

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞİK TURŞULARDA BİYOJEN AMİN MİKTARLARI ÜZERİNE
ARAŞTIRMA

L. Gözlem AKBAŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2006

Her hakkı saklıdır

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Materyal	12
3.2 Yöntem	12
3.2.1 Turşu örneklerinin toplanması ve analiz planı	12
3.2.2 Kimyasal analizler	15
3.2.2.1 pH	15
3.2.2.2 Tuz	15
3.2.2.3 Titrasyon asitliği	15
3.2.3 HPLC analizi	15
3.2.3.1 HPLC cihazı	15
3.2.3.2 Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması	17
3.2.3.3 Mobil faz	17
3.2.3.4 Örneklerin hazırlanması ve ekstraksiyonu	17
3.2.3.5 Ekstraktların türevlendirilmesi	18
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler	18
3.2.4.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	18
3.2.4.2 Laktik asit bakteri sayımı	19
3.2.4.3 Enterobakteri sayımı	19
3.2.4.4 Koliform grubu bakterilerin sayımı	19
3.2.4.5 Maya ve küf sayımı	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları	20
4.1.1 Ticari turşu örneklerinin pH değerleri	20
4.1.2 Ticari turşu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri	22
4.1.3 Ticari turşu örneklerinin tuz miktarları	25
4.1.4 Ev yapımı turşu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları	28
4.2 Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları	30
4.2.1 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin TMAB sayıları	31
4.2.2 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin LAB sayıları	32
4.2.3 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin maya-küf sayıları	34
4.2.4 Ev yapımı turşu örneklerinin mikrobiyolojik sayım sonuçları	36
4.3 Biyojen Amin Analiz Sonuçları	37
4.3.1 Ticari turşu örneklerinin biyojen amin miktarları	39
4.3.2 Ev yapımı turşu örneklerinin biyojen amin miktarları	82
5. SONUÇ	88
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ	96

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK TURŞULARDA BİYOJEN AMİN MİKTARLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMA

L. Gözlem AKBAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kamuran AYHAN

Bu araştırmada, cam kavanozlarda satışa sunulan 10 çeşit pastörize ve 10 çeşit pastörize edilmemiş 20 çeşit turşu ile 20 adet ev yapımı turşu örneğini içeren toplam 120 adet örnek kullanılmıştır. 4°C ve 20±2 °C’ da 2 ve 4 ay süre ile depolanan pastörize ve pastörize edilmemiş örnekler ile ev yapımı turşu örneklerinin salamuraalarında mikrobiyolojik analizlerle (toplam mezofilik aerobik bakteriler (TMAB), laktik asit bakterileri (LAB), enterobakteri ve koliform grubu bakteriler ile maya-küf sayımları) birlikte pH, tuz ve titrasyon asitliği gibi kimyasal analizler yapılmıştır. Örneklerdeki biyojen amin miktarları Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Pastörize edilmiş ve edilmemiş turşuların raf ömrü süresince, 4 °C ve 20±2 °C’ da depolanmasının kimyasal değerlerinde önemli değişikliklere yol açmadığı gözlenmiştir. Depolama süreci sonunda, pastörize örneklerdeki TMAB, LAB, maya-küf, koliform ve enterobakteri sayım sonuçları <1 log kob/mL olarak bulunmuştur. Ev yapımı ve pastörize edilmemiş turşuların koliform ve enterobakteri sayım sonuçları da <1 log kob/mL olarak saptanmıştır. Pastörize edilmemiş örneklerde belirlenen TMAB, LAB, maya-küf sayım sonuçlarında depolama süresi ve sıcaklık farkına bağlı düzenli bir artış veya azalmanın olmadığı görülmüştür. Ev yapımı turşularda saptanan TMAB, LAB, maya-küf sayım sonuçları ve kimyasal analiz sonuçları ise her bir örnek için farklı miktarlarda bulunmuştur. Turşuların raf ömrü süresince, 4 °C ve 20±2 °C’ da depolanmasının örneklerin biyojen amin miktarlarında düzenli bir artışa yada azalmaya neden olmadığı gözlenmiştir. Araştırmada incelenen hem ticari hem de ev yapımı turşuların biyojen amin içeriklerinin birbirinden bağımsız olarak değişkenlik gösterdiği ve genellikle salamuralarda belirlenen biyojen amin miktarlarının meyvelerinde belirlenen miktarlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Turşularda en yüksek konsantrasyona sahip olan biyojen aminler, sırasıyla, putresin (PUT), kadaverin (KAD) ve triptamin (TRP), en düşük konsantrasyona sahip biyojen amin ise spermin (SPM) olarak belirlenmiştir. Ticari örneklerde en yüksek toplam biyojen amin miktarı 81,84 mg/L (20 nolu örnek - 20±2 °C - 4. ay-salamura), ev yapımı örneklerde ise 86,25 mg/L (E-3 nolu örnek - salamura) olarak bulunmakla birlikte diğer tüm turşu örneklerinde toplam biyojen amin düzeyleri toksik limitlerin (100-200 mg/kg) altında bulunmuştur.

2006, 96 sayfa

Anahtar Kelimeler: Turşu, biyojen amin, HPLC, Laktik asit bakterileri

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF BIOGENIC AMINE CONTENTS OF VARIOUS PICKLES

L. Gözlem AKBAŞ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kamuran AYHAN

In this research, totally 120 pickle samples that contained 10 type pasteurized and 10 type un-pasteurized (totally 20 types) pickle samples, which were sold in glass jars, and 20 homemade pickle samples were used. Pasteurized and un-pasteurized samples were stored at 4°C and 20±2 °C for 2 and 4 months. Microbiological (Aerobic Plate Count [APC], Lactic Acid Bacteria [LAB], enterobacteria, coliform and yeast-mold enumeration) and chemical analyses such as pH, salt content and titration acidity were carried out for brines of pickle samples. Biogenic amine contents of samples were determined using High Performance Liquid Chromatography (HPLC).

During shelf life of pasteurized and un-pasteurized pickles, it was observed that storage at 4°C and 20±2 °C did not change the chemical values significantly. At the end of the storage period, APC, LAB, yeast-mold, coliform and enterobacteria counts in pasteurized samples were found lower than 1 log cfu/mL. Also, coliform and enterobacteria counts of homemade and un-pasteurized pickle samples were determined as lower than 1 log cfu/mL. APC, LAB, yeast-mold counts of un-pasteurized samples showed that there is no orderly increase or decrease depending on storage period or temperature difference. APC, LAB, yeast-mold counts and chemical analyses results of homemade pickle samples revealed that there are too many differences among the samples for these properties. It was observed that storage at 4°C and 20±2 °C did not cause any orderly decrease or increase in biogenic amine amounts. Biogenic amine contents of commercial and homemade pickles showed independent variation and generally biogenic amine content of brines were higher than those of fruit tissues. The biogenic amines which possessed the highest concentration were putrescine (PUT), cadaverin (KAD) and tryptamine (TRP), respectively, and that possessed the lowest concentration was spermine (SPM). The highest total biogenic amine amount for the commercial samples was determined as 81.84 mg/L (sample no 20 - 20±2 °C – 4th month – brine), for homemade samples as 86.25 mg/L (sample no E-3 – brine), however, all of the total biogenic amine levels were found lower than the toxic limits (100-200 mg/kg).

2006, 96 pages

Key Words: Pickles, biogenic amines, HPLC, Lactic acid bacteria

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince araştırmalarımın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile karşılaştığım problemlerin çözümünde bana yol gösteren ve yardımını esirgemeyen, ilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Kamuran AYHAN' a, yine bilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan değerli hocam Sayın Dr. Serap COŞANSU' ya, tez projemin desteklenmesinde BİTAUM başkanı Sayın Prof. Dr. Tamer BAYKARA' ya, biyojen amin analizlerinin gerçekleştirilmesindeki yardım ve katkılarından dolayı Sayın Uzman Nilüfer VURAL' a, laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Ziraat Müh. Zeynep TURGUT, Ziraat Müh. Özgür ERGEN ve Laborant Mustafa GAYRETLİ' ye, mikrobiyoloji biriminde çalışan tüm arkadaşlarıma ve çalışanlarına, öğrenim hayatım süresince beni destekleyen aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, “BİTAUM Ücretsiz Analiz Projesi” olarak Ankara Üniversitesi BİTAUM tarafından desteklenmiş ve biyojen amin analizleri BİTAUM Kromatografi Ünitesi Laboratuvarlarında yürütülmüştür.

L. Gözlem AKBAŞ
Ankara, Şubat 2006

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Biyojen aminlerin oluşumunda metabolik iz yolu	2
Şekil 1.2 Histaminin enzimatik parçalanma yolları	5
Şekil 3.1 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerine ait analiz planı.....	14
Şekil 3.2 Çalışmada kullanılan HPLC sistemi	16
Şekil 4.1 Standart biyojen aminlerin geliş sırası ve sürelerini gösteren kromatogram.....	37
Şekil 4.2 Turşu örneğindeki biyojen aminleri gösteren kromatogram.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Piyasadan satın alınan turşu çeşitleri.....	13
Çizelge 3.2 Ev yapımı turşu çeşitleri.....	14
Çizelge 3.3 HPLC cihazının özellikleri ve biyogen amin analizi için kromatografi koşulları.....	16
Çizelge 4.1 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonundaki pH değişimleri.....	20
Çizelge 4.2 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonucundaki titrasyon asitliği değişimleri.....	23
Çizelge 4.3 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonucunda tuz miktarlarındaki değişimler.....	26
Çizelge 4.4 Ev yapımı turşu örneklerindeki kimyasal analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.5 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları.....	31
Çizelge 4.6 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki laktik asit bakteri sayıları	32
Çizelge 4.7 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki toplam maya-küf sayım sonuçları.....	34
Çizelge 4.8 Ev yapımı turşu örneklerindeki mikrobiyolojik sayım sonuçları.....	36
Çizelge 4.9 Verilerin doğrusallığı.....	39
Çizelge 4.10 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen triptamin miktarları.....	40
Çizelge 4.11 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen triptamin miktarları.....	43
Çizelge 4.12 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen feniletilamin miktarları.....	45
Çizelge 4.13 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen feniletilamin miktarları.....	46
Çizelge 4.14 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen putresin miktarları.....	48
Çizelge 4.15 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen putresin miktarları.....	51
Çizelge 4.16 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen kadaverin miktarları.....	53
Çizelge 4.17 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen kadaverin miktarları.....	56

Çizelge 4.18 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen histamin miktarları.....	58
Çizelge 4.19 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen histamin miktarları.....	61
Çizelge 4.20 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen tiramin miktarları.....	63
Çizelge 4.21 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen tiramin miktarları.....	66
Çizelge 4.22 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermidin miktarları.....	69
Çizelge 4.23 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermidin miktarları.....	72
Çizelge 4.24 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermin miktarları.....	74
Çizelge 4.25 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermin miktarları.....	77
Çizelge 4.26 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen toplam biyojen amin miktarları.....	80
Çizelge 4.27 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen toplam biyojen amin miktarları.....	81
Çizelge 4.28 Ev yapımı turşu örneklerinin meyvelerindeki biyojen amin miktarları.....	83
Çizelge 4.29 Ev yapımı turşu örneklerinin salamuralarındaki biyojen amin miktarları.....	85

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi turşu, yüzyıllarca Türk kültüründeki yerini koruyabilmiş, kışın sofralarımızı zenginleştiren, Türk mutfağımızın vazgeçilmezlerinden olan geleneksel ürünlerimizden biridir.

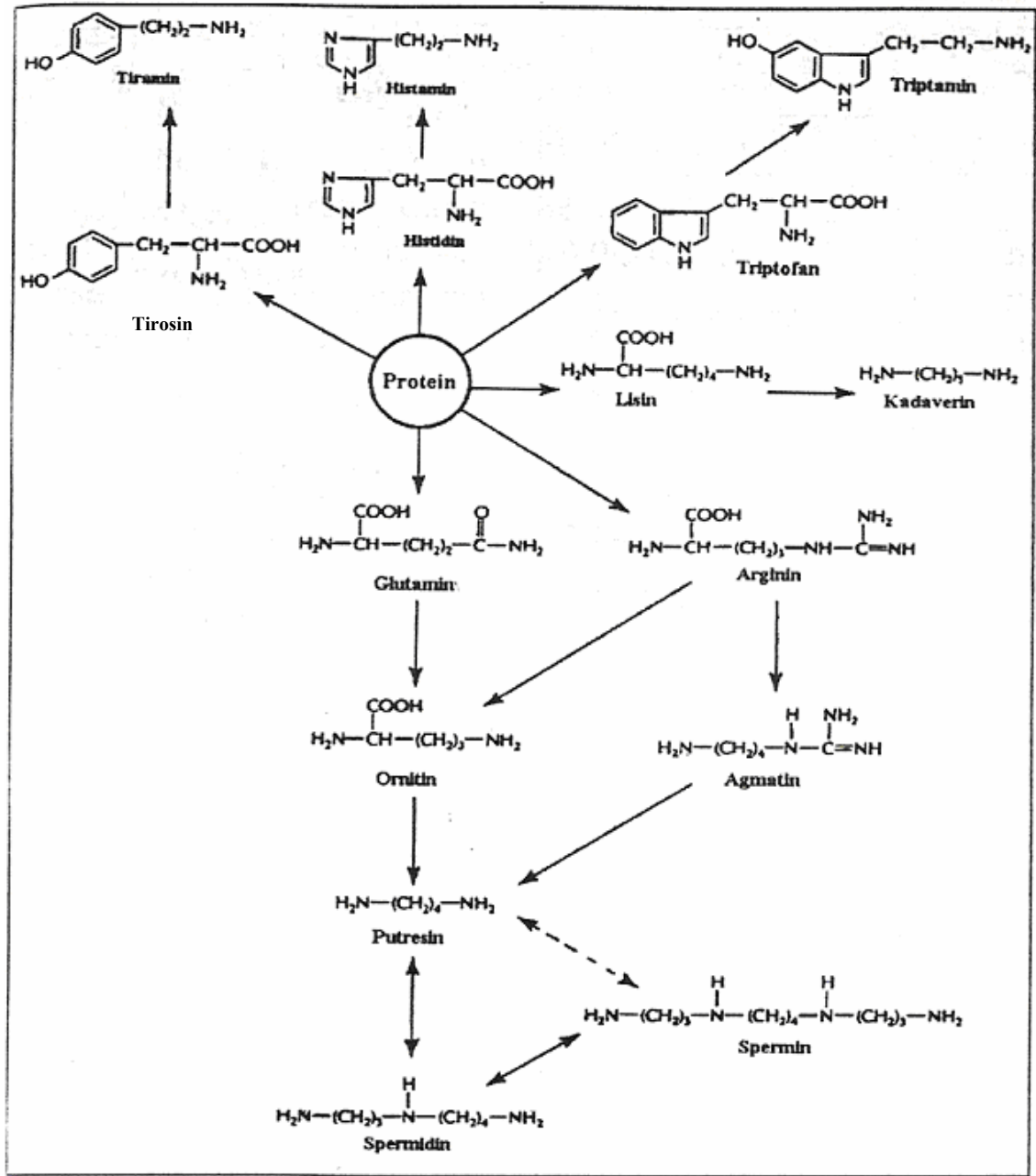
Çok eski çağlardan beri sebze ve meyvelerin muhafazası ve özel bir lezzet kazanmaları amacıyla, salamura içinde fermentasyon esasına dayanan turşu üretimi, bugün endüstriyel bir boyut kazanmış ve gıda sektörünün en önemli kollarından biri haline gelmiştir. Bu nedenle turşu üretimi bazı yörelerimizde aile işletmelerinde ticari olarak yapıldığı gibi, büyük işletmelerde de konserve turşular hem iç piyasa hem de dış piyasada satışa sunulmaktadır (Ulu 2001, Sürücüoğlu ve Özçelik 2003).

Ülkemizde konserve meyve ve sebze kapsamında incelenen grup içinde en önemli ihracat sektörü turşulardır. 2003 yılında konserve meyve ve sebze ihracat miktarı 252.121 ton seviyesine yükselirken değer olarak da 199 milyon dolar seviyesine ulaşmıştır. Bu ihracatın % 40' ı turşu ve salamura zeytin ihracatından oluşmaktadır. (<http://www.gidasanayii.com>., 2004).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına göre turşu: sirke ve/veya salamura içindeki laktik asit fermentasyonu ile veya sulandırılmış asetik asit içinde bekletilerek çeşni maddeleri, katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 1993c).

Söz konusu ürünün bulunmadığı veya az bulunduğu mevsimlerde de tüketimine imkan veren bu fermentasyon sırasında mikroorganizmaların oluşturduğu enzimler, substratları çeşitli değişimlere uğratarak; tat-koku ve görünüş açısından tüketim cazibesinin artmasını, istenmeyen bazı öğelerin parçalanmasını, ürün kalitesinin düzelmesini, besleyici değerinin ve sindirilebilirliğinin artmasını sağlamaktadır (Ulu 2001).

Biyojen aminler, gıdalarda bazı spesifik amino asitlerin dekarboksilasyonuna (glutamik asit ve arginininden putresin, histidinden histamin, tirozinden tiramin, triptofandan triptamin, fenilalanininden feniletilamin, lisinden kadaverin (mono aminler)) veya aldehit ve ketonların transaminasyonuna bağlı olarak oluşan temel azotlu bileşiklerdir (Maijala *et al.* 1995a). Poliaminler olarak nitelendirilen spermin ve spermidinin ise putresinden meydana geldiği ileri sürülmektedir (Kalać *et al.* 1999) (Şekil 1.1)



Şekil 1.1 Biyojen aminlerin oluşumunda metabolik iz yolu (Yücel *et al.* 2001)

Genelde peynir, bira, şarap gibi fermente ürünlerle balık, et ve ürünleri gibi proteince zengin pek çok gıdada da biyolojik olarak normal düzeylerde biyojen amin bulunmaktadır. Ayrıca starter kültürler dahil olmak üzere *Proteus (Morganella) morganii*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumonia*, *Lactobacillus*, *Achromobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium*, *Escherichia* ve *Vibrio* cinsi pek çok bakteri tarafından da oluşturulurlar (Sumner and Taylor 1989, Hwang *et al.* 1995).

Gıdalarda biyojen aminlerin üretimi, hem dekarboksilaz enzim üretme yeteneği olan mikroorganizmaların varlığına hem de uygun kofaktör ve/veya bir indükleyici ile dekarboksilaz enzim sentezi için koşulların uygun olmasına ve ortamda kullanılabilir miktardaki amino asit konsantrasyonuna bağlıdır. Bu nedenle tehlikeli düzeyde biyojen amin oluşumundan sakınmak amacıyla oluşumu etkileyen kritik faktörlerin mutlaka bilinmesi gerekmektedir (Maijala *et al.* 1995a). Yüksek sıcaklık, serbest amino asit varlığı, tuz miktarı, başlatıcı kültür konsantrasyonu, olgunlaşma, ısı işlem ve oksijenin gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen önemli faktörler arasında olduğu söylenmektedir (Halász *et al.* 1994).

Biyojen aminlerin gıdalarda yüksek miktarlarda bulunması nedeniyle zaman zaman intoksikasyonların ortaya çıktığı bilinmektedir. Vücuda yüksek dozda biyojen amin alımlarının baş ağrısına, bulantıya, hipo veya hipertansiyona, taşikardiye (Moret and Bortolomeazzi 1992) kusma ve diyareye, alerjik döküntüler ve kaşıntıya (Hwang *et al.* 1995) neden olduğu, hatta amin oksidazı inhibe edici ilaçlar, alkol ve gastrointestinal hastalıklar gibi potansiyel faktörlerin zehirlenme tehlikesini artırdığı ve ölüme kadar götürdüğü ileri sürülmektedir (Stratton *et al.* 1991, Maijala and Eerola 1993, Maijala *et al.* 1995a, Izquierdo-Pulido *et al.* 1994, Maijala *et al.* 1995b). Ayres *et al.* (1980)' e göre insan vücudu yaklaşık olarak 6 mg/kg biyojen amin/öğün tolere edebilmektedir.

