

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

**DOĞAL FERMANTASYONLA ÜRETİLEN ŞALGAM
SUYUNDA FARKLI FERMANTASYON SICAKLIĞININ
BİYOJEN AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Güliz YALDIRAK

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Serap C. AKDEMİR

OCAK 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


DOĞAL FERMANTASYONLA ÜRETİLEN ŞALGAM
SUYUNDA FARKLI FERMANTASYON SICAKLIĞININ
BİYOJEN AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

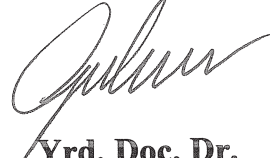
Gıda Müh. Güliz YALDIRAK

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 20 / 01 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr.
Serap C. AKDEMİR
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr.
Omca DEMİRKOL
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Gülnur ARABACI
Üye

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansımın her aşamasında bana destek olan bilgisi ve tecrübesi ile öneri ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR' e yine bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenimim tüm zorlu aşamalarında maddi manevi her yönden yanımda olup yardımcı olan ve desteğini hiç eksik etmeyen sevgili hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Omca DEMİRKOL' a, çalışmalarım süresince desteğini hep hissettiğim, çalışmalarım boyunca anlayışını eksik etmeyen bölüm başkanımız Sayın Doç. Dr. Ahmet AYAR' a, tez jurimde yer alarak beni onurlandıran, bilgilerini paylaşan ve destekleyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Gülnur ARABACI' ya, laboratuvar çalışmalarımındaki yardımlarından dolayı Biyolog Aysun ÖRÇÜN METE' ye, Yüksek Gıda Müh. Asuman YÜKSEL ÖZTÜRK' e, Gıda Müh. Ceren SEBAT' a ve her ihtiyacım olduğunda yanımda olan, desteğini hep hissettiğim Bilgisayar Müh. Ahmet Sait HASKARACA' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın gerçekleşmesinde maddi desteklerinden dolayı Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi birimine teşekkür ederim.

Ayrıca, tüm hayatım boyunca büyük sabır içerisinde bana her zaman destek olan, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen annem Ayten YALDIRAK' a, Babam Namık YALDIRAK' a, kardeşim Burak YALDIRAK' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

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.....	13
2.1. Materyal.....	13
2.1.1. Hammadde ve yardımcı maddeler.....	13
2.1.2. Deneme ve analizlerde kullanılan araç ve gereçler.....	14
2.2. Yöntem.....	15
2.2.1. Ön hazırlıklar.....	15
2.2.2. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi.....	15
2.2.3. Kimyasal analizler.....	16
2.2.3.1. pH.....	16
2.2.3.2. Tuz.....	17
2.2.3.3. Titrasyon asitliği.....	18
2.2.4. Mikrobiyolojik analizler.....	18
2.2.4.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı.....	19
2.2.4.2. Küf ve maya sayımı.....	19

2.2.4.3. Laktik asit bakteri sayımı.....	19
2.2.5. HPLC analizi.....	20
2.2.5.1.HPLC cihazı.....	20
2.2.5.2. Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması.....	21
2.2.5.3. Mobil faz.....	21
2.2.5.4. Örneklerin ekstraksiyonu ve türevlendirilmesi.....	22
2.2.5.5. İstatistiksel değerlendirme.....	23
BÖLÜM 3.	
SONUÇLAR	24
3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları.....	24
3.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	28
3.3. Biyojen Amin Analiz Sonuçları.....	31
BÖLÜM 4.	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

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

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Bazı biyojen aminlerin kimyasal yapıları.....	5
Şekil 1.2.	Biyojen amin oluşumunda metabolik iz yolu.....	8
Şekil 2.1.	Çalışmanın gerçekleştirildiği laboratuvar.....	14
Şekil 2.2.	Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu üretim metodu.....	16
Şekil 2.3.	Çalışmada kullanılan pH metre.....	17
Şekil 2.4.	Çalışmada kullanılan HPLC sistemi.....	20
Şekil 3.1.	25°C' de fermente edilen şalgamlarda fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve % tuz konsantrasyonunda görülen değişimler.....	24
Şekil 3.2.	35°C' de fermente edilen şalgamlarda fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve % tuz konsantrasyonunda görülen değişimler.....	25
Şekil 3.3.	25°C' de üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler...	28
Şekil 3.4.	35°C' de üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler.....	28
Şekil 3.5.	Standart biyojen aminlerin geliş sırası ve sürelerini gösteren kromatogram.....	32
Şekil 3.6.	25°C' de fermente edilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram.....	32
Şekil 3.7.	35°C' de fermente edilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram.....	33
Şekil 3.8.	25 ve 35°C' de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait triptamin değerleri.....	34
Şekil 3.9.	25 ve 35°C' de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait feniletilamin değerleri.....	35
Şekil 3.10.	25 ve 35°C' de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait putresin değerleri.....	37

Şekil 3.11. 25 ve 35°C' de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait toplam biyojen amin değerleri..... 39

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	HPLC cihazının özellikleri ve biyojen amin analizi için kromatografi koşulları.....	20
Tablo 2.2.	Kromatografide kullanılan gradient programı ilk doğrusal gradient elüsyon, toplam akış 1,3 ml/dk.....	22
Tablo 3.1.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularındaki pH değişimleri.....	25
Tablo 3.2.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularının titrasyon asitliğindeki değişimler (g/l).....	26
Tablo 3.3.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularının % tuz oranındaki değişimler.....	27
Tablo 3.4.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularının TMAB sayısındaki değişimler (log kob/ml).....	29
Tablo 3.5.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularının Küf-Maya sayısındaki değişimler (log kob/ml).....	30
Tablo 3.6.	25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgam sularının LAB sayısındaki değişimler (log kob/ml)	31
Tablo 3.7.	25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında triptamin miktarları (mg/l).....	33
Tablo 3.8.	25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında feniletilamin miktarları (mg/l).....	35
Tablo 3.9.	25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında putresin miktarları (mg/l).....	37
Tablo 3.10.	25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında toplam biyojen amin miktarları (mg/l).....	39

ÖZET

Anahtar kelimeler: Şalgam, biyojen amin, sıcaklık, HPLC

Biyोजen aminler, birçok gıdada doğal olarak bulunan veya mikrobiyal faaliyet sonucu oluşan organik bileşenlerdir. Bu bileşenlerin insan vücudunda bazı metabolik görevleri olmasına rağmen yüksek miktarda tüketildiğinde insan sağlığına zarar verebilirler. Bu çalışma, iki farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılarak üretilen şalgam sularının biyojen amin içeriğini tespit etme ile ilgilidir.

Bu amaçla, şalgam suları 500 ml' lik cam kavanozlarda iki farklı fermantasyon sıcaklığında (25 ve 35°C) 5 günlük fermantasyonla üretilmiştir. Fermantasyon süresince (her gün) oluşan biyojen amin miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi ile belirlenmiştir. Fermantasyon süresince toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), laktik asit bakterileri (LAB) ve toplam küf maya sayımları gibi mikrobiyolojik analizler ile titrasyon asitliği, pH ve tuz tayini gibi kimyasal analizler de yapılmıştır.

Fermantasyon süresince 25°C de fermente edilen şalgam sularında en yüksek TMAB, LAB ve küf maya sayısı sırasıyla 10.43, 10.78, 7.87 log kob/ml, 35°C de fermente edilen şalgamlarda ise sırasıyla 10.25, 10.86, 7.67 log kob/ml olarak bulunmuştur. Fermantasyon sonunda pH, asitlik ve tuz miktarı sırasıyla 25°C de fermente edilen şalgam suyunda 3.50, 4.53 g/l, %1.61, 35°de fermente edilenler de ise 3.45, 4.67 g/l, % 1.55 olarak belirlenmiştir.

Fermantasyon sonunda 25°C ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının, sırasıyla, triptamin miktarı 65.22 ile 66.03 µg/ml, feniletülin miktarı 23.25 ile 9.17 µg/ml, putresin miktarı 52.78 ile 59.19 µg/ml olarak bulunmuştur. Her iki yöntem ile de üretilen şalgam sularında histamin ve tiramin tespit edilememiştir. Toplam biyojen amin miktarının 35°C de üretilen şalgam sularında 25°C de üretilen şalgam sularına göre daha düşük miktarda oluştuğu belirlenmiştir.

EFFECTS OF DIFFERENT FERMENTATION TEMPERATURE ON THE FORMATION OF BIOGENIC AMINES IN SHALGAM PRODUCED BY NATURAL FERMENTATION

SUMMARY

Key Words: Shalgam, biogenic amine, temperature, HPLC

Biogenic amines are organic compounds which found naturally or occur by as a result of microbial activity in many foods. Although these compounds have some metabolic functions in human body, they could harm for human health when consumed high amounts This study was conducted to determine the biogenic amine contents of shalgam juices produced by fermenting at two different temperatures.

For this purpose, shalgam juices produced in 500 ml glass jars by fermenting at two different fermentation temperature (25 and 35° C) for 5 days. During fermentation (every day) the amounts of biogenic amines were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC). During the fermentation period microbiological analysis such as total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), lactic acid bacteria (LAB) and total yeast-mold counts and chemical analysis such as titratable acidity, pH and salt were also done.

During the fermentation of shalgam juices fermented at 25° C the highest TMAB, LAB and yeast mold count were 10.43, 10.78, 7.87 log cfu / ml, respectively and 10.25, 10.86, 7.67 log cfu / ml, respectively which were fermented at 35° C. At the end of fermentation, pH, acidity and salt content of the shalgam fermented at 25 ° C, 3:50, 4.53 g/l, 1.61% and in the shalgam was fermented at 35° C 3.45, 4.67 g/l, 1.55%, respectively.

At the end of fermentation, the amount of triptamin was 65.22 and 66.03 µg/ml, the amount of phenylethylamine 23.25 and 9.17 µg/ml and the amount of putrescine 52.78 and 59.19 µg/ml in shalgam juices fermented at 25°C and 35° C, respectively. Histamine and tyramine wasn't detected in shalgam produced with both methods. It was detected that the total amount of biogenic amines was formed in the shalgam which fermented at 35° C was lower than the shalgam which fermented at 25° C.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Şalgam suyu, üretiminde hammadde olarak; bulgur unu, su, siyah havuç, tuz, ekşi hamur ve şalgam turpu kullanılan, kırmızı renkli, bulanık ve ekşi lezzetli, laktik asit bakterilerinin rol aldığı geleneksel bir fermente Türk içeceğidir (Erginkaya ve Hammes, 1992; Erginkaya ve Aksan, 2004). Şalgam suyu önceleri Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle Adana, Hatay, Mersin, Osmaniye gibi illerimizde en çok tüketilen içeceklerden biriyken günümüzde tüm Türkiye’de sevilerek tüketilen bir içecek haline gelmiş ve endüstriyel ölçekte üretilmeye başlamıştır.

Geleneksel şalgam suyu, 2 aşamalı olarak toplam 10-12 günlük bir fermantasyon ile üretilir. Birinci fermantasyon (hamur fermantasyonu) olarak adlandırılan aşamada bulgur unu, maya, tuz ve su karıştırılarak 3-5 gün oda sıcaklığında fermantasyona bırakılır. İkinci fermantasyon (esas fermantasyon veya havuç fermantasyonu) ise bu hamura siyah havuç, tuz, şalgam ve su katılarak 3-10 gün boyunca 10-35°C’ de fermantasyona bırakılması ile gerçekleştirilir (Canbaş ve Fernercioğlu, 1984; Erginkaya ve Aksan, 2004; Tangüler ve Erten, 2009).

Siyah havuç şalgam üretiminde kullanılan ve şalgama has kırmızı rengi veren temel hammaddedir. *Apiacea* familyasından *Daucus carota* olarak adlandırılan siyah havuç iki yıllık bir bitkidir. Şalgam suyu üretiminde %10-20 oranında kullanılır. Sıcak iklim ürünü olan siyah havuç Türkiye’de yıl boyunca üretilmektedir. Bu gruba ait havuçlar önemli miktarda antosiyanin ve karoten ile sakkaroz, glikoz, fruktoz gibi çözünebilir şekerler içerirler. Siyah havuçdaki toplam şeker konsantrasyonu ortalama 5.12-6.45 g/100g olarak belirtilmiştir ve bu şeker şalgam fermantasyonunda kullanılan başlıca karbonhidrat kaynağıdır (Canbaş ve Fernercioğlu, 1984; Erten ve ark., 2008; Tangüler ve Erten, 2009).

Şalgam suyu üretiminde kullanılan hammaddelerden biri de şalgam turbudur. Şalgam *Brassicaceae* familyasından *Brassica napus L.* türüne ait turp ailesinden bir bitkidir. Şalgam suyu üretiminde %1-2 oranında kullanılır. Buna karşın hiç şalgam turpu kullanılmadan da şalgam suyu üretilebileceğini belirtilmiştir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Şalgam bitkisi ilkbahar ve sonbahar olmak üzere yılda iki kez ekilebilir. Ülkemizde Erzurum, Erzincan, Sivas illerinin yanı sıra az miktarda da Konya ve Karaman'da yetiştirilmektedir. Soğuğa karşı oldukça dayanıklı olan şalgam, bugün birçok ülkede hem yaprakları hem de kökünden yararlanmak amacı ile yetiştirilmektedir. Bu bitkinin içerisinde potasyum, kalsiyum, demir, magnezyum gibi mineraller ve A, B ve C grubu vitaminleri bulunmaktadır (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984; Erginkaya ve Aksan, 2004; İncedayı ve ark., 2008).

Şalgam suyu, laktik asit fermantasyonu ile oluşan bir üründür ve fermantasyonunda *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus pontis*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus alimentarius*, *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae* ve az oranda *Saccharomyces exiguous*, *Candida krusei* ve *Candida milleri* etkilidir (Erginkaya ve Hammes, 1992; Blandio ve ark., 2003; Paramithiotis ve ark., 2006). Fermantasyon sonucu oluşan laktik asit, şalgam suyuna hoşça giden ekşi tadını vermektedir (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984). Laktik asit, şalgam suyuna ekşi tat vermesi yanında sindirimi kolaylaştırıcı, ferahlatıcı özellik kazandırırken şalgam suyu içerdiği B grubu vitaminleri sayesinde sindirimi yatıştırıcı, mide ve karaciğer fonksiyonlarını olumlu yönde etkileyen, kalsiyum, potasyum ve demir içeriği ile diş ve kemikleri geliştirici bir özelliğe sahiptir. Ayrıca vücuttaki toksinleri söktürücü, böbrek kumu ve taşının düşürülmesini kolaylaştırıcı, abse, çıban ve sivilceleri azaltmaya yardımcı özelliğinden dolayı da fonksiyonel bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Erginkaya ve Aksan, 2004).

Biyojen aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşan azot bazlı, düşük molekül ağırlıklı, organik bileşenlerdir (Aksar ve Treptow, 1986; Maijala ve ark., 1993). İnsanlar, hayvanlar ve mikroorganizmalar gibi canlı organizmaların metabolik aktivitesi sonucu oluştuğundan biyojen amin adını alırlar (Shalaby, 1996).

Laktik asit bakterilerinden Leuconostoc, Lactobacillus, Pediococcus, Streptococcus cinsleri ile Bacillus, Citrobacter, Clostridium, Klebsiella, Escherichia, Proteus, Pseudomonas, Salmonella, Shigella, Photobacterium gibi bakteri cinsleri biyojen amin üretme kabiliyetine sahiptirler (Beutling, 1993; Kung ve ark., 2006). Edwards ve Sandine (1981) tarafından fermente et ürünlerinden biyojen amin üreten laktik asit bakterileri izole edilmiş ve *Lactobacillus brevis, Lactobacillus buchmeri, Lactobacillus divergens, Lactobacillus hilgardii, Lactobacillus carnis ve Lactobacillus curvatus* olarak tanımlanmıştır.

