tekrar karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımlar 40 °C' ye ayarlanan su banyosunda 30 dk bekletilmiştir. Kalan dansil klorürü uzaklaştırmak için tüplere 200 µl sodyum glutaminat eklenerek karışım 40 °C' lik su banyosunda 60 dk bekletilmiştir. Su banyosunda bekletme süresince her 15 dk da bir tüpler karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu işlemin bitiminde 1 ml ACN ilave edilerek 3500 rpm' de 20 dk santrüfujlenmiştir. Elde edilen süpernatantlar ependorf tüplerine alınarak HPLC analizi için -20 °C' de muhafaza edilmiştir [26].

Araştırmadan elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve biyojen amin analiz sonuçları SPSS 13.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir (P<0,05).

## BÖLÜM 3. SONUÇLAR

### 3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Denemede % 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam suları 6 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Bu süre içinde her gün pH, titrasyon asitliği, tuz analizleri yapılmıştır

Fermantasyon süresince laktik asit fermantasyonun sonucu olarak titrasyon asitliğinde bir artış, asit oluşumuna paralel olarak da pH' da azalma ve tuz konsantrasyonunun dengeye ulaşması beklenmektedir. Denemede benzer sonuçlar elde edilmiş olup sonuçlar 2 paralel ve 2 tekerrürün ortalaması olarak alınmıştır

Tablo 3.1. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda pH' daki değişimler

GÜN	pH	
	% 2	% 4
0.	3,91 ± 0,11 aA	3,95 ± 0,10 aA
1.	3,72 ± 0,07 bA	3,65 ± 0,02 bA
2.	3,56 ± 0,02 cA	3,48 ± 0,01 cB
3.	3,49 ± 0,08 cA	3,41 ± 0,02 dA
4.	3,53 ± 0,08 cA	3,44 ± 0,03 cdA
5.	3,50 ± 0,02 cA	3,39 ± 0,01 dB

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

A-B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Tablo 3.2. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda titrasyon asitliğindeki değişimler (g/L)

GÜN	TİTRASYON ASİTLİĞİ	
	% 2	%4
0.	1,14 ± 0,16 a	1,30 ± 0,28 a
1.	2,74 ± 0,44 b	3,13 ± 0,35 b
2.	3,94 ± 0,44 c	3,89 ± 0,21 c
3.	4,18 ± 0,57 c	3,80 ± 0,48 bc
4.	4,51 ± 0,08 c	4,32 ± 0,79 c
5.	4,53 ± 0,26 c	4,36 ± 0,50 c

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ).

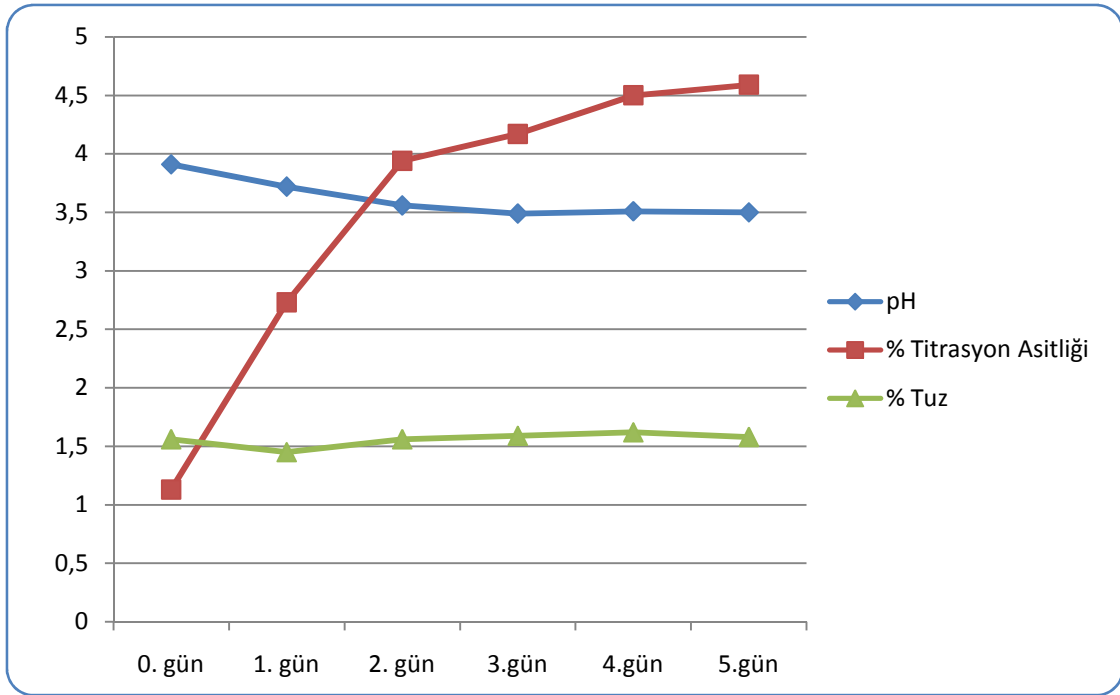
Not: Tüm günler için gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil ( $P > 0,05$ ).

Tablo 3.3. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda % tuz oranındaki değişimler

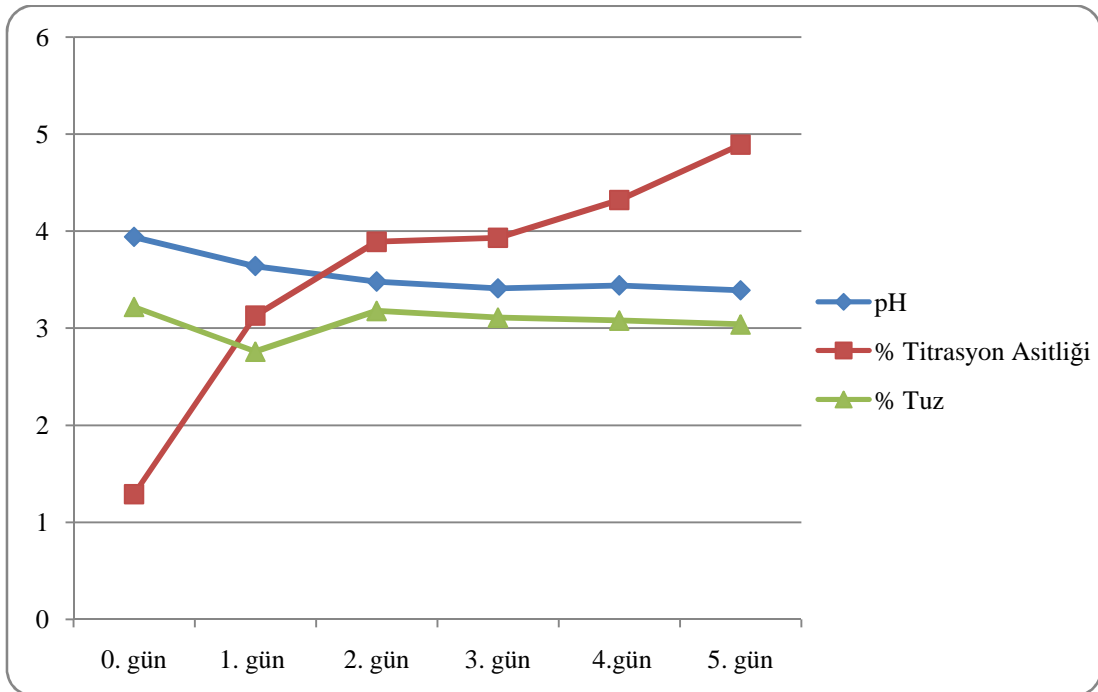
GÜN	% TUZ	
	% 2	% 4
0.	1,56 ± 0,08 A	3,22 ± 0,72 B
1.	1,45 ± 0,21 A	2,76 ± 0,56 B
2.	1,56 ± 0,07 A	3,18 ± 0,43 B
3.	1,59 ± 0,12 A	3,11 ± 0,14 B
4.	1,62 ± 0,18 A	3,08 ± 0,24 B
5.	1,58 ± 0,07 A	3,04 ± 0,29 B

Tuz konsantrasyonu bakımından günler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değil ( $P > 0,05$ ).

A-B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3.1. % 2'lik tuz konsantrasyonunda hazırlanan örneklerde fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve tuz konsantrasyonunda görülen değişimler



Şekil 3.2. % 4'lük tuz konsantrasyonunda hazırlanan örneklerde fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve tuz konsantrasyonunda görülen değişimler

Geleneksel yolla üretilen şalgam sularında %2' lik ve %' 4 lük tuz konsantrasyonlarında başlangıç pH değerleri sırasıyla 3,91 ve 3,95 olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun sonunda ise pH' ları sırasıyla 3,50 ve 3,39' a kadar düşmüştür. Yüksek tuz konsantrasyonundaki örnekte pH' nın daha düşük olduğu görülmüştür. Fermantasyona pH değerinin düşüşünün durmasıyla son verilmiştir.

pH bakımından yapılan istatistiksel analizlere göre günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Gruplar (%2 ve %4 tuz konsantrasyonu) arasındaki farklılık bakımından meydana gelen azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Çalışmada kullanılan şalgam sularında bakılan titrasyon asitliği değerleri giderek artış göstermiştir. % 2' lik tuz konsantrasyonda üretilen şalgam sularından elde edilen titrasyon asitliği değeri fermantasyonun 0. gününde 1,12 g/L iken 5. gününde 4,53 g/L ulaşmıştır. % 4' lük tuz konsantrasyonda üretilen şalgam sularında titrasyon asitliği değeri fermantasyonun 0. Gününde 1,30 g/L iken 5. günde 4,36 g/L olarak bulunmuştur. Beklenildiği üzere titrasyon asitliğinde fermantasyon süresiyle doğru orantılı olarak bir artış olmuştur.

Titrasyon asitliği bakımından yapılan istatistiksel analizlere göre %2 ve %4 tuz konsantrasyonlu örnekler arasında önemli bir fark gözlenmezken, günler arasında meydana gelen artışın önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

% 4' lük tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularında yapılan tuz tayinine göre başlangıçtaki oran % 3,22 iken fermantasyonun 5. gününde % 3,04 olmuştur. % 2' lik tuz konsantrasyonuna göre kurulan denemenin başlangıcında % 1,56 olan tuz konsantrasyonu fermantasyonun 5. gününde % 1,58 olmuştur.