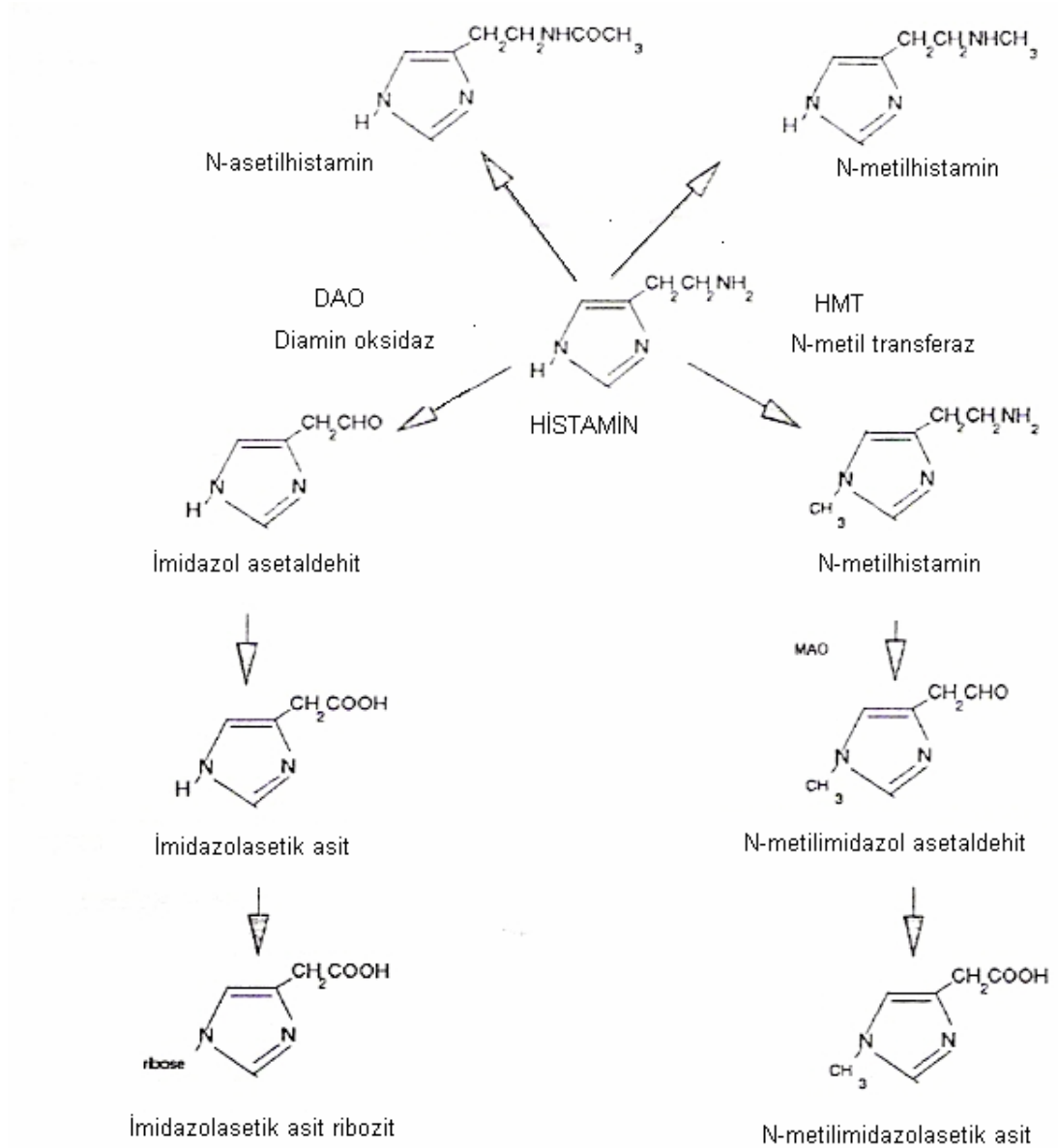
Günlük diyetle normal düzeyde alınan biyojen aminler monoamin oksidaz (MAO) ve diamin oksidaz (DAO) enzimleri ile okside olurlar. Ya asetillenir ve *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* gibi bakteriler tarafından zararsız hale getirilirler veya değişime

uğramadan atılırlar. Çoğu bakteri amino asitleri dekarboksile eder ve aminlere çevirir (Ayres *et al.* 1980).

En yaygın olarak gıdalarla yüksek dozda histamin alımına bağlı “histaminozis” vakaları görülmektedir (Halász *et al.* 1999). Histidin gıdalarda yüksek miktarda gelişen ve histidin dekarboksilaz enzimine sahip mikroorganizmalar tarafından oluşturulur (Sumner and Taylor 1989). Gıdalarda 100 mg/kg’ ın, alkollü içeceklerde ise 20 mg/L’ nin üzerindeki limitler olarak açıklanan toksik doz, tamamıyla farklı bireylerin detoksifikasyon mekanizmasının etkinliğine bağlıdır (Halász *et al.* 1999). Histamine duyarlı olan kişilerde, histaminin mideye inmesinden çok kısa bir süre sonra alerjik semptomlar gelişir (Lange and Wittmann 2002). Diğer biyojen aminler kendi fizyolojik etkilerine ilave olarak histamin ve tiraminin olumsuz etkilerini kuvvetlendirebilmektedirler. Bu konuda histaminin toksik etkisini arttıran putresin, kadaverin, tiramin, triptamin ve feniletilamin ile bağırsaktan emilimini artıran spermin ve spermidin önem taşımaktadır. Ayrıca putresin ve kadaverin gibi aminler, sindirim sisteminde histamini parçalayan enzimin sentezini de engellemektedirler (Gürbüz ve Değirmencioğlu 2003).

Histamin, diamin oksidaz (DAO) ve histidin metiltransferaz (HMT) olmak üzere iki enzimatik yolla parçalanmaktadır (Şekil 1.1). Parçalanma sonunda meydana gelen ürünler histaminden daha az toksik özellikte olup, sağlıklı insanlar histaminaz enzimi yardımıyla histamini metabolize ederek dışkı ve idrarla uzaklaştırmaktadırlar. Oral yolla alınan histamin insanlarda DAO tarafından metabolize edilmekte, kan dolaşımındaki seviyesinin artmasını engellemektedir. Özellikle kalın barsak mukozasında aminooksidazlarca indirgenmektedir. Ancak alınan histamin düzeyinin çok yüksek olması ve histaminin metabolizmasını engelleyen ya da histaminin toksisitesini yükselten DAO ve HMT inhibitörlerinin histamin ile birlikte alınması durumunda, zehirlenme olayları görülebilmektedir. Kadaverin, putresin, tiramin ve β -feniletilamin gibi aminler histamini metabolize ederek toksik etkisini azaltan DAO ve HMT’ yi engelleyerek, histaminin sindirim kanalından emilme oranını yükseltmektedir. Şüpheli gıdalarda yüksek miktarlarda histamin tespit edilmesi, zehirlenmenin gıdayı tüketen grubun hemen hemen tamamında gözlenmesi ve şüpheli gıdanın alerjik reaksiyonlara

sebebi olmadığının bilinmesi histamin zehirlenmesinin gıda alerjisinden kolaylıkla ayrımını sağlamaktadır (Gürbüz ve Değirmencioğlu 2003).



Şekil 1.2 Histaminin enzimatik parçalanma yolları (Stratton *et al.* 1991)

Gıdalardaki spermidin (SPD), spermin (SPM) ve putresin (PUT) gibi poliaminlerin sınırlı miktardaki alınımının ise, bazı fizyolojik koşullar altında kabul edilebileceği ifade edilmektedir (Kalać *et al.* 2000a). Ancak, tiramin (TRA) ve histamin (HIS) diyetle ilgili

migrenlere ve gıda intoleransları arasına dahil edilebilmektedir (Špička *et al.* 2002). Tek dozda 80-100 mg/kg TRA alımının şişliğe ve 100 mg/kg' ın üzerindeki dozların da migrene neden olduğu ifade edilmektedir (Askar and Treptow 1986). Günümüzde putresin (PUT), spermidin (SPD) ve spermin (SPM) poliaminleri konusunda hızla artan bilgiler, tümör gelişiminde de rol oynadıkları kuşkusunu yaratmaktadır (Špička *et al.* 2002).

Gıdalarda biyojen aminlerin belirlenmesi toksik olmaları yanında bazı gıdalarda (örneğin, balık ve ürünlerinde yüksek histamin ve tiramin miktarı) bozulma indikatörü olarak kullanılmaları açısından da önemli bulunmaktadır (Hernandez-Jover *et al.* 1997a, b). Turşu gibi fermente ürünlerde sıklıkla rastlanan bazı biyojen aminler için toksik limitler belirlenmiş olup, bu değerler 50-100 mg/kg histamin, 100-800 mg/kg tiramin, 30 mg/kg 2-feniletılamin ve 100-200 mg/kg toplam biyojen amin olarak verilmiştir (Nout 1994). Ayrıca, Stratton *et al.* (1991) tarafından putresin için belirlenen toksik limitin 396 mg/kg olduğu ileri sürülmektedir.

Ülkemiz de dahil olmak üzere pek çok ülkede, 1990 yılından beri çeşitli gıdalarda biyojen amin oluşumu ve miktarları üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Özellikle fermente et ürünlerinde (Bruna *et al.* 2003, Gonzalez-Fernandez *et al.* 2003, Ansorena *et al.* 2002, Coşansu ve Ayhan 2002, Durlu-Özkaya vd. 2001, Komprda *et al.* 2001, Ayhan vd. 1999, Cantoni 1995, Maijala *et al.* 1995a, b, Hernandez-Jover *et al.* 1997a, b, Maijala and Eerola 1993) ve çeşitli peynirlerde (Novella-Rodriguez *et al.* 2003, Gennaro *et al.* 2003, Novella-Rodriguez *et al.* 2002, Durlu-Özkaya 2002, Durlu-Özkaya 2001, Durlu-Özkaya *et al.* 2000, Durlu *et al.* 1999) biyojen aminlerin oluşumu ve miktarının belirlenmesi üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda Elektrokinetik Kapiller Elektforez (CE), Biosensör ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır.

Ülkemizde fermente et ürünlerinden sucuk ve çeşitli peynirlerde biyojen amin miktarları konusunda yapılmış çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte Türk mutfağında kış mevsiminde yaygın olarak tüketilen turşuların üretim sürecinde biyojen amin oluşumu

ve piyasada satışa sunulan turşuların biyojen amin içerikleri ile ilgili yapılmış birkaç çalışma mevcuttur (Ekici ve Coşkun 2004, Yücel vd. 2001). Araştırmada hem ticari olarak değişik firmalar tarafından farklı üretim yöntemleriyle üretilerek piyasada satışa sunulan hem de geleneksel olarak üretilen çeşitli tipteki turşu örneklerinin, mikrobiyolojik ve kimyasal içerikleri ile biyojen amin miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarının, sağlık açısından önem taşımakla birlikte, pratikte turşu üretimi yapan firmalara yönelik bilgiler açısından yararlı olacağı düşünölmektedir. Pek çok ölkede biyojen amin indeksi (BAI) uygulamaları başlamışken, ölkemizde de geleneksel ve ticari olarak üretilen çeşitli fermente ürünlerin biyojen amin miktarlarının belirlenmesi çalışmalarının yapılması son derece önemlidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde satışa sunulan, değişik firmalar tarafından üretilen turşu çeşitlerinde biyojen amin oluşumu üzerine birkaç araştırma bulunmakla birlikte, farklı sıcaklıklardaki depolama sürecinde biyojen amin oluşumu üzerine herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Buna karşın pek çok ülkede sebze ve meyvelerin fermente edilmesiyle üretilen çeşitli ürünlerle ilgili yapılmış araştırmalar bulunmaktadır.

Joosten and Olieman (1986) HPLC yöntemini kullanarak peynir, balık, şarap, çikolata ve sauerkraut (susuz lahana turşusu) gibi ürünlerde biyojen aminlerin teşhis limitlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, susuz lahana turşusu örneğindeki biyojen amin miktarlarının 210 mg/kg putresin, 69 mg/kg tiramin, 58 mg/kg histamin ve 79 mg/kg kadaverin olduğunu saptamışlardır.

Künsch *et al.* (1989) tarafından iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum biyojen amin değerleri; 10 mg/kg HIS, 20 mg/kg TRA, 50 mg/kg PUT, 25 mg/kg KAD ve 5 mg/kg FEA olarak verilmiştir.

Kalać *et al.* (1999), Çek üreticilerin ürettiği pastörize ve pastörize edilmemiş, Avusturyalı üreticilerin ürettiği pastörize ve ev yapımı dört çeşit sauerkrauttan 121 adet örnekle yaptıkları araştırmada hücrel elektrokinetik kapiler kromatografi yöntemini kullanarak tiramin, putresin ve kadaverin için ortalama konsantrasyonları sırasıyla 174, 146 ve 5 mg/kg olarak saptamışlardır. Araştırmada ev yapımı turşularda biyojen amin içeriğinin en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Histamin miktarının örneklerin % 44'ünde 2 mg/kg'ın altında, % 19'unda 10 mg/kg'ın üzerinde olduğu, buna karşın en düşük konsantrasyona sahip biyojen aminlerin triptamin (1.3 mg/kg) ve spermidin (1.0 mg/kg) olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, insan sağlığı bakımından turşu üretiminde yüksek tiramin miktarının göz önüne alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kalač *et al.* (2000a) 3 adet beyaz lahana çeşidini kullanarak, 3 farklı sauerkraut hazırlamışlardır. Başlangıçta 22 °C’ da 14 gün fermentasyona bırakılan ve daha sonra 5-6 °C’ da depolanan örnekleri 6 ay sonunda analiz etmişlerdir. Araştırmada starter katılmadan fermentasyona uğratan kontrol örnekleri ile *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium* ve hazırlanan karışık Microsil ticari laktik asit bakteri türleri (her birindeki doz 5×10^6 kob/g lahana) ile inokule edilen örnekler olmak üzere 6 farklı deneme kurulmuş ve örneklerdeki biyojen amin oluşumu hücrel elektrokinetik kapiler kromatografi yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sonucunda histamin, triptamin, spermidin ve spermin konsantrasyonlarını genellikle 10 mg/kg’ ın altında bulmuşlardır. Tiramin, putresin ve kadaverin oluşumunun toplam konsantrasyonunu kontrol örneklerinde 450-780 mg/kg, *L. plantarum* kullanılan örneklerde 47,6-120 mg/kg, Mikrosil kullanılan örneklerde ise 41,1-205,7 mg/kg olarak belirlemişlerdir. *L. plantarum* ve Mikrosil’ in bu oranların düşüşünde önemli rol oynadıklarını istatistiksel olarak da saptamışlardır ($P < 0,005$).

Kalač *et al.* (2000b) sauerkrautun depolanması sürecinde biyojen amin konsantrasyonlarındaki değişimleri hücrel elektrokinetik kapiler kromatografi yöntemini kullanarak inceledikleri çalışmalarında, üç beyaz lahana çeşidini 15 °C’ da 14 gün doğal fermentasyona bıraktıktan sonra 5-6 °C’ da depolamışlar ve 2., 4., 6. ve 12. ayın sonunda örnek almışlardır. 12. ayın sonunda tüm örneklerde tiramin en yüksek seviyede (100 mg/kg’ ın üzerinde) bunu putresin ve kadaverinin takip ettiğini, spermidin konsantrasyonunun 14 mg/kg’ ın altında olduğunu, histamin, triptamin ve spermin konsantrasyonlarının ise teşhis limitlerine ulaşmadığını belirlemişlerdir. Depolama sürecinde tiramin miktarlarını 2. ayda 0-107 mg/kg, 12. ayda 168-570 mg/kg arasında bulmuşlar ve tiramin konsantrasyonunun depolamayla önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) HPLC yöntemini kullanarak, ticari olarak hazırlanan çeşitli sofralık zeytinlerin ve bazı turşu ürünlerinin biyojen amin içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında sofralık zeytin, kebere, kebere meyvesi ve hıyar turşularında toplam biyojen amin miktarının meyvenin her 1 kg’ ı için 60 mg’ dan daha az olduğunu belirlemişler ve bu ürünlerin insan sağlığı açısından risk oluşturmadığı sonucuna

varmışlardır. Hıyar ve yeşil zeytin örneklerinin tümünde ise 18 mg/kg' dan daha düşük seviyede putresin bulmuşlardır.

Yücel vd. (2001) işletmelerde ticari olarak üretilmiş 10 adet lahana turşusu örneğinde putresin, kadaverin, triptamin, spermin, spermidin, histamin ve tiramin biyojen aminlerini HPLC yöntemini kullanarak araştırmışlar ve bu biyojen aminlerden putresin, spermin ve tiramini tüm örneklerde tespit etmişlerdir. En yüksek değerler açısından putresini 21,5 mg/kg, kadaverini 12,1 mg/kg, triptamini 14,3 mg/kg, spermini 11,8 mg/kg, spermidini 14,1 mg/kg, histamini 10,9 mg/kg ve tiramini 14,7 mg/kg olarak bulmuşlardır. Turşuların toplam biyojen amin içeriklerinin ise 15,85-89,50 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar inceledikleri turşu örneklerindeki biyojen amin miktarlarının düşük düzeyde olduğunu vurgulamışlardır.

Lange *et al.* (2002) çeşitli gıdalardaki biyojen aminleri, CE ve HPLC metodu ile karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. Tiramin için teşhis limiti HPLC ile 1.5 mg/kg, CE ile 6 mg/kg iken diğer aminler (örneğin; putresin, spermidin, kadaverin, agmatin) için HPLC ile teşhis limitinin 1.0 ile 8.5 mg/kg arasında değiştiğini ileri sürmüşlerdir. CE ve HPLC arasında iyi bir korelasyon (korelasyon katsayısı: 0.994) olduğunu saptamışlardır.