Biyojen aminler insan sağlığı üzerinde fizyolojik öneme sahip doğal aminler ve iz bileşenlerdir (Karovičová ve Kohajdová, 2005). Azot kaynağı ve hormon, alkaloid, nükleik asit ile protein sentezinin öncüsü olmalarına ek olarak gıda aroma maddesi olmaları yönünden ve kanserojenik nitrozamin bileşiklerinin oluşumunda önemlidirler (Silla-Santos, 1996). Biyojen aminler, bitkilerde hücre bölünmesi, çiçek açma, meyve gelişimi, stres ve yaşlanma gibi birçok fizyolojik prosesten sorumlu iken, insan ve hayvanlarda vücut ısısının düzenlenmesi, kan basıncının artıp azalması gibi önemli fizyolojik olaylarda rol alırlar. Klasik olarak poliaminler olarak bilinen putresin, spermin ve spermidin tüm hücrelerde bulunurlar. Vücuttaki tüm organların büyümesi, yenilenmesi ve metabolizmasında, hücre büyümesi ve gelişmesinde, DNA ve RNA transkripsiyonunda, protein sentezi, sindirim sistemi ve bağışıklık sistemi için yüksek metabolik aktivite sağlanmasında, apoptosis ve bağışıklık cevaplarının oluşmasında etken role sahiptirler. Hücresel metabolizma ve büyümede poliaminlerin çeşitli görevleri olduğundan bilhassa hızla büyüyen dokularda poliamin gereksinimi daha fazladır. Putresin, spermidin ve sperminin tümör büyümesindeki rolü genel kabul görmüş ve poliamin biyosentezinin engellenmesi kanser tedavisi araştırmalarının ana hedefi olmuştur. Ayrıca poliaminler yaraların iyileşmesinde, yeni doğmuş bebeğin sindirim sisteminin gelişmesinde ve büyümesinde gereklidirler. Ceninde yüksek miktarda poliamin sentezlenir, biyojen aminlerin bir çok çeşidi doğum öncesi dönemlerde ve doğum sonrasında hücre büyüme ve çoğalmasında çok etkilidir (Kalač ve Krausová, 2005).

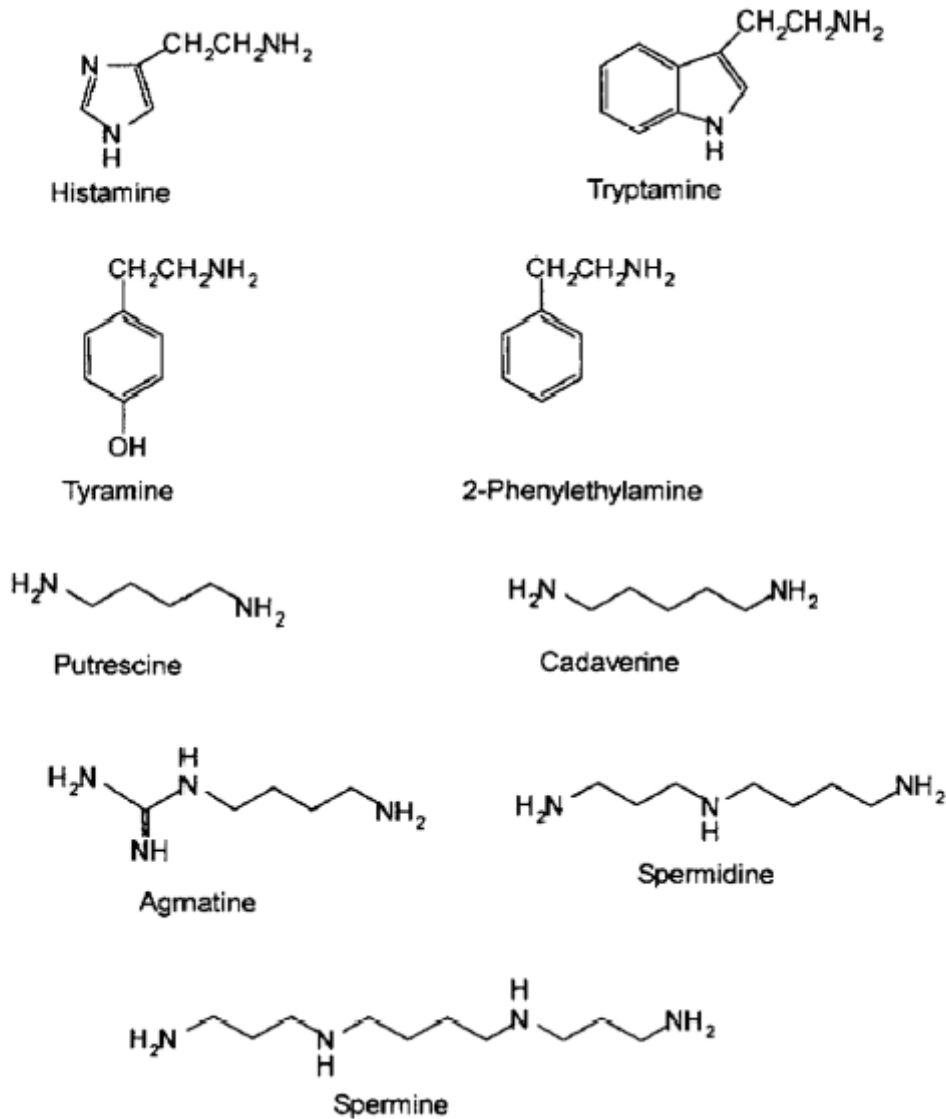
Histamin ve tiramin gibi aminler ise sinir sisteminin foksiyonunu yerine getirmesinde, kan basıncının ayarlanmasında gereklidir. Feniletilamin ve tiramin kan

basıncını artırırken histamin kan basıncını azaltır (Karoşişov ve Kohajdov, 2005; Kalaş ve Krausov, 2005). Putresin, kadaverin, spermidin gibi bazı biyojen aminler serbest radikal temizleyici gibi davranabilirler. Tiraminin dikkate değer antioksidan aktivitesi vardır. Yen ve Kao (1993) yaptıkları bir çalışmada tiraminin, tiramin konsantrasyonu ile artan antioksidan aktivitesi olduğunu ve bu antioksidan özelliğin tiraminin amin grubu ile hidrosil grubundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Biyojen aminlerin, birçok fizyolojik olayda esansiyel bileşenler olmalarının yanı sıra besleyici özelliği yoktur ve hijyen eksikliği nedeni ile meydana gelen birçok gıda zehirlenmesine neden olup çeşitli farmakolojik reaksiyonları başlatabilirler (nal, 2007). Örneğin; yüksek histamin içeriğine sahip gouda, cheddar ve swiss peynirlerinin tüketime bağlı olarak biyojen amin kaynaklı zehirlenmeler olmuştur (Doeglaz ve ark., 1967; Taylor ve Woychit,1982)

Gıda ve içeceklerdeki biyojen aminler ya üründeki enzimler tarafından endojen olarak ya da kontrolsüz mikrobiyal faaliyet sonucu oluşurlar (Silla-Santos, 1996; Bodmer ve ark., 1999; Karoşişov ve Kohajdov, 2005; Gencelep, 2008). Protein ya da serbest amino asit içeren, mikrobiyal ve kimyasal aktiviteye imkan tanıyan gıdalarda biyojen amin oluşumu beklenebilmektedir. Balık ve balık ürünleri, süt ürünleri, et ve et ürünleri, fermente sebzeler, soya ürünleri ve şarap, bira gibi alkollü içecekler normalde tolere edilebilecek seviyede biyojen amin içerirler (Silla-Santos, 1996; Shalaby, 1996; Trevino ve ark. 1997; Suzzi ve Gardini, 2003; Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007).

Farklı aminlerin oluşumu, temel olarak gıda maddesinin bileşimine ve söz konusu gıdada mevcut mikroorganizmalara bağlıdır. Gıda ve içeceklerde meydana gelen en önemli biyojen aminler histamin, -fenetilamin, tiramin, triptamin, putresin, kadaverin, spermin, spermidindir. Birçok biyojen amin ismini orijini olan aminoasitten alır. Örneğin; histidinden histamin, tirozinden tiramin, triptofandan triptamin oluşur (Bodmer ve ark., 1999; Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007). Biyojen aminlerin kimyasal yapısı alifatik, aromatik veya heterosiklik yapıda olabilir (Kşişek ve Kalaş,1998). Bazı biyojen aminlerin kimyasal yapıları şekil 1.1' de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Bazı biyojen aminlerin kimyasal yapıları (Křížek ve Kalač,1998)

İnsan, hayvan ve bitki fizyolojisinde bu denli önemli olan biyojen aminler, düşük miktarda alındıklarında vücut tarafından tolere edilebilirken yüksek miktarda alındıklarında intoksikasyona ve gıda zehirlenmesine neden olabilmektedirler (Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007). Yüksek dozda vücuda alınan biyojen aminler *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* (Stratton ve ark. 1991; Maijala ve Eerola, 1993; Maijala ve ark., 1993; Kalač ve Krausová, 2005).

Normal olarak insan bağırsağında emilim sırasında az miktarda biyojen amin daha az aktif olan ürünlere parçalanabilir. Bu detoksifikasyon sistemi diaminoksidaz (DAO) gibi spesifik enzimleri içerir. Bunun yanında gıda ile birlikte yüksek miktarda biyojen amin alımı sonunda bu detoksifikasyon sistemi biyojen aminleri yeteri kadar azaltamaz. Yetersiz DAO aktivitesi sonucu oluşan gastrointestinal hastalıklar yanında kalıtsal hastalıklara da yatkınlık görülebilir. Diğer yandan ilaç ve alkol ile DAO aktivitesinin inhibe edilmesi sonucu biyojen aminler parçalanamaz. Eğer detoksifikasyon etkisiz olursa biyojen aminler dolaşıma katılır ve toksik etki gösterirler. DAO' ya ilaveten monoaminoksidaz (MAO) insan vücudunun çeşitli dokularına biyojen aminlerin fizyolojik olarak inaktivasyonu için yayılmıştır. Bazı ilaçların MAO aktivitesini azalttığı kesin olarak bilinmektedir (Bodmer *ve ark.*, 1999).

Biyojen aminler sadece toksisiteleri açısından değil gıdaların tazelik ve bozulma derecesinde indikatör olarak kullanılmaları açısından da önemlidirler. Bozulmuş gıda maddeleri ve fermente gıdalar yüksek miktarda biyojen amin içerirler. Bu nedenle biyojen amin oluşumuna neden olan faktörlerin belirlenerek kontrol altına alınması kalite ve gıda güvenliğini geliştirmek için gereklidir (Hernández-Jover *ve ark.*, 1997a; Hernández-Jover *ve ark.*, 1997b; Aytac *ve ark.*, 2000).

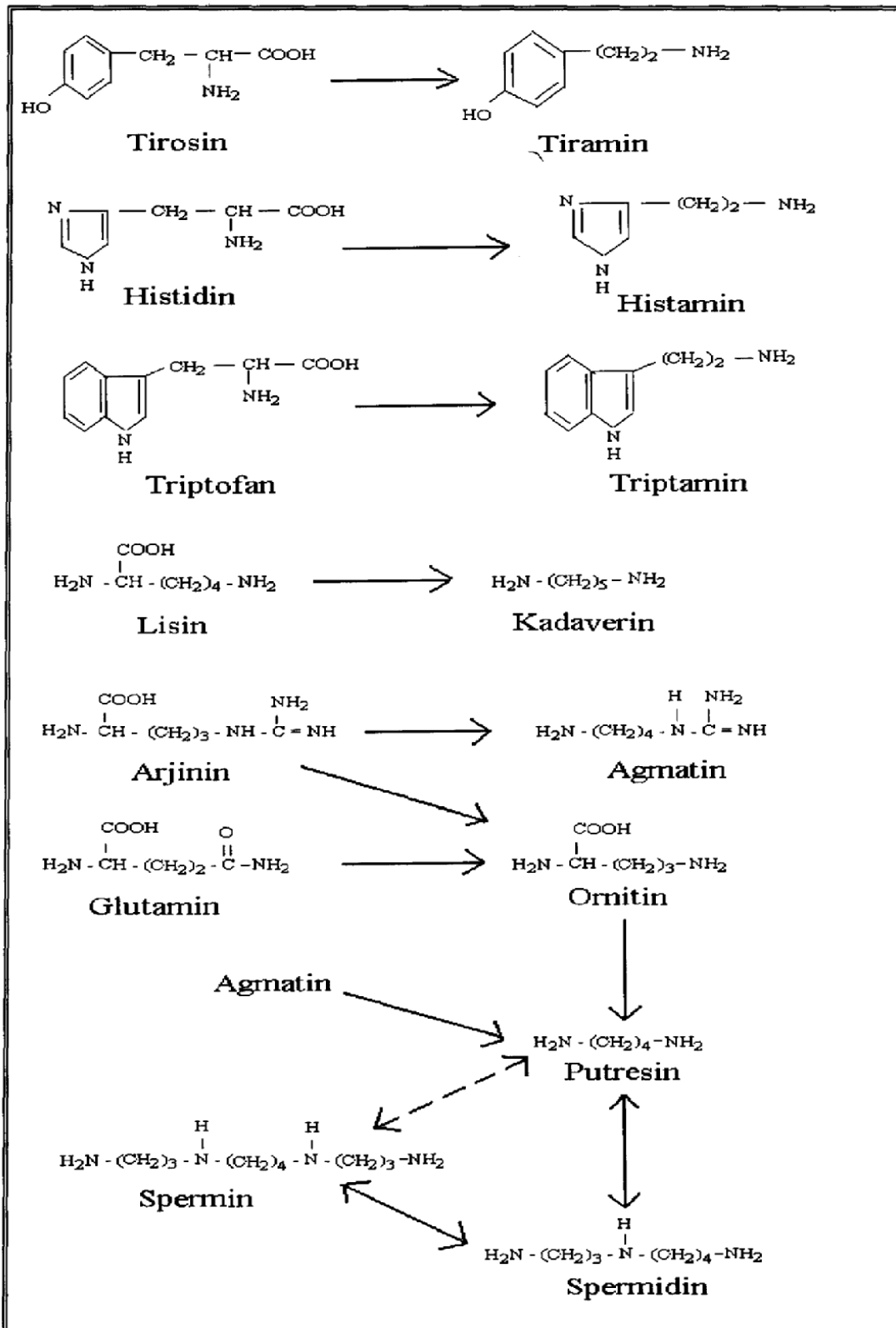
Biyojen aminlerin neden olduğu çeşitli toksik etkilerin ortaya çıkması, bireysel farklılıklara, gıdalarla alınan biyojen aminlerin türüne, aminlerin bir arada bulunmasına bağlı olarak değişebildiğinden toksik doz miktarları için farklı değerler bildirilmiştir. Bir öğünde, 40 mg' ın üzerinde biyojen amin alınması, potansiyel toksik olarak değerlendirilmektedir (Brink *ve ark.*, 1990; Maijala ve Eerola, 1993; Halász *et al.*, 1999).

Toksik doz tamamen bireyin detoksifikasyon mekanizmasına bağlı olmakla birlikte, gıdalar için > 100 mg/ kg, içecekler için > 20 mg/l olarak belirtilmektedir (Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007). Gıdalarda biyojen aminlerin yasal üst sınırı gıdalar için 100 mg histamin/kg ve alkollü içkiler için 2 mg/l olarak belirtilmiştir. Tiramin için 100-800 mg/kg ve feniletilamin için 30 mg/kg değerleri gıdalardaki toksik dozları olarak belirtilmektedir (Brink *ve ark.*, 1990; Halász *ve ark.*, 1994). Fermente ürünlerde

bulunan bazı biyojen aminlerin toksik miktarları; histamin 50-160 mg/kg, tiramin 100–800 mg/kg, β -fenetilamin 30 mg/kg, putresin 396 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Stratton *ve ark.*, 1992). Histamin ve histamin oluşumuna neden olan bileşenlerin belirtilen seviyelerin altında tüketilmesi sonucu bir probleme neden olamayacağı belirtilmektedir. Toplam 6 mg tiramin alımının MAO' yu inhibe eden ilaç içen hastalar için tehlikeli doz sayılırken, 3 mg fenilettilamin alımının hassas bireylerde migren ve baş ağrısına neden olacağı belirtilmektedir (Shalby, 1996).

Biyojen aminlerin toksik miktarda oluşmalarını engellemek için oluşumu etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyojen amin oluşumu; gıdalardaki serbest amino asitler ile dekarboksilaz üretme kabiliyetine sahip mikroorganizmanın varlığına ve dekarboksilaz sentezi için uygun koşulların durumuna bağlıdır (Silla-Santos, 1996; Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007).

Serbest amino asitler gıdalarda doğal olarak bulunabilecekleri gibi amino asitlerin proteoliz yolu ile parçalanması sonucu da oluşabilirler. Otolitik veya bakteriyel olarak oluşabilen proteoliz olayı, proteinlerden serbest amino asitlerin meydana gelmesine neden olduğundan, dekarboksilaz reaksiyonları için substrat sağlanmış olur. Dekarboksilaz enzim aktivitesine sahip mikroorganizmalar ise gıdanın doğal mikroflorasının bir parçası olabildikleri gibi gıdalara kontaminasyonla da geçmiş olabilirler (Halász *ve ark.*, 1994). Bazı biyojen aminlerin oluşum mekanizmaları Şekil 1.2' de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Biyojen amin oluşumunda metabolik iz yolu ; (1) heterosiklik amin, (2) alifatik amin, (3) aromatik amin (Halász ve ark., 1994)

Bakteriler tarafından üretilen dekarboksilaz enzimi ile amino asitlerde bulunan α -karboksil grubu ayrılarak ilgili amin üretilmektedir. Gıdalarda dekarboksilasyon yolu ile biyojen amin üretilebilmesi için mikroorganizmaların dekarboksilaz enzim aktivitelerini gerçekleştirebilecekleri uygun ortamın sağlanması gereklidir. pH, depolama sıcaklığı, tuz konsantrasyonu, starter kültür varlığı, serbest amino asitlerin varlığı, olgunlaşma periyodu, termal proses ve oksijen biyojen amin oluşumunda etkili en önemli faktörlerdendir (Silla-Santos, 1996; Suzzi ve Gardini, 2003; Karovičová ve Kohajdová, 2005; Ayhan ve Durlu-Ozkaya, 2007).