Tuz konsantrasyonu bakımından günler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Ancak gruplar (%2 ve %4 tuz konsantrasyonu) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

### 3.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Denemede % 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam suları 6 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Bu süre içinde TMAB, küf - maya ve LAB sayımları yapılarak sonuçlar Tablo 3.4., Tablo 3.5. ve Tablo 3.6. ile Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.' te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda TMAB sayısındaki değişimler ( log kob/ml )

GÜN	TMAB	
	% 2	% 4
0.	10,24 ± 0,91 A	8,54 ± 0,26 aB
1.	9,77 ± 0,44 A	10,19 ± 1,07 bA
2.	10,39 ± 1,71 A	9,64 ± 1,24 abA
3.	9,06 ± 0,54 A	9,48 ± 0,17 abA
4.	10,23 ± 0,52 A	9,51 ± 1,37 abA
5.	10,42 ± 1,63 A	8,99 ± 0,79 abA

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

A-B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Tablo 3.5. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda Küf ve Maya sayısındaki değişimler ( log kob/ml )

GÜN	KÜF ve MAYA	
	% 2	%4
0.	6,65 ± 0,31 aA	6,91 ± 0,45 abcA
1.	7,83 ± 0,41 bA	7,49 ± 0,44 bcA
2.	7,73 ± 0,44 bA	6,44 ± 0,24 aB
3.	7,64 ± 0,25 bA	7,37 ± 0,89 abcA
4.	7,40 ± 0,98 abA	7,81 ± 0,35 cA
5.	7,88 ± 0,28 bA	6,64 ± 0,97 abA

a-b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

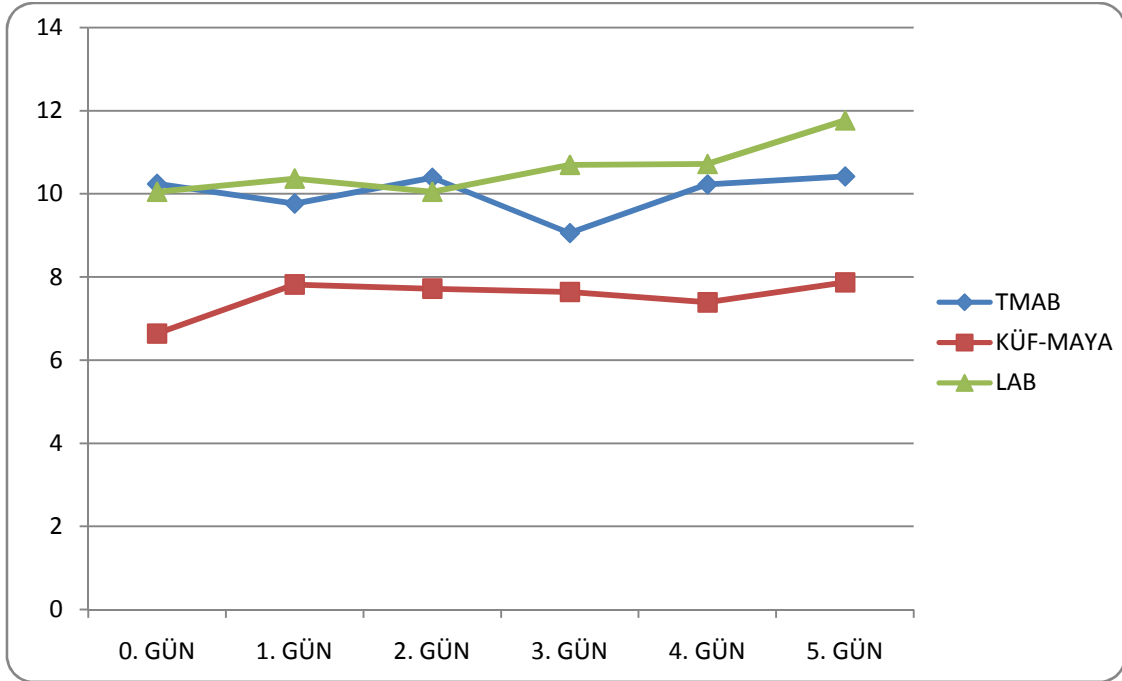
A-B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Tablo 3.6. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda LAB sayısındaki değişimler ( log kob/ml )

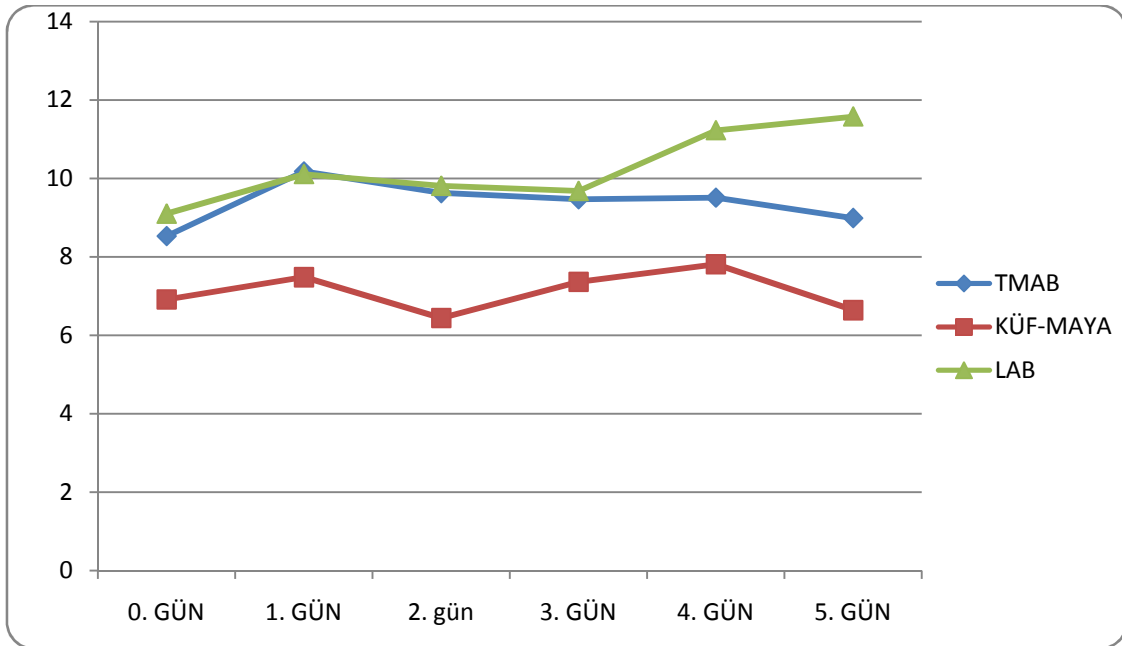
GÜN	LAB	
	% 2	% 4
0.	10,05 ± 0,75	9,11 ± 0,89 a
1.	10,37 ± 1,63	10,11±1,36 abc
2.	10,05 ± 1,12	9,81 ± 1,24 ab
3.	10,70 ± 0,41	9,69 ± 0,84 a
4.	10,73 ± 0,74	11,24 ± 0,33 bc
5.	11,77 ± 1,43	11,58 ± 0,74 c

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Laktik asit bakteri sayımı bakımından tüm günlerde gruplar arasındaki farklar önemli değil (P>0.05).



Şekil 3.3. Tuz konsantrasyonu % 2 olarak üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler



Şekil 3.4. Tuz konsantrasyonu % 4 olarak üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler



% 2 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularında TMAB başlangıç sayısı (0. gün) 10,24 log kob/ml'dir. TMAB' leri fermantasyonun 3. gününde 9,06 log kob/ml ile en düşük seviyeye ulaşmıştır. Fermantasyon sonunda ise TMAB sayısı 10,42 log kob/ml ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Tablo 3.4.).

% 4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularında TMAB başlangıç sayısı (0. gün) 8,54 log kob/ml'dir. Aynı zamanda fermantasyonun en düşük TMAB sayısı 0. günde tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince tespit edilen en yüksek TMAB sayısı fermantasyonun 1. gününde 10,19 log kob/ml olarak saptanmıştır. Daha sonraları azalarak 5. günde 8,99 log kob/ml olarak bulunmuştur Araştırmamızda iki grup arasında TMAB sayım sonucu genel olarak bakıldığında düşük tuz konsantrasyonunda daha yüksek olarak tespit edilmiştir ( Tablo 3.4.).

TMAB sayısı yapılan istatistiksel analizlere göre hem gruplar arasındaki farklılık hem de günler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

% 2 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularında küf-maya başlangıç sayısı 6,65 log kob/ml'dir. Aynı zamanda fermantasyonun en düşük küf- maya sayısı 0. günde tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda ise küf- maya sayısı 7,88 log kob/ml ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır ( Tablo 3.5.).

% 4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularında küf- maya başlangıç sayısı 6,91 log kob/ml'dir. Küf-maya sayısı fermantasyonun 4. gününde 7,81 log kob/ml ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Fermantasyon sonunda ise küf- maya sayısı azalarak 6,64 log kob/ml ile en düşük seviyeye ulaşmıştır (Tablo 3.5.).

Küf ve maya sayısı yapılan istatistiksel analizlere göre hem gruplar arasındaki farklılık hem de günler arasındaki farklılık açısından önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

% 2 tuz konsantrasyonunda üretilen örneklerde yapılan analiz sonuçlarına göre başlangıç LAB sayısı 10,05 log kob/ml olarak, en düşük LAB sayısı ise 10,05 log kob/ml olarak hem 0. günde hem de 2. günde tespit edilmiştir. Fermantasyon sonuna

doğru LAB sayısı artarak 5. günde 11,77 log kob/ml olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.6.)