Špička *et al.* (2002) hücrel elektrokinetik kapiler kromatografi yöntemini kullanarak yaptıkları bir çalışmada, hem doğal yolla hem de starter katarak ürettikleri sauerkrautlarda biyojen amin oluşumunu izlemişlerdir. Altı adet kıyılmış beyaz lahana çeşidinin 22 °C' da 14 gün süren başlangıç fermentasyonu ile hazırladıkları lahana turşularını, 5-6 °C' da depolamış ve 6. ay sonunda analiz etmişlerdir. Denemede starter kültür olarak *L. plantarum* (5×10^5 kob/g olacak şekilde) kullanmışlardır. Çalışmada alınan sonuçlara göre starter katkısının putresin, tiramin ve kadaverinin üretim miktarını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Diğer yandan, spermidin içeriğinin 10 ile 30 mg/kg arasında değiştiği ve starter kültürün herhangi bir azalmaya neden olmadığı ancak, triptamin, spermin ve histamin seviyelerinin azaldığı ve hatta teşhis limitlerinin

altına indiği belirlenmiştir. Pratikteki uygulamalar için, araştırmada kullanılan *L. plantarum* suşunun en az 5×10^5 kob/g düzeyinde, sauerkraut fermentasyonları için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Ekici ve Coşkun (2004) Van ilindeki marketlerden toplanan 50 adet sebze turşusu örneğinde (28 adet karışık, 6 adet kırmızıbiber ve 7 adet hıyar turşusu) histamin içeriğini fluorometrik yöntem kullanarak araştırmışlardır. Turşu örneklerinde histamin seviyesinin 16,54 mg/kg ile 74,91 mg/kg (ortalama 30,73 mg/kg) arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Hıyar turşusundaki histamin seviyesini minimum 26,66 mg/kg, maksimum 44,72 mg/kg (ortalama 34,73 mg/kg) olarak saptamışlardır. En yüksek histamin konsantrasyonunu ise 74,91 mg/kg ile kırmızıbiber turşusu örneklerinde belirlemişlerdir. Örneklerin tümünde belirlenen histamin konsantrasyonlarını toksik limitin altında bulmuşlardır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada Ankara’ daki çeşitli marketlerden satın alınan 10 çeşit pastörize, 10 çeşit pastörize edilmemiş toplam 100 adet turşu örneği ile geleneksel olarak üretilmiş 20 adet ev yapımı turşu örneği kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Turşu örneklerinin toplanması ve analiz planı

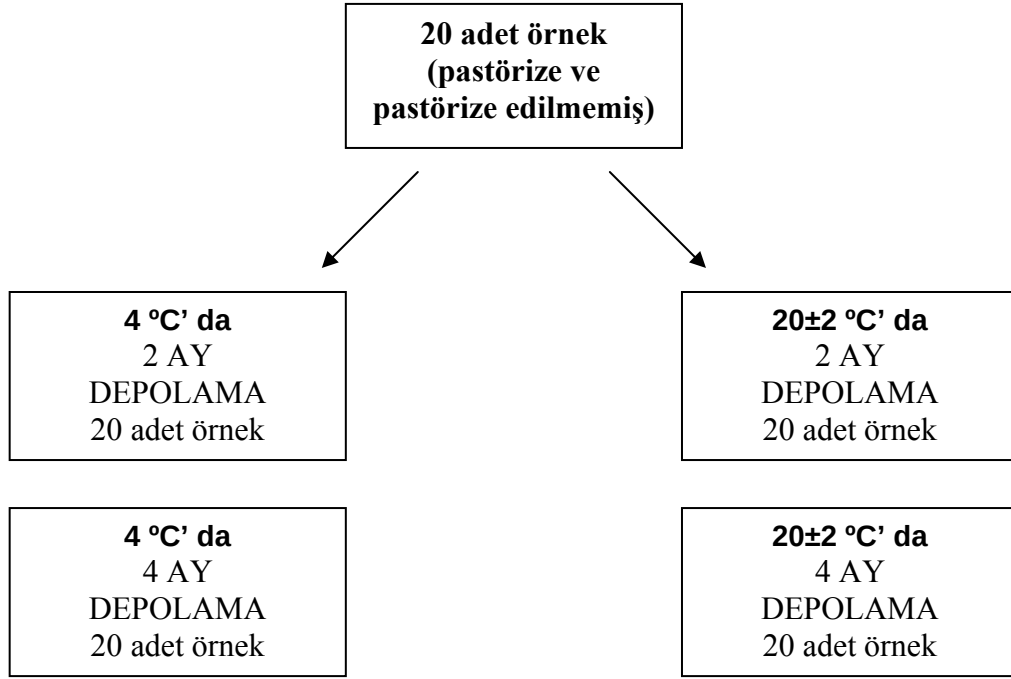
Cam kavanozlarda satışa sunulan 10 çeşit pastörize ve 10 çeşit pastörize edilmemiş toplam 20 çeşit turşu örneği belirlenmiştir. Depolama öncesi örnek açımı için 20 adet, 4 °C ve 20±2 °C’ da 2 ve 4 aylık depolama süreci sonundaki örnek açimleri için de 20’ şer adet olmak üzere piyasadan toplam 100 adet turşu örneği temin edilmiştir. Bu örneklerin salamuralarında mikrobiyolojik analizlerle birlikte pH, tuz ve titrasyon asitliği gibi kimyasal analizler ve biyojen amin analizleri; meyve dokularında ise biyojen amin analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1, Şekil 3.1). Örneklerdeki biyojen amin miktarları HPLC yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Ayrıca 20 adet çeşitli tipte evlerde geleneksel yolla üretilmiş turşu örneklerinde de aynı analizler uygulanmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1 Piyasadan satın alınan turşu çeşitleri

	Örnek no	Örnek çeşitleri
Pastörize	1	Karışık turşu
	2	Ankara çubuk ev turşusu (hıyar)
	3	Biber turşusu
	4	Mısır turşusu
	5	Acı biber turşusu
	6	Kırmızı pancar turşusu
	7	Hıyar turşusu (kornişon)
	8	Hıyar turşusu (şekerli)
	9	Kapari
	10	Biberiye turşusu
Pastörize edilmemiş	11	Hıyar turşusu
	12	Havuç turşusu
	13	Acur turşusu
	14	Fasulye turşusu
	15	Domates turşusu
	16	Lahana turşusu
	17	Karalahana turşusu
	18	Biber dolma turşusu
	19	Patlıcan dolması turşusu
	20	Kelek turşusu

Piyasadan satın alınan örnekler 4 °C’ da ve 20±2 °C oda sıcaklığında olmak üzere iki farklı sıcaklıkta 2 ve 4 ay süreyle karanlıkta depolanmıştır. Bu örneklerde 0., 2. ve 4. ay bitiminde, ev yapımı örneklerde ise herhangi bir depolama uygulanmaksızın biyojen amin analizleri ile birlikte mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır.



Şekil 3.1 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerine ait analiz planı

Çizelge 3.2 Ev yapımı turşu çeşitleri

Örnek no	Örnek çeşitleri
1	Karışık turşu
2	Karışık turşu
3	Biber turşusu
4	Karışık turşu
5	Karışık turşu
6	Karışık turşu
7	Karışık turşu
8	Karışık turşu
9	Karışık turşu
10	Karışık turşu
11	Karışık turşu
12	Pazı kökü turşusu
13	Domates turşusu
14	Biber turşusu
15	Hıyar turşusu
16	Karışık turşu
17	Karışık turşu
18	Karışık turşu
19	Hıyar turşusu
20	Karışık turşu

3.2.2 Kimyasal analizler

3.2.2.1 pH

Salamura örneklerinde pH tayini NEL pH 890 dijital tip pH metre kullanılarak TS 11112' ye (Anonim 1993c) göre yapılmıştır.

3.2.2.2 Tuz

Salamura örneklerinde tuz analizi TS 11112' ye (Anonim 1993c) göre yapılmıştır.

3.2.2.3 Titrasyon asitliği

Salamura örneklerinde titrasyon asitliği analizi TS 11112' ye (Anonim 1993c) göre yapılmıştır.

3.2.3 HPLC analizi

3.2.3.1 HPLC cihazı

Araştırmada kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları çizelge 3.3' te verilmiştir.

Çizelge 3.3 HPLC cihazının özellikleri ve biyojen amin analizi için kromatografi koşulları

HPLC	Thermo Finnigan, Surveyor (Waltham, USA)
Kolon fırını	Thermo Finnigan, Surveyor, Sıcaklık 5 °C
Kolon	C-18 (250x4.6 mm, ID) Phenomenex Luna
Pompa	Surveyor dörtlü düşük basınç gradient pompa
Degasser	Otomatik vakum degasser
Dedektör	254 nm, PDA (Photo Diode Array), pik saflığının kontrolü için 195-500 nm arasında spektrum taramalı, bant genişliği: 2 nm
Yazılım programı	Chrom Quest Chromatography Software
Mobil faz	Solvent A: 30 mL buffer / 550 mL asetonyitril / 420 mL su Solvent B: 2 mL buffer / 900 mL asetonyitril / 100 mL su
Akış hızı	1,3 mL/dak.
Enjeksiyon	25 µL



Şekil 3.2 Çalışmada kullanılan HPLC sistemi (Ankara Üniversitesi BİTAUM)

3.2.3.2 Biyojen amin standart çözeltilerinin hazırlanması

Tiramin (TRA), putresin (PUT), kadaverin (KAD), triptamin (TRP), feniletilamin (FEA), histamin (HIS), spermin (SPM) ve spermidin (SPD) (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) kullanılarak her biri için son konsantrasyon 10 mg / 50 mL olacak şekilde 0,4 M perklorik asit ile biyojen amin standart çözeltileri hazırlanmıştır. Miks standart çözelti hazırlamak için, her bir biyojen amin çözeltisinden 5' er mL alınarak 50 mL' lik balon jöjeye aktarılmış ve üzeri 0,4 M perklorik asit ile tamamlanmıştır. Dansil klorür çözeltisi için de 10 mg dansil klorür 1 mL aseton içerisinde çözündürülmüştür. Tüm çözeltiler günlük olarak hazırlanmıştır (Bütikofer *et al.* 1990).

3.2.3.3 Mobil faz

0,1 M tris, 0,1 M asetik asit ve su, sırasıyla, 2/1/2 oranında kullanılarak buffer hazırlanmıştır (pH = 8). Solvent A için 30 mL buffer / 550 mL asetonitril / 420 mL su ve Solvent B için de 2 mL buffer / 900 mL asetonitril / 100 mL su kullanılmıştır.

3.2.3.4 Örneklerin hazırlanması ve ekstraksiyonu

Turşu örneklerinin salamuralarından 10' ar mL ve el rendesinden geçirilerek küçük parçalara ayrıldıktan sonra elde edilen meyve kısımlarından 10' ar gram alınmıştır. Alınan örnekler 250 mL' lik erlenmayere konularak üzerlerine 25 mL perklorik asit, 200µL 1,7- diaminoheptan (iç standart, Sigma) ilave edilmiş ve 20 dakika süreyle çalkalayıcı kullanılarak (Griffin, UK) çalkalanmıştır. Bu şekilde hazırlanan karışım kaba filtre kağıdından geçirilerek 50 mL' lik balon jöjelere süzölmüştür. Elde edilen süzöntünün üzeri % 5' lik triklor asetik asit (TCA) ile 50 mL' ye tamamlanmıştır (Eerola *et al.* 1993, Garcia-Garcia *et al.* 2001).

3.2.3.5 Ekstraktların türevlendirilmesi

3.2.3.4’ te açıklandığı şekilde hazırlanan örnek ekstraktlarından 400 µL alınarak alüminyum folyo ile sarılmış olan 10 mL’ lik kapaklı santrifüj tüplerine aktarılmış ve üzerlerine 400 µL sodyum karbonat çözeltisi ilave edildikten sonra tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışımların üzerine 400 µL dansil klorür ilave edilip tekrar karıştırıldıktan sonra 30 dakika süreyle 40 °C’ lık su banyosunda bekletilmiştir. Artakalan dansil klorürü uzaklaştırmak için 200 µL sodyum glutamat eklenmiş, karıştırıldıktan sonra tekrar 60 dakika süreyle 40 °C’ lık su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosunda bekletme sürecinde tüpler 15 dakika aralıkla tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu sürenin bitiminde 1 mL asetonitril ilave edilerek örnekler 3500 devirde 20 dakika süreyle santrifüj edilmişlerdir. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatantlar ependorf tüplerine alınarak –20 °C derin dondurucuda HPLC ile analiz edilinceye kadar muhafaza edilmişlerdir (Eerola *et al.* 1993).

3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

Steril koşullarda örnek salamuralarından alınan 1 mL örnek, % 0,85’ lik steril serum fizyolojik 1:9 oranında seyreltilmiş ve elde edilen seyreltikler toplam mezofilik aerobik bakteriler, laktik asit bakterileri, maya-küf, enterobakteri ve koliform grubu bakterilerin sayımları için kullanılmıştır.

3.2.4.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için yayma kültürel sayım yöntemi kullanılarak Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyerinde 28-30 °C’ da 48 saat süre ile inkübasyon sonucunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” kob/mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.2 Laktik asit bakteri sayımı

Laktik asit bakteri sayımı için De Man Rogosa and Sharpe Agar (MRS, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Yayma kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılan petriler 28-30 °C’ da 48 saat süreyle inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” kob/mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.3 Enterobakteri sayımı

Enterobakteri sayımı için yayma kültürel sayım yöntemi kullanılarak Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG, Merck) besiyerinde 37 °C’ da 24 saat inkübasyon sonunda, gelişme olmayan petrilerde ise 48 saat sonunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” kob/mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.4 Koliform grubu bakterilerin sayımı

Koliform grubu bakterilerin sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB, Merck) besiyeri kullanılmıştır. Yayma kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılan petrilerde 37 °C’ da 24 saat inkübasyon sonunda, gelişme olmayan petrilerde ise 48 saat sonunda gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” kob/mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.5 Maya ve küf sayımı

Toplam maya-küf sayımı yayma kültürel sayım yöntemi kullanılarak Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar (OGYE, Oxoid) besiyerinde yapılmıştır. Petriler, mayalar için 28-30 °C’ da 72 saat, küfler için 28-30 °C’ da 120 saat süreyle inkübasyona bırakılmış ve daha sonra gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “koloni oluşturan birim” kob/mL olarak ifade edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1 Ticari turşu örneklerinin pH değerleri

Piyasadan temin edilen çeşitli turşu örneklerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen pH değerleri çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonundaki pH değişimleri

	Turşu tipleri	pH	DEPOLAMA			
			pH (4 °C)		pH (20±2 °C)	
Pastörize		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
	1 (karışık)	3,39	3,66	3,35	3,60	3,31
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	3,42	3,79	3,52	3,87	3,43
	3 (biber)	3,53	3,88	3,63	3,78	3,53
	4 (mısır)	3,43	3,85	3,52	3,68	3,55
	5 (acı biber)	2,78	3,21	2,80	3,10	2,76
	6 (kırmızı pancar)	3,52	3,82	3,53	3,75	3,52
	7 (kornişon)	3,94	4,16	3,90	4,03	3,92
	8 (hıyar (şekerli))	3,95	4,15	4,01	4,07	3,91
	9 (kapari)	3,34	3,65	3,39	3,65	3,30
	10 (biberiye)	3,01	3,35	3,06	3,25	3,02
Pastörize edilmemiş	11 (hıyar)	3,37	3,29	3,35	3,69	3,42
	12 (havuç)	3,23	3,28	3,18	3,44	3,26
	13 (acur)	3,64	3,73	3,67	3,96	3,71
	14 (fasulye)	3,23	3,33	3,23	3,49	3,23
	15 (domates)	3,25	3,21	3,24	3,48	3,21
	16 (lahana)	3,23	3,23	3,25	3,63	3,37
	17 (karalahana)	3,66	3,60	3,58	3,83	3,52
	18 (biber dolma)	3,59	3,72	3,67	3,92	3,74
	19 (patlıcan dolması)	3,19	3,24	3,25	3,65	3,43
	20 (kelek)	3,43	3,38	3,37	3,64	3,38

Piyasadan toplanan turşu örneklerinde depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en düşük pH değeri 5 nolu örnekte (acı biber) 2,78, en yüksek pH değeri ise 8 nolu örnekte (hıyar (şekerli)) 3,95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerde en yüksek pH 4,16 olarak 7 nolu örnekte (kornişon), en düşük pH ise 3,21 olarak 5 ve 15 nolu örnekte (domates) belirlenmiştir. 4 aylık örneklerdeki en yüksek pH değeri 8 nolu örnekte 4,01 olarak tespit edilirken, en düşük pH ise 5 nolu örnekte 2,80 olarak saptanmıştır.

20±2 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerde ise en yüksek pH 8 nolu örnekte 4,07, en düşük pH 5 nolu örnekte 3,10 olarak gözlenmiştir. 4 aylık örneklerdeki en yüksek pH değeri 7 nolu örnekte 3,92 olarak belirlenirken, en düşük pH ise 5 nolu örnekte 2,76 olarak bulunmuştur.

Ulu (2001) hıyar turşuları ile yaptığı bir çalışmada, fermentasyon sonrası 20 °C’ da depoladığı turşularda 2. ayın sonunda tüm grupların pH’ larında 0,04-0,09 arasında bir artış gözlemiştir. 4 ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda elde edilen pH sonuçlarıyla 2. ayın sonunda elde edilen pH sonuçları arasında önemli bir değişimin olmadığını tespit etmiştir.

20±2 °C’ da 2 ay depolanan hıyar turşularının pH değerleri 0,09-0,45 arasında bir artış göstermiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonundaki değerler depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarıyla kıyaslandığı zaman 2 (Ankara çubuk ev tipi) ve 11 (hıyar) nolu örneklerin pH değerleri sırasıyla 0,01 ve 0,05 birim artarken, 7 ve 8 nolu örneklerin pH değerlerinin sırasıyla 0,02 ve 0,04 birim azaldığı görülmektedir.

Çetinyokuş (1991) hıyar, biber, lahana, domates, patlıcan, karnabahar turşusu ve karışık turşu örneklerini içeren, değişik illerden topladığı 44 adet ticari turşu ve laboratuvar da sıcaklığında doğal fermentasyonla ürettiği 7 adet turşu örneğinde duyusal, fiziksel ve kimyasal analizler yaparak bileşimlerini belirlemeye çalışmıştır. Analizler sonucu hıyar, biber, domates, lahana, patlıcan turşusu ve karışık turşu örneklerindeki pH

değerlerini, sırasıyla, 3,14-6,18; 2,84-4,18; 3,19-3,49; 3,10-3,97; 3,41 ve 3,42-3,67 olarak belirlemiştir. Sonuç olarak pH 4' ün üzerindeki durumları, turşudaki asitin yetersiz olduğunun kesin bir kanıtı olarak görmüştür.

4 °C ve 20±2 °C' da 0, 2 ve 4 aylık depolama süreci içerisinde 1(karışık); 2, 7, 8, 11, (hıyar); 3 (biber); 15 (domates); 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşuların pH değerleri, sırasıyla, 3,31-3,66; 3,29-4,16; 3,53-3,88; 3,21-3,48; 3,23-3,83; 3,19-3,65 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar Çetinyokuş (1991) tarafından yapılan araştırmada belirlenen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.1.2 Ticari turşu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri

Piyasadan temin edilen çeşitli turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda titrasyon asitliğinde meydana gelen değişimler çizelge 4.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonucundaki titrasyon asitliği değişimleri

	Turşu tipleri	Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	DEPOLAMA			
			Titrasyon asitliği (% Laktik asit) (4 °C)		Titrasyon asitliği (% Laktik asit) (20±2 °C)	
Pastörize		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
	1 (karışık)	1,27	1,15	1,19	1,07	1,17
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,20	1,05	1,06	0,89	1,09
	3 (biber)	1,85	1,60	1,75	1,72	1,84
	4 (mısır)	1,35	1,22	1,28	1,17	1,19
	5 (acı biber)	3,16	2,91	3,05	2,86	3,16
	6 (kırmızı pancar)	2,15	1,69	1,88	1,88	1,97
	7 (kornişon)	1,17	1,44	1,22	1,16	1,13
	8 (hıyar (şekerli))	1,35	1,26	1,24	1,19	1,27
	9 (kapari)	1,50	1,57	1,49	1,18	1,66
	10 (biberiye)	3,08	2,87	2,30	2,99	3,14
Pastörize edilmemiş	11 (hıyar)	0,68	0,72	0,69	0,74	0,78
	12 (havuç)	0,51	0,48	0,60	0,57	0,56
	13 (acur)	0,46	0,45	0,48	0,44	0,47
	14 (fasulye)	0,70	0,71	0,76	0,72	0,79
	15 (domates)	0,47	0,67	0,75	0,77	0,87
	16 (lahana)	0,57	0,59	0,57	0,74	0,70
	17 (karalahana)	0,61	0,48	0,81	0,77	1,02
	18 (biber dolma)	0,75	1,14	1,11	0,97	1,22
	19 (patlıcan dolması)	0,79	0,83	1,64	0,81	0,90
	20 (kelek)	0,89	0,79	0,97	1,05	1,11

Depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek titrasyon asitliği değerine % 3,16 ile 5 nolu örnekte, en düşük titrasyon asitliği değerine ise % 0,46 ile 13 nolu örnekte rastlanmıştır (Çizelge 4.2).

4 °C’ da 2 aylık depolama süreci sonunda elde edilen en yüksek titrasyon asitliği değeri % 2,91 olarak 5 nolu örnekte, en düşük titrasyon asitliği değeri % 0,45 ile 13 nolu örnekte belirlenmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek titrasyon asitliği değeri % 3,05 olarak yine 5 nolu örnekte, en düşük titrasyon asitliği değeri ise % 0,48 olarak 13 nolu örnekte saptanmıştır.