Sıcaklık, bakterilerin amin üretimini büyük ölçüde etkilemektedir. Daha yüksek fermantasyon sıcaklığı, daha fazla biyojen amin oluşumuna neden olmaktadır (Sharby,1996). Bazı araştırmacılar amin içeriğinin sıcaklıkla ilişkili olduğunu ayrıca depolama süre ve sıcaklığı ile arttığını belirlemişlerdir (Klausen ve Lund, 1986; Diaz-Cinco ve ark., 1992; Halasz ve ark., 1994). Amin oluşumu için optimum sıcaklık değerleri bakteri türlerine göre değişir. 20-37°C arasındaki sıcaklık dekarboksilaz içeren birçok bakterinin gelişmesi için en uygun sıcaklık aralığıdır ve düşük sıcaklık gelişmelerini engeller. Örneğin; *Enterobacter cloacae* 20°C' de 24 saatlik bir inkübasyon sonrasında 2 mg/ml putresin üretirken, 10°C' de amin üretimini gerçekleştirememektedir. *Klebsiella pneumoniae* sıcaklığa karşı fazla duyarlı değildir, ancak 10°C'de 20°C' ye göre daha az oranda kadeverin üretimi gerçekleştirmektedir (Halasz ve ark., 1994). *Carnobacterium divergens* 25°C' de 15°C' ye göre daha fazla tiramin oluşturmaktadır (Masson ve ark.,1997). Bununla beraber sıcaklık sisteme farklı mikroorganizmalar arasındaki ilişkiyi etkileyerek biyojen amin oluşumuna olumsuz etki eder. Sıcaklık balık endüstrisi ve peynirde biyojen amin oluşumunu etkileyen başlıca faktörlerden biridir (Suzzi ve Gardini, 2003). Yapılan bir çalışmada Gouda peynirlerinde, histamin miktarının depolama sıcaklığı arttıkça artış gösterdiği tespit edilmiştir (Stratton ve ark., 1991). Klausen ve Lund (1986) tarafından yapılan bir çalışmada ise uskumru ve ringada 10°C' deki biyojen amin içeriğinin 2°C' ye göre 20 kat daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Cemek ve ark. (2006) sazan ve turna balıkları ile yaptıkları çalışmada balıkları -18°C, 4°C ve 23°C' de depolamışlar ve depolama sıcaklığı ile süresinin histamin

oluşumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar 23°C' de 3 gün depolanan balıklarda diğer gruplara göre daha fazla histamin oluştuğunu belirlemişlerdir.

Bozkurt ve Erkmen (2004) sucuklarda sıcaklık, nem ve katkı maddelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sıcaklık ve nemin depolama süresince biyojen amin oluşumunda etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Depolama sıcaklığının 20°C' den 40°C' ye yükselmesinin sucukta feniletilamin oluşumunu önemli miktarda arttırdığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde tiramin konsantrasyonunun sıcaklığın artması ile 0,0' dan 433,6 mg/kg' a ulaştığını tespit etmişlerdir. Histamin içeriğinin ise 20°C ve 30°C' de 60 günlük depolama süresi sonunda 0,0 dan 35,6 mg/kg' a ulaşırken 40°C' de depolama ile 5,3 den 71,7 mg/kg' a ulaştığını ifade etmişlerdir.

Çolak ve Uğur (2002), sucuk örneklerini buzdolabı ve oda sıcaklığında muhafaza etmişler ve depolamanın 180. gününde yaptıkları analizde sırasıyla tiriptamin miktarını 23,4 ve 50,3 mg/kg, β -feniletilamin miktarını 33,1 ve 60,6 mg/kg, putresin miktarını 223,5 ve 351,5 mg/kg, histamin miktarını 188,3 ve 426,4 mg/kg, tiramin miktarını 245,1 ve 351,0 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak oda sıcaklığında depolanan sucuk örneklerinde, buzdolabında muhafaza edilenlere oranla daha yüksek miktarda biyojen amin oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Kurt ve Zorba (2009), sucuklarda biyojen amin oluşumuna olgunlaştırma periyodunun, nitrit seviyesinin ve ısı işlemin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, olgunlaştırmanın ardından sucuklara buhar ile farklı sıcaklık derecelerinde (30, 40, 60, 80, 90°C) ısı işlemleri uygulanmışlar ve bu sucuklarda biyojen amin oluşumunu incelemişlerdir. Olgunlaştırma periyodunun ardından uygulanan ısı işleminin sucuklarda biyojen amin oluşumunu önemsenecek miktarda etkilemediğini belirlemişlerdir.

Gücükoğlu ve Küplülü (2010), Türk fermente sucuklarında olgunlaştırma esnasında farklı starter kültürlerin ve farklı fermantasyon sıcaklığının biyojen amin oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında 22 ve 26°C olmak üzere 2 farklı fermantasyon sıcaklığı kullanmışlardır. Olgunlaştırma süresince her iki sıcaklıkta da

biyojen amin seviyesinde, mikrobiyal ve kimyasal analizlerde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir ($P>0,05$).

Pinho ve ark. (2001) Azeitão peynirinde depolama sırasında serbest amino asit ve biyojen amin döngüsü üzerine sıcaklığın etkisini incelemişler ve oda sıcaklığında (25°C) valin, lisin, tiramin ve putresin içeriğinin önemsenecek miktarda arttığını ve kuru maddede g/kg ile ifade edilecek seviyeye yükseldiğini belirtmişlerdir. Bu iki amino asit ve iki biyojen aminin olgunlaşmış peynirde sıcaklık değişiminin indikatörü olduğunu söylemişlerdir.

Biraların depolanması sırasında sıcaklık ve sürenin biyojen amin içeriğini etkileyen önemli faktörler olduğu ve yüksek depolama sıcaklığında biyojen amin oluşumunun arttığı belirtilmiştir (Anlı ve ark., 2006).

Xu ve ark. (2010), sazan balığından yapılan bir tür sosisi *Pediococcus pentosaceus* ilave ederek üretmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, ürettikleri sosislerde fermantasyon sıcaklığının mikrobiyal ve fizikokimyasal etkilerini incelemişlerdir. Fermantasyon sıcaklığı olarak 15 ile 37°C ' yi kullanmışlardır. Fermantasyondan önce $21,4$ mg/kg olan histamin miktarının 15°C ' de fermantasyonu sonucunda $44,9$ mg/kg' a, 37°C ' de fermantasyonu ile 129 mg/kg' a çıktığını, benzer şekilde tiramin miktarının $2,61$ mg/kg dan 15 ve 37°C ' de fermantasyonu ile sırasıyla $5,13$ ve $6,72$ mg/kg' a çıktığını, putresin miktarının ise $0,95$ mg/kg dan sırasıyla $1,22$ ve $4,68$ mg/kg' a çıktığını belirlemişlerdir. Benzer sonuçları kadaverin ve triptamin için de bulmuşlar ve sonuç olarak fermantasyon sıcaklığının artışına bağlı olarak biyojen amin miktarının arttığını belirtmişlerdir.

Gıdalarda uygun sıcaklık ($20-37^{\circ}\text{C}$) ve pH ($5-7$) ile yeterli miktarda (1 gramda $> 10^6$) amin oluşturabilen mikroorganizma olması durumunda, amin oluşumunun hızlandığı belirtilmiştir (Aygün, 2003).

Günümüzde fermente gıdalarda biyojen amin oluşumu ve bunu etkileyen faktörler üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ancak şalgam suyunda biyojen amin oluşumu üzerine fermantasyon sıcaklığının etkisi ile ilgili yapılmış bir çalışmaya

rastlanmamıştır. Bu çalışmada şalgam suyu 25 ve 35°C olmak üzere iki farklı fermantasyon sıcaklığında üretilmiş ve böylece şalgamda fermantasyon sıcaklığının biyojen amin oluşumu üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Hammadde ve yardımcı maddeler

Şalgam sularının üretimi için hammadde olarak kullanılan siyah havuç ve şalgam turpu yerel bir manavdan, ekşi maya, bulgur unu ve kaya tuzu ise yerel marketten temin edilmiştir.

Mikrobiyolojik sayımlarda toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyeri, maya-küf sayımı için Oxytetracycline Glucose Yeast Agar (OGYE Agar, Merck), laktik asit bakterisi (LAB) sayımı için Man Rogosa Sharpe (MRS, Merck) Agar kullanılmıştır.

Kimyasal analizlerde sodyum hidroksit (NaOH, Merck), gümüş nitrat (AgNO_3 , Merck) ve potasyum kromat (K_2CrO_4 , Merck) kullanılmıştır.

Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması için gerekli olan tiramin, putresin, triptamin, β -feniletilamin, histamin biyojen aminlerinin hidroklorid formları ile dansil klorür, sodyum glutaminat ve tris (HOCH_2) Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO)'den sağlanmıştır. Ayrıca biyojen amin analizlerinde kullanılan perklorik asit (HClO_4), sodyum karbonat (Na_2CO_3), aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), asetonitril (ACN), triklor asetik asit (TCA) ve asetik asit (CH_3COOH) kimyasalları Merck (Darmstadt, Almanya)' den sağlanmıştır.

2.1.2. Deneme ve analizlerde kullanılan araç ve gereçler

Denemeler Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği laboratuvar Şekil 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışmanın gerçekleştirildiği laboratuvar (SAÜ, Gıda Müh. Bölümü)

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 tüp 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.

Şalgam sularının fermantasyonunda 1. fermantasyon 250 ml' lik beherlerde, 2. fermantasyon ise 500 ml' lik kapaklı cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir.

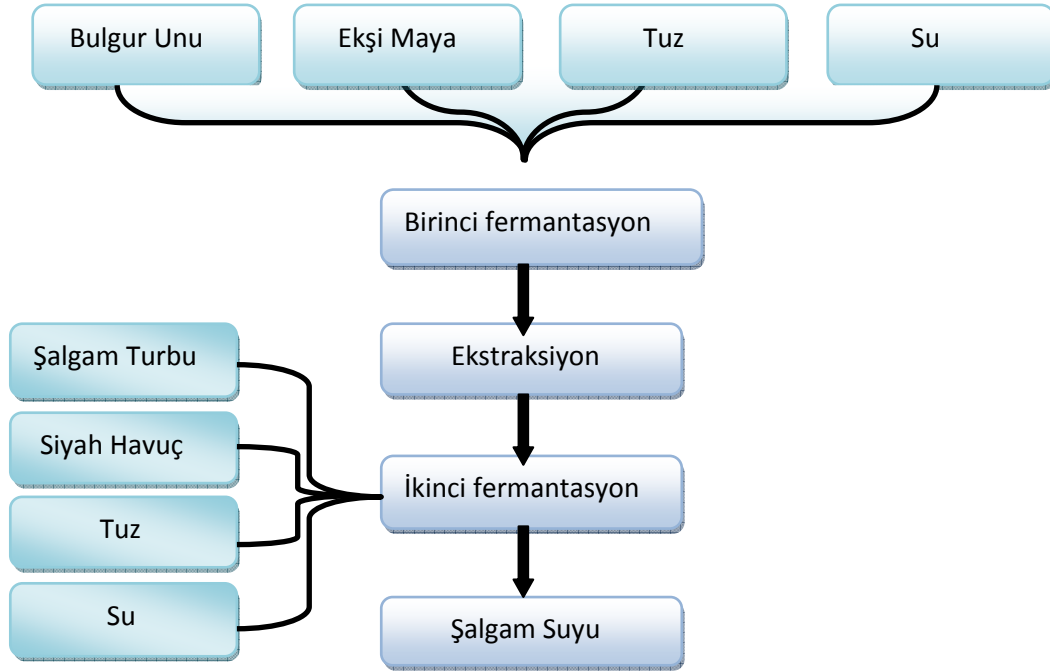
2.2. Yöntem

2.2.1. Ön hazırlıklar

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

2.2.2. Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi

Geleneksel yöntemle şalgam suyu üretimi Erginkaya ve Aksan (2004) ' ın belirttiği metoda göre yapılmıştır. 500 ml şalgam suyu üretimi için 100 g siyah havuç, 50 g bulgur unu, 7,5 g ekşi hamur, 10 g şalgam turpu, 7,5 g kaya tuzu kullanılmıştır. İlk aşamada bulgur unu, ekşi maya, kaya tuzunun 2,5 g' ı ve 110 ml damıtık su ilave edilerek beherler içinde 25 °C de 3 gün 1. fermantasyona bırakılmıştır. 3. günün sonunda hamur üzerine 420 ml su ilave edilmiş ve 5-10 dk karıştırılarak ekstrakte edilmiştir. Süzülen fermente sıvısının bir kısmı 500 ml lik cam kavanozlara alınmış içine önceden dilimlenip üretime hazırlanan şalgam turpu, siyah havuç ve kaya tuzunun geri kalanı ilave edilmiştir. Kavanozlar ekstrakte edilen fermente sıvısının geri kalanı ile 500 ml' ye tamamlanmıştır. 2. Fermantasyona hazır hale gelen örnekler 25°C ve 35°C olmak üzere iki farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılarak fermantasyona bırakılmıştır. Uygulanan üretim metodu Şekil 2.2 de özetlenmiştir.



Şekil 2.2. Geleneksel yöntemle üretilen şalgam suyu üretim metodu

Şalgam suyu üretimi iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Toplam fermantasyon (2. fermantasyon) 5 gün sürmüştür. Her bir grup için bir tekerrürde biri yedek olmak üzere 6 adet 500 ml' lik kavanozda şalgam suyu üretilmiştir. Fermantasyon süresince hergün her bir gruptan birer adet kavanoz açılarak ikişer örnek alınmış ve HPLC ile biyojen amin tayini, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler 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 (Anonim, 2001). Çalışmada kullanılan pH metre Şekil 2.3' de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Çalışmada kullanılan pH metre

2.2.3.2. Tuz

Şalgam suyu örneklerinde tuz tayini TS 11149 şalgam suyu standardında belirtildiği gibi TS 2664' ye göre yapılmıştır (Anonim 1990). Buna göre, 10 ml şalgam örneği 100 ml'lik erlenmayere alınmış ve üzerine 25 ml destile su ilave edilmiştir. Şalgam suyu pH 4,5 oluncaya kadar 0,1 N NaOH ilavesi ile nötralize edilmiştir. Daha sonra üzerine % 5'lik K_2CrO_4 tan 1 ml ilave edilmiştir. 0,1 N $AgNO_3$ ile titre edilerek sabit kiremit kırmızı renk oluşunca titrasyon sona erdirilmiştir. Sonuçlar % tuz miktarı olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Tuz miktarı (g/100ml)} = \frac{S \times N \times F \times \text{meq}}{\text{Ö}} \times 100$$

S = Harcanan $AgNO_3$ miktarı (ml)

N = $AgNO_3$ çözeltisinin normalitesi

F = $AgNO_3$ çözeltisinin faktörü

meq = NaCl' nin milieşdeğer kütlesi

Ö = örnek miktarı (ml)

2.2.3.3. Titrasyon asitliği

Şalgam suyu örneklerinde titrasyon asitliği TS 11149 şalgam suyu standardında belirtildiği gibi TS EN 12147' ye göre yapılmıştır (Anonim, 1998). 10 ml şalgam suyu 100 ml'lik erlenmayere alınmış ve üzerine 40 ml destile su ilave edilmiştir. 0,1 N NaOH ile pH 8,1-8,2 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam asitlik (g/L)} = \frac{S \times N \times F \times \text{meq}}{\ddot{O}} \times 100$$

S = Harcanan NaOH miktarı (ml)

N = NaOH çözeltilisinin normalitesi

F = NaOH çözeltilisinin faktörü

meq = laktik asitin milieşdeğer kütlesi

Ö = örnek miktarı (ml)

2.2.4. Mikrobiyolojik analizler

Steril koşullarda şalgam sularından alınan 1 ml'lik örnekler, steril %0,85 lik fizyolojik tuzlu su ile 1: 9 oranında seyreltilmiştir ve aynı dilüsyon sıvısı ile uygun oranda dilüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar 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 sayım yöntemine göre yapılmış, 28-30°C' de 48 saat süre ile inkübasyon sonucunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob / ml olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 1996).

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 (Anonymous, 1990).

2.2.4.3. Laktik asit bakteri sayımı

LAB sayımı için MRS Agar besiyeri kullanılmıştır. Dökme kültür yöntemine göre ekim yapılan petriyeler 28-30°C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır Daha sonra gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob / ml olarak verilmiştir (Anonymous, 1996).