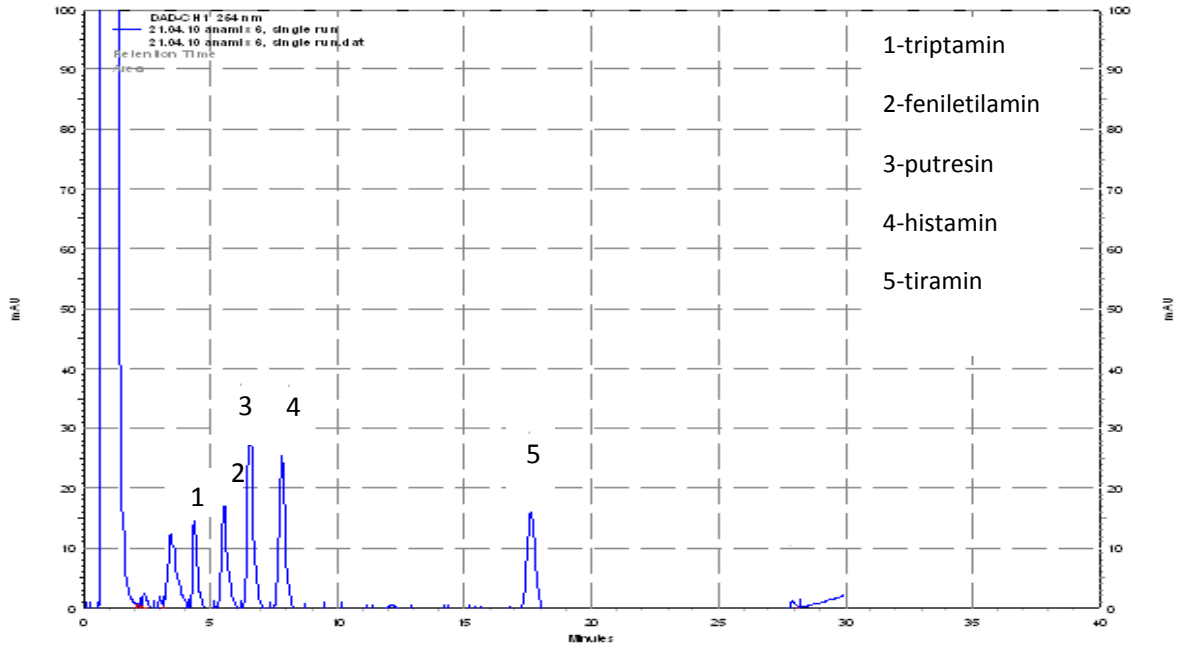
% 4 tuz konsantrasyonunda üretilen örneklerde yapılan analiz sonuçlarına göre başlangıç ve en düşük LAB sayısı 9,11 log kob/ml olarak 0. günde, en yüksek LAB sayısı ise fermantasyonun 5. gününde 11,58 log kob / ml olarak belirlenmiştir (Tablo 3.6.).

LAB sayısı bakımından gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmazken ( $P>0,05$ ), günlere göre meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

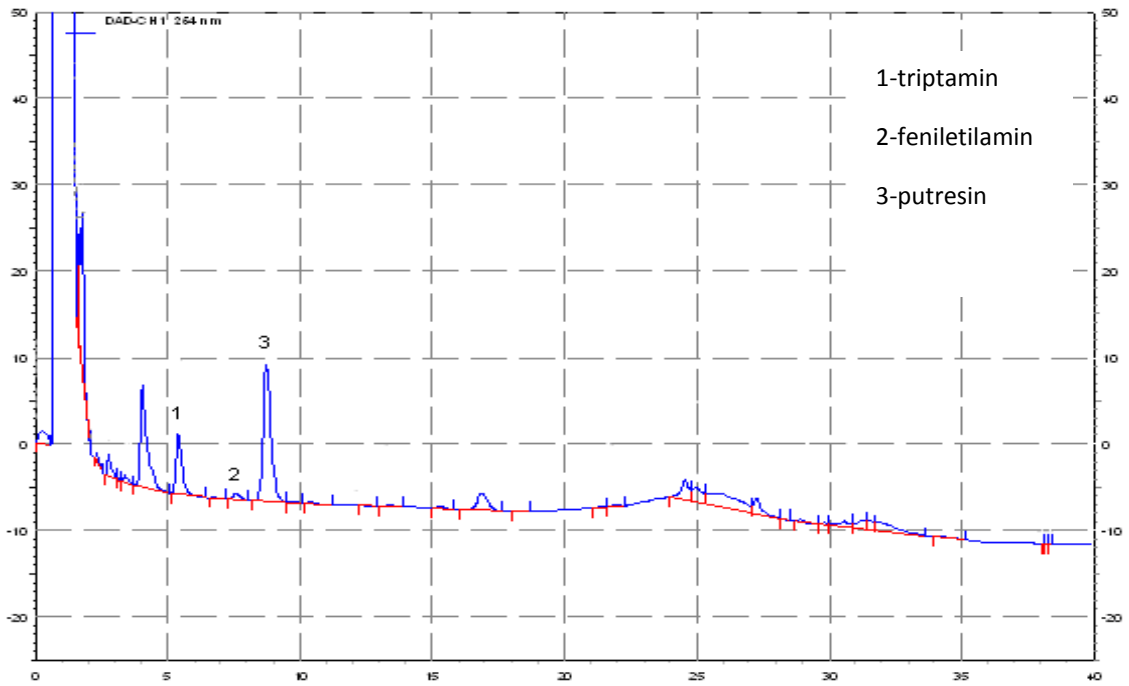
### **3.3. Biyojen Amin Analiz Sonuçları**

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularının 6 gün boyunca fermantasyonu sırasında her gün triptamin, feniletilamin, putresin, histidin ve tiamin biyojen aminlerinin düzeyleri HPLC yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

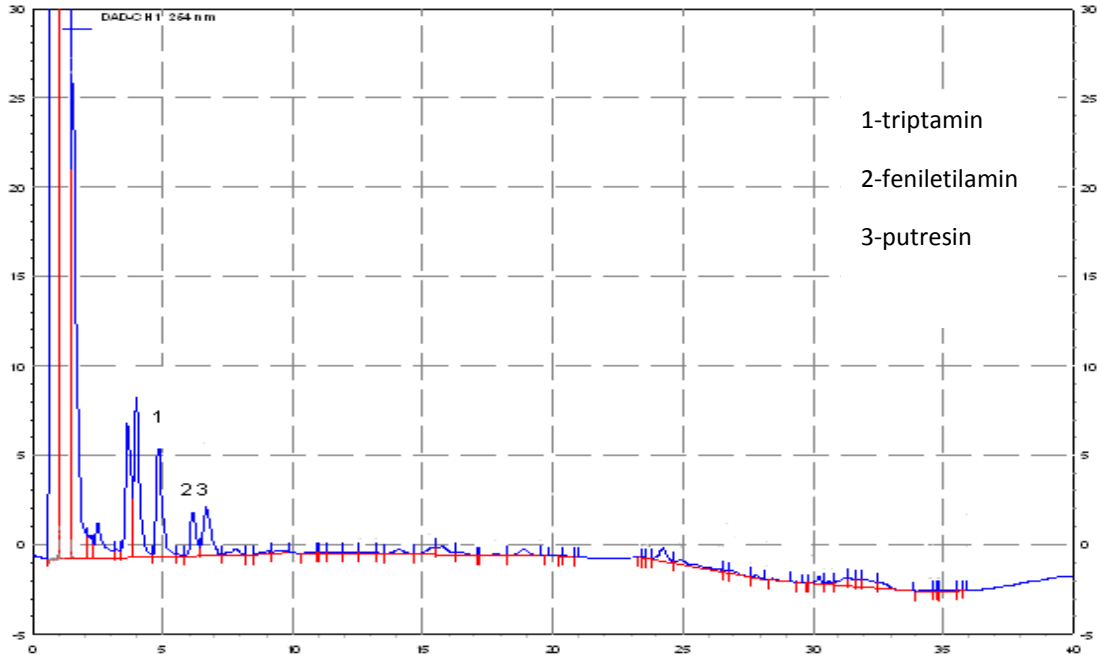
Denemede tüm biyojen aminler çok iyi bir şekilde ayrılmış olup Şekil 3.5' de biyojen aminlerin geliş zamanları ve sıralarını, Şekil 3.6 ve 3.7' de ise % 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularındaki biyojen amin içeriklerini gösteren kromatogramlar verilmiştir.



Şekil 3.5. Standart biyojen aminlerin geliş sırası ve sürelerini gösteren kromatogram



Şekil 3.6. Tuz konsantrasyonu % 2 olarak üretilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram



Şekil 3.7. Tuz konsantrasyonu % 4 olarak üretilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromotogram

### 3.3.1 Örneklerin biyojen amin miktarları

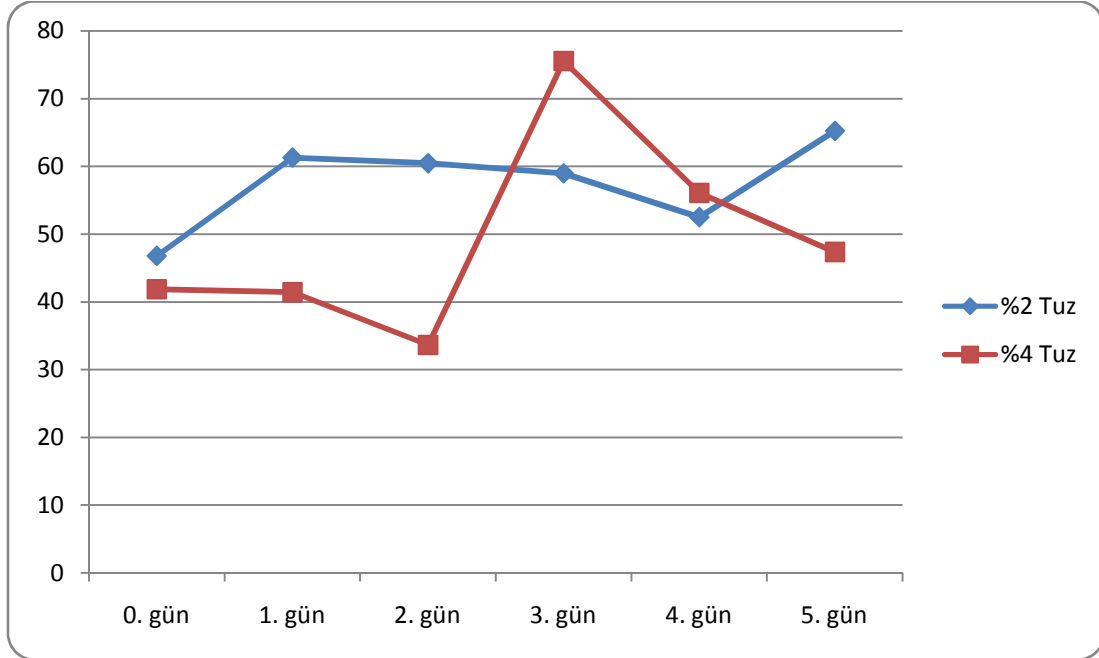
% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularının triptamin miktarları Tablo 3.7' de verilmiştir.