20±2 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerdeki en yüksek titrasyon asitliği değeri % 2,99 ile 10 nolu örnekte (biberiye), en düşük titrasyon asitliği değeri ise % 0,44 ile 13 nolu örnekte (acur) tespit edilmiştir. 4 aylık örneklerde gözlenen en yüksek titrasyon asitliği değeri % 3,16 ile 5 nolu örnekte (acı biber) belirlenirken, en düşük titrasyon asitliği değeri % 0,47 ile 13 nolu örnekte (acur) belirlenmiştir.

Sirkeli-salamuralı olarak üretilen 1 (karışık), 2 (Ankara çubuk ev tipi), 3 (biber), 6 (kırmızı pancar), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) nolu turşu örneklerinde depolama öncesi ve sonrası elde edilen tüm titrasyon asitliği değerleri Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen değerlere uygun bulunmuştur (Anonymous 1990a, b, Anonymous 1993c, Anonymous 1998).

Sirkeli-salamuralı olarak üretilen 11 (hıyar), 12 (havuç), 15 (domates), 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşu örneklerinde ise depolama öncesi ve sonrası elde edilen tüm titrasyon asitliği değerlerinin Türk Standartlarında verilen değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir (Anonymous 1993a, b, c, Anonymous 1990c, d).

Diğer turşu örnekleri ile ilgili bir TSE standardı olmadığı için bu örneklerle ilgili bir değerlendirme yapılamamıştır.

Pastörize edilmiş ve edilmemiş örneklerin titrasyon asitliği değerleri genel olarak karşılaştırıldığında, pastörize edilmemiş örneklerdeki titrasyon asitliği değerlerinin daha düşük olmasının nedeni; bu değerlerin TSE’ de belirtilen standart değerin altında olması durumuyla ilişkilendirilebilir.

Ulu (2001) hıyar turşuları ile yaptığı çalışmasında 20±2 °C’ da 2, 4 ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda titrasyon asitliği değerlerini başlangıç pH’ sı 3,20 olan 1A grubunda sırasıyla % 1,06, 1,07, 1,07; 1B grubunda % 1,06, 1,07, 1,07; 2A ve 2B grubunda % 1,05, 1,06, 1,06; başlangıç pH’ sı 0,20 düşürülen 3A ve 3B gruplarında % 1,46, 1,47,

1,47; pH'sı 0,40 düşürülen 4A grubunda % 1,92, 1,92, 1,93; 4B grubunda ise % 1,92, 1,93, 1,93 olarak tespit etmiştir.

Fleming *et al.* (1988) 26-30°C' da anaerobik tanklarda hıyar turşusu üretimi üzerine yaptıkları çalışmalarında, asitliği % 1,4' ten % 0,7' ye nötralize edilmiş bir grup salamurada başlangıç laktik asit miktarı % 0,74 iken, 3. ayda % 0,79, 6. ayda % 0,81, 9. ayda % 0,88, 12. ayda yine % 0,88 olduğunu, diğer bir grupta bu değerlerin sırasıyla % 0,58, 0,62, 0,70, 0,66, 0,68 olduğunu saptamıştır. İç (2000) hıyar turşularıyla yaptığı bir çalışmada 22±2 °C' da depolanan örneklerde titrasyon asitliği değerlerini (9 adet salamuranın ortalaması 3 grup olarak verilmiştir) 1 nolu grupta 2. ayda % 0,83, 4. ayda % 0,83, 6. ayda % 0,73 olarak; 2 nolu grupta 2. ay % 0,71, 4. ay % 0,83, 6. ayda % 0,67; 3 nolu grupta 2. ay % 0,73, 4. ayda % 0,83, 6. ayda % 0,67 olarak belirlemiştir.

Çetinyokuş (1991) farklı illerden topladığı çeşitli tipteki ticari turşu örnekleri ile yaptığı çalışmada, örneklerin salamuralarındaki titrasyon asitliği değerlerini, hıyarda % 0,027-1,59, biberde % 0,50-3,70, domatestede % 0,50-1,36, lahanada % 0,68-1,03, patlıcanda % 0,88 ve karışık turşularda % 1,12-1,70 olarak tespit etmiştir.

4 °C ve 20±2 °C' da 0, 2 ve 4 aylık depolama süreci içerisinde 1(karışık); 2, 7, 8, 11, (hıyar); 3 (biber); 15 (domates); 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşuların titrasyon asitliği değerleri, sırasıyla, % 1,07-1,27; % 0,68-1,44; % 1,60-1,85; % 0,47-0,87; % 0,48-1,02; % 0,79-1,64 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların Çetinyokuş (1991) tarafından yapılan araştırmada belirlenen sonuçlarla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

4.1.3 Ticari turşu örneklerinin tuz miktarları

Piyasadan temin edilen çeşitli turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda tuz miktarlarında meydana gelen değişimler çizelge 4.3' te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonucunda tuz miktarlarındaki değişimler

	Turşu tipleri	Tuz	DEPOLAMA			
			Tuz (%) (4 °C)		Tuz (%) (20±2 °C)	
Pastörize		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
	1 (karışık)	3,66	3,68	3,82	4,35	3,71
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	4,21	3,29	3,88	3,18	3,77
	3 (biber)	5,58	5,07	5,62	5,01	6,19
	4 (mısır)	4,65	2,56	2,42	2,67	2,76
	5 (acı biber)	4,85	3,57	4,05	3,68	4,78
	6 (kırmızı pancar)	4,02	3,34	3,94	3,34	3,94
	7 (kornişon)	4,05	3,34	3,88	3,40	4,05
	8 (hıyar (şekerli))	1,75	1,45	1,46	1,28	1,35
	9 (kapari)	6,45	5,85	6,24	6,30	6,36
Pastörize edilmemiş	10 (biberiye)	4,60	4,85	5,17	4,85	4,56
	11 (hıyar)	3,44	4,18	3,77	4,18	3,77
	12 (havuç)	4,05	4,18	4,56	4,29	4,56
	13 (acur)	3,33	3,73	3,66	3,68	3,88
	14 (fasulye)	4,87	5,07	5,01	5,02	4,56
	15 (domates)	4,37	4,90	4,95	5,02	5,79
	16 (lahana)	3,66	4,35	4,11	4,01	4,16
	17 (karalahana)	3,02	2,79	2,81	2,23	2,81
	18 (biber dolma)	4,15	5,07	4,72	4,91	4,95
	19 (patlıcan dolması)	5,36	5,57	5,29	5,29	5,74
	20 (kelek)	3,61	4,18	3,77	3,73	3,99

Depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek tuz miktarı değerine % 6,45 ile 9 nolu örnekte, en düşük tuz miktarı değerine ise % 1,75 ile 8 nolu örnekte rastlanmıştır (Çizelge 4.3).

4 °C’ da 2 aylık depolama süreci sonunda elde edilen en yüksek tuz miktarı % 5,85 olarak 9 nolu örnekte, en düşük tuz miktarı ise % 1,45 olarak 8 nolu örnekte belirlenmiştir. 4 aylık örneklerde yine en yüksek değer 9 nolu örnekte % 6,24, en düşük değer 8 nolu örnekte % 1,46 olarak saptanmıştır.

20±2 °C’ da 2 ay depolanan örneklerde en yüksek tuz miktarı değeri % 6,30 ile 9 nolu örnekte, en düşük tuz miktarı değeri ise % 1,28 ile 8 nolu örnekte belirlenmiştir. 4 aylık

depolama sonucunda ise yine en yüksek değer % 6,36 olarak 9 nolu örnek (kapari), en düşük değer ise %1,35 ile 8 nolu örnek (hıyar (şekerli)) tespit edilmiştir.

Sirkeli-salamuralı olarak üretilen 1 (karışık), 2 (Ankara ubuk ev tipi), 6 (kırmızı pancar), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)), 11 (hıyar), 12 (havuç), 15 (domates), 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşu örneklerinde depolama öncesi ve sonrası elde edilen tuz miktarı değerleri Türk Standartları Enstitş tarafından belirlenen değerlere uygun bulunmuştur (Anonymous 1990b, c, d, Anonymous 1993a, b, c, Anonymous 1998).

Sirkeli-salamuralı olarak üretilen 3 nolu turşu (biber) rneğinde ise depolama öncesi ve sonrası elde edilen tuz miktarı değerlerinin Türk Standartlarında verilen değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Anonymous 1990a).

etinyokuş (1991) eşitli tipteki ticari turşu örnekleri ile ilgili araştırmasında, örneklerin katı kısımlarındaki tuz içeriğinin salamuraya oranla daha düşük olduğunu bulmuş, ancak kl ve tuz miktarı sonuçları arasında bir ilişkinin kurulabilmesi amacıyla tuz tayini için örneğin katı kısmında yapılan tuz analizini esas almıştır. Buna göre; hıyar, biber, domates, lahana, patlıcan turşusu ve karışık turşu örneklerindeki tuz miktarı değerlerini, sırasıyla, % 1,76-7,02; % 1,73-10,24; % 3,51-3,80; % 1,17-4,09; % 4,68 ve % 3,22-5,27 olarak belirlemiştir. Hıyar turşularındaki tuz miktarlarının ise (bir örnek hariç) TSE tarafından en çok % 7 olarak verilen sınıra uygun olduğunu belirtmiştir. Standartlarda verilmiş olan % 7 tuz oranının aşırı yüksek olduğunu, bu oranın hiç değilse tüzükte öngörülen % 5 st sınırına uygun olması gerektiğini vurgulamıştır.

4 C ve 20±2 C’ da 0, 2 ve 4 aylık depolama süreci sonunda 1(karışık); 2, 7, 8, 11, (hıyar); 3 (biber); 15 (domates); 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşuların tuz miktarı değerlerindeki değişimler, sırasıyla, % 3,66-4,35; % 1,28-4,21; % 5,01-6,19; % 4,37-5,79; % 2,23-4,35 ve % 5,29-5,74 olarak belirlenmiştir. Belirlenen tuz miktarlarının etinyokuş (1991) tarafından yapılan araştırmada belirlenen sonuçlara benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Ulu (2001) yaptığı bir çalışmada farklı pH aralıklarında 4 grup olarak belirlediği hıyar turşularının her biri için 6 adet 1 litre hacimli cam kavanoz kullanmıştır. 20 ± 2 °C’ da 2, 4 ve 6 aylık depolama sonunda elde edilen tuz miktarı değerleri ile fermentasyon sonunda belirlenen değerler arasındaki değişimin önemli olmadığı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Karacakol (1998) yaptığı çalışmada hıyar turşularını 1 litre hacimli hermetik kapaklı kavanozlarda depolamış, 22 ± 2 °C’ da 2 ve 4 aylık depolama sonrası belirlenen tuz miktarlarının fermentasyon sonundaki değerlerle aynı olduğunu açıklamıştır.

20 ± 2 °C’ da pastörize ve pastörize edilmemiş hıyar turşularından 2, 7 ve 8 nolu örneklerin tuz miktarlarında 2. ayın sonunda sırasıyla 1,03, 0,65, 0,47 birimlik bir azalma, 11 nolu örnekte ise 0,74 birimlik bir artış gözlenmiştir. 4. ayın sonunda ise başlangıç tuz değerlerine göre 7 nolu örnekte tuz miktarı değişmezken, 2 ve 8 nolu örneklerde, sırasıyla, 0,44 ve 0,40 birim azalmış, 11 nolu örnekte 0,33 birim artmıştır.

4.1.4 Ev yapımı turşu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Geleneksel olarak üretilen, 5 çeşit her biri birbirinden farklı 20 adet ev yapımı turşu örneğinde, yapılan incelemeler sonucu belirlenen kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.4’ te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Ev yapımı turşu örneklerindeki kimyasal analiz sonuçları

Turşu tipleri	pH	Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	Tuz (%)
E-1 (karışık)	3,51	0,82	3,72
E-2 (karışık)	3,44	1,70	3,72
E-3 (karışık)	6,03	0,20	2,57
E-4 (karışık)	3,51	1,54	1,97
E-5 (karışık)	3,29	1,31	4,15
E-6 (karışık)	3,26	1,90	3,66
E-7 (karışık)	3,48	1,59	1,69
E-8 (karışık)	3,37	1,26	2,90
E-9 (karışık)	3,64	0,78	2,41
E-10 (karışık)	3,57	1,00	1,42
E-11 (karışık)	3,53	1,14	3,61
E-12 (pazı kökü)	4,56	0,33	2,51
E-13 (domates)	3,58	1,57	1,42
E-14 (biber)	3,61	2,03	3,28
E-15 (hıyar)	3,34	1,60	2,13
E-16 (karışık)	3,31	1,08	4,15
E-17 (karışık)	3,22	1,61	5,19
E-18 (karışık)	3,30	1,14	3,33
E-19 (hıyar)	3,57	1,29	1,97
E-20 (karışık)	3,96	0,42	2,13

Ev yapımı turşu örneklerinde en yüksek pH değeri E-3 nolu örnekte 6,03, en düşük pH değeri E-17 nolu örnekte 3,22 olarak; en yüksek titrasyon asitliği E-14 nolu örnekte % 2,03, en düşük titrasyon asitliği E-3 nolu örnekte % 0,20 olarak; en yüksek tuz miktarı E-17 nolu örnekte % 5,19 olarak, en düşük tuz miktarı E-13 nolu örnekte % 1,42 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Yapılan analiz sonuçları göstermektedir ki 20 adet ev yapımı turşu örneğinde elde edilen pH, titrasyon asitliği ve tuz değerlerinin her biri birbirinden farklıdır. Sonuçlar arası farklılıkların yüksek olmasının nedeninin, bu turşu örneklerinin üretiminde belirli bir üretim standardı, belirli bir yöntem ve fermentasyon için belirli bir sıcaklık standardının uygulanmaması olduğu düşünülmektedir.

Belirli bir standart ve yöntem uygulanmadığı halde E-1, E-3, E-9, E-20 (karışık) nolu örnekler hariç diğer örneklerin titrasyon asitliği ve tuz değerleri TSE standartlarına uygun bulunmuştur (Pazı kökü turşusu ile ilgili bir standart bulunmadığı için bu değerlendirmenin dışında tutulmuştur). Buna karşın E-1, E-3, E-9, E-20 nolu örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin TSE standartlarının altında, tuz değerlerinin ise standartlara uygun olduğu belirlenmiştir (Anonymous 1990a, b, Anonymous 1993a, c).

Elde edilen sonuçlara göre pH ile titrasyon asitliği arasında daima doğru orantılı bir ilişki olduğu söylenemez. Örneğin; pH değerleri 3,51 olan E-1 ve E-4 nolu karışık turşu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri E-1 nolu örnekte % 0,82, E-4 nolu örnekte ise % 1,54 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Çetinyokuş (1991) çeşitli turşu örnekleri ile yapmış olduğu çalışmasında % 1,59 titrasyon asitliğindeki hıyar turşusu örneğinin pH değerini 3,43, % 0,58 titrasyon asitliğindeki diğer bir örneğin pH değerini ise 3,32 olarak belirlemiştir.

Burada en yüksek pH değeri olarak belirlenen 6,03 (E-1 (karışık)) standardın dışında bir durumdur. Çetinyokuş (1991) da yaptığı incelemeler sonrası en yüksek pH değerini bir adet hıyar turşusu örneğinde 6,18 olarak saptamış ve bunun alışılmışın dışında bir durum olduğunu ifade etmiştir.

4.2 Mikrobiyolojik Sayım Sonuçları

Depolama öncesi ve depolama sonrası yapılan analizler sonucu pastörize örneklerdeki mikrobiyel analiz sonuçları, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), laktik asit bakteri (LAB), toplam maya-küf, koliform ve enterobakteri sayım sonuçları <1 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Buna göre, ısıtıl işlem uygulanmış örneklerde yapılan sayımlarda laktik asit bakterilerine rastlanmamış olduğunu ifade eden Ulu (2001)' nun sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

4.2.1 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin TMAB sayıları

Depolama denemesi sırasında pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında, farklı sıcaklık ve depolama sürelerinde elde edilen toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımlarının ortalama sonuçları çizelge 4.5’ te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları

	Turşu tipleri	TMAB (log kob/mL)	DEPOLAMA			
			TMAB (4 °C) (log kob/mL)		TMAB (20±2 °C) (log kob/mL)	
			2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize edilmemiş	11 (hıyar)	6,11	5,18	6,15	5,81	5,20
	12 (havuç)	5,53	5,09	3,11	5,91	4,77
	13 (acur)	5,23	4,70	4,74	5,56	5,73
	14 (fasulye)	5,48	4,81	4,99	5,32	4,60
	15 (domates)	6,09	5,30	5,36	5,76	5,45
	16 (lahana)	5,46	5,42	4,53	5,36	5,11
	17 (karalahana)	6,30	5,33	5,60	5,81	5,28
	18 (biber dolma)	6,03	5,66	5,50	5,17	5,05
	19 (patlıcan dolması)	5,70	4,98	4,24	5,85	4,51
	20 (kelek)	6,28	5,99	5,86	6,08	4,97

Pastörize edilmemiş örneklerde depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı 6,30 log kob/mL olarak 17 nolu örnekte, en düşük TMAB sayısı ise 5,23 log kob/mL olarak 13 nolu örnekte saptanmıştır. 4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerde en yüksek TMAB sayısı 5,99 log kob/mL ile 20 nolu örnekte, en düşük TMAB sayısı ise 4,70 log kob/mL ile 13 nolu örnekte; 4 ay depolanan örneklerde en yüksek değer 6,15 log kob/mL ile 11 nolu örnekte, en düşük değer ise 3,11 log kob/mL ile 12 nolu örnekte belirlenmiştir. 20±2 °C’ da depolanan örneklerde ise 2. ay sonunda en yüksek sayım sonucu 6,08 log kob/mL olarak 20 nolu örnekte, en düşük sayım sonucu 5,17 log kob/mL ile 18 nolu örnekte elde edilmiştir. 4. ay sonunda en yüksek değer 13 nolu örnekte 5,73 log kob/mL olarak saptanırken, en düşük değer 19 nolu örnekte 4,51 log kob/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

İç (2000) 22±2 °C’ da depolama süresince 2., 4. ve 6. aylarda açılan kavanozlardaki TMAB sayılarını, açılan 27 adet kavanozun ortalamasını alarak, 2. ay sonunda 3,9x10⁴ adet/mL, 4. ay sonunda 7,9x10³ adet/mL ve 6. ayın sonunda ise <10 adet/mL olarak belirlemiştir.

20±2 °C’ da depolanan 11 nolu pastörize edilmemiş hıyar turşusu örneğinde yapılan analizler sonucunda TMAB sayısı, depolama başlangıcında 6,11 log kob/mL, 2. ay sonunda 5,81 log kob/mL, 4. ay sonunda ise 5,20 log kob/ mL olarak saptanmıştır.