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, 254nm, pik saflığının kontrolü için 195-500nm arasında spektrum taramalı
Yazılım Programı	CDS: EZChorm 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



Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan HPLC sistemi (SAÜ, Gıda Müh. Bölümü)

2.2.5.2. Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması

Histamin, triptamin, putresin, feniletilamin, tiramin her bir biyojen aminin son konsantrasyonu 0,2 mg/ml olacak şekilde tartılıp 50 ml'lik balon jojeler içinde 0,4 M HClO₄ ile çözüldürülmüş ve 50 ml'ye tamamlanarak biyojen amin standart çözeltisi hazırlanmıştır. Bunlar stok çözeltilerdir.

Anamix hazırlamak için stok çözeltilerden 5'er ml alınıp 50 ml'lik balon jøjeye aktarılarak 0,4M HClO₄ ile hacme tamamlanmıştır. Hazırlanan bu ana mixden farklı konsantrasyonlarda standart biyojen amin içerecek şekilde mixler hazırlanmıştır. Bunun için 2 g Na₂CO₃ 10 ml saf suda çözüldürülmüştür ve anamix, Na₂CO₃ ve saf su belirli oranda karıştırılarak seyreltmeler yapılmıştır.

Hazırlanan farklı konsantrasyondaki mixleri türevlendirmek için gerekli olan dansil klorür, sodyum karbonat ve sodyum glutaminat ile türevlendirilmiş ve bunların HPLC ile okutulması sonucu standartların eğrileri ve formülleri hesaplanmıştır.

Türevlendirme için gerekli olan dansil klorür, Na₂CO₃ ve sodyum glutaminat; 100 mg dansil klorür 10 ml C₃H₆O' da, 2 g Na₂CO₃ 10 ml saf suda ve 200 mg sodyum glutaminat 4 ml saf suda çözüldürülerek hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm çözeltiler günlük olarak hazırlanmıştır.

2.2.5.3. Mobil faz

0,1 M Tris, 0,1 M asetik asit ve destile su sırasıyla % 40 % 20 % 40 oranında kullanılarak pH 8 olacak şekilde HPLC mobil fazında tampon görevi görececek olan buffer hazırlanmıştır.

Solvent A, 30 ml buffer, 550 ml asetonitril, 457,5 ml destile su ve Solvent B ise 2 ml buffer , 900 ml asetonitril, 100 ml su kullanılarak hazırlanmıştır.

HPLC de kullanılan gradiyent programı programı Tablo 2.2' de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Kromatografide kullanılan gradient programı, toplam akış 1,3 ml/dk

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

2.2.5.4. Örneklerin ekstraksiyonu ve türevlendirilmesi

10 ml şalgam suyu örneği erlenmayere konulmuştur. Üzerine 25 ml 0,4 M perklorik asitten ilave edilerek 20 dk çalkalanmıştır. Bu şekilde hazırlanan karışım kaba filtre kağıdından geçirilerek 50 ml' lik balonjojeye süzölmüştür. Elde edilen süzöntü %5' lik triklor asetik asit ile 50 ml' ye tamamlanmıştır.

Ekstraktan hazırlanan çözeltilen 400 µl alınarak önceden alüminyum folyo ile sarılmış 10 ml'lik kapaklı santrüföj tüplerine aktarılmıştır. Üzerlerine 400µl Na₂CO₃ ve 400 µl dansil klorür çözeltilisi ilave edilip 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. 60 dakikalık bekleme süresince her 15 dk da bir tüpler tüp karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Bu işlemin bitiminde tüplere 1 ml asetonitril ilave edilerek 3500 rpm' de 20 dk santrüföjlenmiştir. Üstteki faz alınarak 0,22 µm lik por çapına sahip filtrelerden geçirilmiş ve ependorf tüplerine alınarak HPLC analizi için -20°C' de muhafaza edilmiştir (Bütikofer *ve ark.* 1990).

2.2.5.5. İstatistiksel değerlendirme

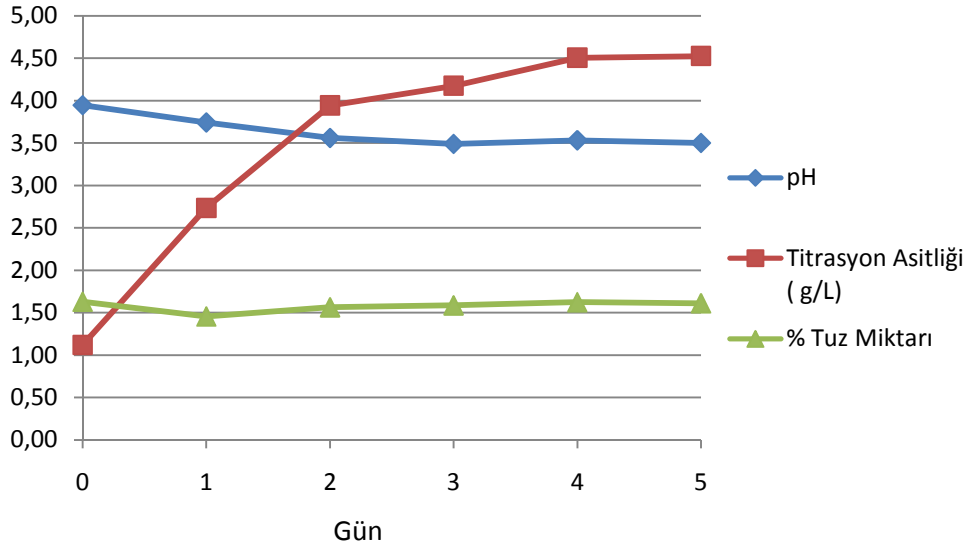
Araştırmada mikrobiyolojik, kimyasal ve biyojen amin analiz sonuçlarına ilişkin veriler SPSS (sürüm 13) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Günler arasındaki farklılık Duncan testi ile gruplar arasındaki farklılık ise t-testi kullanılarak saptamıştır (Düzgüneş *ve ark.* 1987).

BÖLÜM 3. SONUÇLAR

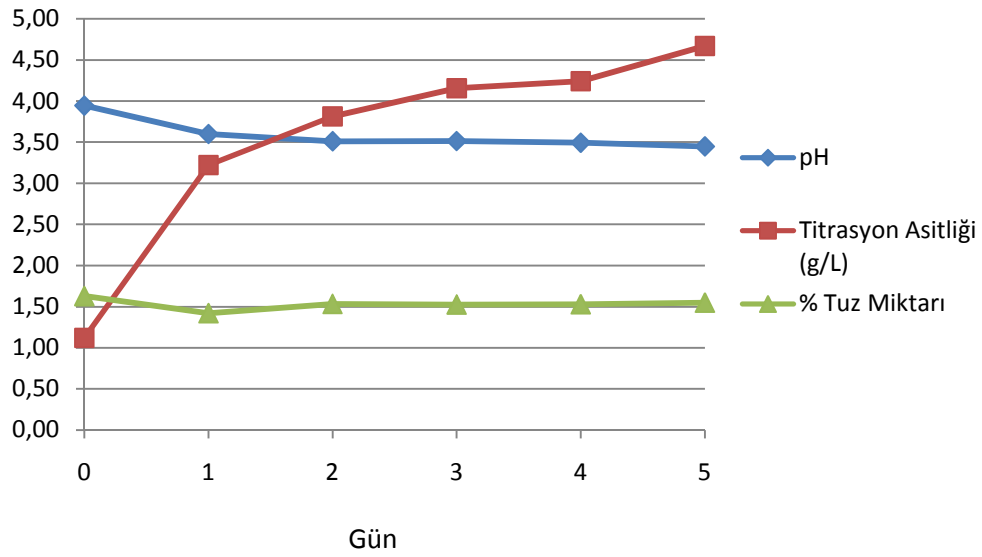
3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışmada geleneksel yolla üretilen şalgam suları 25 ve 35°C' de 5 gün süresince fermantasyona bırakılmıştır. Bu süre içinde her gün pH, titrasyon asitliği, tuz analizleri yapılmıştır.

Fermantasyon süresince laktik asit fermantasyonun sonucu olarak titrasyon asitliğinde artış, asit oluşumuna paralel olarak pH' da azalma ve tuz konsantrasyonunun dengeye ulaşması beklenmektedir. Çalışmada elde edilen kimyasal analiz sonuçları Şekil 3.1 ve Şekil 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. 25°C de fermente edilen şalgamlarda fermantasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve % tuz konsantrasyonunda görülen değişimler



Şekil 3.2. 35°C de fermente edilen şalgamlarda fermentasyon süresince pH, titrasyon asitliği ve % tuz konsantrasyonunda görülen değişimler

Bu çalışmadan elde edilen pH analizi sonuçları Tablo 3.1. de verilmiştir.

Tablo 3.1. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularındaki pH değişimleri

GÜNLER	pH	
	25°C	35°C
0	3,95 ± 0,10 ^{aA}	3,95 ± 0,10 ^{aA}
1	3,74 ± 0,07 ^{bA}	3,6 ± 0,03 ^{bA}
2	3,56 ± 0,02 ^{cA}	3,51 ± 0,07 ^{bcA}
3	3,49 ± 0,08 ^{cA}	3,52 ± 0,05 ^{bcA}
4	3,53 ± 0,08 ^{cA}	3,50 ± 0,09 ^{bcA}
5	3,50 ± 0,02 ^{cA}	3,45 ± 0,05 ^{cA}

a-c: 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)

Her iki fermentasyon sıcaklığında üretilen şalgam sularında başlangıç pH değerleri 3,95 olarak belirlenmiştir. Fermentasyon süresince oluşan laktik asitin etkisi ile şalgam sularının pH değeri azalmaya başlamış ve fermentasyon sonunda 25°C ve

35°C fermente edilen şalgamlarda sırasıyla 3,50 ve 3,45 pH değerlerine ulaşılmıştır (Tablo 3.1).

Her iki grubun kendi günleri arasındaki pH değişimleri istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuşken ($P<0,05$), 5 günlük fermantasyon süresince fermantasyon sıcaklığının şalgamların pH'larına etkisinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Şalgam örneklerinden fermantasyon süresince elde edilen titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.2. de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının titrasyon asitliğindeki değişimler (g/l)

GÜNLER	Titrasyon Asitliği (g/L)	
	25°C	35°C
0	1,12 ± 0,16 ^{aA}	1,12 ± 0,16 ^{aA}
1	2,74 ± 0,43 ^{bA}	3,22 ± 0,33 ^{bA}
2	3,94 ± 0,44 ^{cA}	3,82 ± 0,18 ^{cA}
3	4,18 ± 0,56 ^{cA}	4,16 ± 0,56 ^{cA}
4	4,51 ± 0,09 ^{cA}	4,24 ± 0,10 ^{cdB}
5	4,53 ± 0,26 ^{cA}	4,67 ± 0,36 ^{dA}

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 ($P<0,05$)

Çalışmada kullanılan siyah havuç ve şalgam turpu üzerindeki doğal mikroflorada bulunan laktik asit bakterileri şalgam suyunda gelişme göstererek ürünün asitliğini arttırmıştır. Buna bağlı olarak fermantasyon süresince her iki grubun titrasyon asitliği değerlerinin yükseldiği belirlenmiştir. Fermantasyon başlangıcında 1,12 g/l olarak tespit edilen titrasyon asitliği seviyesi fermantasyon sonunda 25 ve 35°C' de sırası ile 4,53 ve 4,67 g/l seviyesine ulaşmıştır (Tablo 3.2).

Her iki grubun kendi günleri arasındaki titrasyon asitliği seviyesi incelendiğinde, bazı günlerdeki değişimler istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte fermantasyon sıcaklığının, şalgamların titrasyon asitliği seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığı ($P>0,05$) tespit edilmiştir.

Fermantasyon süresince şalgam örneklerinde yapılan % tuz analizi sonuçları Tablo 3.3' de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının % tuz oranındaki değişimler

GÜNLER	% Tuz Miktarı	
	25°C	35°C
0	1,63 ± 0,12 ^{aA}	1,63 ± 0,12 ^{aA}
1	1,46 ± 0,21 ^{aA}	1,42 ± 0,16 ^{bA}
2	1,57 ± 0,07 ^{aA}	1,54 ± 0,02 ^{abA}
3	1,59 ± 0,12 ^{aA}	1,53 ± 0,10 ^{abA}
4	1,63 ± 0,19 ^{aA}	1,53 ± 0,07 ^{abA}
5	1,61 ± 0,06 ^{aA}	1,55 ± 0,10 ^{abA}

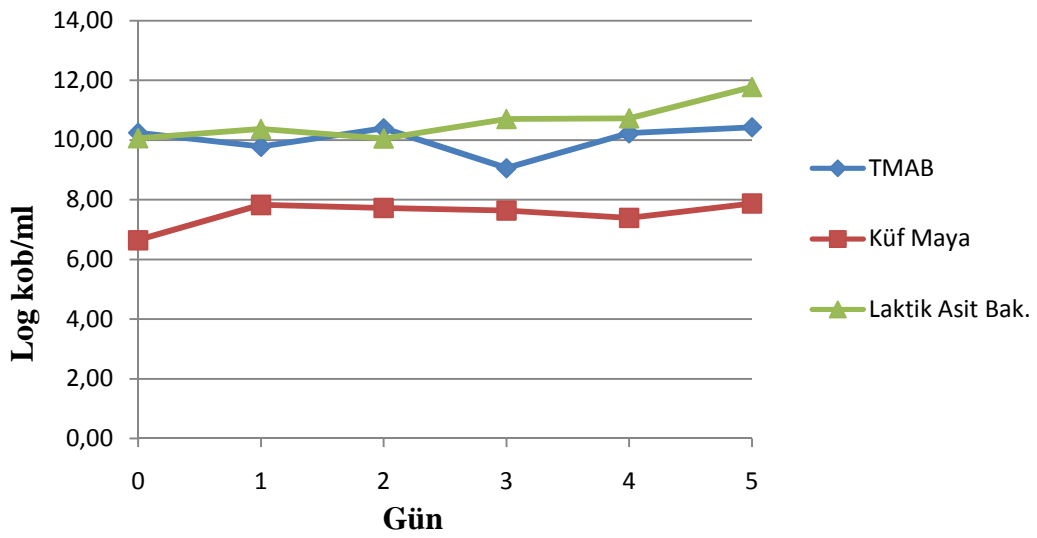
a-b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$)

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

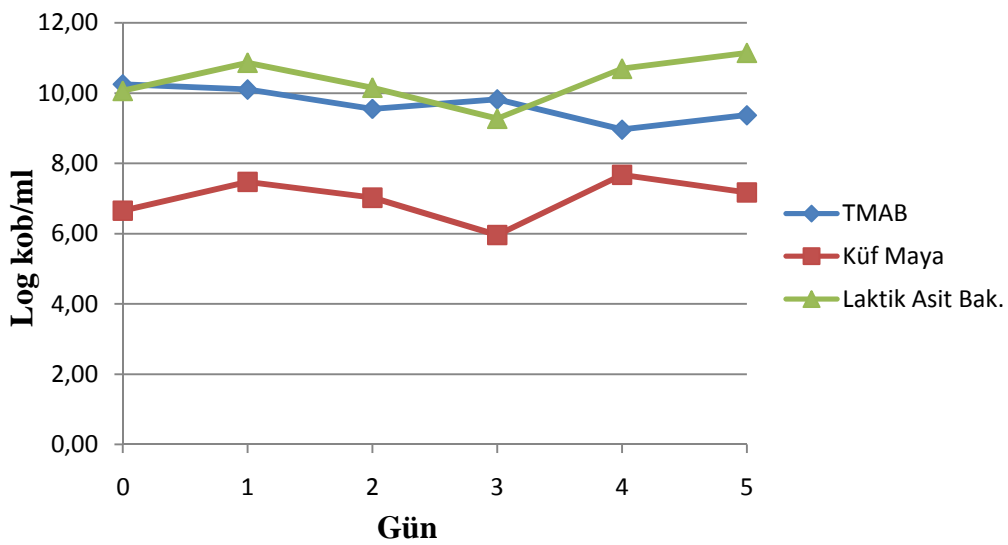
Şalgam sularında yapılan tuz tayinine göre 25°C ve 35°C' de fermente edilen şalgamların başlangıçtaki tuz içerikleri %1,63 iken bu oranların fermantasyon sonuna doğru şalgam turpu, siyah havuç ve salamura arasında dengeye ulaşarak sırası ile %1,61 ve %1,55 olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyonun 1. gününde tuzun şalgam turpu ve siyah havuca geçmesine bağlı olarak bir azalış olduğu belirlenmiş ve bu azalışın 35°C' de fermente edilen şalgam suyunda istatistiksel açıdan önemli miktarda olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur. Fermantasyon sonunda her iki grupta da % tuz içeriği dengeye ulaşmıştır.