Tablo 3.7. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda triptamin miktarları (mg/L)

GÜN	TRİPTAMİN	
	%2	%4
0.	46,79±0,94 Aa	41,88±1,23 Ab
1.	61,28±1,24 Ba	41,43±1,44 Ab
2.	60,45±1,88 Ba	33,66±1,34 Bb
3.	58,95±1,22 Ba	75,55±2,52 Cb
4.	52,51±0,51 Ca	56,10±0,85 Db
5.	65,22±0,38 Da	47,37±2,95 Eb

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ).

A-B: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ).



Şekil 3.8. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait triptamin değerleri

Geleneksel olarak %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının triptamin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmuştur ( $P<0,05$ ). %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında en yüksek triptamin değeri 65.22 mg/L iken en düşük değer 46.79 mg/L olarak bulunmuştur. Bu şartlarda en yüksek triptamin değerine 5. gün sonunda ulaşılmıştır.

Geleneksel olarak %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının triptamin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında da istatistiksel açıdan bir farklılık olmakla birlikte ( $P<0,05$ ) en yüksek triptamin değeri 75,55 mg/L iken en düşük değer 33.66 mg/L olarak bulunmuştur. Bu şartlarda ise en yüksek triptamin değerine 3. gün sonunda ulaşılmıştır.

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonundaki şalgam sularının triptamin içeriklerinde 0.,1.,2.,3.,4. ve 5. günler kıyaslandığında istatistiksel açıdan farklılık olduğu gözlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Genel olarak fermantasyon süresince %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgamda %2 tuz konsantrasyonuna sahip şalgama göre daha düşük triptamin olduğu gözlenmiştir.

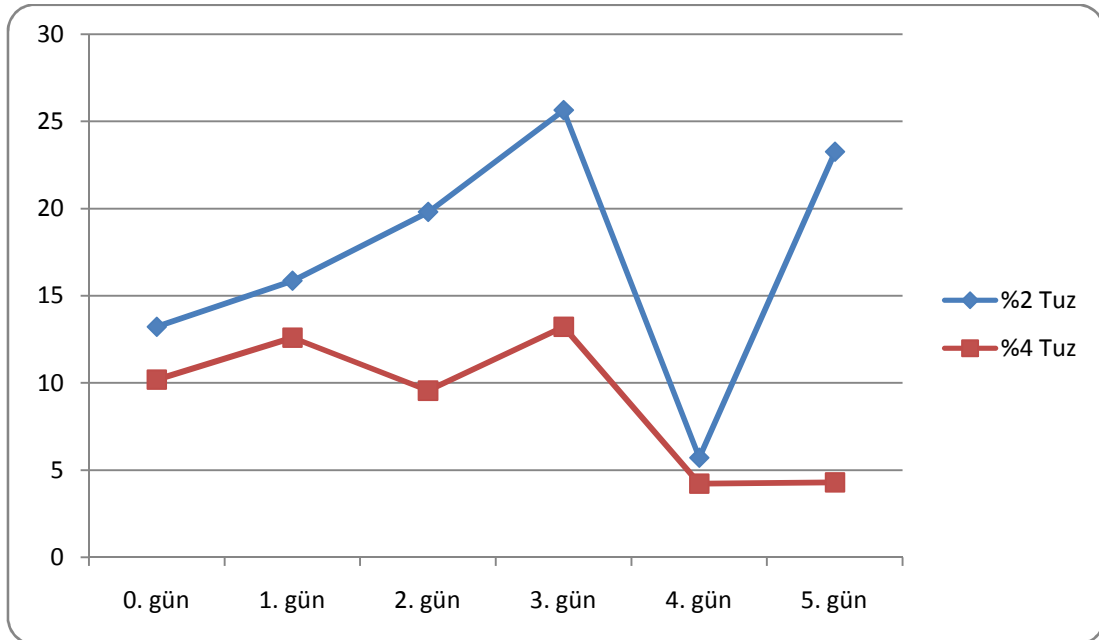
% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularının feniletilamin miktarları Tablo 3.8' de verilmiştir.

Tablo 3.8. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda feniletilamin miktarları (mg/L)

GÜN	FENİLETİLAMİN	
	%2	%4
0.	13,21±0,97 Aa	10,19±0,50 Ab
1.	15,85±2,65 Aa	12,60±1,85 Ba
2.	19,80±1,50 Ba	9,56±1,53 Ab
3.	25,63±1,34 Ca	13,22±1,74 Bb
4.	5,71±0,75 Da	4,23±0,93 Ca
5.	23,25±2,42 Ca	4,30±0,95 Cb

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ).

A-B: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ).



Şekil 3.9. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait feniletilamin değerleri

Geleneksel olarak %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının feniletilamin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistik olarak bir farklılık bulunmuştur ( $P<0,05$ ). %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında en yüksek feniletilamin değeri 25.63 mg/L iken en düşük değer 5.17 mg/L olarak bulunmuştur. Bu şartlarda en yüksek feniletilamin değerine 3. gün sonunda ulaşılmıştır.

Geleneksel olarak %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının feniletilamin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan bir farklılık olmakla birlikte ( $P<0,05$ ) en yüksek feniletilamin değeri 13.22 mg/L iken en düşük değer 4.14 mg/L olarak bulunmuştur. Bu şartlarda ise en yüksek feniletilamin değerine 2. gün sonunda ulaşılmıştır.

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonundaki şalgamların feniletilamin içeriklerinde 0.,1.,2.,3.,4. ve 5. günler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Bu iki grup için feniletilamin konsantrasyonun %4 lük tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyunda %2 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyuna göre daha az olduğu tespit edilmiştir .

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularının putresin miktarları Tablo 3.9' de verilmiştir

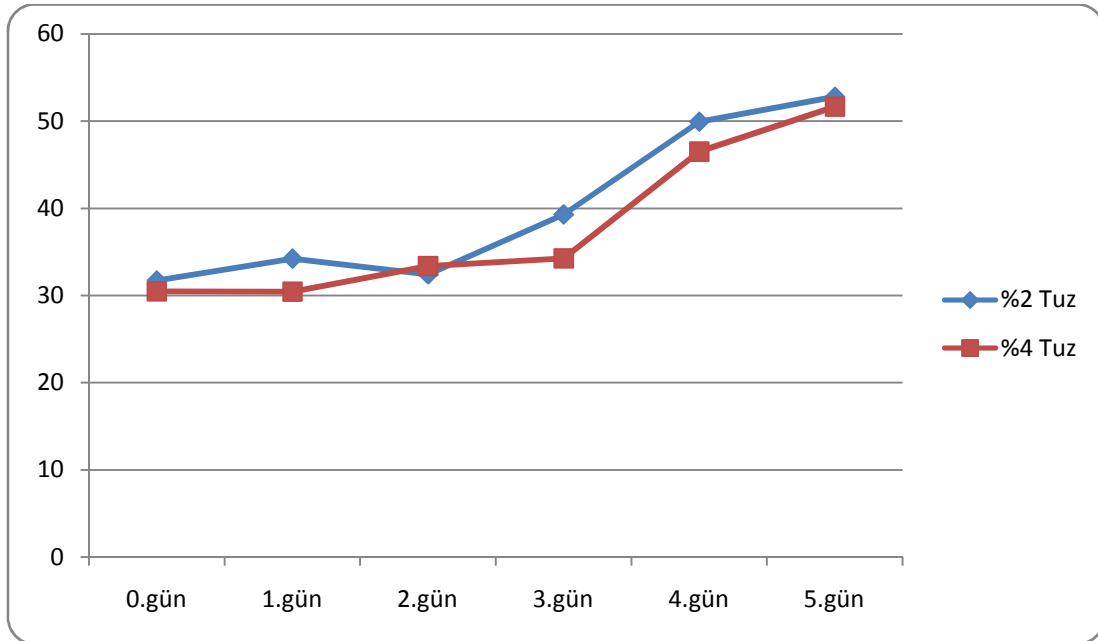


Tablo 3.9. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda putresin miktarları (mg/L)

GÜN	PUTRESİN	
	%2	%4
0.	31,73±2,81 Aa	30,46±0,68 Aa
1.	34,23±1,99 Aa	30,43±1,35 Ab
2.	32,43±3,83Aa	33,36±0,64 Ba
3.	39,29±2,74 Ba	34,24±0,54 Bb
4.	49,93±1,28 Ca	46,49±3,46 Ca
5.	52,78±2,90 Ca	51,64±2,01 Da

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $P<0,05$ ).

A-B: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $P<0,05$ )



Şekil 3.10. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait putresin değerleri

Geleneksel olarak %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının putresin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ( $P<0,05$ ). %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında en yüksek putresin değeri 52.78 mg/L iken en düşük değer 31.73 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu şartlarda en yüksek putresin değerine 5. gün sonunda ulaşılmıştır.

Geleneksel olarak %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının putresin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan farklılık olmakla birlikte ( $P<0,05$ ) en yüksek putresin değeri 51.64 mg/L iken en düşük değer 30.43 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu gruptaki en yüksek putresin değerine 5. gün sonunda ulaşılmıştır.

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonundaki şalgamların putresin içeriklerinde 0.,1.,2.,3.,4. ve 5. günler kıyaslandığında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmektedir ( $P<0,05$ ).