4.2.2 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin LAB sayıları

Depolama süresince pastörize edilmemiş örneklerin LAB sayım sonuçlarında meydana gelen değişimler çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki laktik asit bakteri sayıları

	Turşu tipleri	LAB (log kob/mL)	DEPOLAMA			
			LAB (4 °C) (log kob/mL)		LAB (20±2 °C) (log kob/mL)	
			2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize edilmemiş	11 (hıyar)	6,04	5,02	6,11	5,77	5,16
	12 (havuç)	5,48	5,01	3,08	5,89	4,69
	13 (acur)	5,20	4,66	4,69	5,51	5,71
	14 (fasulye)	5,45	4,79	4,96	5,18	4,49
	15 (domates)	6,04	5,28	5,26	5,30	5,41
	16 (lahana)	5,44	5,38	4,48	5,32	5,04
	17 (karalahana)	6,27	5,27	5,53	5,78	5,27
	18 (biber dolma)	6,00	5,62	5,29	5,16	4,90
	19 (patlıcan dolması)	5,67	4,93	4,22	5,83	4,48
	20 (kelek)	6,12	5,92	5,84	6,01	4,91

Pastörize edilmemiş örneklerde depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek laktik asit bakteri (LAB) sayısı 17 nolu örnekte (karalahana) 6,27 log kob/mL olarak, en düşük LAB sayısı ise 13 nolu örnekte (acur) 5,20 log kob/mL olarak saptanmıştır. 4 °C’ da depolanan örneklerde 2. ayda en yüksek LAB sayısı 5,92 log kob/mL ile 20 nolu örnekte (kelek), en düşük LAB sayısı ise 4,66 log kob/mL ile 13 nolu örnekte; 4 aylık örneklerde en yüksek değer 6,11 log kob/mL ile 11 nolu örnekte (hıyar), en düşük değer ise 3,08 log kob/mL ile 12 nolu örnekte (havuç) belirlenmiştir. 20±2 °C’ da depolanan örneklerde ise 2. ay sonunda en yüksek sayım sonucu 6,01 log kob/mL olarak 20 nolu örnekte, en düşük sayım sonucu 5,16 log kob/mL ile 18 nolu örnekte (biber dolma) tespit edilmiştir. 4. ay sonunda ise en yüksek değer 13 nolu örnekte 5,71 log kob/mL, en düşük değer 19 nolu örnekte (patlıcan dolması) 4,48 log kob/mL olarak saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Sonuç olarak; örneklerdeki laktik asit bakterilerinin 4 °C ve 20±2 °C’ daki 4 aylık depolama süresince canlı kalabildiği anlaşılmıştır.

İç (2000) 22±2 °C’ da depoladığı hıyar turşusu örneklerinde depolama süresince 2., 4. ve 6. aylarda açım yapmıştır. Kavanozlardaki laktik asit bakteri sayılarının genel ortalamasını incelediğinde, açılan 27 adet kavanozun ortalamasını 2. ay sonunda $3,75 \times 10^4$ adet/mL, 4. ayda $7,4 \times 10^3$ adet/ mL ve 6. ayın sonunda ise <10 adet/ mL olarak belirlemiştir. Özçelik ve İç (2000) hıyar turşuları ile yaptıkları bir çalışmada, LAB sayılarını 3. ay sonunda 20 °C’ da depolanan örneklerde $7,9 \times 10^4$ - $7,8 \times 10^6$ kob/mL, 4 °C’ da depolanan örneklerde ise $1,6 \times 10^5$ - $1,4 \times 10^6$ kob/mL olarak belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş hıyar turşusu örneğinde (11 nolu örnek) LAB sayısı 0. ayda 6,04 log kob/mL, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonunda 5,02 log kob/mL, 4 aylık depolama sonunda ise 6,11 log kob/mL, 20±2 °C’ 2. ayın sonunda 5,77 log kob/mL, 4. ayın sonunda ise 5,16 log kob/mL olarak saptanmıştır.

4.2.3 Pastörize edilmemiş ticari örneklerin maya-küf sayıları

Depolama sürecinde maya- küf sayım sonuçlarında gözlenen değişimler ise çizelge 4.7’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Pastörize edilmemiş örneklerin farklı sıcaklık ve depolama sürelerindeki toplam maya-küf sayım sonuçları

	Turşu tipleri	Maya-küf (log kob/mL)	DEPOLAMA			
			Maya-küf (4 °C) (log kob/mL)		Maya-küf (20±2 °C) (log kob/mL)	
			2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize edilmemiş	0. ay					
	11 (hıyar)	5,61	3,68	2,68	<1	2,45
	12 (havuç)	5,10	4,19	2,99	<1	<1
	13 (acur)	4,97	2,18	2,24	<1	1,98
	14 (fasulye)	5,26	3,91	2,66	<1	<1
	15 (domates)	5,68	4,62	3,76	<1	2,98
	16 (lahana)	5,33	4,16	3,55	<1	<1
	17 (karalahana)	3,89	1,74	1,65	1,70	1,90
	18 (biber dolma)	5,80	4,74	3,06	<1	<1
	19 (patlıcan dolması)	5,68	3,67	3,59	2,19	1,60
	20 (kelek)	4,63	4,22	3,65	<1	1,48

*Bu sonuçlar maya değerlerine aittir, örneklerde küf bulgusuna rastlanmamıştır.

Pastörize edilmemiş örneklerde depolama öncesi yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek maya-küf sayısı 5,80 log kob/mL olarak 18 nolu örnekte, en düşük maya-küf sayısı ise 17 nolu örnekte 3,89 log kob/mL olarak saptanmıştır. 4 °C’ da 2 ay depolanan örneklerde en yüksek maya-küf sayısı 4,74 log kob/mL ile 18 nolu örnekte, en düşük maya-küf sayısı ise 1,74 log kob/mL ile 17 nolu örnekte; 4 ay depolanan örneklerde en yüksek değer 3,76 log kob/mL ile 15 nolu örnekte, en düşük değer ise 1,65 log kob/mL ile 17 nolu örnekte belirlenmiştir. 20±2 °C’ da depolanan örneklerde ise 2. ay sonunda en yüksek sayım sonucu 2,19 log kob/mL ile 19 nolu örnekte, en düşük sayım sonucu ise örneklerin hemen hemen tümünde <1 log kob/mL olarak elde edilmiştir. 4. ay sonunda en yüksek değer 15 nolu örnekte 2,98 log kob/mL olarak saptanırken, en düşük değer 12, 14, 16 ve 18 nolu örneklerde <1 log kob/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

İç (2000) tarafından yapılan araştırmada hıyar turşuları fermentasyon sonunda 2, 4 ve 6 ay süresince depolanmış ve depolama sonuçlarına göre mayaların zaman içerisinde azaldığı ve etkinliklerini yitirdikleri sonucuna varılmıştır. Ulu (2001) hıyar turşularında yaptığı bir çalışmada ise 2, 4 ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda maya sayılarının azalmalarına rağmen tamamen yok olmadıklarını ifade etmiştir. Guillou *et al.* (1992) 21 ± 2 °C’ da hıyar turşularında yaptıkları bir çalışmada depolama sırasında salamuralarda 10^5 - 10^7 düzeyinde maya geliştiğini tespit etmişlerdir. İç vd. (1999) hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 6 aylık depolama süresince maya gelişmesinin olmadığını belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş hıyar turşusu (11 nolu örnek) örneğinde maya-küf sayısı 0. ayda 5,61 log kob/mL, 20 ± 2 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda <1 log kob/mL, 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 2,45 log kob/mL olarak saptanmıştır.

Deneme sonunda pastörize edilmemiş örneklerde depolama öncesi ve sonrasında elde edilen enterobakteri ve koliform sayım sonuçları <1 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Fleming *et al.* (1995) fermentasyonun başlangıcında 3,5 log kob/mL olarak belirledikleri enterobakteri sayısının fermentasyonun 5. gününe kadar azaldığını ve 5. günden sonra yapılan analizlerde belirleyemediklerini bildirmişlerdir.

Araştırmada incelenen turşu örneklerinin her birinin ayrı bir kavanoz olması ve fermentasyon tipi, sıcaklığı, üretim tarihleri göz önüne alındığında, 4 °C ve 20 ± 2 °C’ da depolanan örneklerin tüm pH, titrasyon asitliği, tuz miktarı ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarını kendi içlerinde karşılaştırdığımız zaman, depolama sonunda elde edilen değerler ile başlangıç değerleri arasında farklı sonuçların elde edilmiş olması kaçınılmazdır. Ancak; pastörize edilmiş ve edilmemiş turşuların raf ömrü süresince, 4 °C ve 20 ± 2 °C’ da depolanmasının kimyasal değerlerinde önemli değişikliklere yol açmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama süreci sonunda pastörize edilmemiş örneklerde belirlenen mikrobiyolojik sayım sonuçlarında ise depolama süresi ve sıcaklık farkına bağlı düzenli bir artış veya azalma olmadığı görülmüştür.

4.2.4 Ev yapımı turşu örneklerinin mikrobiyolojik sayım sonuçları

Ev yapımı turşu örneklerinde elde edilen mikrobiyolojik sayım sonuçları çizelge 4.8’ de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Ev yapımı turşu örneklerindeki mikrobiyolojik sayım sonuçları

Turşu tipleri	TMAB (log kob/mL)	LAB (log kob/mL)	Maya-küf (log kob/mL)	Koliform (log kob/mL)	Enterobakteri (log kob/mL)
E-1 (karışık)	7,63	7,48	7,10	<1	<1
E-2 (karışık)	5,34	5,30	3,01	<1	<1
E-3 (karışık)	8,42	8,38	7,76	<1	<1
E-4 (karışık)	7,37	7,30	2,20	<1	<1
E-5 (karışık)	5,88	5,75	5,28	<1	<1
E-6 (karışık)	2,88	2,48	2,61	<1	<1
E-7 (karışık)	6,41	6,37	6,35	<1	<1
E-8 (karışık)	2,78	2,51	<1	<1	<1
E-9 (karışık)	6,54	6,38	6,13	<1	<1
E-10 (karışık)	6,76	6,69	<1	<1	<1
E-11 (karışık)	2,35	<1	<1	<1	<1
E-12 (pazı kökü)	7,52	7,48	4,95	<1	<1
E-13 (domates)	5,43	5,30	4,73	<1	<1
E-14 (biber)	7,43	7,38	2,50	<1	<1
E-15 (hıyar)	6,41	6,39	5,20	<1	<1
E-16 (karışık)	6,86	5,79	6,54	<1	<1
E-17 (karışık)	6,38	6,10	6,05	<1	<1
E-18 (karışık)	7,46	7,43	6,84	<1	<1
E-19 (hıyar)	6,96	6,81	5,82	<1	<1
E-20 (karışık)	7,91	7,87	7,01	<1	<1

Ev yapımı turşu örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucu, en yüksek TMAB sayısı E-3 nolu örnekte 8,42 log kob/mL, en düşük TMAB sayısı E-11 nolu örnekte 2,35 log kob/mL olarak; en yüksek LAB sayısı E-3 nolu örnekte 8,38 log kob/mL, en düşük LAB sayısı E-11 nolu örnekte <1 log kob/mL olarak; en yüksek maya-küf sayısı E-3 nolu örnekte 7,76 log kob/mL, en düşük maya-küf sayısı ise E-8, E-10 ve E-11 nolu örnekte <1 log kob/mL olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

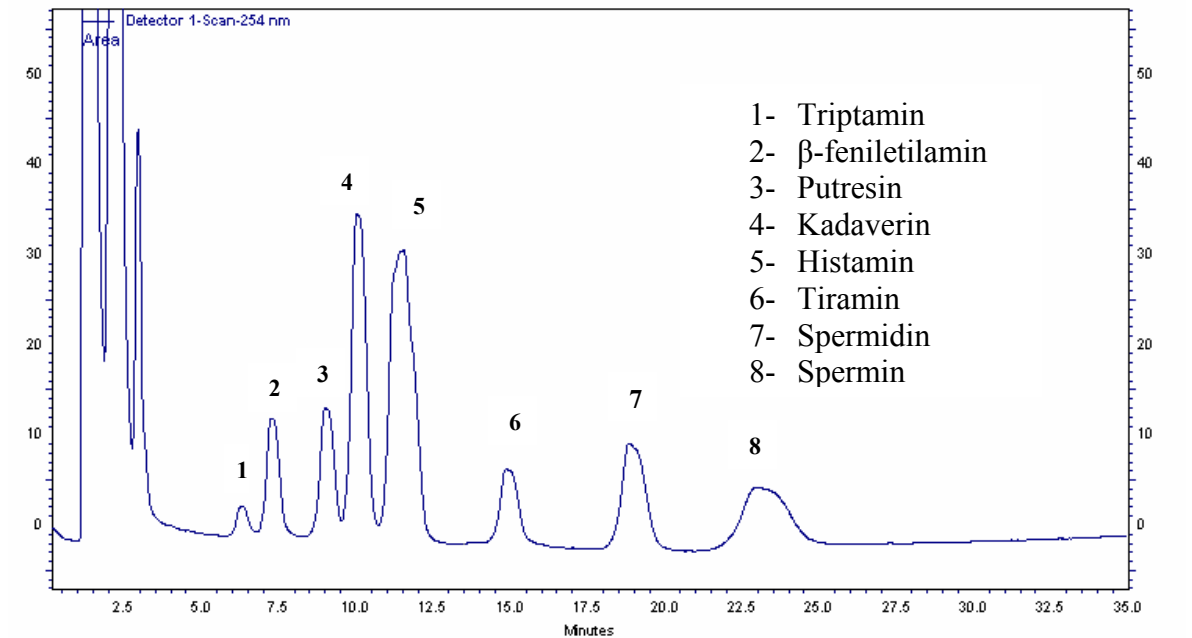
Örneklerdeki enterobakteri ve koliform sayıları <1 log kob/mL olarak saptanmıştır.

Ev yapımı turşu örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları ile pH, titrasyon asitliği ve tuz sonuçları karşılaştırıldığında aralarında düzenli bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak, E-3 nolu turşu örneğinde mikrobiyel sayım sonuçlarının yüksek çıkması durumu yüksek bir pH (6,03) ve düşük bir titrasyon asitliği (% 0,20) değerine sahip olması ile ilişkilendirilebilir.

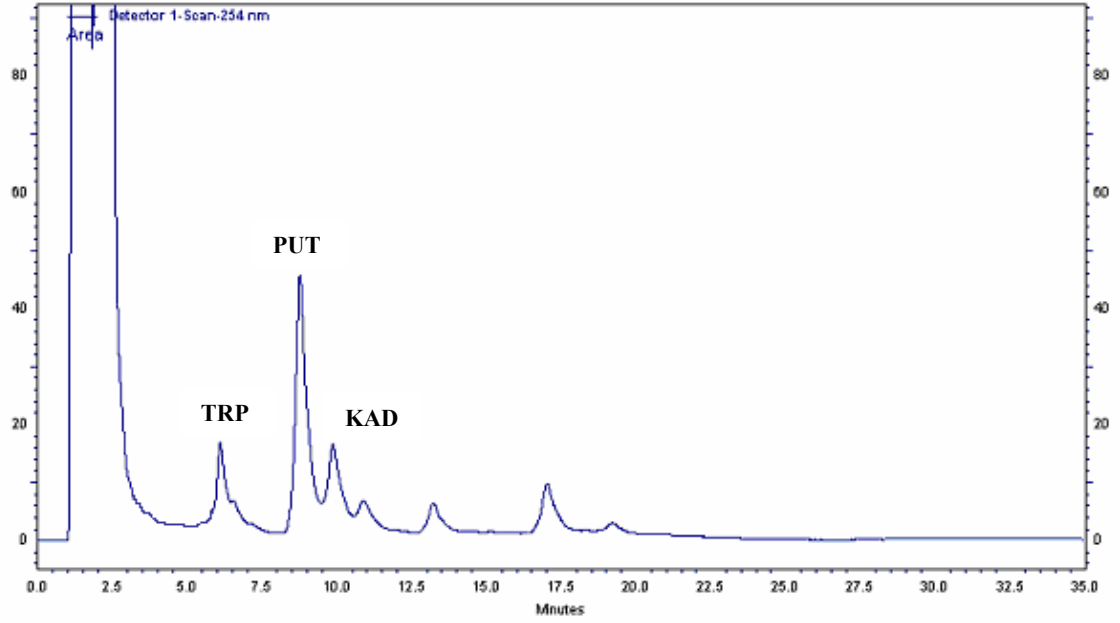
4.3 Biyojen Amin Analiz Sonuçları

İşletmelerde ticari olarak üretilmiş çeşitli tipteki turşu örnekleri ve geleneksel olarak üretilen ev yapımı turşu örneklerinde triptamin (TRP), feniletilamin (FEA), putresin (PUT), kadaverin (KAD), histamin (HIS), tiramin (TRA), spermidin (SPD) ve spermin (SPM) biyojen aminlerinin düzeyleri HPLC yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Denemede tüm biyojen aminler çok iyi bir şekilde ayrılmış olup Şekil 4.1' de biyojen aminlerin geliş zamanları ve sıralarını, Şekil 4.2' de ise bir turşu örneğindeki biyojen amin içeriklerini gösteren kromatogramlar verilmiştir.



Şekil 4.1 Standart biyojen aminlerin geliş sırası ve sürelerini gösteren kromatogram



Şekil 4.2 Turşu örneğindeki biyojen aminleri gösteren kromatogram

Tekrarlanabilirlik değeri standart çözeltilerin dört kez enjeksiyonu ile elde edilmiştir. Normalde bu değer her zaman %1' den düşük olmaktadır ve bizim sonuçlarımızda da bu değer altında bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan yöntemin doğruluğunun göstergesi olan ekstraksiyon yönteminin geri kazanım oranı % 91 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9' da eğim (slope), kesim (intercept), korelasyon katsayılarıyla (r) verilerin doğrusallığı gösterilmektedir.

Çizelge 4.9 Verilerin doğrusallığı

Biyojen amin	Eğim (Slope)	Kesim (İntercept)	Korelasyon katsayısı (r)
Triptamin	49897	38180	0,9996
β-feniletilamin	166452	-54390	0,9932
Putresin	135348	-19513	0,9973
Kadaverin	392337	-11007	0,9960
Histamin	623724	-1764,3	0,9976
Tiramin	133108	15575	0,9985
Spermidin	380122	-171806	0,9969
Spermin	311651	-134257	0,9970

Yapılan analizler sonucu biyojen aminlerin teşhis limitleri 0,045 mg/kg TRP, 0,05 mg/kg FEA, 0,015 mg/kg PUT, 0,01 mg/kg KAD, 0,015 mg/kg HIS, 0,02 mg/kg TRA, 0,05 mg/kg SPD ve 0,05 mg/kg SPM olarak saptanmıştır.

4.3.1 Ticari turşu örneklerinin biyojen amin miktarları

Çeşitli turşu örneklerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen triptamin miktarları çizelge 4.10 ve çizelge 4.11’ de verilmiştir.

Çizelge 4.10 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen triptamin miktarları

		TRİPTAMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	0,89	13,83	7,08	12,91	4,45
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,87	7,27	8,37	5,99	1,20
	3 (biber)	6,49	1,43	5,55	7,19	ND
	4 (mısır)	8,54	11,07	3,40	3,18	0,91
	5 (acı biber)	5,02	0,81	2,16	6,74	ND
	6 (kırmızı pancar)	19,51	14,56	12,54	17,47	0,64
	7 (kornişon)	5,74	4,83	5,52	7,41	ND
	8 (hıyar (şekerli))	1,07	3,27	2,67	6,74	ND
	9 (kapari)	ND	1,66	0,82	3,49	ND
	10 (biberiye)	4,09	5,18	4,17	2,90	1,24
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	2,48	4,77	6,18	7,17	10,54
	12 (havuç)	2,12	2,54	2,18	1,82	3,15
	13 (acur)	3,07	3,21	2,28	3,07	8,10
	14 (fasulye)	5,96	3,29	1,10	5,85	5,01
	15 (domates)	2,42	1,02	1,28	3,87	8,85
	16 (lahana)	4,78	2,70	0,80	3,93	6,20
	17 (karalahana)	5,24	1,78	0,57	4,43	3,06
	18 (biber dolma)	3,28	0,49	1,17	4,55	1,29
	19 (patlıcan dolması)	3,38	3,44	1,68	4,71	3,83
	20 (kelek)	1,69	4,19	3,89	1,11	3,80

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu saptanan değerler arasında en yüksek triptamin miktarı 6 nolu örnekte 19,51 mg/kg, en düşük triptamin miktarı 1 nolu örnekte 0,89 mg/kg olarak belirlenmiştir. 9 nolu örnekte triptamin teşhis edilmemiştir (Çizelge 4.10).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek triptamin miktarı 6 nolu örnekte 14,56 mg/kg, en düşük triptamin miktarı 18 nolu örnekte 0,49 mg/kg olarak bulunmuştur. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 12,54 mg/kg ile 6 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,57 mg/kg ile 17 nolu örnekte belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek triptamin miktarı 17,47 mg/kg olarak 6 nolu örnekte (kırmızı pancar), en düşük triptamin miktarı 1,11 mg/kg olarak 20 nolu örnekte (kelek) tespit edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 11 nolu örnekte (hıyar) 10,54 mg/kg olarak, en düşük miktar 6 nolu örnekte 0,64 mg/kg olarak belirlenmiştir. 3, 5, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde ise triptamine rastlanmamıştır (Çizelge 4.10).