3.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çalışmada geleneksel yolla üretilip 25 ve 35°C olmak üzere iki farklı fermantasyon sıcaklığında fermente edilen şalgam suları 5 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresince şalgam sularının mikrobiyolojik kontrolleri için TMAB, küf - maya ve LAB sayımları yapılmış ve sonuçlar Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.' te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. 25°C de üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler



Şekil 3.4. 35°C' de üretilen şalgam suyundaki mikrobiyolojik değişimler

Bu çalışmadan elde edilen TMAB sayım sonuçları Tablo 3.4.' de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının TMAB sayısındaki değişimler (log kob/ml)

GÜNLER	TMAB	
	25°C	35°C
0	10,25 ± 0,91 ^{aA}	10,25 ± 0,91 ^{aA}
1	9,78 ± 0,44 ^{aA}	10,1 ± 1,94 ^{aA}
2	10,40 ± 1,71 ^{aA}	9,55 ± 1,03 ^{aA}
3	9,06 ± 0,54 ^{aA}	9,82 ± 1,99 ^{aA}
4	10,23 ± 0,52 ^{aA}	8,96 ± 0,96 ^{aA}
5	10,43 ± 1,63 ^{aA}	9,37 ± 1,45 ^{aA}

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)

25°C' de fermente edilen şalgam sularında TMAB başlangıç sayısı (0. gün) 10,25 log kob/ml ile fermantasyon sonunda bu değer 10,43 log kob/ml olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince 25°C' de fermente edilen şalgam sularındaki TMAB sayısındaki değişim istatistiksel açıdan önemsiz olarak bulunmuştur (P>0,05).

35°C' de fermente edilen şalgam sularında ise TMAB başlangıç sayısı (0. gün) 10,25 log kob/ml iken fermantasyon sonunda bu değer 9,37 log kob/ml olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince 35°C' de fermente edilen şalgam sularındaki TMAB sayısında istatistiksel açıdan önemli bir artış veya azalış olmamıştır (P>0,05).

Her iki fermantasyon sıcaklığında da gruplar arasında fermantasyon süresince var olan TMAB sayısında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır (P>0,05) (Tablo 3.4).

Çalışmada elde edilen küf-maya sayım sonuçları Tablo 3.5' de verilmiştir.

Tablo 3.5. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının Küf-Maya sayısındaki değişimler (log kob/ml)

GÜNLER	KÜF-MAYA	
	25°C	35°C
0	6,65 ± 0,31 ^{aA}	6,65 ± 0,31 ^{abA}
1	7,83 ± 0,41 ^{abA}	7,47 ± 0,29 ^{aA}
2	7,73 ± 0,44 ^{bA}	7,02 ± 0,61 ^{aA}
3	7,64 ± 0,25 ^{bA}	5,96 ± 0,60 ^{bB}
4	7,39 ± 0,98 ^{bA}	7,67 ± 0,79 ^{cA}
5	7,87 ± 0,28 ^{bA}	7,17 ± 0,77 ^{aA}

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)

25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının başlangıçtaki küf-maya sayıları 6,65 log kob/ml iken bu değer fermantasyon sonunda sırasıyla 7,78 ve 7,17 log kob/ml olarak bulunmuştur. İki grup arasında küf-maya sayında fermantasyon süresince istatistiksel açıdan önemli bir değişim gözlenmemiştir (P>0,05).

Fermantasyon süresince elde edilen LAB sayım sonuçları Tablo 3.6' da verilmiştir.

Tablo 3.6. 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının LAB sayısındaki değişimler (log kob/ml)

GÜNLER	LAB	
	25°C	35°C
0	10,06 ± 0,75 ^{aA}	10,06 ± 0,75 ^{abA}
1	10,37 ± 1,63 ^{aA}	10,86 ± 1,22 ^{aA}
2	10,05 ± 1,12 ^{aA}	10,15 ± 0,42 ^{abA}
3	10,71 ± 0,41 ^{aA}	9,27 ± 0,83 ^{bB}
4	10,73 ± 0,74 ^{aA}	10,69 ± 0,47 ^{aA}
5	11,78 ± 1,43 ^{aA}	11,14 ± 0,75 ^{aA}

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

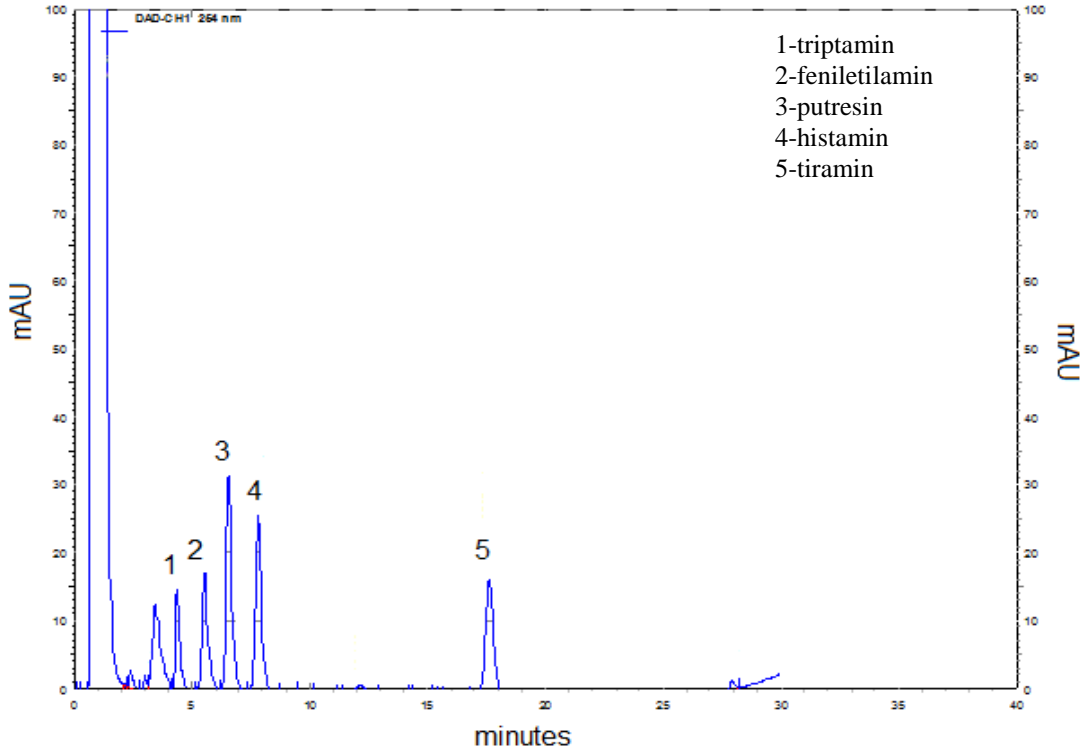
A-B: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05)

Her iki grupta da başlangıç LAB sayısı 10,06 log kob/ml olarak belirlenmişken, fermantasyon sonunda bu değerler 25°C' de fermente edilen şalgam suyu için 11,78 log kob/ml, 35°C' de fermente edilen şalgam suyu için 11,14 log kob/ml olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince her iki grupta da LAB sayısı artış göstermişken iki grup arasında bu artış sadece 3 günde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık göstermiş (P<0,05) diğer günlerde elde edilen değerlerin istatistiksel açıdan önemli farklılıkta olmadığı görülmüştür (P>0,05) (Tablo 3.6).

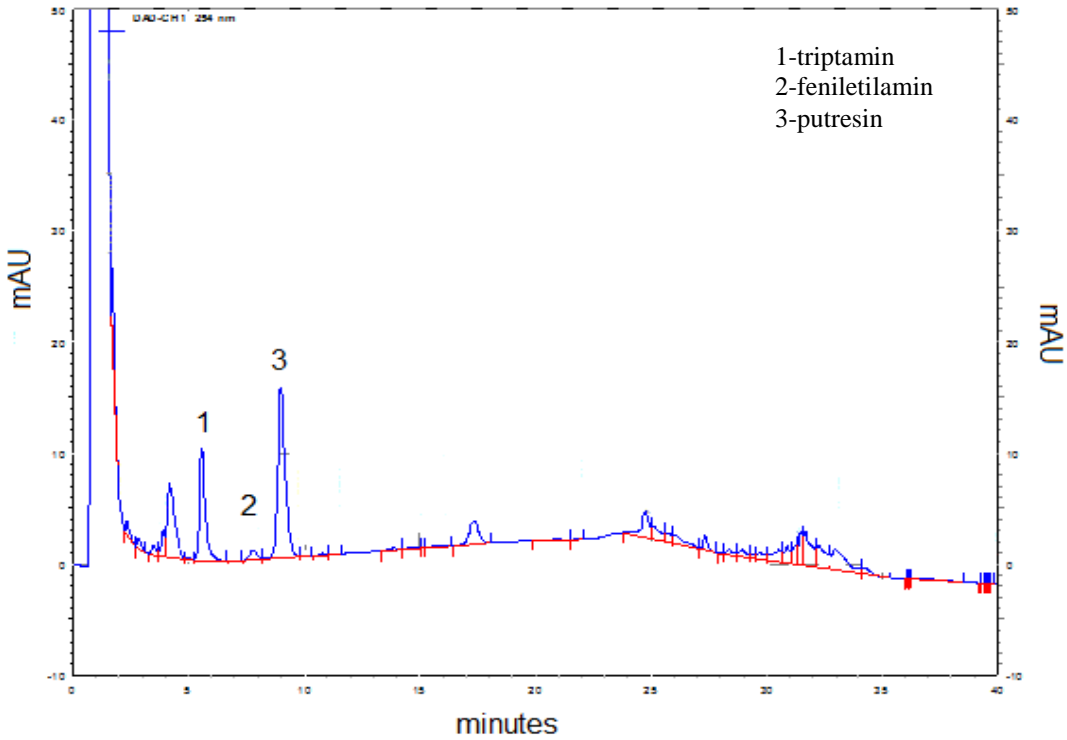
3.3. Biyojen Amin Analiz Sonuçları

Çalışmada şalgamlardaki triptamin, feniletilamin, putresin, histamin ve tiramin konsantrasyonlarının fermantasyon süresince değişimi HPLC yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

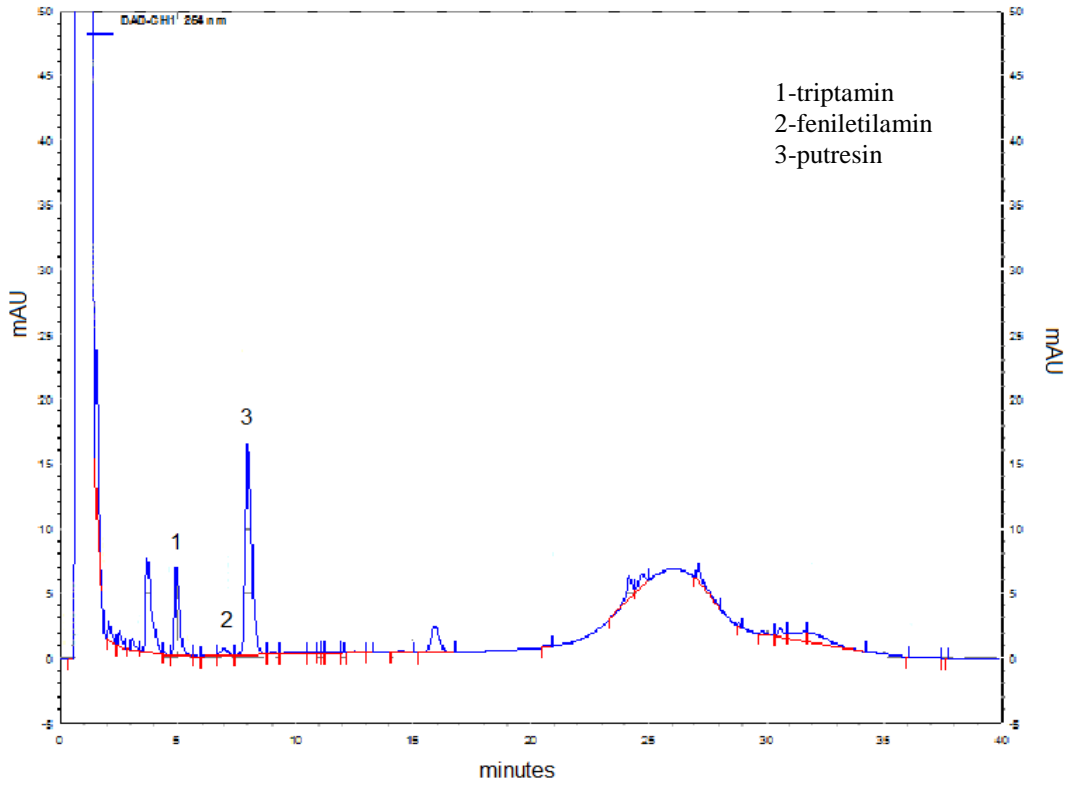
Denemede tüm biyojen aminler Şekil 3.5' de biyojen aminlerin geliş zamanları ve sıralarını, Şekil 3.6 ve 3.7' de ise 25 ve 35°C de fermente edilerek üretilen şalgam suyu örneklerinin biyojen amin içeriklerini gösteren kromatogramlar verilmiştir.



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



Şekil 3.6. 25°C' de fermente edilen şalgam suyundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram



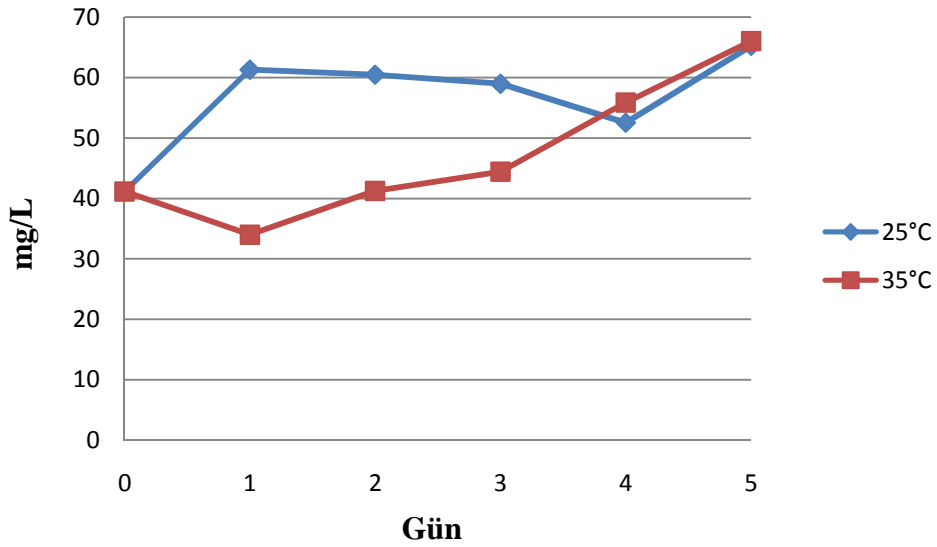
Şekil 3.7. 35°C’ de fermente edilen şalgam suundaki biyojen aminleri gösteren kromatogram

25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında fermantasyon süresince tespit edilen triptamin miktarları Tablo 3.7 ve Şekil 3.8’ de verilmiştir.

Tablo 3.7. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında triptamin miktarları (mg/l)

GÜNLER	TRİPTAMİN	
	25°C	35°C
0	41,14 ± 1,73 ^{aA}	41,14 ± 1,73 ^{aA}
1	61,28 ± 1,24 ^{dA}	34,00 ± 3,29 ^{bB}
2	60,45 ± 1,88 ^{cdA}	41,24 ± 2,33 ^{aB}
3	58,95 ± 1,22 ^{cA}	44,41 ± 1,80 ^{aB}
4	52,51 ± 0,51 ^{bA}	55,85 ± 2,99 ^{cA}
5	65,22 ± 0,38 ^{eA}	66,03 ± 1,51 ^{dA}

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)



Şekil 3.8. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait triptamin değerleri

25°C’ de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda triptaminin başlangıç miktarı 41,14 mg/L olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince triptamin miktarı artarak fermantasyon sonunda en yüksek konsantrasyon olan 65,22 mg/L’ ye ulaşmıştır. 25°C’ de üretilen şalgam sularının triptamin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

35°C’ de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda 41,14 mg/L olan triptaminin başlangıç miktarı fermantasyon süresince artarak fermantasyon sonunda en yüksek konsantrasyon olan 66,03 mg/L’ ye ulaşmıştır. 35°C’ de üretilen şalgam sularının triptamin miktarlarındaki artış da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

25 ve 35°C’ de fermente edilen şalgamlar kıyaslandığında fermantasyonun ilk 3 gününde iki grup arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmakla birlikte bu farklılığın fermantasyonu 4. ve 5. günlerinde önemsiz hale geldiği tespit edilmiştir (Tablo 3.7).