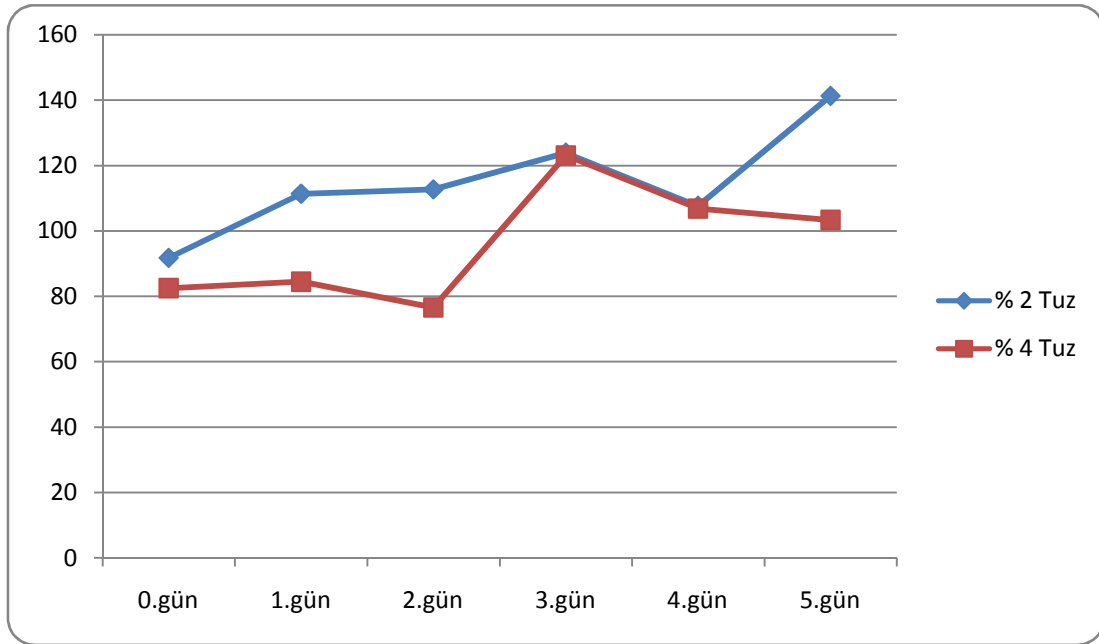
% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarları Tablo 3.10' de verilmiştir

Tablo 3.10. Tuz konsantrasyonları % 2 ve % 4 olarak üretilen şalgam suyunda toplam biyojen amin miktarları (mg/L)

GÜN	TOPLAM BİYOJEN AMİN	
	%2	%4
0.	91,73±2,85 Aa	82,48±1,85 Ab
1.	111,35±3,48 BCa	84,45±2,25 Ab
2.	112,67±2,48 Ca	76,58±1,39 Bb
3.	123,87±3,26 Da	123,01±2,13 Cb
4.	107,61±0,77 Ba	106,82±2,57 Db
5.	141,25±2,91 Ea	103,31±1,79 Eb

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ).

A-B: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ )



Şekil 3.11. Tuz konsantrasyonu % 2 ve %4 olan şalgam suyuna ait toplam biyojen amin değerleri

Geleneksel olarak %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ( $P<0,05$ ). %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında en yüksek biyojen amin miktarı 141.25 mg/L iken en düşük değer 91.73 mg/L olarak bulunmuştur. Bu şartlarda en yüksek biyojen amin değerine 5. gün sonunda ulaşılmıştır.

Geleneksel olarak %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin içeriğinde 0. gün ile 5.gün arasında istatistiksel açıdan farklılık olmakla birlikte ( $P<0,05$ ) en yüksek biyojen amin değeri 123.01 mg/L iken en düşük değer 76.58 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu gruptaki en yüksek biyojen amin değerine 3. gün sonunda ulaşılmıştır.

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonundaki şalgamların toplam biyojen amin içeriklerinde 0.,1.,2.,3.,4. ve 5. günler kıyaslandığında istatistiksel açıdan farklılık görülmektedir ( $P<0,05$ ).

% 2 ve % 4 tuz konsantrasyonunda geleneksel yolla üretilen şalgam sularından her iki grupta da histamin ve tiramin tespit edilememiştir.

## BÖLÜM 4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmada geleneksel yöntemle üretilen 2 farklı tuz konsantrasyonundaki şalgam sularının pH, titrasyon asitliği, tuz, TMAB, küf-maya, LAB sayıları, ile biyojen amin içerikleri incelenmiştir. Belirlenen analiz sonuçlarına göre %2 ve %4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularının pH' ları sırasıyla 3,50 ve 3,39 bulunmuştur. TS 11149' a göre pH 3,30- 3,80 arasında olmalıdır [45]. Buna göre %2 ve %4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularının pH değerlerinin standarda uygun olduğu anlaşılmıştır.

Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç boyutunun şalgam suyu kalitesine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada havuç fermantasyonu başlangıcında pH değerleri 6.05 – 6.27 arasında değişirken fermantasyon sonunda 3.45 – 3.53 arasında olduğu belirtilmiştir Yapılan bu çalışmanın araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır [51].

Çalışmada fermantasyonun başlangıcında %2 ve %4 tuz konsantrasyonundaki şalgam sularından elde edilen titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,14 g/L ve 1,30 g/L olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda ise bu değerler sırasıyla 4,53 g/L ile 4,36 g/L ye ulaşmıştır. TS 11149' a göre titrasyon asitliği en az 6,0 g/L olmalıdır [45]. Buna göre üretilen şalgam sularında titrasyon asitliği değerleri limit değerinin dışında bulunmuştur. Piyasada üretilen şalgam sularına bir miktar asit ilavesi yapılarak TSE' nin belirlediği standarda uygun üretim yapılabilir.

Siyah havuç boyutunun şalgam suyu kalitesine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada toplam asit miktarı laktik asit cinsinden başlangıçta 0.6 - 0.48 g/L arasında olduğu ve fermantasyon sonunda ise toplam asit değerleri 7.15 - 7.75 g/L olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla bu çalışmanın sonuçları arasında yakın bir benzerlik kurulmamıştır [51]. Bu farkın nedeninin kullanılan

hammadelerin özelliklerinin bizim çalışmamızda kullanılanlardan farklı olabileceğinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Geleneksel yöntemle üretilen %2 lik tuz konsantrasyonunda TMAB sayımı sonuçlarına göre önce bir azalma ve ardından bir artış olduğu gözlenmiştir. Fermantasyon başlangıcında TMAB sayısı 10,24 log kob/ml iken fermantasyonun 3. gününde 9,06 log kob/ml ile en düşük seviyeye ulaşmış ve fermantasyon sonunda ise TMAB sayısı 10,42 log kob/ml ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. %4 lük tuz konsantrasyonunda TMAB sayımı sonuçları fermantasyon başlangıcında 8,54 log kob/ml'dir. Aynı zamanda fermantasyonun en düşük TMAB sayısı 0. günde tespit edilmiştir. Fermantasyon süresince tespit edilen en yüksek TMAB sayısı fermantasyonun 1. gününde 10,19 log kob/ml olarak saptanmıştır. Daha sonraları azalarak 5. günde 8,99 log kob/ml olarak bulunmuştur. TS 11149' a göre şalgam suyunda izin verilen TMAB sayısı 4-5 log kob/ml' dir. Bizim çalışmamızda elde edilen TMAB sayım sonuçları TSE de istenen değerlerin üstünde bulunmuştur [45]. Özetle geleneksel yöntemle üretilen %2 ve %4 lük tuz konsantrasyonundaki şalgam sularında TMAB sayısına bakıldığında yüksek tuz konsantrasyonu ile TMAB sayısı arasında ters orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonundaki şalgam sularında düşük konsantrasyonundaki şalgam sularına göre bakteri sayısında azalma olduğu belirlenmiştir.

Güneş (2008) yaptığı çalışmasında, TMAB sayısını 7.77-7.89 log kob/ml olarak belirlemiştir [52]. Öte yandan, Arıcı (2001) şalgam suyu üzerinde yaptığı bir çalışmasında, TMAB sayısını T.S.E.'de belirtilen değerlerden yüksek olarak 16,2-42,7 log kob/ml arasında saptamıştır [53, 45]. Yapılan başka bir çalışmada, Adana piyasasında satılan şalgam suyu örneklerinde TMAB sayısı 5,4 ile 32,2 log kob/ml arasında bulunmuştur [54]. Öte yandan Utuş (2008), yaptığı çalışmada, havuç fermantasyonun başlangıcında TMAB sayısını 7,28 ve 7,49 log kob/ml arasında ve fermantasyon sonunda 7.64 log kob/ml ile 7.08 log kob/ml arasında bulmuştur. Çalışmasında TMAB sayım sonuçlarında önce bir artış ardından bir azalma olduğu ifade edilmiştir [51]. Elde ettiğimiz sonuçlar ile Utuş (2008) ve Güneş (2008) in yaptıkları çalışmalarda ki sonuçlar benzerlik göstermektedir [51, 52].

Geleneksel yöntemle üretilen %2 lik tuz konsantrasyonuna sahip şalgam sularında küf-maya sayımı sonuçlarına göre fermantasyonun ilk gününde 6,65 log kob/ml ile en düşük seviyede iken fermantasyonun son gününde 7,88 log kob/ml ile en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. %4 lük tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam suyunda ise ilk gün küf-maya sayım sonucu 6,91 log kob/ml olarak belirlenmiş ve fermantasyonun son günü 6,64 log kob/ml olarak belirlenmiştir. En yüksek küf-maya sayım sonucuna 7,81 log kob/ml ile fermantasyonun 4. gününde ulaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam suyunda küf-maya gelişimi azalmıştır.