Kalač *et al.* (1999), Çek ve Avusturyalı üreticilerin ürettiği, ev yapımı ve kavanozda salamurası ile sterilize edilen dört çeşit susuz lahana turşusundan 121 adet örnekle yaptıkları araştırmada, ortalama triptamin konsantrasyonunu Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 4,6 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 2,4 mg/kg, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize edilmiş örneklerde ise 7,2 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalač *et al.* (2000a) susuz lahana turşusunda biyojen aminlerin oluşumu üzerine laktik asit bakterilerinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 3 laboratuvar denemesi için, 3 beyaz lahana çeşidinden sauerkraut hazırlamışlardır. Başlangıçta 22 °C’ da 14 gün fermentasyona bırakılan ve daha sonra 5-6 °C’ da depolanan örnekleri 6. ay sonunda analiz etmişlerdir. Depolama süreci sonunda triptamin miktarlarının starter kullanılmayan kontrol örneklerinde 2,6-6,6 mg/kg, *Lactobacillus plantarum* suşu ilave edilen edilen örneklerde ise 1,6-13,2 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalač *et al.* (2000b) üç beyaz lahana çeşidini kullanarak kurdukları 4 farklı denemede turşuları 15 °C’ da 14 gün süreyle doğal fermentasyona bıraktıktan sonra 5-6 °C’ da depolamış ve 2., 4., 6. ve 12. ayların sonunda biyojen amin içeriklerini incelemişlerdir. Sauerkraut örneklerinden, 12 aylık depolama sonucunda yalnızca 3 nolu denemede triptamin (3,0 mg/kg) varlığına rastlamışlardır. Diğer aylarda triptamin teşhis edilememiştir.

Špička *et al.* (2002) hem doğal yolla hem de starter katarak ürettikleri susuz lahana turşularında biyojen amin oluşumunu izlemişlerdir. Altı adet kıyılmış beyaz lahana çeşidinin 22 °C’ da 14 gün süren başlangıç fermentasyonu ile hazırladıkları lahana turşularını, 5-6 °C’ da depolamış ve 6. ay sonunda analiz etmişlerdir. Sonuç olarak starter kültür olarak kullanılan *L. plantarum* suşu için en uygun dozun 5×10^5 kob/g olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada 6 aylık depolama sürecinin sonunda belirlenen triptamin miktarlarının kontrol örneklerinde 0-4,4 mg/kg düzeyinde olduğu, 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 0-4,6 mg/kg arasında değiştiği anlaşılmıştır.

Yücel vd. (2001) karışık turşu içinden seçtikleri ya da karışık turşudan ayrı olarak satılan lahana turşularını analiz etmiş ve triptamin miktarlarının 0-14,3 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki triptamin miktarları 0. ayda 4,78 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 2,70 mg/kg, 4 aylık depolama sürecinin sonunda 0,80 mg/kg olarak; pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda 5,24 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 1,78 mg/kg, 4. ayın sonunda ise 0,57 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) ticari olarak hazırlanan çeşitli sofralık zeytinlerin ve bazı turşu ürünlerinin biyojen amin içeriklerini HPLC yöntemini kullanarak araştırmışlar ve sofralık zeytin, kebere, kebere meyvesi ve hıyar turşularında toplam biyojen amin miktarının meyvenin her 1 kg’ ı için 60 mg’ dan daha az olduğu sonucuna varmışlardır. Piyasadan topladıkları hıyar turşusu örneklerinde biyojen amin konsantrasyonlarını düşük seviyelerde gözlemlerken, bu örneklerde triptamin varlığına rastlamadıklarını ifade etmişlerdir.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerindeki triptamin miktarları, sırasıyla, 0. ayda 1,87 mg/kg, 5,74 mg/kg, 1,07 mg/kg, 2,48 mg/kg; 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 7,27

mg/kg, 4,83 mg/kg, 3,27 mg/kg, 4,77 mg/kg; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 8,37 mg/kg, 5,52 mg/kg, 2,67 mg/kg, 6,18 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen triptamin miktarları

		TRİPTAMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	1,41	5,98	4,72	2,21	3,70
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	2,37	5,98	5,08	3,22	4,19
	3 (biber)	2,75	4,27	4,55	2,13	1,93
	4 (mısır)	ND	7,80	8,76	6,09	3,82
	5 (acı biber)	2,29	3,27	3,64	2,99	1,91
	6 (kırmızı pancar)	ND	14,93	19,01	12,55	15,77
	7 (kornişon)	7,14	6,92	7,09	5,60	2,39
	8 (hıyar (şekerli))	3,70	5,91	2,78	2,10	1,66
	9 (kapari)	ND	1,89	1,31	0,04	0,48
	10 (biberiye)	0,26	2,78	0,45	2,38	0,28
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	2,76	4,34	3,59	1,62	0,09
	12 (havuç)	3,09	2,45	3,82	2,12	1,11
	13 (acur)	5,23	5,04	5,53	2,07	5,12
	14 (fasulye)	0,60	5,01	0,79	1,40	0,51
	15 (domates)	2,30	2,32	2,11	2,10	0,31
	16 (lahana)	4,60	8,57	3,14	0,07	ND
	17 (karalahana)	0,05	2,62	0,63	0,53	1,81
	18 (biber dolma)	0,70	1,42	0,82	0,06	2,87
	19 (patlıcan dolması)	3,15	7,83	ND	3,61	5,78
	20 (kelek)	6,75	4,53	ND	3,93	6,37

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek triptamin miktarı 7 nolu örnekte 7,14 mg/L, en düşük triptamin miktarı 1 nolu örnekte 1,41 mg/L olarak belirlenmiştir. 4, 6 ve 9 nolu örneklerde triptamine rastlanmamıştır (Çizelge 4.11).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek triptamin miktarı 6 nolu örnekte 14,93 mg/L olarak, en düşük triptamin miktarı ise 18 nolu

örnekte 1,42 mg/L; 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 19,01 mg/L, en düşük miktar 10 nolu örnekte (biberiye) 0,45 mg/L olarak belirlenmiştir. 19 ve 20 nolu örneklerde triptamine rastlanmamıştır.

20±2 °C' da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek triptamin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 12,55 mg/L olarak, en düşük triptamin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 0,04 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 6 nolu örnekte 15,77 mg/L olarak, en düşük miktar 11 nolu örnekte (hıyar) 0,09 mg/L olarak saptanmış, 16 nolu örnekte (lahana) triptamin belirlenememiştir.

Kalač *et al.* (2000b) 6 çeşit sauerkraut örneğini 5-6 °C' da 6 ay süreyle depolamışlar ve bu sürenin sonunda örneklerin meyvelerinde ve salamuralarındaki biyojen amin miktarlarını belirlemişlerdir. Yapılan analizler sonucu triptamin konsantrasyonlarının teşhis limitlerinin altında olduğunu açıklamışlardır. Triptamin için teşhis limitini 1,3 mg/kg sauerkraut olarak belirlemişlerdir.

Kirschbaum *et al.* (2000) HPLC kullanarak yaptıkları bir çalışmalarında, Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğini incelemişler ve salamuralarındaki triptamin miktarlarının 0-99,6 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarındaki triptamin miktarları 0. ayda 4,60 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C' da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 8,57 mg/L, 4 aylık depolama sonunda ise 3,14 mg/L olarak saptanmıştır. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda 0,05 mg/L; 4 °C' da 2 aylık depolama sonucunda 2,62 mg/L; 4 aylık depolama sürecinin sonunda 0,63 mg/L olarak belirlenmiştir.

Literatür verilerine göre turşu örneklerinde triptamin miktarı için belirlenmiş bir toksik limit bulunmamaktadır.

Depolama süreci sonunda elde edilen feniletilamin miktarları çizelge 4.12 ve çizelge 4.13’ te verilmiştir.

Çizelge 4.12 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen feniletilamin miktarları

		FENİLETİLAMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	1,26	1,42	0,91	1,57	0,93
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,63	1,17	1,01	0,83	0,47
	3 (biber)	1,10	0,49	0,87	1,25	0,34
	4 (mısır)	1,02	1,70	0,57	1,15	0,45
	5 (acı biber)	1,22	0,44	0,61	1,38	ND
	6 (kırmızı pancar)	1,54	2,10	1,32	2,43	0,43
	7 (kornişon)	1,35	0,90	0,80	1,50	ND
	8 (hıyar (şekerli))	1,09	0,89	0,84	1,11	ND
	9 (kapari)	0,80	0,79	0,56	0,70	ND
	10 (biberiye)	0,89	0,82	0,70	0,60	0,48
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	0,63	1,11	0,85	0,92	2,16
	12 (havuç)	0,83	ND	0,69	0,76	1,42
	13 (acur)	1,16	1,35	0,51	1,14	1,38
	14 (fasulye)	1,22	1,30	0,54	0,91	0,90
	15 (domates)	0,69	0,78	0,50	1,12	1,05
	16 (lahana)	1,16	1,22	0,43	1,00	1,12
	17 (karalahana)	1,13	0,99	0,44	0,72	1,31
	18 (biber dolma)	0,79	0,62	0,47	1,45	0,96
	19 (patlıcan dolması)	0,68	0,91	0,49	0,93	0,94
	20 (kelek)	0,71	1,44	0,43	0,81	1,56

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek feniletilamin miktarı 2 nolu örnekte 1,63 mg/kg, en düşük feniletilamin miktarı 11 nolu örnekte 0,63 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek feniletilamin miktarı 6 nolu örnekte 2,10 mg/kg, en düşük feniletilamin miktarı 5 nolu örnekte 0,44 mg/kg olarak bulunmuştur. 12 nolu örnekte feniletilamine rastlanmamıştır. 4 aylık örneklerdeki

en yüksek miktar 1,32 mg/kg ile 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) belirlenirken, en düşük miktar 0,43 mg/kg ile 20 nolu örnekte (kelek) belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek feniletilamin miktarı 6 nolu örnekte 2,43 mg/kg, en düşük feniletilamin miktarı 10 nolu örnekte (biberiye) 0,60 mg/kg olarak teşhis edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 11 nolu örnekte (hıyar) 2,16 mg/kg, en düşük miktar 3 nolu örnekte (biber) 0,34 mg/kg olarak belirlenirken, 5, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde feniletilamine rastlanmamıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen feniletilamin miktarları

		FENİLETİLAMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	0,89	0,54	0,74	0,55	0,97
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,01	0,83	0,76	0,63	0,55
	3 (biber)	0,64	0,70	0,72	0,55	0,53
	4 (mısır)	2,66	0,97	1,04	0,84	1,30
	5 (acı biber)	0,59	0,63	0,66	0,68	1,27
	6 (kırmızı pancar)	5,69	1,50	1,81	1,32	2,14
	7 (kornişon)	1,36	0,90	0,92	0,80	1,27
	8 (hıyar (şekerli))	1,00	0,83	0,59	0,46	0,84
	9 (kapari)	0,87	0,55	0,48	0,44	0,54
	10 (biberiye)	0,60	0,59	0,57	0,53	0,67
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	0,88	1,82	1,42	0,63	0,55
	12 (havuç)	0,62	0,57	0,71	1,13	0,45
	13 (acur)	1,07	0,67	0,80	0,46	0,94
	14 (fasulye)	0,46	1,26	0,50	0,50	0,44
	15 (domates)	0,72	0,91	0,54	0,87	0,60
	16 (lahana)	1,15	1,53	0,62	0,48	0,36
	17 (karalahana)	0,57	ND	0,43	0,55	1,10
	18 (biber dolma)	0,55	ND	0,45	0,62	0,60
	19 (patlıcan dolması)	0,82	ND	0,35	0,60	0,82
	20 (kelek)	2,04	ND	ND	0,60	0,54

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek feniletilamin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 5,69 mg/L, en düşük feniletilamin miktarı 14 nolu örnekte (fasulye) 0,46 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek feniletilamin miktarı 11 nolu örnekte (hıyar) 1,82 mg/L olarak, en düşük feniletilamin miktarı ise 1 nolu örnekte (karışık) 0,54 mg/L olarak saptanmıştır. 17, 18, 19 ve 20 nolu örneklerde feniletilamine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 6 nolu örnekte 1,81 mg/L, en düşük miktar 19 nolu örnekte (patlıcan dolması) 0,35 mg/L olarak belirlenirken 20 nolu örnekte (kelek) feniletilamine rastlanmamıştır.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek feniletilamin miktarı 6 nolu örnekte 1,32 mg/L olarak, en düşük feniletilamin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 0,44 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 6 nolu örnekte 2,14 mg/L olarak, en düşük miktar 16 nolu örnekte (lahana) 0,36 mg/L olarak saptanmıştır.

Kirschbaum *et al.* (2000) HPLC kullanarak yaptıkları çalışmalarında Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize edilmiş lahana turşusu örneğini incelemişler ve salamuralarındaki feniletilamin miktarlarının 0-50,8 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Depolama öncesi yapılan analizler sonucunda feniletilamin miktarı pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamurasında 1,15 mg/L, pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamurasında ise 0,57 mg/L olarak saptanmıştır. Lahana turşusu örneklerinin salamuralarında belirlenen feniletilamin miktarlarının Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından belirlenen sonuçlarla benzer olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; turşuların meyvelerinde ve salamuralarında tespit edilen feniletilamin miktarları toksik doz limitinden (30 mg/kg 2-feniletilamin (Nout 1994)) düşük

bulunmuştur. Lahana turşularının içerdiği feniletilamin düzeylerinin ise iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (5 mg/kg FEA (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük değerler olduğu anlaşılmaktadır.

Depolama süreci sonunda belirlenen putresin miktarları çizelge 4.14 ve çizelge 4.15’ te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen putresin miktarları

		PUTRESİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	0,20	7,39	8,99	5,30	5,97
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	0,17	13,66	12,73	0,16	15,02
	3 (biber)	0,41	3,00	14,18	0,70	ND
	4 (mısır)	0,21	0,67	0,89	0,19	4,12
	5 (acı biber)	ND	1,87	5,19	0,29	0,87
	6 (kırmızı pancar)	0,28	0,33	0,52	0,42	0,22
	7 (kornişon)	0,16	1,10	0,94	0,66	0,35
	8 (hıyar (şekerli))	0,26	0,75	1,01	1,07	0,20
	9 (kapari)	0,17	2,56	2,34	3,32	0,52
	10 (biberiye)	0,39	8,71	7,97	4,11	2,90
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	0,23	9,29	17,76	31,72	21,49
	12 (havuç)	0,17	1,22	2,29	2,57	2,70
	13 (acur)	0,18	2,94	4,48	6,01	4,36
	14 (fasulye)	0,22	1,10	1,86	1,99	1,83
	15 (domates)	0,18	2,49	3,46	4,88	4,68
	16 (lahana)	0,16	4,69	4,85	10,54	9,47
	17 (karalahana)	ND	4,36	9,38	15,03	13,81
	18 (biber dolma)	0,19	4,35	8,60	8,54	9,04
	19 (patlıcan dolması)	0,18	1,49	2,98	5,60	6,60
	20 (kelek)	0,21	15,45	23,88	25,20	28,57

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek putresin miktarı 3 nolu örnekte 0,41 mg/kg, en düşük putresin miktarı 16 nolu örnekte 0,16 mg/kg olarak belirlenmiştir. 5 ve 17 nolu örneklerde putresine rastlanmamıştır (Çizelge 4.14).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek putresin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 15,45 mg/kg, en düşük putresin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,33 mg/kg olarak bulunmuştur. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 23,88 mg/kg ile 20 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,52 mg/kg ile 6 nolu örnekte belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek putresin miktarı 11 nolu örnekte (hıyar) 31,72 mg/kg, en düşük putresin miktarı 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 0,16 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte (kelek) 28,57 mg/kg, en düşük miktar 8 nolu örnekte (hıyar (şekerli)) 0,20 mg/kg olarak belirlenirken, 3 nolu örnekte (biber) putresine rastlanmamıştır.

Kalač *et al.* (1999) sauerkrautlardaki ortalama putresin konsantrasyonlarını Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 181 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 179 mg/kg, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize edilmiş örneklerde ise 132 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalač *et al.* (2000a) fermentasyon sonrası 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde, putresin miktarlarının kontrol örneklerinde 265-446 mg/kg, *L. plantarum* inoküle edilen örneklerde 4,0-12,5 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkrautlardaki putresin miktarlarını 2. ayda 0-116 mg/kg, 4. ayda 41,1-208 mg/kg, 6. ayda 43,4-233 mg/kg, 12. ayda 63,7-216 mg/kg olarak belirlemişler, ancak 2. aydan sonra belirlenen putresin konsantrasyonlarını değerlendirmenin dışında tutmuşlardır. Fakat değerlendirme açısından depolama sürecinin önemli olabileceği sonucuna varmışlardır. Belirlenen biyogen aminler içerisinde en yüksek konsantrasyona sahip üç biyogen aminden birinin putresin olduğunu açıklamışlardır (tiramin > putresin > kadaverin).

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda putresin miktarlarının kontrol örneklerinde 46,2-368 mg/kg, 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 46,7-395 mg/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında putresin miktarlarının 6,84-21,5 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki putresin miktarları 0. ayda 0,16 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 4,69 mg/kg, 4 aylık depolama sürecinde 4,85 mg/kg olarak saptanmıştır. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda putresine rastlanmamıştır. Ancak 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 4,36 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 9,38 mg/kg olarak teşhis edilmiştir. Buna göre lahana turşularında belirlenen putresin değerlerinin diğer araştırmalarda verilen değerlere kıyasla daha düşük miktarlarda olduğu görülmektedir.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) piyasadan topladıkları hıyar turşusu örneklerindeki ortalama putresin miktarını 4,5 mg/kg olarak bulmuşlardır.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerinde 0. ayda belirlenen putresin miktarları, sırasıyla, 0,17 mg/kg, 0,16 mg/kg, 0,26 mg/kg, 0,23 mg/kg; 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 13,66 mg/kg, 1,10 mg/kg, 0,75 mg/kg, 9,29 mg/kg; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 12,73 mg/kg, 0,94 mg/kg, 1,01 mg/kg, 17,76 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Turşu örneklerinin meyvelerinde saptanan putresin miktarlarının toksik limitler bakımından 396 mg/kg putresin (Stratton *et al.* 1991) olarak belirlenen BAI düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca lahana turşularındaki putresin konsantrasyonlarının iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum

miktardan (50 mg/kg PUT (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük değerler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen putresin miktarları

		PUTRESİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	0,22	14,30	17,67	8,58	13,51
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	0,15	36,68	25,76	30,88	33,09
	3 (biber)	0,39	18,08	25,80	14,73	10,61
	4 (mısır)	0,22	0,30	1,72	2,54	2,15
	5 (acı biber)	0,33	8,97	10,12	10,60	8,18
	6 (kırmızı pancar)	0,24	0,52	0,59	0,79	0,57
	7 (kornişon)	0,32	2,16	2,10	1,78	1,75
	8 (hıyar (şekerli))	0,35	1,67	1,26	1,91	1,58
	9 (kapari)	0,26	3,61	2,96	3,41	2,42
	10 (biberiye)	0,41	15,50	19,86	19,81	14,20
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	0,16	24,71	29,68	4,75	26,02
	12 (havuç)	0,17	2,72	4,56	32,99	3,98
	13 (acur)	0,22	5,75	6,83	6,88	8,69
	14 (fasulye)	0,16	ND	2,91	3,08	4,28
	15 (domates)	0,16	2,08	5,83	6,96	5,01
	16 (lahana)	0,17	2,58	5,62	11,43	3,05
	17 (karalahana)	ND	1,76	3,11	17,47	27,94
	18 (biber dolma)	0,18	1,46	4,69	12,89	17,13
	19 (patlıcan dolması)	0,16	0,68	0,18	9,72	14,59
	20 (kelek)	0,27	1,32	0,39	46,75	59,09

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek putresin miktarı 10 nolu örnekte 0,41 mg/L, en düşük putresin miktarı 2 nolu örnekte 0,15 mg/L olarak belirlenmiştir. 17 nolu örnekte putresine rastlanmamıştır (Çizelge 4.15).