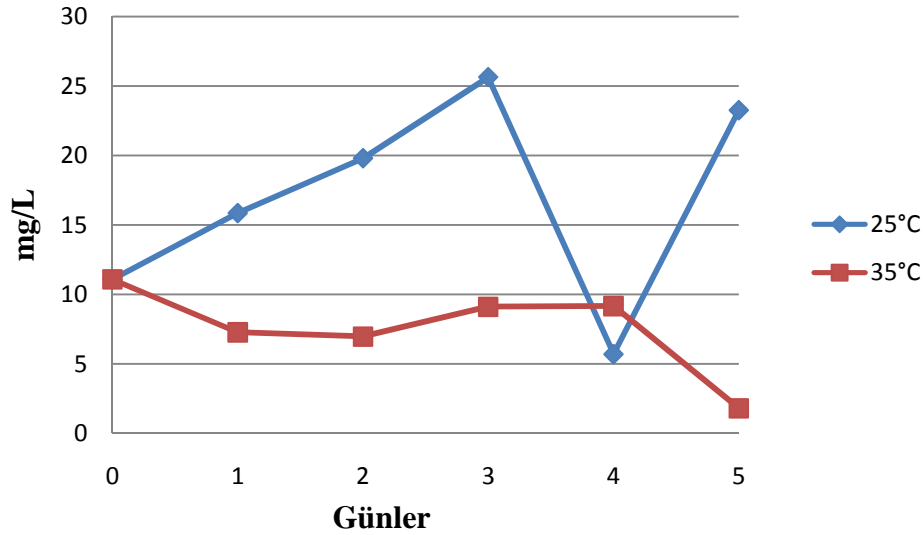
25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında fermantasyon süresince tespit edilen feniletılamin miktarları Tablo 3.8 ve Şekil 3.9’ da verilmiştir.

Tablo 3.8. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında feniletılamin miktarları (mg/l)

GÜNLER	FENİLETİLAMİN	
	25°C	35°C
0	11,09 ± 2,76 ^{aA}	11,09 ± 2,76 ^{aA}
1	15,85 ± 2,65 ^{bA}	7,28 ± 1,14 ^{bB}
2	19,80 ± 1,50 ^{cA}	6,98 ± 1,6 ^{bB}
3	25,63 ± 1,34 ^{dA}	9,12 ± 1,67 ^{bB}
4	5,71 ± 0,75 ^{eA}	9,17 ± 1,40 ^{bA}
5	23,25 ± 2,42 ^{cdA}	1,82 ± 0,14 ^{cB}

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)



Şekil 3.9. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait feniletılamin değerleri

25°C’ de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda feniletılaminin başlangıç miktarı 11,09 mg/l olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince feniletılaminin miktarı

artarak fermantasyon sonunda 23,25 mg/l' ye ulaşmıştır. 25°C' de üretilen şalgam sularının feniletilamin miktarlarındaki artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

35°C' de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda ise 11,09 mg/l olarak bulunan feniletilaminin başlangıç miktarı, fermantasyon süresince artarak fermantasyon sonunda en yüksek konsantrasyon olan 9,17 mg/l' ye 4. gün sonunda ulaşmıştır. 35°C' de üretilen şalgam sularının feniletilamin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli miktarda olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$).

25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam suyu örneklerinin feniletilamin içerikleri karşılaştırıldığında fermantasyon sıcaklığının feniletilamin oluşumu üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.8).

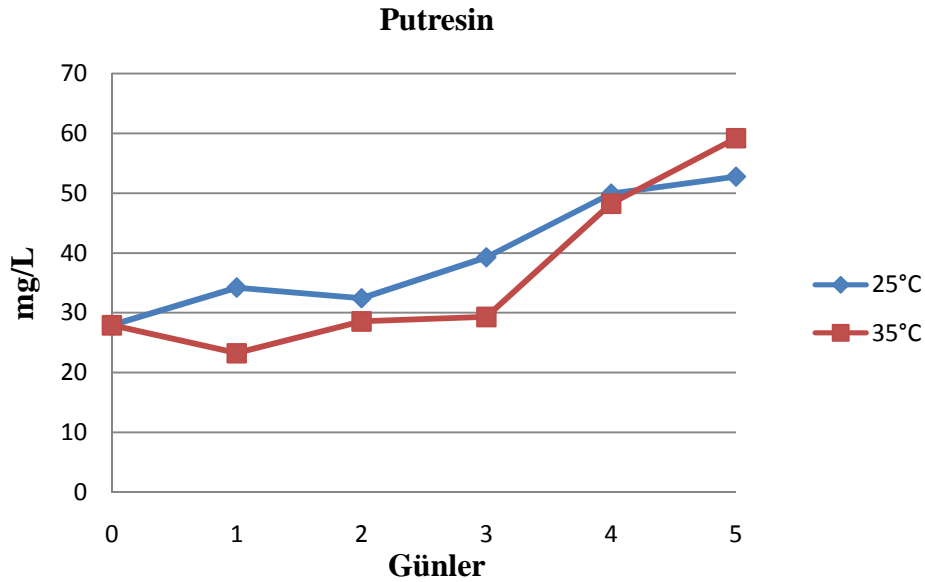
Sonuç olarak yüksek fermantasyon sıcaklığının feniletilamin oluşumunu fermantasyonun ilk gününde önemli miktarda yavaşlattığı ve fermantasyon sonunda 35°C' de fermente edilen şalgamda 25°C' de fermente edilene göre yaklaşık olarak 15mg/l daha az feniletilamin oluştuğu tespit edilmiştir.

25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında fermantasyon süresince tespit edilen putresin miktarları Tablo 3.9 ve Şekil 3.10’ da verilmiştir

Tablo 3.9. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında putresin miktarları (mg/l)

GÜNLER	PUTRESİN	
	25°C	35°C
0	27,94 ± 4,48 ^{aA}	27,94 ± 4,48 ^{aA}
1	34,23 ± 1,99 ^{bA}	23,26 ± 1,79 ^{bB}
2	32,43 ± 3,83 ^{bA}	28,58 ± 2,16 ^{aB}
3	39,29 ± 2,74 ^{cA}	29,32 ± 2,06 ^{aB}
4	49,93 ± 1,28 ^{dA}	48,26 ± 1,05 ^{cA}
5	52,78 ± 2,90 ^{dA}	59,19 ± 2,14 ^{cA}

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).



Şekil 3.10. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait putresin değerleri

25°C’ de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda putresinin başlangıç miktarı 27,94 mg/l olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince putresinin miktarı artarak

fermantasyon sonunda en yüksek değeri olan 52,78 mg/l' ye ulaşmıştır. 25°C' de üretilen şalgam sularının putresin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

35°C' de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda başlangıçta 27,94 mg/l olan putresin miktarı, fermentasyon süresince artarak fermentasyon sonunda en yüksek konsantrasyon olan 59,19 mg/l' ye ulaşmıştır. 35°C' de üretilen şalgam sularının putresin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli miktarda olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

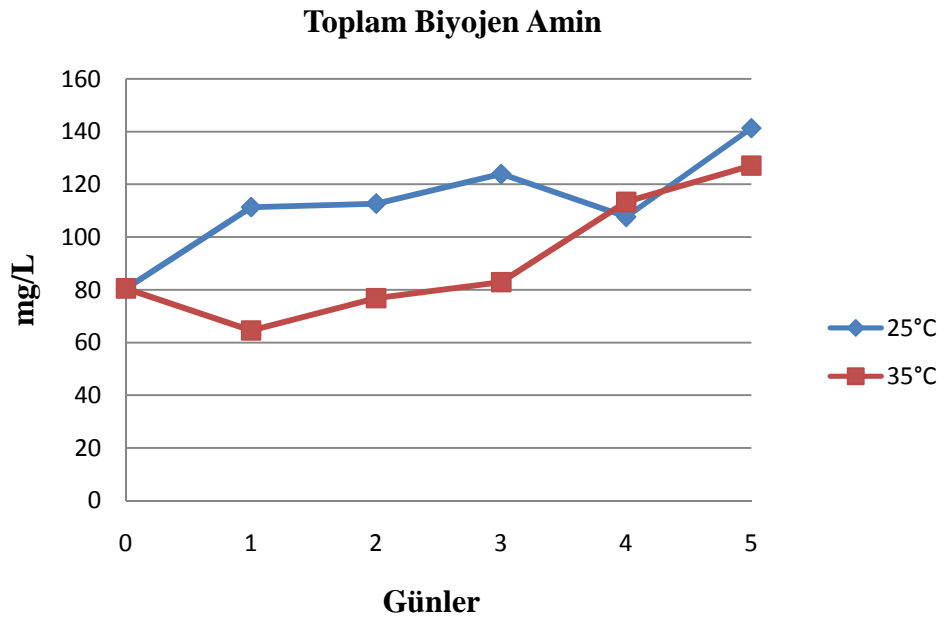
25 ve 35°C' de fermente edilen şalgamlar kıyaslandığında iki grup arasında putresin miktarındaki artışın fermentasyonun ilk 3 gününde istatistiksel açıdan önemli miktarda olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Yüksek fermentasyon sıcaklığında fermente edilen şalgamda putresin oluşumunu düşük sıcaklıkta fermente edilen şalgamdaki putresin oluşumundan istatistiksel açıdan önemli miktarda düşükken bu farklılığın fermentasyonun 4. ve 5. günlerinde ortadan kalktığı görülmüştür (Tablo 3.9). Ayrıca alışmamızda geleneksel metod ile ürettiğimiz şalgam sularındaki putresin miktarı 396 mg/kg olan toksik limitin altında bulunmuştur.

25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında fermantasyon süresince tespit edilen toplam biyojen amin miktarları Tablo 3.10 ve Şekil 3.11’ de verilmiştir

Tablo 3.10. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularında toplam biyojen amin miktarları (mg/l)

GÜNLER	TOPLAM BİYOJEN AMİN	
	25°C	35°C
0	80,48 ± 1,78 ^{aA}	80,48 ± 1,78 ^{bcA}
1	111,35 ± 3,48 ^{bcA}	64,54 ± 4,32 ^{aB}
2	112,67 ± 2,48 ^{ca}	76,79 ± 3,32 ^{bB}
3	123,87 ± 3,26 ^{dA}	82,85 ± 3,26 ^{cB}
4	107,61 ± 0,77 ^{ba}	113,28 ± 3,16 ^{dB}
5	141,25 ± 2,91 ^{eA}	127,04 ± 2,74 ^{eB}

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).



Şekil 3.11. 25 ve 35°C’ de fermente edilerek üretilen geleneksel şalgam sularına ait toplam biyojen amin değerleri

25°C' de fermente edilerek üretilen şalgam suyundaki toplam biyojen amin miktarı başlangıçta 80,48 mg/l olarak bulunmuştur. Fermantasyon süresince toplam biyojen aminin miktarı artarak fermantasyon sonunda en yüksek değeri olan 141,25 mg/l' ye ulaşmıştır. 25°C' de üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli miktarda olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

35°C' de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda başlangıçta 80,48 mg/l olan toplam biyojen amin miktarı, fermantasyon süresince artarak fermantasyon sonunda en yüksek konsantrasyon olan 127,04 mg/l' ye ulaşmıştır. 35°C' de üretilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarlarındaki artışın istatistiksel açıdan önemli miktarda olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam suyu örnekleri karşılaştırıldığında iki gruba ait toplam biyojen amin miktarı arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer bir deyişle, yüksek fermantasyon sıcaklığında fermente edilen şalgam suyu örneklerindeki toplam biyojen amin miktarı düşük fermantasyon sıcaklığında fermente edilenlere göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). 35°C' de fermente edilen şalgam sularında fermantasyon sonunda yaklaşık olarak 14 mg/l daha az biyojen amin oluştuğu görülmüştür (Tablo 3.10).

Gerek 25°C' de gerekse 35°C' de fermente edilen şalgam suyu örneklerinde histamin ve tiramin tespit edilememiştir.

BÖLÜM 4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmada geleneksel yöntemle iki farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılarak üretilen şalgam sularının pH, titrasyon asitliği, tuz, TMAB, küf-maya, LAB sayıları ile biyojen amin içerikleri incelenmiştir.

25 ve 35°C olmak üzere 2 farklı fermantasyon sıcaklığı kullanılarak üretilen şalgam sularının pH' ları fermantasyon başlangıcında 3,95 iken fermantasyon sonunda bu değerler sırasıyla 3,50 ve 3,45 olarak bulunmuştur (Bkz. Tablo 3.1). TS 11149' a göre şalgam suyunda pH 3,30- 3,80 arasında olmalıdır (Anonim, 2009). Buna göre, çalışmada 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularının pH değerleri TS 11149 şalgam suyu standardına uygun bulunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak Canbaş ve Ferencioğlu (1984), piyasadan topladıkları 10 adet şalgam suyu örneğinde pH değerlerinin 3,35 ile 3,85 arasında değiştiğini belirtmiştir. Aynı şekilde Canbaş ve Deryaoğlu (1993) 3 farklı dönemde 4 farklı şalgam suyu üreticisinden temin ettikleri örneklerle yaptıkları çalışmada örneklerin pH değerlerinin 3,33 ile 3,67 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Arıcı (2004) 25 adet şalgam suyu örneği ile yaptığı çalışmada pH değerinin 3,16 ile 3,60 arasında değiştiğini belirtmiştir. Baysal ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada şalgam suyu örneklerinin pH değerlerinin 3,34 ile 3,59 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Güneş (2008), farklı siyah havuç miktarları kullanarak üretilen şalgam suları ile yaptığı çalışmasında örneklerin pH değerlerinin 3,39 ile 3,49 arasında değiştiğini, Öztürk (2009) ise piyasadan toplayarak analiz ettiği 20 adet farklı şalgam suyu örneklerinde pH değerlerinin 3,26 ile 3,86 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Şalgam suyunda daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen pH değerleri bu çalışmada elde edilen pH analizi sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Çalışmada yapılan laktik asit cinsinden belirlenen titre edilebilir toplam asitlik fermantasyonun başlangıcında 1,12 g/l olarak bulunmuşken fermantasyon sonunda bu değerlerin 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularında sırasıyla 4,53 ile 4,67 g/l' ye çıktığı görülmüştür (Bkz. Tablo 3.2). TS 11149' a göre titre edilebilir toplam asitlik laktik asit cinsinden en az 6,0 g/l ve laktik asit 4,5 ile 5,5 g/l olmalıdır (Anonim, 2009). Buna göre bu çalışmada üretilen şalgam sularında titrasyon asitliği değerleri limit değerinin altında olduğu görülmüştür. Çalışmada şalgam sularının asitliğini arttırmak için herhangi bir asitlendirici kullanılmamıştır. Böylece titrasyonda sadece fermantasyon sonucu oluşan asitlik belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen toplam asitlik miktarı, TS 11149' da belirtilen laktik asit miktarı değerine (4,5- 5,5 g/l) uygun bulunmuştur.

Güneş (2008) farklı havuç konsantrasyonları kullanarak üretilen şalgam suları ile yaptığı çalışmasında örneklerin laktik asit cinsinden toplam asitliğinin 4,95 ile 7,45 g/l arasında değiştiğini bulmuştur. Arıcı (2004) yaptığı çalışmada şalgam sularının laktik asit miktarlarının 0,578 ile 3,632 g/l olarak değiştiğini belirtmiştir. Şalgam suyunda yapılan çalışmalardan elde edilen asitlik tayini sonuçlarına göre zaman zaman paralellik gösterse de genel itibariyle bu çalışmada belirlenen toplam asitlik (%) daha düşüktür.

Bu çalışmada üretilen şalgam sularındaki başlangıç TMAB sayısı 10,25 log kob/ml'dir. 25°C' de fermente edilen şalgam suyunda fermantasyon sonunda TMAB sayısı 10,43 log kob/ml, 35°C' de fermente edilen şalgam suyunda ise 9,37 log kob/ml olarak bulunmuştur. Her iki sıcaklıkta da fermantasyon süresince yapılan TMAB sayımı sonuçlarına göre grup içerisinde TMAB sayısında farklılıklar görülse de bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$). Ayrıca 25 ve 35°C' de fermente edilen şalgam sularında iki grup arasında TMAB sayısındaki değişikliklerin istatistiksel açıdan önemsiz ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir (Bkz. Tablo 3.4).

Benzer olarak, Erginkaya ve Hammes (1992) şalgam suyunda mikroorganizmaların gelişimini inceledikleri çalışmada şalgam sularının TMAB sayısının 10^8 ile 10^9 kob/ml arasında değiştiğini göstermiştir. Güneş (2008), farklı havuç

konsantrasyonlarının şalgam suyu kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında %10 havuç konsantasyonuna sahip şalgam suyunda TMAB sayısını 8,5 log kob/ml olarak bulmuştur. İyıcınar (2007), farklı formülasyonların şalgam suyu üretimine olan etkilerini incelediği bir araştırmada TMAB sayısının 10^6 ile 10^7 kob/ml arasında değiştiğini göstermiştir. Utuş (2008) siyah havuç boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisini incelediği çalışmasında TMAB sayısını 7,72 log kob/ml olarak tespit etmiştir. Benzer şekilde şalgam suyu üzerine yapılan diğer çalışmalarda TMAB sayısının $2,7 \times 10^6$ ile $6,1 \times 10^7$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Arıcı, 2004; Aydar, 2003).