Şalgam suyu üzerine yapılan benzer bir çalışmada fermantasyon başlangıcında toplam maya sayısı 6.3-7.3 log kob/ml arasında bulunmuş fermantasyonun sonuna doğru bu değerlerde azalma gözlenmiş ve fermantasyon sonunda en düşük değer 7.18 log kob/ml ile en yüksek ise 7.60 log kob/ml olduğu belirlenmiştir [51]. Başka bir çalışmada ise fermantasyonunun başlangıcında toplam maya sayısı 7.15-7.80 log kob/ml arasında değişmiştir. Fermantasyon sonunda en yüksek maya sayısı 7.66 log kob/ml olarak en düşük maya sayısı ise 6.76 log kob/ml olarak elde edilmiştir [52]. Araştırmamızdan elde edilen küf-maya sayımı sonuçları şalgam suyu üzerine yapılmış olan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Geleneksel yöntemle üretilen %2 lik tuz konsantrasyonuna sahip şalgam sularından elde edilen LAB sayımı sonuçları 10,05 ile 11,77 log kob/ml arasında değişmiştir ve buna göre fermantasyonun 0. gününde 10,05 log kob/ml ile en düşük seviyede iken fermantasyonun son gününde ise 11,77 log kob/ml ile en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. %4 lük tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam suyunda ise sonuç 9,11 ile 11,58 log kob/ml arasında değişmiştir. En düşük LAB sayım sonucu 9,11 log kob/ml ile fermantasyonun ilk günü ve en yüksek seviyeye ise 11,58 log kob/ml ile fermantasyonun son günü belirlenmiştir.

Adana ilindeki şalgam sularının bileşimleri üzerine yapılan bir çalışmada LAB sayısı 10,5-65,1 log kob/ml olarak ifade edilmiştir [54]. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla bu çalışmadaki LAB sayım sonuçları arasında yakın bir benzerlik olmadığı görülmüştür. Öte yandan yapılan başka çalışmalarda Güneş (2008) LAB

sayısını 7.60-8.95 log kob/ ml ve Utuş (2008) LAB sayısını 7,25-8,75 log kob /ml olarak bildirmişlerdir [52, 51]. Araştırmamızdan elde edilen sayım sonuçları Güneş (2008) ve Utuş (2008) [52, 51]' in şalgam suyu üzerine yaptıkları çalışmalarla kıyaslandığında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Geleneksel yöntemle üretilmiş şalgam suyu örneklerine HPLC yöntemi kullanılarak yapılan analizlerin triptamin biyojen amin sonuçlarına göre %2 lik tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyunda başlangıç miktarı 46,79 mg/L' dir. Fermantasyon süresince en yüksek triptamin miktarına son gün 65,22 mg/L ile ulaşılmıştır. %4 lük tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyunda ise başlangıç miktarı 41,88 mg/L' dir. Fermantasyon süresince en düşük triptamin miktarı 2. gün 33,66 mg/L olarak ve en yüksek triptamin miktarı 3. gün 75,55 mg/L olarak tespit edilmiştir. Fermantasyonun 5. günü triptamin seviyesi 47,37 mg/L seviyesine gerilemiştir. Araştırmada fermantasyonun 0.gününde biyojen amin miktarının sıfır olmaması biyojen aminlerin hamur fermantasyonu sırasında oluşmaya başladığının göstergesidir. Yapılan bu çalışmada artan tuz konsantrasyonu ile triptamin oluşum miktarının azaldığı gözlenmiştir. Tuz konsantrasyonundaki artışın mikroorganizmaların dekarboksilaz enzim aktivitelere etki ederek biyojen amin oluşumunu azalttığı bilinmektedir [55]. Bizim çalışmamızda gözlenen daha yüksek tuz konsantrasyonundaki şalgam sularındaki daha düşük triptamin konsantrasyonu bu tespiti desteklemektedir.

Dekarboksilaz enzim aktivitesini, dolayısıyla biyojen amin oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerden biri pH' dir. Asidik ortamlarda biyojen amin oluşumunun bakteri için koruyucu bir mekanizma olduğu ileri sürülmektedir [56]. Düşük pH' da daha yüksek olan dekarboksilaz enzim aktivitesi, bazı araştırmacılara göre pH 4,0-5,5 aralığında [38], bazı araştırmacılara göre de pH 2,5-6,5 aralığında optimumdur [57]. Bizim çalışmamızda pH 3,95 ile 3,39 arasındadır. Sonuçlar belirtilen pH aralığına denk geldiğinden şalgam suyundaki mikroorganizmaların biyojen amin oluşturma düzeylerini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Özdestan ve Üren (2010) 11 farklı şalgam suyu örneğinde ve 9 acılı şalgam suyu örneğinde biyojen amin içerikleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada



ki 11 şalgam suyu örneğinden 6 tanesinde triptamin varlığı saptanmış olup 5 örnek de ise triptamine rastlanmamıştır. Bu örneklerde ki triptamin içeriğinin ise 3,1 ile 7, 2 mg/L arasında değiştiği ifade edilmiştir. 9 adet acılı şalgam suyu örneğinde ise 6 tanesinde triptamin varlığı saptanmış olup 3 örnek de ise triptamine rastlanmamıştır. Bu örneklerde ki triptamin içeriğinin ise 4,1 ile 17, 2 mg/L arasında değiştiği ifade edilmiştir [58]. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla bu çalışmadaki triptamin sonuçları arasında bir paralellik olmadığı görülmüştür.

Bizim kullandığımız HPLC yöntemini kullanarak geleneksel olarak üretilmiş salamuralı ve %1 sitrik asitle pH' sı ayarlanmış salamuralı lahana turşularındaki biyojen amin oluşumları incelenen çalışmada, %8 tuz ve %8 tuz ile %1 sitrik asit ilave edilerek üretilen lahana turşularındaki triptamin miktarı 19 gün süren fermantasyonun sonunda, sırasıyla , 1,71 ve 0,94 mg/kg olarak tespit edilmiştir [59]. Bu çalışmada kullanılan yüksek tuz oranı nedeniyle bizim çalışmamızdan çok daha az triptamin içermekte olduğu düşünülmektedir.

%2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında feniletilamin miktarı 5.71 ile 25.63 mg/L, %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularında ise bu değer 4.23 ile 13.22 mg/L arasında değiştiği görülmüştür. Bu iki grup için 6 günlük fermantasyonda feniletilamin konsantrasyonu %4 lük tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyunda %2 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda feniletilamin için belirlenen toksik limitin (30 mg/kg) altında olduğu bulunmuştur [37].

Piyasadan alınan acılı ve acısız şalgam sularının biyojen amin içerikleri üzerine yapılan çalışmada 11 adet acısız şalgam suyu örneğinin 6 tanesinde feniletilamine rastlanmamış olup feniletilamin olduğu tespit edilen 5 örneğin feniletilamin miktarları ise 0,9 -11,5 mg/L arasında olduğu belirtilmiştir. 9 adet acılı şalgam suyu örneğinin 5 tanesinde feniletilamin bulunamamış diğer 4 örnekteki feniletilamin miktarları ise 1,9 - 6,8 mg/L arasında olduğu ifade edilmiştir [58]. Şalgam suyu üzerine yapılan bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızdaki %4 lük tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerinden elde edilen feniletilamin sonuçlarına daha yakın olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının fermantasyon sırasında putresin miktarı 31.73 ile 52.78 mg/L, %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının putresin miktarları 30.43 ile 51.64 mg/L arasında bulunmuştur. %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam sularında fermantasyon süresince putresin miktarlarının birbirlerine çok yakın olduğu ve %2'lik bir tuz konsantrasyonu farkının putresin içeriğini fazla etkilemediği gözlemlenmiştir. Ayrıca putresin için belirlenen ve 396 mg/kg olan toksik limitin de altında olduğu görülmüştür [57]. Aynı zamanda çalışmadan alınan sonuçlara göre yüksek tuz konsantrasyonu putresin oluşumunu nispeten sınırlandırırken triptamin ve feniletilamin oluşumunu ise önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir

Benzer şekilde Özdehan ve Üren (2010) piyasadaki biyojen amin içeriklerini inceledikleri 20 adet acılı ve acısız şalgam suyu örneklerinde baskın biyojen aminin putresin olduğunu ve putresinin ortalama değerinin acısız şalgam suyunda 17.7 mg/L, acılı şalgam suyunda ise 26.0 mg/L olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada minimum putresin miktarı 5,0 mg/L ve maksimum putresin miktarının ise 42.3 mg/L olarak bulunduğunu belirtmişlerdir [58]. Bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçların bu çalışmadaki acılı şalgam suyundaki putresin değerlerine daha yakın olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre geleneksel yolla üretilen % 2 ve % 4 tuz konsantrasyonundaki şalgam sularında her iki grupta da histamin ve tiramin biyojen aminlerinin varlığına rastlanmamıştır.

Bizim çalışmamızdan farklı olarak Özdehan ve Üren (2010) piyasadaki acılı ve acısız şalgam sularının biyojen amin içeriklerini inceledikleri çalışmalarında histamin içeriğini 2.6-19.1 mg/L, tiramin içeriğini ise 2.6-26.4 mg/L arasında olduğunu belirtmişlerdir [58].

Yeğin ve Üren (2008) biyojen amin oluşumunda tuz konsantrasyonunun önemli bir faktör olduğunu ve tuz konsantrasyonu artışının histidin dekarboksilaz enzim aktivitesini inhibe ettiğini ifade etmişlerdir. %3,5 NaCl varlığında *Lactobacillus buchneri* nin histamin oluşturma yeteneği kısmen azalırken %5 NaCl varlığında

histamin oluşturma yeteneği tamamen inhibe edilmiştir [60]. *L. bulgaricus*' un amin oluşturma kabiliyetinin tuz konsantrasyonunun %0 dan %6 ya çıkması ile azaldığı tespit edilmiştir [61]. Benzer şekilde Masson ve ark. (1997) de *Carnobacterium divergensin* tiramin üretimi üzerine yaptıkları bir çalışmada %10 NaCl nin tiramin oluşumunu inhibe ettiğini tespit etmişlerdir [62].

Henry Chin ve Koehler (1986) tuz konsantrasyonun ve inkübasyon sıcaklığının biyojen aminler üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada tuz konsantrasyonun %3.5 dan %5.5 a çıkması ile histamin oluşumunun inhibe edilebileceğini ifade etmişlerdir [63]. Bu etkinin yüksek tuz konsantrasyonunda hücre gelişimini yavaşlatmış olabileceğinden ve membranda bulunan mikrobiyal dekarboksilaz enzim aktivitesinin zarar görmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir [41]. Yapılan başka bir çalışmada fermantasyon sırasındaki tuz/su oranı ve suyun kalitesi sosis örneklerinin depolama esnasında mikrobiyal yükleri üzerine oldukça etkili olduğu ifade edilmiştir [61].