4 °C' da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek putresin miktarı 2 nolu örnekte 36,68 mg/L olarak, en düşük putresin miktarı ise 4 nolu örnekte 0,30

mg/L olarak teşhis edilmiştir. 14 nolu örnekte (fasulye) putresine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 11 nolu örnekte (hıyar) 29,68 mg/L, en düşük miktar 19 nolu örnekte (patlıcan dolması) 0,18 mg/L olarak belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek putresin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 46,75 mg/L olarak, en düşük putresin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,79 mg/L olarak tespit edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte 59,09 mg/L olarak, en düşük miktar 6 nolu örnekte 0,57 mg/L olarak saptanmıştır.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda putresin miktarlarının sauerkraut örneklerinin meyvelerinde 21,9-260 mg/kg, salamuralarında ise 32,1-240 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarındaki putresin miktarlarının 83,5-366 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarındaki putresin miktarları 0. ayda 0,17 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 2,58 mg/L; 4 aylık depolama sonunda ise 5,62 mg/L olarak saptanmıştır. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda putresine rastlanmamıştır. 4 °C’ da 2 aylık depolama sonucunda 1,76 mg/L; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 3,11 mg/L olarak belirlenmiştir. Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla kıyaslandığında lahana turşularının salamuralarında belirlenen putresin değerlerinin daha düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Benzer şekilde; turşu örneklerinin salamuralarında belirlenen putresin miktarları toksik limitler bakımından 396 mg/kg putresin (Stratton *et al.* 1991) olarak açıklanan BAI düzeyinin altında bulunmuştur. Ayrıca, lahana turşusu örneklerindeki putresin

miktarlarının, iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (50 mg/kg PUT (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük olduğu anlaşılmıştır.

Depolama süreci sonunda belirlenen kadaverin miktarları çizelge 4.16 ve çizelge 4.17’ de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen kadaverin miktarları

		KADAVERİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	1,40	0,22	0,63	0,69	0,65
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	4,36	0,54	1,40	4,36	1,37
	3 (biber)	3,05	0,15	5,44	3,56	ND
	4 (mısır)	0,36	0,08	0,12	0,18	0,37
	5 (acı biber)	1,71	0,15	0,77	1,59	0,09
	6 (kırmızı pancar)	0,22	0,06	0,14	0,03	0,04
	7 (kornişon)	0,32	0,07	0,07	0,20	0,05
	8 (hıyar (şekerli))	0,20	0,07	0,19	0,15	0,04
	9 (kapari)	0,07	0,09	0,22	0,06	0,06
	10 (biberiye)	2,53	0,35	0,88	0,22	0,60
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	2,42	0,22	1,66	1,98	1,46
	12 (havuç)	0,54	0,12	0,22	0,18	0,21
	13 (acur)	1,18	0,39	1,05	1,02	0,68
	14 (fasulye)	0,64	0,11	0,15	0,12	0,21
	15 (domates)	2,39	0,31	0,86	0,93	0,75
	16 (lahana)	1,38	0,06	0,18	0,79	0,52
	17 (karalahana)	2,83	0,11	0,91	1,23	0,88
	18 (biber dolma)	2,36	0,43	2,05	1,57	1,26
	19 (patlıcan dolması)	0,53	0,34	0,15	0,59	0,53
	20 (kelek)	2,96	2,34	1,26	2,14	1,60

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek kadaverin miktarı 2 nolu örnekte 4,36 mg/kg, en düşük kadaverin miktarı 9 nolu örnekte 0,07 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek kadaverin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 2,34 mg/kg, en düşük kadaverin miktarı 16 nolu örnekte 0,06 mg/kg olarak bulunmuştur. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 5,44 mg/kg ile 3 nolu örnekte (biber), en düşük miktar 0,07 mg/kg ile 7 nolu örnekte (kornişon) belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek kadaverin miktarı 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 4,36 mg/kg, en düşük kadaverin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,03 mg/kg olarak teşhis edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte (kelek) 1,60 mg/kg, en düşük miktar 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,04 mg/kg olarak belirlenirken, 3 nolu örnekte (biber) kadaverine rastlanmamıştır.

Kalač *et al.* (1999) sauerkrautlardaki ortalama kadaverin konsantrasyonlarını Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 64,8 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 43,4 mg/kg, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize örneklerde ise 45,5 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalač *et al.* (2000a) fermentasyon sonrası 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde kadaverin miktarlarının kontrol örneklerinde 59,4-122 mg/kg, *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde 4,7-11,8 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkrautlardaki kadaverin miktarlarını 2. ayda 1,5-28,2 mg/kg, 4. ayda 5,5-55,0 mg/kg, 6. ayda 12,4-53,3 mg/kg, 12. ayda 13,4-75,9 mg/kg arasında bulmuşlardır. Belirlenen biyojen aminler içerisinde kadaverinin en yüksek konsantrasyona sahip üç biyojen aminden biri olduğunu açıklamışlardır (tiramin > putresin > kadaverin).

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda kadaverin miktarlarının kontrol örneklerinde 18,6-42,9

mg/kg, 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 1,6-22,2 mg/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında kadaverin miktarlarının 0-12,1 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki kadaverin miktarları 0. ayda 1,38 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonunda 0,06 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 0,18 mg/kg; pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda 2,83 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,11 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 0,91 mg/kg olarak saptanmıştır. Lahana turşularında belirlenen kadaverin konsantrasyonlarının düşük miktarlarda olduğu görülmektedir.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) piyasadan topladıkları hıyar turşusu örneklerinde yaptıkları analizler sonucunda kadaverin varlığına rastlamamışlardır.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerindeki kadaverin miktarları, sırasıyla, 0. ayda 4,36 mg/kg, 0,32 mg/kg, 0,20 mg/kg, 2,42 mg/kg; 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,54 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,22 mg/kg; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 1,40 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,19 mg/kg, 1,66 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, kadaverin miktarları için belirlenen toksik bir limit olmamakla birlikte, lahana turşularının meyvelerinde saptanan kadaverin miktarları iyi kalitedeki sauerkraut için belirlenen maksimum değerden (25 mg/kg KAD (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.17 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen kadaverin miktarları

		KADAVERİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	2,38	1,06	0,98	0,34	1,66
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	3,88	2,05	2,80	1,00	0,93
	3 (biber)	2,40	1,95	1,44	2,18	1,68
	4 (mısır)	0,41	0,60	0,20	0,28	0,47
	5 (acı biber)	2,12	0,17	0,96	0,93	1,51
	6 (kırmızı pancar)	0,18	0,20	0,09	0,08	0,06
	7 (kornişon)	0,75	0,22	0,04	0,11	0,17
	8 (hıyar (şekerli))	0,52	0,26	0,15	0,27	0,15
	9 (kapari)	0,07	0,15	0,05	0,08	0,81
Pastörize edilmemiş (salamura)	10 (biberiye)	2,31	0,66	2,01	2,08	2,45
	11 (hıyar)	5,41	1,16	2,95	0,57	3,66
	12 (havuç)	0,71	0,25	0,33	3,32	0,49
	13 (acur)	2,71	1,04	1,36	1,43	1,18
	14 (fasulye)	0,66	0,74	0,17	0,29	0,22
	15 (domates)	0,81	0,70	1,71	1,70	0,79
	16 (lahana)	2,56	ND	0,16	1,26	0,28
	17 (karalahana)	1,13	ND	0,30	1,98	2,25
	18 (biber dolma)	3,53	ND	0,46	3,42	2,93
	19 (patlıcan dolması)	1,75	ND	0,03	1,34	1,42
	20 (kelek)	18,47	ND	0,05	5,58	4,51

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek kadaverin miktarı 20 nolu örnekte 18,47 mg/L, en düşük kadaverin miktarı 9 nolu örnekte 0,07 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek kadaverin miktarı 2 nolu örnekte 2,05 mg/L olarak, en düşük kadaverin miktarı ise 9 nolu örnekte 0,15 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 16, 17, 18, 19 ve 20 nolu örneklerde kadaverine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 11 nolu örnekte 2,95 mg/L, en düşük miktar 19 nolu örnekte 0,03 mg/L olarak bulunmuştur.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek kadaverin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 5,58 mg/L olarak, en düşük kadaverin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 0,08 mg/L olarak tespit edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte 4,51 mg/L olarak, en düşük miktar 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,06 mg/L olarak saptanmıştır.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda kadaverin miktarlarının sauerkraut örneklerinin meyvelerinde 12,4-59,6 mg/kg, salamuralarında ise 16,5-57,0 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarındaki kadaverin miktarlarının 0-59,4 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarındaki kadaverin miktarları 0. ayda 2,56 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda kadaverine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sonunda ise 0,16 mg/L olarak teşhis edilmiştir. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda 1,13 mg/L olarak tespit edilirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonunda kadaverine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 0,30 mg/L olarak saptanmıştır. Lahana turşularının salamuralarında belirlenen kadaverin konsantrasyonları düşük miktarlar olmakla birlikte, bu değerler Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından belirlenen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Diğer yandan; lahana turşularının salamuralarında saptanan kadaverin miktarlarının iyi kalitedeki sauerkraut için belirlenen maksimum (25 mg/kg KAD (Künsch *et al.* 1989)) değerden daha düşük olduğu anlaşılmıştır.

Depolama süreci sonunda belirlenen histamin miktarları çizelge 4.18 ve çizelge 4.19’ da verilmiştir.

Çizelge 4.18 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen histamin miktarları

		HİSTAMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	0,12	0,17	0,97	0,13	0,15
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	0,87	0,27	0,28	2,70	0,36
	3 (biber)	1,57	0,07	ND	0,95	ND
	4 (mısır)	0,11	ND	ND	0,05	ND
	5 (acı biber)	0,09	0,03	0,07	0,84	ND
	6 (kırmızı pancar)	0,05	0,05	ND	0,88	ND
	7 (kornişon)	0,03	0,03	ND	0,13	ND
	8 (hıyar (şekerli))	0,07	0,07	ND	0,14	ND
	9 (kapari)	ND	ND	ND	ND	ND
	10 (biberiye)	0,40	0,19	0,07	ND	0,06
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	0,33	0,06	0,22	0,30	1,28
	12 (havuç)	0,09	ND	0,06	0,06	0,07
	13 (acur)	0,52	0,09	0,23	0,11	0,09
	14 (fasulye)	0,24	0,09	0,10	0,12	0,15
	15 (domates)	1,36	0,07	0,24	0,20	0,22
	16 (lahana)	0,15	0,11	0,26	0,19	0,21
	17 (karalahana)	0,35	0,04	0,21	0,23	0,19
	18 (biber dolma)	0,88	0,23	0,46	0,17	0,14
	19 (patlıcan dolması)	0,16	0,18	0,34	0,28	0,33
	20 (kelek)	0,30	0,16	0,42	0,29	0,23

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek histamin miktarı 3 nolu örnekte 1,57 mg/kg , en düşük histamin miktarı 7 nolu örnekte 0,03 mg/kg olarak belirlenirken 9 nolu örnekte histamine rastlanmamıştır (Çizelge 4.18).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek histamin miktarı 2 nolu örnekte 0,27 mg/kg, en düşük histamin miktarı 5 ve 7 nolu örneklerde 0,03 mg/kg olarak bulunmuştur. 4, 9 ve 12 nolu örneklerde histamine rastlanmamıştır. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 0,97 mg/kg ile 1 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,06 mg/kg ile 12 nolu örnekte belirlenmiştir. 3, 4, 6, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde histamin saptanmamıştır.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek histamin miktarı 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 2,70 mg/kg, en düşük histamin miktarı 4 nolu örnekte (mısır) 0,05 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 9 (kapari) ve 10 (biberiye) nolu örneklerde histamine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 11 nolu örnekte (hıyar) 1,28 mg/kg, en düşük miktar 10 nolu örnekte 0,06 mg/kg olarak belirlenmiştir. 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde histamin varlığına rastlanmamıştır.

Kalač *et al.* (1999) sauerkrautlardaki ortalama histamin konsantrasyonunu Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 12,1 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 2,1 mg/kg, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize edilmiş örneklerde ise 4,9 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalač *et al.* (2000a) fermentasyon sonunda 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde, histamin miktarlarının kontrol örneklerinde 1,0-4,8 mg/kg, *L. plantarum* ile inoküle edilen örneklerde 1,1-2,0 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkraut örneklerinde histamine rastlamamışlardır.

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda kontrol örneklerinde ve starter olarak *L. plantarum* suşu kullanılmış olan örneklerde histamin bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında histamin miktarlarının 0-10,9 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki histamin miktarları 0. ayda 0,15 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 0,11 mg/kg, 4 aylık

depolama sürecinde 0,26 mg/kg; pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde (17 nolu örnek) 0. ayda 0,35 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,04 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 0,21 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Lahana turşularında belirlenen histamin konsantrasyonlarının Kalač *et al.* (2000a), Kalač *et al.* (1999) tarafından açıklanan sonuçlardan daha düşük olduğu gözlenirken Yücel vd. (2001) tarafından belirlenen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) piyasadan topladıkları hıyar turşusu örneklerinin hiçbirinde histamin belirleyemediklerini ifade etmişlerdir.

Ekici ve Coşkun (2004) Van ilindeki marketlerden toplanan 50 adet sebze turşusu örneğinde (28 adet karışık, 6 adet kırmızı biber ve 7 adet hıyar turşusu) histamin içeriğini fluorometrik yöntemle araştırmışlardır. Histamin seviyelerini, hıyar turşusu örneklerinde 26,66-44,72 mg/kg (ortalama 34,73 mg/kg), karışık turşularda ise 16,54-57,89 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerinde belirlenen histamin miktarları 0. ayda, sırasıyla, 0,87 mg/kg, 0,03 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,33 mg/kg; 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,27 mg/kg, 0,03 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,06 mg/kg olarak belirlenmiştir. Histamin miktarı 4 aylık depolama sürecinin sonunda 2 nolu örnekte 0,28 mg/kg olarak saptanırken, 7 ve 8 nolu örneklerde histamine rastlanmamıştır. 11 nolu örnekte ise 0,22 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Hıyar turşusu örneklerindeki histamin konsantrasyonları Ekici ve Coşkun (2004) tarafından belirlenen değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Depolama öncesi yapılan analizler sonucu pastörize karışık turşu örneğinin (1 nolu örnek) meyvelerindeki histamin miktarları 0. ayda 0,12 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 0,17 mg/kg, 4 aylık depolama sürecinde 0,97 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu miktarların Ekici ve Coşkun (2004) tarafından belirlenen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, turşu örneklerinin meyvelerinde saptanan histamin miktarlarının toksik limitler bakımından 50-100 mg/kg histamin (Nout 1994) olarak belirlenen BAI düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca lahana turşularındaki histamin konsantrasyonlarının iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (10 mg/kg HIS (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük değerler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen histamin miktarları

		HİSTAMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	0,21	0,62	0,55	0,19	0,39
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	0,77	0,84	0,32	0,59	0,63
	3 (biber)	0,40	0,12	ND	0,10	0,51
	4 (mısır)	0,08	0,16	ND	ND	0,03
	5 (acı biber)	0,13	0,13	0,09	0,10	0,11
	6 (kırmızı pancar)	0,04	ND	ND	0,03	0,03
	7 (kornişon)	0,06	ND	ND	ND	ND
	8 (hıyar (şekerli))	0,14	ND	ND	ND	0,04
	9 (kapari)	0,03	ND	ND	ND	ND
	10 (biberiye)	0,29	0,22	0,20	0,25	1,13
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	0,63	0,22	0,39	0,13	0,95
	12 (havuç)	0,07	0,08	0,13	0,42	0,23
	13 (acur)	1,07	0,59	0,22	0,20	0,06
	14 (fasulye)	0,18	0,27	0,20	0,20	0,25
	15 (domates)	0,35	0,49	0,31	0,43	0,15
	16 (lahana)	0,41	0,09	0,41	0,24	0,15
	17 (karalahana)	0,20	0,06	0,08	0,36	0,33
	18 (biber dolma)	1,39	0,05	0,12	0,73	0,24
	19 (patlıcan dolması)	0,63	0,07	ND	0,52	0,60
	20 (kelek)	1,99	0,03	ND	0,65	0,60

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek histamin miktarı 20 nolu örnekte 1,99 mg/L, en düşük histamin miktarı 9 nolu örnekte 0,03 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek histamin miktarı 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 0,84 mg/L olarak, en düşük histamin miktarı ise 18 nolu örnekte (biber dolma) 0,05 mg/L olarak tespit edilmiştir. 6, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde histamine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 1 nolu örnekte (karışık) 0,55 mg/L, en düşük miktar 17 nolu örnekte (karalahana) 0,08 mg/L olarak belirlenirken, 8 adet örnekte (3, 4, 6, 7, 8, 9, 19 ve 20 nolu örnekler) histamin varlığına rastlanmamıştır.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek histamin miktarı 18 nolu örnekte (biber dolma) 0,73 mg/L olarak, en düşük histamin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,03 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 4, 7, 8 ve 9 nolu örneklerde histamine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 10 nolu örnekte (biberiye) 1,13 mg/L olarak, en düşük miktar 4 (mısır) ve 6 nolu örneklerde 0,03 mg/L olarak saptanmış, 7 ve 9 nolu örneklerde histamin belirlenememiştir.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda sauerkraut örneklerinin meyvelerinde ve salamuralarında yapılan analizler sonucu histamin konsantrasyonlarının teşhis limitlerinin altında olduğunu açıklamışlardır. Histamin için belirlenen teşhis limiti 2,1 mg/kg sauerkraut olarak verilmiştir.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarındaki histamin miktarlarının 38,6-83,7 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarındaki histamin miktarları 0. ayda 0,41 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,09 mg/L; 4 aylık depolama sonunda ise 0,41 mg/L olarak teşhis edilmiştir. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda 0,20 mg/L olarak saptanırken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonucunda 0,06 mg/L; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 0,08 mg/L olarak

belirlenmiştir. Lahana turşularının salamuralarında belirlenen histamin miktarları Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından belirlenen sonuçların altında bulunmuştur.

Benzer şekilde; turşuların salamuralarında saptanan histamin miktarlarının toksik limitler bakımından 50-100 mg/kg histamin (Nout 1994) olarak belirlenen BAI düzeyinin altında olduğu görülmektedir. Ayrıca lahana turşularındaki histamin miktarları Künsch *et al.* (1989) tarafından iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (10 mg/kg HIS) daha düşük bulunmuştur.