25°C' de fermente edilen şalgam sularında fermantasyonun ilk gününde 6,65 log kob/ml olan küf-maya sayısının fermantasyonun son gününde 7,87 log kob/ml' ye ulaştığı tespit edilmiştir. 35°C' de fermente edilen şalgam suyunda ise fermantasyonun ilk günü 6,65 log kob/ml olan küf-maya sayısı, fermantasyonun son günü 7,17 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Fermantasyonun sonunda her iki grup için elde edilen küf-maya sayım sonuçlarındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz ($P \geq 0,05$) bulunmuştur (Bkz. Tablo 3.5).

Benzer olarak Güneş (2008) yaptığı çalışmasında %10 havuç konsantrasyonuna sahip şalgamda maya sayısının 6,76 ile 7,66 log kob/ml olarak değiştiğini belirlemiştir. İyıcınar (2007) farklı formülasyonların şalgam suyu üretimine olan etkilerini incelediği çalışmasında toplam maya sayısının 5 ile 6 log kob/ml arasında değiştiğini tespit etmiştir. Utuş (2008) çalışmasında toplam maya sayısını 7,13 log kob/ml olarak bulduğunu belirtmiştir. Erginkaya ve Hammes (1992) şalgam suyunda mikroorganizmaların gelişimini inceledikleri çalışmada şalgam sularının toplam maya sayısının 10^6 ile 10^7 kob/ml arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde şalgam suyu üzerine yapılan diğer çalışmalarda toplam maya sayısının 6,76 ile 7,66 log kob/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir (Arıcı, 2004; Aydar, 2003; Özhan, 2000). Buna göre, bu çalışmadan elde edilen küf-maya sayım sonuçları, daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen TMAB ve toplam küf maya sayısı şalgam suyu ile yapılan diğer çalışmalara oranla daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin şalgam suyu

üretiminde kullanılan hammaddelerin mikrobiyolojik yüklerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü örneklerdeki başlangıç mikroorganizma yükü de fazladır. Başlangıç mikroorganizma yükünün üretimde kullanılan şalgam ve siyah havuçların yıkamalarının daha etkin yapılması ayrıca üretimde daha yüksek mikrobiyolojik kaliteye sahip suyun kullanılması ile veya izin verilen limitlerde kuruyucu ilavesi ile kontrol altına alınmalıdır.

25°C' de fermente edilerek üretilen şalgam sularından elde edilen LAB sayısı başlangıçta 10,06 log kob/ml iken fermantasyon sonunda 11,78 log kob/ml' ye ulaşmıştır. 35°C' de fermente edilerek üretilen şalgam suyunda ise başlangıçta 10,06 log kob/ml olan LAB sayısı fermantasyon sonunda en yüksek değer olan 11,14 log kob/ml' ye ulaşmıştır. Gruplar ve grupların kendi içinde günleri arasında LAB sayısında değişimler olmakla birlikte istatistiksel açıdan önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur (Bkz. Tablo 3.6).

Güneş (2008) çalışmasında %10 havuç konsantrasyonuna sahip şalgamda LAB sayısının 7,60 ile 8,95 log kob/ml olarak değiştiğini söylemiştir. İyiçınar (2007) yaptığı bir çalışmada LAB sayısının 6 ile 7 log kob/ml arasında değiştiğini belirtmiştir. Utuş (2008) siyah havuç boyutunun şalgam kalitesi üzerine etkisini incelediği çalışmasında LAB sayısını 7,72 log kob/ml olarak tespit etmiştir. Erginkaya ve Hammes (1992) yaptıkları çalışmada şalgam sularının LAB sayısının 10^8 ile 10^9 kob/ml arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde şalgam suyu üzerine yapılan diğer çalışmalarda LAB sayısının $1,2 \times 10^4$ ile $4,8 \times 10^7$ log kob/ml arasında değiştiği belirtilmektedir (Arıcı, 2004; Aydar, 2003). Çalışmadan elde edilen LAB sayısı daha önce yapılan çalışmalara oranla daha fazla bulunmuştur. Bu farklılığın kullanılan hammadde farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şalgam suyu örneklerine HPLC yöntemi kullanılarak yapılan biyojen amin analizlerinden elde edilen sonuçlara göre triptaminin başlangıç miktarı 41,14 mg/l' dir. Fermantasyon sonunda 25°C' de fermente edilen şalgam sularında fermantasyon sonunda triptamin miktarı 65,22 mg/l' ye ulaşılmıştır. Benzer şekilde 35°C' de fermente edilen şalgam suyunda ise fermantasyon sonunda 66,03 mg/l' ye ulaşılmıştır (Bkz. Tablo 3.7). Fermantasyonun ilk dört gününde oluşan triptamin

miktarı 35°C' de fermente edilen şalgamlarda 25°C' de fermente edilenlere göre daha düşük olmakla birlikte fermantasyonun 4. ve 5. günlerinde oluşan triptamin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0,05$).

Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde Xu ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, fermantasyonda önce triptamin miktarı 0,19 mg/kg olan sosisleri 15, 23, 30 ve 37°C' de 48 saat depolamanın sonunda triptamin miktarlarını sırası ile 0,79 mg/kg, 1,37 mg/kg, 36,3 mg/kg, 19,5 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Sıcaklık arttıkça sosis örneklerinde triptamin oluşumunun arttığı ancak 30°C' de 37°C' ye oranla daha yüksek triptamin oluştuğunu göstermişlerdir. Bunun nedeninin Xu ve ark. (2010)' sosislere ilave ettikleri *Pediococcus pentosaceus*' un optimum gelişme sıcaklığının 28-32°C (Wood and Holzapfel, 1995) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çolak ve Uğur (2002) yaptıkları çalışmada 180 gün depolamanın sonunda buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen sucukların triptamin miktarları 23,4 mg/kg kuru madde olarak tespit etmişken oda sıcaklığında muhafaza edilen sucuklarda bu değer 50,3 mg/kg kuru madde olduğunu tespit etmişlerdir.

Bakar ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada balık dilimlerini 0°C ve 4°C' de 15 gün depolamışlardır. Depolamalarının sonunda ilk gün balık dilimlerinde hiç triptamin belirlememişken, depolama süresince triptaminin arttığını ve bu artışın ilk 12 gün 4°C' de depolanan balıklarda 0°C' de depolanan dilimlere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Depolamanın 12. gününde dilimlerin triptamin miktarı 0°C' de 33,30 mg/kg, 4°C' de ise 39,54 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Özdestan ve Üren (2010a) ise yaptıkları çalışmada, şalgam suyu örneklerinde triptamin miktarının 3,1 ile 17,2 mg/l arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla bu çalışmadaki triptamin sonuçları arasında bir paralellik olmadığı görülmüştür. Bu farklılığın piyasada üretilen şalgam sularına katılan asitlendirici ve koruyucuların fermantasyonu kontrol altında tutmasından ve farklı hammadde kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

25°C' de fermente edilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında feniletilamin miktarının 11,09 ile 23,25 mg/l, 35°C' de fermente edilen şalgam sularının fermantasyonu sırasında ise bu değerin 11,09 ile 9,17 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.8). 35°C' de fermente edilen şalgam sularındaki feniletilamin miktarı 25°C' de fermente edilen şalgam sularına oranla daha az bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca tespit edilen feniletilamin miktarlarının feniletilamin için belirlenen toksik limitin (30 mg/kg) altında olduğu tespit edilmiştir (Brink *ve ark.*, 1990; Halász *et al.*, 1994).

Çolak ve Uğur (2002) sucuk ile yaptıkları çalışmada 180 gün buzdolabı sıcaklığında ve oda sıcaklığında depolanan sucukların feniletilamin miktarlarını sırasıyla 33,1 ve 60,6 mg/kg kuru madde olarak tespit etmişlerdir.

Bakar *ve ark.* (2010), yaptıkları çalışmada 0°C ve 4°C' de 15 gün depoladıkları balık dilimlerinde depolamanın ilk günü feniletilamin bulunmadığını, depolama süresince feniletilamin miktarının arttığını söylemişlerdir. Bu artışın 4°C' de depolanan balıklarda 0°C' de depolanan dilimlere göre daha fazla olduğunu ekleyerek depolamanın ilk 12 gününde 0°C ve 4°C' de depolanan dilimlerde sırasıyla 16,70 mg/kg ve 100,54 mg/kg feniletilamin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özdestan ve Üren (2010a) şalgam suyu örneklerinde feniletilamin miktarının 0,9 ile 11,5 mg/l arasında değiştiği ifade etmişlerdir. Buna göre, bu çalışmada 35°C de fermente edilen şalgam sularının feniletilamin içeriği Özdestan ve Üren (2010a) tarafından elde edilen bulgulara benzerlik göstermektedir.

25°C' de fermente edilerek üretilen şalgam sularının putresin miktarı fermantasyon süresince 27,94 ile 52,78 mg/l arasında değişim gösterirken 35°C' de fermente edilerek üretilen şalgam sularının putresin miktarları 27,94 ile 59,19 mg/l arasında bulunmuştur. 35°C' de fermente edilen şalgam sularının putresin miktarları 25°C' de fermente edilen şalgam sularına oranla fermantasyonun ilk 3 günü daha düşük iken ($P<0,05$), fermantasyon sonunda iki grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Farklı olarak Xu *ve ark.* (2010) yaptıkları çalışmada, başlangıç putresin miktarı 0,95 mg/kg olan sosisleri 15, 23, 30, 37°C' de 48 saat depolamışlar ve depolama sonunda putresin miktarlarını sırası ile 1,22 mg/kg, 1,10 mg/kg, 2,69 mg/kg, 4,68 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Sıcaklık arttıkça sosis örneklerinde putresin oluşumunun da arttığı ifade etmişlerdir.

Sil *ve ark.* (2008) yaptıkları çalışmada balıkları 18 saat 28°C' de ve 15 gün buzda depolamışlar. Araştırmacılar, başlangıçta 0,018 mg/kg olan putresin miktarının 28°C' de saklanan balıklarda 0,963 mg/kg' a, buzda depolanana balıklarda ise 0,059' a çıktığı belirtilmiştir. Balıkların ortam sıcaklığında daha kısa süre depolanmasına karşın putresin miktarlarında buzda depolanana oranla daha fazla artış belirlemişlerdir.

Çolak ve Uğur (2002) sucuklarda yaptıkları çalışmada 180 gün depolama sonunda sucukların putresin miktarının buzdolabı sıcaklığında depolananalarda 223,5, oda sıcaklığında depolananalarda ise 351,5 mg/kg kuru madde olduğunu tespit etmişlerdir.

Pinho *ve ark.* (2001) yaptıkları çalışmada peynirleri 4°C ve 25°C de 4 hafta depolamışlardır. Depolama sonunda peynir örneklerindeki putresin miktarının 25°C' de depolanana peynirlerde 4°C' de depolanana peynirlerde göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Bakar *ve ark.* (2010) yaptıkları çalışmada balık dilimlerini 0°C ve 4°C' de 15 gün depolamışlardır. Depolama süresince putresin miktarının arttığını ve bu artışın 4°C' de depolanana balıklarda 0°C' de depolanana dilimlere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmadan elde edilen putresin miktarları, 35°C' de fermente edilen şalgam suyu örneklerinde 25°C' de fermente edilenlere göre daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç Xu *ve ark.* (2010), Sil *ve ark.* (2008), Çolak ve Uğur (2002), Pinho *ve ark.* (2001), Bakar *ve ark.* (2010)' nın çalışmalarından yüksek sıcaklıkta daha düşük putresin oluşması yönüyle farklılık göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre şalgam suyunda baskın biyojen aminin triptamin olduğu bunu putresinin takip ettiği görülmüştür. Özdekan ve Üren (2010a) ise şalgam suyu ile yaptıkları çalışmada putresinin baskın biyojen amin olduğunu tespit etmişlerdir. Şalgam sularında maksimum putresin miktarının 42,3 mg/l olduğu ve piyasadan topladıkları 20 örneğin tamamında putresinin var olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmadan elde edilen verilere göre her iki fermantasyon sıcaklığı ile üretilen şalgam sularında da histamin ve tiramin varlığına rastlanmamıştır. Buna karşın Özdekan ve Üren (2010a) piyasadaki şalgam sularının biyojen amin içeriklerini inceledikleri çalışmada histamin içeriğini 2,6-19,1 mg/l, tiramin içeriğini ise 2,6-26,4 mg/l arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

25°C' de fermente edilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarı 91.73 ile 141.25 mg/l, 35°C' de fermente edilen şalgam sularının toplam biyojen amin miktarı ise 64,54 ile 127,04 mg/l arasında değiştiği saptanmıştır.

Xu ve ark. (2010) sıcaklığın sosis üretiminde teknik olarak önemli bir parametre olduğunu, fermantasyonu hızlandırarak kısa sürede tamamlanmasını sağladığını, ancak yüksek fermantasyon sıcaklığının biyojen amin oluşumunu artırarak kalite kayıplarına neden olacağını belirtmişlerdir.

Gardani ve ark. (2001), çiğ sütte *Enterococcus faecalis*' in biyojen amin oluşturma potansiyeline pH, sıcaklık ve NaCl konsantrasyonunun etkilerini inceledikleri çalışmada, aynı pH ve NaCl konsantrasyonuna sahip ortamda toplam biyojen amin miktarının 37°C' de 23°C' ye göre daha fazla biyojen amin oluştuğunu ifade etmişlerdir. Örneğin pH 5,8 de %3 NaCl varlığında 23°C' de 72 saat fermente edilen çiğ sütte oluşan toplam biyojen amin miktarını 10,15 ppm olarak belirlemişlerken aynı şartlarda 37°C' de 16,71 ppm olarak belirlemişlerdir.

Bakar ve ark. (2010) 0°C ve 4°C' de 15 gün depoladıkları balık dilimlerinin toplam biyojen amin miktarlarını 15 gün depolama sonunda sırasıyla 843,98 mg/kg ve 1692,36 mg/kg olarak belirlediklerini söylemişlerdir.

Çalışmadan elde edilen verilere benzer olarak Özdestan ve Üren (2010a) tarafından yapılan çalışmada şalgam sularının toplam biyojen amin içeriğinin 26,7 ile 134,3 mg/l arasında olduğu belirtilmiştir.

Biyोजen aminlerin içecekler için belirlenen toksik limitinin toplam biyojen amin için > 20 mg /l olduğu belirtilmektedir (Ayhan and Durlu-Ozkaya, 2007). Şalgam suyu için belirlenen özel bir toksik limite literatürde rastlanmamaktadır. Ancak, çalışmadan elde edilen sonuçlar şalgam sularının içerdiği biyojen amin miktarının içecekler için izin verilen toksik limit değerinin üzerinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle şalgam sularının fermantasyon prosesi kontrol altına alınmalı ve biyojen amin oluşumu için uygun kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Özdestan ve Üren (2010a)' in de belirttiği gibi günde bir öğünde tüketilecek şalgam suyu miktarının 300 mL' nin altında olması sağlık açısından güvenli olacaktır.

Benzer şekilde yol gösterici olması açısından bazı fermente içecekleri inceleyecek olursak Özdestan ve Üren (2010b) yaptıkları çalışmada kefir örneklerinin toplam biyojen amin miktarlarının 2,8 ile 35,2 mg/l arasında olduğunu belirtmişler ve bu değer kabul edilebilir toplam biyojen amin değerlerinin çok altında olduğunu ifade etmişlerdir. Cosansu (2009) bozaların biyojen amin içeriğini incelediği çalışmasında, bozaların toplam biyojen amin içeriğinin 1,67 ile 101,14 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yeğın ve Üren (2008) ise bozaların toplam biyojen amin içeriğinin 25 ile 69 mg/kg arasında değiştiğini söylemişlerdir. Yapılan bu araştırmalara göre şalgam suyundaki toplam biyojen amin miktarının fermente içecek olan boza (Coşansu, 2009) ve kefire (Özdestan ve Üren, 2010b) göre daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak şalgam sularında daha düşük biyojen amin oluşumunu sağlamak için yüksek sıcaklıkta fermente edilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir. Ancak; fermantasyonun kontrol altına alınarak 35°C ' de 3. günün sonunda kesilmesi gerekmektedir. Aksi halde fermantasyon süresinin uzamasına bağlı olarak biyojen amin oluşumunun artacağı düşünülmektedir. Ek olarak belirtmek gerekir ki 35°C ' de fermantasyonun kısa sürede kesilmesi pH açısından bir sorun yaratmamaktadır. Bu sıcaklıkta pH 3. günden sonra dengeye ulaşmaktadır. Ayrıca titrasyon asitliği her iki

sıcaklık değerinde de TSE de belirtilen olması gereken titrasyon asitliği değerinden düşük bulunmuştur. Bu titrasyon asitliği değerinin dışarıdan laktik asit ilavesi ile arttırılması, hem tat dengesinin sağlanması hem de fermantasyonun kısa sürede kesilmesinin olumsuz etkilerinin önlemesi açısından etkili olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulguların daha düşük biyojen amin içerikli şalgam suyu üretimi konusunda üreticiye yol göstermesi ve biyojen amin oluşumuna etki edebilecek faktörlerin tespiti açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, tüketici açısından da meydana gelebilecek olası toksik etkinin azaltılması yönünden faydalı olabileceği dikkate değer bir konudur.