Geleneksel olarak %2 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarı 91.73 ile 141.25 mg/L, %4 tuz konsantrasyonu ile üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin içeriğinin ise 76.58 ile 123.01 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır. Piyasadaki acılı ve acısız şalgam sularının biyojen amin içeriklerinin incelendiği çalışmada toplam biyojen amin içeriğinin 26.7 ile 134.3 mg/L arasında olduğu belirtilmiştir [58]. Bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçların özdestan ve ren (2010) 'in [58] tespit ettikleri sonuçlara benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak her gnde 300 ml den az şalgam tüketiminin bireyler için güvenli olacağı ifade edilmiştir [58].

zdestan ve ren (2010) yaptıkları çalışmalarında kefir örneklerinin toplam biyojen amin miktarlarının 2.8 ile 35.2 mg/L arasında olduğunu belirtmişler ve bu değerin kabul edilebilir toplam biyojen amin değerlerinin çok altında olduğunu ifade etmişlerdir [64]. Yapılan bu araştırmalara göre şalgam suyundaki toplam biyojen amin miktarının fermente içecek olan boza [26] ve kefire [64] göre daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Toksik limitler açısından bir kıyaslama yapıldığında; (396 mg/kg putresin, 50-100 mg/kg histamin, 100-800 mg/kg tiramin, 30 mg/kg feniletilamin ve 100-200 mg/kg toplam biyojen amin) şalgam örneklerinde belirlenen feniletilamin, putresin ve toplam biyojen amin miktarlarının toksik limitlerin altında olduğu anlaşılmıştır. Literatürde triptaminin toksik limitleri ile ilgili kesin değerlere rastlanmamıştır [37].

Sonuç olarak genel bir değerlendirme yapıldığında ;

1- Yapılan analiz sonuçlarına göre %2 ve %4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularının pH' ları sırasıyla 3,50 ve 3,39 bulunmuştur. Buna göre %2 ve %4 tuz konsantrasyonunda üretilen şalgam sularının pH değerleri TSE' de belirtilen pH 3,30- 3,80 değerlerinin arasında bulunduğu sonuç olarak standarda uygun olduğu anlaşılmıştır.

2- Çalışmada fermantasyonun başlangıcında %2 ve %4 tuz konsantrasyonundaki şalgam sularından elde edilen titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,14 g/L ve %1,30 olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda ise bu değerler sırasıyla 4,53 g/L ile 4,36 g/L' ye ulaşmıştır. TSE' ye göre titrasyon asitliği en az 6,0 g/L olmalıdır [45]. Buna göre şalgam suyu % titrasyon asitliği limit değerinin dışında bulunmuştur.

3- %2 Tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde TMAB sayısı 9,06- 10,42 log kob/ml arasında, %4 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde TMAB sayısı 8,54-10,19 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Analizler sonucunda TMAB sayısının TSE' ye göre şalgam suyunda izin verilen 4-5 log kob/ml' nin üzerinde olduğu anlaşılmıştır. Çalışma sonucunda tuz konsantrasyonunun arttırılmasıyla birlikte TMAB sayısında bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır.

4- %2 Tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde küf-maya sayısı 6,65-7,88 log kob/mL arasında, %4 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde küf-maya sayısı 6,44-7,49 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile tuz konsantrasyonunun arttırılmasıyla birlikte küf-maya sayısında bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır.

5- %2 Tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde LAB sayısı 10,05-11,77 log kob/mL arasında, %4 tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde LAB sayısı 9,11-11,58 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre tuz konsantrasyonunun artması ile LAB sayısında büyük farklılık olmadığı görülmüştür. LAB sayımı bakımından yapılan istatistiksel analizlere göre bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

6- Geleneksel yöntemle üretilmiş %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerinde bulunan triptamin miktarları sırasıyla 46,79-65,22 mg/L ve 33,66-75,55 mg/L arasındadır. Yapılan çalışmalar sonucunda tuzun mikroorganizmaların dekarboksilaz enzim aktivitelere etki ederek biyojen amin oluşumunu azalttığı bilinmektedir [55]. Çalışmamızın sonucunda şalgam suyundaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte triptamin oluşumunun azaldığı gözlemlenmiştir.

7- %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerindeki feniletülin değerleri sırasıyla 5,71-23,25 ve 4,23-13,22 mg/L arasında bulunmuştur. Feniletülin konsantrasyonunun tuz oranının artmasıyla birlikte azaldığı tespit edilmiştir.

8- %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerindeki putresin değerleri sırasıyla 31,73-52,78 ve 30,43-51,64 mg/L arasında bulunmuştur. İki grubun fermentasyon süresince putresin miktarlarının birbirlerine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Putresin oluşumunun %2'lik bir tuz konsantrasyonu farkından fazla etkilenmediği anlaşılmıştır. Yüksek tuz konsantrasyonunun en çok triptamin ve feniletülin oluşumunu azalttığı saptanmıştır.

9- Toplam biyojen amin oluşumuna bakıldığında tuz konsantrasyonunun artışı ile biyojen amin oluşumunun azaldığı görülmüştür. %2 ve %4 tuz konsantrasyonuna sahip şalgam suyu örneklerindeki toplam biyojen amin değerleri sırasıyla 91,73-141,25 ve 76,58-123,01 mg/L arasında bulunmuştur ve bu durum tuzun etkisiyle mikroorganizma gelişiminin ve mikrobiyel dekarboksilaz enzim aktivitelerinin azalması ile ilişkilendirilebilir.

10- Araştırmada, şalgam örneklerinde en yüksek konsantrasyona sahip baskın biyojen aminin triptamin ve en düşük konsantrasyona sahip biyojen aminin feniletilamin olduğu anlaşılmıştır. Sırasıyla bulunan biyojen aminler triptamin, putresin ve feniletilamin olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan geleneksel yöntemle üretilen şalgam sularında histamin ve tiramin saptanamamıştır. Bu araştırmaya göre şalgam suyu ile ilgili yapılacak çalışmalarda biyojen amin olarak triptamin, putresin ve feniletilamin düzeylerinin belirlenmesi önerilebilir.

Araştırmamıza göre tuz konsantrasyonunun arttırılması kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler açısından şalgam suyuna olumlu katkı sağlamıştır. Çalışmamız sonucunda tespit edilmiştir ki tuz konsantrasyonunun arttırılması biyojen amin üretimini sınırlandırmada yarar sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] ERGİNKAYA, Z. and HAMMES, W. P., Şalgam suyu fermantasyonu sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlamaları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 17(5): 311-314; 1992.
- [2] ERGİNKAYA, Z. and AKSAN, E., Adana ili geleneksel içeceği; şalgam. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Van, 23-24 Eylül 2004.
- [3] GÜNAY, A., Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt 3, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çağ Matbaası, 312.s. Ankara, 1984.
- [4] İNCEDAYI, B., UYLAŞER, V. ve ÇOPUR, U., A Traditional Turkish Beverage Shalgam: Manufacturing Technique and Nutritional Value, *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.6(3&4): 31-34. 2008.
- [5] AMES, BN., SHIGENAGA, MK., and HAGEN, TM., Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90:7915-7922; 1993.
- [6] CANBAŞ, A., FENERCİOĞLU, H., Şalgam suyu üzerine bir araştırma, *Gıda*, 9(5) 279-286; 1984.
- [7] CANBAŞ, A., DERYAOĞLU, A., Şalgam suyunun üretim tekniği ve bileşimi üzerinde bir araştırma. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 17:119-129; 1993.
- [8] ÖZHAN, N., Şalgam suyunda *Escherichia coli*'nin yaşama süresinin bulunması. Yüksek lisans tezi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 47s., 2000.
- [9] MİŞOĞLU, D., Şalgam suyu üretiminde enzim uygulamasının verim ve kalite ve kaliteye etkisi. Yüksek lisans tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 68; 2004.
- [10] BLANDİO, A., AL-SEERİME., PANDİELLA, SS., CANTERO, D. and WEBB, C., Cereal –based fermented foods and beverages, *Food Res.Int.* 36:527-543; 2003.

- [11] GOBBETTÌ, M., De ANGELÌS, M., CORSETTÌ, A., and Di CAGNO, R., Biocemistry and physiolog of sourdoug lactic acid bacteria. Trends in Food Sci. Technol.,16:57-69; 2005.
- [12] PARAMITHIOTÌS, S., TSAKALÌDOU, E., and KALANTZOPOULOS, G., Interactions between Saccharomyces cerevisiae and lactic acid bacteria in sourdoug, Proc. Biochem., 41:2429-2433; 2006.
- [13] NOUT, MJR., and ROMBOUTS, FM., Fermentative preservation of plant foods. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement 73, pp. 136-147; 1992.
- [14] BEUTLING, D., Studies on the formation of tyramine by microbes with food hygienic relevance. arch. Lebensmittelhygiene, 44: 83–87; 1993.
- [15] HALÁSZ, A., BARÁTH, A., SIMON-SARKADI, L., HOLZAPFEL, W., Biogenic Amins and Their Production by Microorganisms in Food. Trends Food Science Technol, 5: 42–9; 1994.
- [16] BARDÓCZ, S., Polyamines in Food and Their Consequences for Food Quality and Human Health, Trends Food Sci. Technol., 6: 341-346, 1995.
- [17] KAROVÍČOVÁ, J., KOHAJDOVÁ, Z., Biogenic Amines in Food, Chem. Pap., 59(1): 70-79, 2005.
- [18] AYHAN, K., DURLU-ÖZKAYA, F., Biogenic Amines In Foods. Chapter 5. (In: Metabolism and Applications of Lactic Acid Bacteria). 87-113, ISBN: 978-81-308-0203-9. Ed: Barbaros ÖZER (Research Signpost Publishing, Kerala-India). 201 page, 2007
- [19] VATANSEVER, L., Et ve Et Ürünlerinde Biyojenik Aminler, Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 10(2): 203-208, 2004.
- [20] ten BRINK, B., DAMINK, C., JOOSTEN, H.M.L.J. and Huis in't Veld, J.H.J., Occurrence and Formation of Biologically Active Amines in Foods. Int. J. Food Microbiol., 11; 73-84, 1990.
- [21] KRÍŽEK, M. and PELÍKÁNOVÁ, T., Determination of Seven Biogenic Amines in Foods by Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography. J. Chromatogr. A, 815; 243-250, 1998.
- [22] KALACĚ, P., ŠPICKA, J., KRÍŽEK, M., STEIDLOVÁ, Š. and PELÍKÁNOVÁ, T., Concentrations of Seven Biogenic Amines in Sauerkraut, Food Chem., 67; 275-280, 1999.
- [23] ŠPICKA, J., KALACĚ, P., BOVER-CÍD, S. and KRÍŽEK, M., Application of Lactic Acid Bacteria Starter Cultures for Decreasing the Biogenic Amine Levels in Sauerkraut, Eur. Food Res. Technol., 215; 509-514, 2002.



- [24] AYGÜN, O., Biyojen Aminler - Süt ve Süt Ürünlerindeki Varlığı ve Önemi, Uludağ Üni. J. Fac. Vet. Med. 1-2-3: 91-95,(22) 2003.
- [25] STRATTON, J.E., HUTKINS, R.W., SUMNER, S.S., TAYLOR, S. L., Histamine and Histamine-Producing Bacteria in Retail Swiss and Low-Salt Cheese. J. Food Protec., 55 (6) : 435-439, 1992.
- [26] COŞANSU, S., Determination of Biogenic Amines in Fermented Beverage, Boza. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol. 7 (2) : 54 -58, 2009.
- [27] AKBAŞ, I. G., Değişik Turşularda Biyojen Amin Miktarları Üzerine Araştırma, Y. Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 96s., 2006,
- [28] ERGEN, K. Ö., Sofralık Zeytinlerde Biyojen Amin Miktarlarının Belirlenmesi, Y. Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54 s., 2006,
- [29] BEUTLING, D. Studies on the Formation of Tyramine by Microbes with Food Hygienic Relevance. Arch. Lebensmittelhygiene, 44: 83–87, 1993.
- [30] KUNG, H.F., LEE, Y.H., TENG, D.F., HSIEH, P.C., WEI, C.I., TSAI, Y.H. Histamine Formation By Histamine-Forming Bacteria and Yeast in Mustard Pickle Products in Taiwan. Food Chem., 99: 579–585, 2006.
- [31] EDWARDS, S.T., SANDINE, W.E. Public Health Significancel Of Amines İn Cheese. Symposium; Microbial Metabolites Of İmportance İn Dairy Products. J. Dairy Sci., 64; 2431-2438, 1981.
- [32] AYHAN, K., KOLSARICI, N., ÖZKAN, G.A. The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks. Meat Sci. 53:183-188, 1999.
- [33] LATORRE-MORATALLA, M.L., VEÁCINA-NOUGÉS, T., BOVERCID, S., GARRIGA, M., AYMERICH, T., ZANARDI, E., IANIERI, A., FRAQUEZA, M.J., Patarata, L., Drosinos, E.H., Lauková, A., Talon, R. and Vidal-Carou, M.M. Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. Food Chem. 107:912-921, 2008.
- [34] ANLI, R. E., VURAL, N., YILMAZ, S., VURAL, Y.H., The Determination of Biogenic Amines in Turkish Red Wines, Journal of Food Composition and Analysis, 17, 53-62, 2004.
- [35] BODMER, S., IMARK, C., KNEUBÜHL, M., Biogenic Amines in Foods: Histamine and Food Processing, Inflamm. Res., 48; 296-300, 1999.

- [36] ANLI, R. E., VURAL, N., DEMİRAY, S., MERT, B. Biogenic Amine Content of Beers Consumed in Turkey and Influence of Storage Conditions on Biogenic Amine Formation, *J. Inst. Brew.*, 112(3), 267–274, 2006.
- [37] TURGUT, Z., Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Hıyar Turşularında Biyojen Amin Olusumu Üzerine Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 72 s., 2006.
- [38] SILLA-SANTOS, M.H., Biogenic Amines: Their Importance in Foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 29; 213-231, 1996.
- [39] DEGHEIDI, M.A., EFFAT, B.A., SHALABY, A.R., Development of Some Biogenic Amines During Ras Cheese Ripening with Special Reference to Different Starters, 5th Egyptian Conference for Dairy Science and Technology, *Egypt. Soc. Dairy Sci.*, 205-217, 1992.
- [40] JOOSTEN, H.M.L.J., STADHOUDERS, J., Conditions Allowing the Formation of Biogenic Amines in Cheese, 1. Decarboxylative Properties of Starter Bacteria, *Neth. Milk Dairy J.* 41 (3): 247–258, 1987.
- [41] SUMNER, S.S., ROCHE, F., TAYLOR, S.L., Factors Controlling Histamine Production in Swiss Cheese Inoculated with *Lactobacillus buchneri*, *J. Dairy Sci.*, 73 (11): 3050–3058, 1990.
- [42] SEIBER, R., BOSSET, J.O., BİCAN, P., Influence of Reduction and Partial Substitution of Sodium Chloride by Other Chlorides on Proteolysis in Semi-Hard Cheese, *Schweiz. Milchw. Forsch.*, 20(1): 9–12, 1991.
- [43] YÜCEL, U., ÜREN, A., Biogenic Amines in Turkish Type Pickled Cabbage: Effects of Salt and Citric Acid Concentration, *Acta Alimentaria*, Vol 37, 115-122, 2008.
- [44] ÇOLAK, H., UĞUR, M., The Effect of Different Temperature and Time in Storage on the Formation of Biogenic Amines in Fermented Sucuks, *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 26, 779 -784, 2002.
- [45] ANONİM, Şalgam Suyu Standardı, TS11149, 11 Sayfa, TSE, Ankara, 2009.
- [46] ANONİM, Meyve sebze Ürünleri – pH Tayini, TS 1728 ISO 1842 , TSE, Ankara, Şubat 2001.
- [47] ANONİM, Bitkisel Sıvı Yağlı Fasulye Pilaki Konservesi, TS 2664, TSE, Ankara, Şubat 1990.

- [48] ANONİM, Meyve ve Sebze Suları - Titre Edilebilir Asitliğin Tayini, TS EN 12147, TSE, Ankara, Mart 1998.
- [49] ANONYMOUS, Merck Manuel, Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland, 1996.
- [50] ANONYMOUS, Oxoid Manual, Unipath LTD., Basingstocn, Hampshire, England, 1990.
- [51] UTUŞ, D., Şalgam Suyu Üretiminde Kullanılan Siyah Havuç (*Daucus carota*) Boyutunun Şalgam Suyu Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 55 s., 2008,
- [52] GÜNEŞ, G., Şalgam Suyu Üretiminde En Uygun Siyah Havuç (*Daucus carota*) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 48 s., 2008.
- [53] ARICI, M., Microbiological and Chemical Properties of Drink Called Shalgam(Mikrobiologiste Und Chemische Eigenschaften Von Salgam), Ernährungs-Umschau, 51(1):10, 2004.
- [54] ÖZTÜRK, O., Adana Piyasasındaki Şalgam Sularının Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 50 s., 2009,
- [55] CARUSOL, M., FİORE, C., CONTURSÌ, M., SALZANO, G., PAPARELLA, A. and ROMANO, P., Formation of Biogenic Amines As Criteria For The Selection Of Wine Yeasts World Journal of Microbiology & Biotechnology 18: 159–163, 2002.
- [56] AYTAÇ, S.A., VURAL, H., ve ÖZBAŞ, Z.Y., Morganella morganii ve Proteus vulgaris ile Histamin Oluşumuna Etki Eden Çeşitli Parametrelerin İncelenmesi, Kükem Dergisi, 20 (1); 19-30, 1997.
- [57] STRATTON, . E., HUTKİNS, R. W. And TAYLOR, S. L., Biogenic Amines in Cheese and Other Fermented Foods: A review. J. Food Protect., 54 (6); 460-470, 1991.
- [58] ÖZDESTAN, Ö. And ÜREN, A., Biogenic Amin Content of Shalgam: A Traditional Lactic Acid Fermented Turkish Beverage, J. Agric. Food Chem., 2010.
- [59] YÜCEL, U., ÜREN, A., HOCALAR, B., ve TURANTAŞ, F., Fermente Ürünlerden Peynir, Şarap ve Lahana Turşularında Histamin Miktarları, Tübitak- Togatag Proje No.1726, 1-25 s., İzmir, 2001.

- [60] YEĞİN, S., VE ÜREN A., Gıdalarda Biyojen Amin Olusumunu Etkileyen Faktörler Türkiye 10. Gıda Kongresi; Erzurum 977 21-23 Mayıs 2008.
- [61] CHANDER, H., BATISH, V.H., BABU,S., and SINGH, R. S., Factors Affecting Amine Production by a Selected Strain of *Lactobacillus bulgaricus*, Journal of Food Science 54 (1989), pp. 940–942, 1989.
- [62] MASSON, F., LEBERT, A., TALON, R., MONTEL, MC., Effect of Physico-chemical Factors Influencing Tyramine Production by *Carnobacterium divergens*. Journal of App. Microbiol, 83: 36-42, 1997.
- [63] HENRY CHIN, K.D., and KOEHLER, P.E., Effects of Salt Concentration and Incubation Temperature on Formation of Histamine, Phenethylamine. Tryptamine and Tyramine During Miso Fermentation. Journal of Food Protection 49, pp. 423–427. 1986.
- [64] ÖZDESTAN, Ö. And ÜREN, A., Biogenic Amine Content of Kefir: a Fermented Dairy Product Journal European Food Research and Technology Issue Volume 231, Number 1 / May, 2010.

## ÖZGEÇMİŞ

Asuman Yüksel, 24.11.1982' de Münih' de doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2001' de Nişantaşı Nuri Akın Lisesi sayısal ağırlıklı bölümden mezun oldu. 2001 yılında başlamış olduğu Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünü 2005 yılında tamamladı. 2006 yılında Z Mühendislik ve Danışmanlık Şirketinde danışman olarak çalıştı. 2008 – 2009 eğitim öğretim yılında Akyazı Kız Meslek Lisesinde branş öğretmeni olarak görev yaptı. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansa başladı.