Sonuç olarak;

- 1) Şalgam sularındaki pH değeri fermantasyon sonunda 3,50 ve 3,45 olarak bulunmuş ve bu sonuç TS 11149 şalgam suyu standardına uygun bulunmuştur.
- 2) Titre edilebilir toplam asitlik laktik asit cinsinden 4,53 ile 4,67 g/L olarak belirlenmiş ancak bu değer TS 11149 şalgam suyu standardında belirtilen değerden yaklaşık olarak 1,4 g/L daha düşük olarak belirlenmiştir.
- 3) Fermantasyon sonunda TMAB sayısı 9-10 log kob/ml olarak belirlenmiş ve bu sonucun daha önce yapılan çalışmalara daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- 4) Küf- maya sayısı ise 7 log kob/ml olarak belirlenmiş, bu değer daha önce yapılan çalışmalara zaman zaman benzerlik gösterse de biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- 5) Gruplar ve grupların kendi içinde günleri arasında TMAB, küf- maya ve LAB sayısında değişimler olsada bu değişimler istatistiksel açıdan önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur.
- 6) Triptamin, feniletilamin ve putresin fermantasyonun 1., 2. ve 3. günlerinde 35°C de 25°C ye oranla istatistiksel açıdan önemli miktarda az olduğu belirlenmiştir. Ancak triptamin ve putresin konsantrasyonundaki bu farklılık fermantasyonun 4. ve 5. günlerinde ortadan kalktığı, feniletilamin konsantrasyonunun ise fermantasyon 4. ve 5. günlerinde de 35°C' de de daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

7) Fermantasyon sonunda Şalgam sularındaki toplam biyojen amin miktarının 127,04 ile 141,25 mg/L arasında değiştiği ve bu değerlerin iēecekler iēin belirlenen toksik limit değerinden (20 mg/L) fazla olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

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.

ANONİM, Bitkisel Sıvı Yağlı Fasulye Pilaki Konservesi, TS 2664, TSE, Ankara, 1990.

ANONİM, Meyve ve Sebze Suları - Titre Edilebilir Asitliğin Tayini, TS EN 12147, TSE, Ankara, 1998.

ANONİM, Meyve sebze Ürünleri – pH Tayini, TS 1728 ISO 1842 , TSE, Ankara, 2001.

ANONİM, Şalgam Suyu Standardı, TS11149, 11 Sayfa, TSE, Ankara, 2009.

ANONYMOUS, Oxoid Manual, Unipath LTD., Basingstoc, Hampshire, England, 1990.

ANONYMOUS, Merck Manuel, Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland, 1996.

ARICI, M., Microbiological and Chemical Properties of Drink Called Shalgam (Mikrobiologiste Und Chemische Eigenschaften Von Salgam), Ernährungs-Umschau, 51, 1, 10, 2004.

ASKAR, A. and TREPTOW, H., Biogenic Amine in Lebensmitteln. Stuttgart: E. Ulmer, 1986.

AYDAR, A., Şalgam Suyu Üretiminde *Lactobacillus plantarum* İlavesinin Ürün Bileşim ve Kalitesine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, 2003, 35, Tekirdağ.

AYGÜN, O., Biyojen Aminler - Süt ve Süt Ürünlerindeki Varlığı ve Önemi, Uludağ Üni. J. Fac. Vet. Med. 1-2-3, 22, 91-95, 2003.

AYHAN, K. and DURLU-ÖZKAYA, F., Biogenic Amines In Foods. Chapter 5. (In: Metabolism and Applications of Lactic Acid Bacteria), 87-113, Ed: Barbaros ÖZER, Research Signpost Publishing, 201, Kerala-India, 2007.

AYTAC, S. A., OZBAS, Z. Y. and VURAL, H., Effects of Irradiation, Antimicrobial Agents and Modified-Atmosphere Packaging on Histamine Production by *Morganella morganii* in Mackerel Fillets, Arch. Lebensmittelhyg, 51, 1, 28-30, 2000.

BAKAR, J., YASSORALIPOUR, A., ABU BAKAR, F. and RAHMAN, R. A., Biogenic amine changes in barramundi (*Lates calcarifer*) slices stored at 0 °C and 4 °C, Food Chem., 119, 2, 467-470, 2010.

BAYSAL, A.H.D., ÇAM, M. and HARSA, H.Ş., Functional Properties of Salgam Juice, a Traditional Fermented Turkish Beverage. International Symposium on Functional Foods in Europe International Developments in Science and Health Claims, 9-11 May 2007, Malta.

BEUTLING, D., Studies on the Formation of Tyramine by Microbes with Food Hygienic Relevance. Arch. Lebensmittelhygiene, 44, 83–87, 1993.

BLANDİO, A., AL-SEERİ, ME., PANDİELLA, SS., CANTERO, D. and WEBB, C., Cereal –based fermented foods and beverages, Food Res.Int. 36, 527-543, 2003.

BODMER, S., IMARK, C., KNEUBÜHL, M., Biogenic Amines in Foods: Histamine and Food Processing, Inflamm. Res., 48, 296-300, 1999.

BOZKURT, H. and ERKMEN, O., Effects of Temperature, Humidity and Additives on the Formation of Biogenic Amines in Sucuk during Ripening and Storage Periods Food Sci. Tech. Int, 10, 1, 0021–8, 2004.

BRINK, B. ten, 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.

BUTIKOFER, U., FUNCHS, D., HURNI, D. und BOSSET, J.O., Bestimmung biogener amine in kase. Mitteilungen der gebiete der lebensmittelhygiene, 81; 120-133, 1990.

CANBAŞ, A. ve FENERCİOĞLU, H., Şalgam Suyu Üzerine Bir Araştırma, Gıda, 9, 5, 279-286, 1984.

CANBAŞ, A. ve DERYAOĞLU, A., Şalgam Suyunun Üretim Tekniği ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma, Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 17, 119-129, 1993.

CEMEK, M., BULUT, S., KONUK, M., AKKAYA, L., BİRDANE, Y., YILMAZ, E., Eber ve Karamık Göllerinden Avlanan Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Turna (*Esox lucius*) Balıklarında Depolama Sıcaklığı ve Süresinin Biyojen Amin Oluşumuna Etkisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 27-34, 2006.

COŞANSU, S., Determination of Biogenic Amines in Fermented Beverage, Boza. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7, 2, 54-58, 2009.

ÇOLAK, H. and 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.

DAĞDEMİR, E. ve ÖZDEMİR, S., Süt ve Mamullerinde Enterokoklar, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 24-26 Mayıs 2006.

DIAZ-CINCO, M.E., FRAIJO, G., GRAJEDA, P., LOZANO-TAYLOR, J., GONZALEZ de MEJIA, E., Microbial and Chemical Analysis of Chihuahua Cheese and Relationship to Histamine, J.Food Sci., 57, 355–365, 1992.

DOEGLAS,H.M.G., HUISMAN,J. And NATER, J.P., Histamine Intoxication After Chees, Lancet, 2, 1361–1365, 1967.

DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., GÜRBÜZ, F. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metodları II). A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara Yay., 1021, 1987.

EDWARDS, S.T. and SANDINE, W.E., Public Health Significancel Of Amines in Cheese. Symposium; Microbial Metabolites of İmportance in Dairy Products. J. Dairy Sci., 64, 2431-2438, 1981.

ERGİNKAYA, Z. and AKSAN, E., Adana ili geleneksel içeceği; şalgam. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 23-24 Eylül 2004, Van.

ERGİNKAYA, Z. and HAMMES, W. P., Şalgam Suyu Fermantasyonu Sırasında Mikroorganizmaların Gelişimi ve İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlamaları Üzerine Bir Araştırma, Gıda, 17, 5, 311-314, 1992.

ERTEN, H., TANGULER, H. and CANBAŞ, A., A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage: Shalgam (Salgam), Food Reviews International, 24: 3, 352-359, 2008.

GARDİNİ, F., MARTUSCELLI, M., CARUSO, M. C., GALGANO, F., CRUDELE, M. A., FAVATI, F., GUERZONI, M. E. and SUZZI, G., Effects of pH, Temperature and NaCl Concentration on the Growth Kinetics, Proteolytic Activity and Biogenic Amine Production of *Enterococcus faecalis*, International Journal of Food Microbiology, 64 (2001) 105–117, 2001.

GENCCELEP, H., Fermente Et Ürünlerinde Kullanılan Starter Kültürlerin Biyojen Amin Olusturma Özellikleri, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3, 21-29, 2008.

GÜCÜKOĞLU, A. and KÜPLÜLÜ, Ö., The Effect of Different Starter Cultures and Ripening Temperatures on Formation of Biogenic Amine in Turkish Fermented Sausages. Eur. Food Res. Technol., 230, 875–884, 2010.

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.

HALÁSZ, A., BARÁTH, A., SIMON-SARKADI, L. and HOLZAPFEL, W., Biogenic Amins and Their Production by Microorganisms in Food. *Trends Food Science Technol*, 5, 42–9, 1994.

HALÁSZ, A., BARÁTH, A. and HOLZAPFEL, W., The Influence of Starter Culture Selection on Sauerkraut Fermentation, *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208, 434–438, 1999.

HERNÁNDEZ-JOVER, T., IZQUIERDO-PULIDO, M., VECIANA-NOGUÉS, M. T., MARÍNÉ-FONT, A. and VIDAL-CAROU, M. C., Biogenic Amine and Polyamine Contents in Meat and Meat Products, *J. Agric. Food Chem.*, 45, 6, 2098–2102, 1997a.

HERNÁNDEZ-JOVER, T., IZQUIERDO-PULIDO, M., VECIANA-NOGUÉS, M. T., MARÍNÉ-FONT, A. and VIDAL-CAROU, M. C., Effect of Starter Cultures on Biogenic Amine Formation during Fermented Sausage Production, *J. Food Protect*, 60, 7, 825-830, 1997b.

İNCEDAYI, B., UYLAŞER, V. and ÇOPUR, U., A Traditional Turkish Beverage Şalgam: Manufacturing Technique and Nutritional Value, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6,3-4, 31-34, 2008.

İYİÇİNAR, H., Kontrollü Şartlarda Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formulasyonların Etkisi, *Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 57, 2007.

KALÁČ, P. and KRAUSOVÁ, P., A Review of Dietary Polyamines: Formation, Implications for Growth and Health and Occurrence in Foods, *Food Chem.*, 90, 1-2, 219-230, 2005.

KAROVÍČOVÁ, J. and KOHAJDOVÁ, Z., Biogenic Amines in Food, *Chem. Pap.*, 59, 1, 70-79, 2005.

KLAUSEN, N.K. and LUND, E., Formation of Biogenic Amines in Herring and Mackerel, *Z.Lebensm.-Unters.-Forsch.*, 182, 459–463, 1986.

KŘÍŽEK, M. and KALÁČ, P., Biogenic Amines in Foods and Their Roles in Human Nutrition, *Czech Journal of Food Sciences*, 16, 151–159, 1998.

KUNG, H.F., LEE, Y.H., TENG, D.F., HSIEH, P.C., WEI, C.I. and TSAI, Y.H., Histamine Formation by Histamine-Forming Bacteria and Yeast in Mustard Pickle Products in Taiwan, *Food Chem.*, 99: 579–585, 2006.

KURT, Ş. and ZORBA, Ö., The Effects of Ripening Period, Nitrite Level and Heat Treatment on Biogenic Amine Formation of “Sucuk” – A Turkish Dry Fermented Sausage, *Meat Science*, 82, 2, 179-184, 2009.

MAIJALA, R.L. and EEROLA, S.H., Contaminant Lactic Acid Bacteria of Dry Sausages Produce Histamine and Tyramine, *Meat Science*, 35, 387-395, 1993.

MAIJALA, R.L., EEROLA, S.H., AHO, M.A. and HIRN, J.A., The Effect of GDL-Induced pH Decrease on the Formation of Biogenic Amines in Meat, *J. Food Prot.* 50, 125-129, 1993.

MASSON, F., LEBERT, A., TALON, R. and MONTEL, MC., Effect of Physico-chemical Factors Influencing Tyramine Production by *Carnobacterium divergens*, *Journal of App. Microbiol*, 83, 36-42, 1997.

ÖNAL, A., A Review: Current Analytical Methods for the Determination of Biogenic Amines in Foods, *Food Chem.*, 103, 1475–1486, 2007.

ÖZDESTAN, Ö. And ÜREN, A., Biogenic Amin Content of Şalgam: A Traditional Lactic Acid Fermented Turkish Beverage, *J. Agric. Food Chem.*, 58, 4, 2602–2608, 2010a.

ÖZDESTAN, Ö. And ÜREN, A., Biogenic Amine Content of Kefir: a Fermented Dairy Product *Journal European Food Research and Technology*, 231, 1, 2010b.

ÖZHAN, N., Şalgam Suyunda *Escherichia coli*'nin Yaşama Süresinin Bulunması. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 47s. 2000.

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.

PARAMİTHİOTİS, S., TSAKALİDOU, E., and KALANTZOPOULOS, G., Interactions Between *Saccharomyces cerevisiae* and Lactic Acid Bacteria in Sourdough, *Proc. Biochem.*, 41, 2429-2433, 2006.

PINHO, O., FERREIRA, I. M. P. L. V. O., MENDES, E., OLIVEIRA, B. M. and FERREIRA, M., Effect Of Temperature On Evolution Of Free Amino Acid And Biogenic Amine Contents During Storage Of Azeitão Cheese, *Food Chem.*, 75, 287-291, 2001.

SHALABY, A.R., Significance of Biogenic Amines to Food Safety and Human Health., *Food Research International*, 29, 7, 675-690, 1996.

SIL, S., JOSEPH, J. AND KUMAR, K. A., Changes in Biogenic Amines During Iced and Ambient Temperature Storage of Tilapia, *J. Sci. Food Agric.*, 88, 12, 2208-2212, 2008.

SILLA-SANTOS, M.H., Biogenic Amines: Their Importance in Foods, *Int. J. Food Microbiol.*, 29, 213-231, 1996.

STRATTON, . E., HUTKINS, R. W. And TAYLOR, S. L., Biogenic Amines in Cheese and Other Fermented Foods: A review, *J. Food Protect.*, 54, 6, 460-470, 1991.

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.

SUZZI, G. and GARDINI, F., Biogenic Amines in Dry Fermented Sausages: A Review, Int. J. Food Microbiol., 88, 1, 41-54, 2003.

TANGÜLER, H. ve ERTEN, H., Geleneksel Laktik Asit Fermantasyonu Ürünü Şalgam Suyu ve Üretim Yöntemleri, II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Türkiye, Van, 650-654, 27-29 Mayıs 2009.

TAYLOR,S.L. and WOYCHİT,N.A., Simple Medium for Assessing Quantitative of Histamine by Enterobacteriaceae, J.Food Prot., 45,747–751, 1982.

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, 55s., 2008.

YEĞİN, S., ve ÜREN A., Biogenic amine content of boza: A traditional Cereal-based, Fermented Turkish Beverage. Food Chem. 111, 983-987, 2008.

YEN, G.C. and KAO, H.H. , Antioxidative Effect of Biogenic Amine on The Peroxidation Of Linoleic Acid. Biosci. Biotech. Biochem., 57, 115-116, 1993.

WOOD, B. J. B. and HOLZAPFEL, W.H., Genera of Lactic Acid Bacteria, Published by Blackie Academic and Professional, vol 2, page 161, 1995.

XU, Y., XIA, W., YANG F., KIM J. M. and NIE XI., Effect of Fermentation Temperature on The Microbial and Physicochemical Properties of Silver Carp Sausages Inoculated With *Pediococcus pentosaceus*, Food Chem., 118, 3, 512-518, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Güliz YALDIRAK, 13.11.1986' da İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2004' de Atakent Süper Lisesi'nin sayısal ağırlıklı bölümden mezun oldu. 2004 yılında başlamış olduğu Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünü 2008 yılında tamamladı. 2008 – 2009 eğitim öğretim yılının güz döneminde Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansa başladı. Ocak 2009' da Sakarya Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Sakarya Üniversitesindeki görevine halen devam etmektedir.