Depolama süreci sonunda belirlenen tiramin miktarları çizelge 4.20 ve çizelge 4.21’ de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen tiramin miktarları

		TİRAMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	0,96	1,56	2,08	3,20	0,73
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	2,73	2,70	3,17	0,66	1,86
	3 (biber)	1,57	0,12	0,18	4,56	0,17
	4 (mısır)	1,13	0,27	0,09	0,64	0,86
	5 (acı biber)	1,08	ND	1,96	1,93	ND
	6 (kırmızı pancar)	1,13	0,03	0,63	2,23	ND
	7 (kornişon)	1,23	ND	0,66	0,97	0,43
	8 (hıyar (şekerli))	0,79	ND	0,27	ND	0,39
	9 (kapari)	1,27	9,81	7,21	9,37	0,55
	10 (biberiye)	1,10	3,29	2,20	2,03	1,33
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	0,50	0,64	2,23	4,98	1,99
	12 (havuç)	1,42	0,99	0,37	0,57	0,78
	13 (acur)	1,54	1,51	1,16	2,69	1,11
	14 (fasulye)	1,83	1,20	0,21	0,75	0,62
	15 (domates)	1,79	1,02	1,70	2,88	1,89
	16 (lahana)	1,33	1,65	0,88	2,12	0,55
	17 (karalahana)	1,91	1,14	1,73	2,93	2,28
	18 (biber dolma)	1,43	0,76	2,56	3,07	1,74
	19 (patlıcan dolması)	0,61	0,85	1,04	1,51	1,21
	20 (kelek)	0,38	1,33	5,57	4,78	3,90

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek tiramin miktarı 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 2,73 mg/kg, en düşük tiramin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 0,38 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek tiramin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 9,81 mg/kg, en düşük tiramin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,03 mg/kg olarak bulunmuştur. 5, 7 ve 8 nolu örneklerde tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 7,21 mg/kg ile 9 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,09 mg/kg ile 4 nolu örnekte (mısır) belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek tiramin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 9,37 mg/kg, en düşük tiramin miktarı 12 nolu örnekte (havuç) 0,57 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 8 nolu örnekte (hıyar (şekerli)) tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte (kelek) 3,90 mg/kg, en düşük miktar 3 nolu örnekte (biber) 0,17 mg/kg olarak belirlenirken 5 (acı biber) ve 6 (kırmızı pancar) nolu örneklerde tiramin varlığına rastlanmamıştır.

Kalać *et al.* (1999) ortalama tiramin konsantrasyonunu Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 235 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 130 mg/kg, yine çek üreticilerinden sağlanan pastörize örneklerde ise 134 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalać *et al.* (2000a) fermentasyon sonunda 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde tiramin miktarlarının kontrol örneklerinde 84,3-212 mg/kg, *L. plantarum* inoküle edilen örneklerde 31,6-95,7 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalać *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkrautlarda biyojen amin içeriklerini incelemiş ve en yüksek konsantrasyona sahip biyojen amini tiramin (100 mg/kg’ ın üzerinde) olarak belirlemişlerdir. Depolama sürecinde tiramin miktarlarını 2. ayda 0-107 mg/kg, 4. ayda 85,8-325 mg/kg, 6. ayda 93,4-338 mg/kg, 12.

ayda 168-570 mg/kg arasında bulmuşlar ve tiramin konsantrasyonunun depolamayla önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda tiramin miktarlarının kontrol örneklerinde 47,4-171 mg/kg, 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 39,4-162 mg/kg arasında değiştiğini gözlemişlerdir.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında tiramin miktarlarını 1,97-14,7 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerinde tiramin miktarları 0. ayda 1,33 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 1,65 mg/kg, 4 aylık depolama sürecinde 0,88 mg/kg olarak; pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda 1,91 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 1,14 mg/kg, 4 aylık depolama sürecinde 1,73 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Lahana turşularının salamuralarında belirlenen tiramin miktarları, yapılan çalışmalarda belirlenen değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) ticari olarak satışa sunulan hıyar turşusu örneklerindeki tiramin miktarını 0,7 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerinde 0. ayda belirlenen tiramin miktarları, sırasıyla, 2,73 mg/kg, 1,23 mg/kg, 0,79 mg/kg, 0,50 mg/kg’ dır. 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda tiramin miktarları 2 nolu örnekte 2,70 mg/kg, 11 nolu örnekte 0,64 mg/kg olarak belirlenirken 7 ve 8 nolu örneklerde tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 2, 7, 8 ve 11 nolu örneklerde, sırasıyla, 3,17 mg/kg, 0,66 mg/kg, 0,27 mg/kg, 2,23 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre 2 (Ankara çubuk ev tipi), 8 (hıyar (şekerli)) ve 7 (kornişon) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerindeki 0. ay tiramin sonucunun Garcia-Garcia *et al.* (2001) tarafından belirlenen tiramin değerinin üzerinde, 11 nolu örneğin (hıyar) tiramin sonucunun ise bu değerin altında olduğu görülmektedir.

Toksik limitler açısından bir kıyaslama yaptığımızda; turşu örneklerinin meyvelerinde saptanan tiramin miktarlarının 100-800 mg/kg tiramin (Nout 1994) olarak belirlenen BAI düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca lahana turşularındaki tiramin konsantrasyonlarının iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (20 mg/kg TRA (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük değerler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.21 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen tiramin miktarları

		TİRAMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
Turşu tipleri		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	1,21	2,73	3,84	2,07	2,51
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,61	7,05	5,99	4,42	4,11
	3 (biber)	1,19	0,21	0,22	ND	0,34
	4 (mısır)	1,49	0,25	0,41	0,37	0,56
	5 (acı biber)	1,27	0,07	0,12	0,04	0,19
	6 (kırmızı pancar)	1,67	0,46	0,36	0,23	0,27
	7 (kornişon)	3,69	0,76	ND	ND	0,28
	8 (hıyar (şekerli))	2,44	0,12	ND	0,13	0,40
	9 (kapari)	3,31	8,46	4,59	6,43	6,99
	10 (biberiye)	0,68	4,01	5,41	5,79	7,05
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	1,19	2,54	3,58	1,29	3,97
	12 (havuç)	1,15	1,13	0,74	5,02	0,53
	13 (acur)	3,28	2,84	1,24	2,26	1,53
	14 (fasulye)	2,04	2,93	0,63	0,75	1,60
	15 (domates)	2,11	2,17	2,80	3,07	1,13
	16 (lahana)	2,43	ND	1,16	1,77	0,46
	17 (karalahana)	0,49	ND	0,50	3,25	5,16
	18 (biber dolma)	4,02	ND	0,91	3,09	5,45
	19 (patlıcan dolması)	2,47	ND	ND	1,79	3,16
	20 (kelek)	4,18	ND	ND	9,02	9,82

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek tiramin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 4,18 mg/L, en düşük tiramin miktarı 17 nolu örnekte (karalahana) 0,49 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek tiramin miktarı 9 nolu örnekte (kapari) 8,46 mg/L, en düşük tiramin miktarı ise 5 nolu örnekte (acı biber) 0,07 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 16, 17, 18, 19 ve 20 nolu örneklerde tiramine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 2 nolu örnekte (Ankara çubuk ev tipi) 5,99 mg/L, en düşük miktar 5 nolu örnekte 0,12 mg/L olarak belirlenmiştir. 7, 8, 19 ve 20 nolu örneklerde tiramin varlığına rastlanmamıştır.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek tiramin miktarı 20 nolu örnekte (kelek) 9,02 mg/L olarak, en düşük tiramin miktarı 5 nolu örnekte (acı biber) 0,04 mg/L olarak tespit edilmiştir. 3 (biber) ve 7 (kornişon) nolu örneklerde tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 20 nolu örnekte 9,82 mg/L olarak, en düşük miktar 5 nolu örnekte 0,19 mg/L olarak saptanmıştır.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda 6 çeşit sauerkraut örneğinin meyvelerindeki tiramin miktarlarının 44,1-310 mg/kg, salamuralarındaki tiramin miktarlarının ise 146-346 mg/kg arasında değişiklik gösterdiği ve salamuralarındaki biyojen amin içeriğinin meyvelerindeki biyojen amin içeriğinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarındaki tiramin miktarlarının 37,1-73,0 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarında tiramin miktarları 0. ayda 2,43 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sonunda ise 1,16 mg/L olarak teşhis

edilmiştir. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda 0,49 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonunda tiramine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinde 0,50 mg/L olarak tespit edilmiştir. Lahana turşusu salamuralarında belirlenen tiramin miktarlarının yapılan çalışmalarda belirlenen sonuçlardan daha düşük olduğu saptanmıştır.

Benzer şekilde; turşuların salamuralarında belirlenen tiramin miktarlarının toksik limitler bakımından 100-800 mg/kg tiramin (Nout 1994) olarak belirlenen BAI düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca lahana turşularındaki tiramin konsantrasyonları iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum miktardan (20 mg/kg TRA (Künsch *et al.* 1989)) daha düşük bulunmuştur.

Depolama süreci sonunda belirlenen spermidin miktarları çizelge 4.22 ve çizelge 4.23’ te verilmiştir.

Çizelge 4.22 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermidin miktarları

		SPERMİDİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	0,64	0,86	0,72	0,91	0,53
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,68	0,87	0,88	1,10	0,57
	3 (biber)	0,57	0,95	2,00	0,89	0,52
	4 (mısır)	0,49	1,14	0,88	0,98	1,25
	5 (acı biber)	0,50	0,63	2,15	1,33	0,69
	6 (kırmızı pancar)	0,49	0,59	0,83	0,51	0,50
	7 (kornişon)	ND	0,82	1,23	ND	0,64
	8 (hıyar (şekerli))	0,49	0,73	0,86	0,86	0,63
	9 (kapari)	0,46	0,99	0,69	0,70	0,51
	10 (biberiye)	1,28	1,75	0,79	0,71	0,75
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	0,75	0,75	0,66	1,02	0,68
	12 (havuç)	0,60	0,53	0,52	0,61	0,63
	13 (acur)	0,81	0,79	0,57	0,76	0,63
	14 (fasulye)	0,73	0,47	0,58	0,74	0,72
	15 (domates)	1,97	0,95	0,53	0,72	0,72
	16 (lahana)	0,69	0,62	0,49	0,80	0,60
	17 (karalahana)	0,77	0,62	0,74	0,93	0,91
	18 (biber dolma)	1,09	0,72	0,86	0,81	0,70
	19 (patlıcan dolması)	0,61	0,54	0,79	0,67	0,50
	20 (kelek)	0,92	1,41	0,80	0,89	0,68

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek spermidin miktarı 15 nolu örnekte 1,97 mg/kg, en düşük spermidin miktarı 9 nolu örnekte 0,46 mg/kg olarak belirlenmiştir. 7 nolu örnekte spermidine rastlanmamıştır (Çizelge 4.22).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek spermidin miktarı 10 nolu örnekte 1,75 mg/kg, en düşük spermidin miktarı 14 nolu örnekte 0,47 mg/kg olarak bulunmuştur. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 2,15 mg/kg ile 5 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,49 mg/kg ile 16 nolu örnekte belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek spermidin miktarı 5 nolu örnekte (acı biber) 1,33 mg/kg, en düşük spermidin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,51 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 7 nolu örnekte (kornişon) ise spermidine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 4 nolu örnekte (mısır) 1,25 mg/kg, en düşük miktar 6 nolu örnekte 0,50 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Kalač *et al.* (1999) ortalama spermidin konsantrasyonunu Çek üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 8,2 mg/kg, Avusturyalı üreticilerinin ürettiği pastörize edilmemiş örneklerde 6,5 mg/kg, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize edilmiş örneklerde ise 6,8 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Kalač *et al.* (2000a) fermentasyon sonunda 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde spermidin miktarlarının kontrol örneklerinde 8,6-14,6 mg/kg, *L. plantarum* inoküle edilen örneklerde 3,6-5,8 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkrautlardaki spermidin miktarlarını 2. ayda 0-10,8 mg/kg, 4. ayda 8,4-13,4 mg/kg, 6. ayda 6,0-13,0 mg/kg, 12. ayda 8,3-12,5 mg/kg olarak saptamışlardır.

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda spermidin miktarlarının kontrol örneklerinde 10,1-28,0 mg/kg, 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 10,5-27,2 mg/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında spermidin miktarlarının 0-14,1 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki spermidin miktarları 0. ayda 0,69 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 0,62 mg/kg, 4 aylık

depolama sürecinde 0,49 mg/kg; pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda 0,77 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,62 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 0,74 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Lahana turşularında belirlenen spermidin konsantrasyonlarının Kalać *et al.* (1999), Kalać *et al.* (2000a), Špička *et al.* (2002) tarafından belirlenen düzeylerden daha düşük değerlerde olduğu, buna karşın Yücel vd. (2001) tarafından belirlenen sonuçlarla benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) piyasadan topladıkları hıyar turşusu örneklerinde spermidin varlığına rastlamamışlardır.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerinde belirlenen spermidin miktarları 0. ayda, sırasıyla, 1,68 mg/kg, (7 nolu örnekte spermidin saptanamamıştır), 0,49 mg/kg, 0,75 mg/kg; 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,87 mg/kg, 0,82 mg/kg, 0,73 mg/kg, 0,75 mg/kg; 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 0,88 mg/kg, 1,23 mg/kg, 0,86 mg/kg, 0,66 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ticari olarak üretilmiş hıyar turşularında tespit edilen spermidin miktarlarının Garcia-Garcia *et al.* (2001) tarafından belirlenen konsantrasyonun üzerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermidin miktarları

		SPERMİDİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	0,85	0,95	0,96	1,12	0,98
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	1,66	1,06	1,21	0,80	0,96
	3 (biber)	0,50	2,97	2,84	2,17	1,81
	4 (mısır)	0,53	1,38	1,30	1,72	1,42
	5 (acı biber)	ND	1,88	1,97	2,11	1,83
	6 (kırmızı pancar)	ND	1,00	0,80	0,62	0,65
	7 (kornişon)	0,45	1,77	1,37	1,07	1,19
	8 (hıyar (şekerli))	ND	1,14	0,89	0,90	1,04
	9 (kapari)	0,48	0,93	0,64	0,69	0,98
Pastörize edilmemiş (salamura)	10 (biberiye)	1,08	1,54	1,20	1,30	1,75
	11 (hıyar)	1,30	1,16	0,59	0,90	1,11
	12 (havuç)	0,74	ND	0,65	0,95	0,59
	13 (acur)	1,43	0,91	0,55	0,85	0,88
	14 (fasulye)	0,61	0,59	0,60	0,79	0,90
	15 (domates)	0,87	1,14	0,89	0,87	0,61
	16 (lahana)	0,95	0,55	0,61	0,80	0,57
	17 (karalahana)	0,54	ND	0,61	1,19	1,02
	18 (biber dolma)	1,44	ND	0,92	0,77	0,49
	19 (patlıcan dolması)	1,01	0,51	0,48	0,60	0,74
	20 (kelek)	4,00	ND	0,49	1,16	0,91

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek spermidin miktarı 20 nolu örnekte 4,00 mg/L, en düşük spermidin miktarı 7 nolu örnekte 0,45 mg/L olarak belirlenmiştir. 5, 6 ve 8 nolu örneklerde spermidine rastlanmamıştır (Çizelge 4.23).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek spermidin miktarı 3 nolu örnekte 2,97 mg/L olarak, en düşük spermidin miktarı ise 19 nolu örnekte 0,51 mg/L olarak tespit edilmiştir. 12, 17, 18 ve 20 nolu örneklerde spermidine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 3 nolu örnekte 2,84 mg/L, en düşük miktar 19 nolu örnekte 0,48 mg/L olarak belirlenmiştir.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek spermidin miktarı 3 nolu örnekte (biber) 2,17 mg/L olarak, en düşük spermidin miktarı 19 nolu örnekte (patlıcan dolması) 0,60 mg/L olarak tespit edilmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 5 nolu örnekte (acı biber) 1,83 mg/L olarak, en düşük miktar 18 nolu örnekte (biber dolma) 0,49 mg/L olarak saptanmıştır.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda spermidin miktarlarının sauerkraut örneklerinin meyvelerinde 6,6-13,8 mg/kg, salamuralarında ise 2,4-22,2 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarındaki spermidin miktarlarının 9,3-96,9 mg/L arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) salamuralarındaki spermidin miktarları 0. ayda 0,95 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,55 mg/L; 4 aylık depolama sonunda ise 0,61 mg/L olarak tespit edilmiştir. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinin (17 nolu örnek) salamuralarında ise 0. ayda 0,54 mg/L olarak belirlenirken, 4 °C’ da 2 aylık depolama sonucunda spermidine rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 0,61 mg/L olarak teşhis edilmiştir. Lahana turşularının salamuralarında belirlenen spermidin değerlerinin Kalač *et al.* (2000b), Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından yapılan çalışmalarda buldukları miktarlardan daha düşük düzeyde olduğu anlaşılmıştır.

Turşu örnekleriyle ilgili yapılan çalışmalarda spermidin miktarı ile ilgili toksik limit bulunmamaktadır.

Depolama süreci sonunda belirlenen spermin miktarları çizelge 4.24 ve çizelge 4.25’ te verilmiştir.

Çizelge 4.24 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermin miktarları

		SPERMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	0,64	0,46	0,76	0,56	0,60
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	0,47	0,44	ND	ND	ND
	3 (biber)	1,60	0,79	4,13	0,99	ND
	4 (mısır)	0,72	ND	1,00	0,63	0,59
	5 (acı biber)	1,36	0,62	1,96	0,49	ND
	6 (kırmızı pancar)	0,50	ND	0,61	0,45	ND
	7 (kornişon)	0,74	0,44	ND	ND	0,45
	8 (hıyar (şekerli))	0,58	ND	ND	ND	ND
	9 (kapari)	ND	ND	ND	ND	ND
	10 (biberiye)	0,78	0,92	1,96	ND	1,15
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	ND	ND	0,44	0,47	0,50
	12 (havuç)	ND	0,44	0,54	0,49	ND
	13 (acur)	ND	0,45	ND	0,48	ND
	14 (fasulye)	ND	ND	0,54	0,52	0,44
	15 (domates)	0,44	ND	0,64	0,47	0,51
	16 (lahana)	0,44	0,44	ND	0,48	0,47
	17 (karalahana)	0,43	0,45	0,44	0,47	ND
	18 (biber dolma)	ND	ND	0,44	0,47	0,46
	19 (patlıcan dolması)	ND	0,45	0,50	0,48	0,45
	20 (kelek)	ND	ND	ND	0,46	0,46

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek spermin miktarı 3 nolu örnekte 1,60 mg/kg, en düşük spermin miktarı 17 nolu örnekte 0,43 mg/kg olarak belirlenmiştir. 9, 11, 12, 13, 14, 18, 19 ve 20 nolu örneklerde spermine rastlanmamıştır (Çizelge 4.24).

4 °C’ da depolanan 2 aylık örneklerin meyvelerinde en yüksek spermin miktarı 10 nolu örnekte 0,92 mg/kg, en düşük spermin miktarı 2, 7, 12 ve 16 nolu örneklerde 0,44 mg/kg olarak bulunmuştur. 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 18 ve 20 nolu örneklerde spermine rastlanmamıştır. 4 aylık örneklerdeki en yüksek miktar 4,13 mg/kg ile 3 nolu örnekte belirlenirken, en düşük miktar 0,44 mg/kg ile 11, 17 ve 18 nolu örneklerde belirlenmiştir. 2, 7, 8, 9, 13, 16 ve 20 nolu örneklerde spermine rastlanmamıştır.

20±2 °C’ da 2 aylık depolama sonunda en yüksek spermin miktarı 3 nolu örnekte (biber) 0,99 mg/kg, en düşük spermin miktarı 6 nolu örnekte (kırmızı pancar) 0,45 mg/kg olarak teşhis edilmiştir. 2, 7, 8, 9 ve 10 nolu örneklerde spermin varlığına rastlanmamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 10 nolu örnekte (biberiye) 1,15 mg/kg, en düşük miktar 14 nolu örnekte (fasulye) 0,44 mg/kg olarak belirlenirken, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 12, 13 ve 17 nolu örneklerde spermine rastlanmamıştır (Çizelge 4.24).

Kalać *et al.* (1999) yaptıkları incelemeler sonucunda Çek ve Avusturyalı üreticilerin ürettiği pastörize edilmemiş, yine Çek üreticilerinden sağlanan pastörize sauerkraut örneklerinde spermin miktarlarını teşhis limitlerinin altında (10 mg/kg’ ın altında) bulmuşlardır.

Kalać *et al.* (2000a) fermentasyon sonunda 5-6 °C’ da depoladıkları sauerkraut örneklerini 6. ay sonunda analiz ettiklerinde spermin miktarlarının kontrol örneklerinde 0-2,5 mg/kg, *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde ise 0-1,6 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kalać *et al.* (2000b) 5-6 °C’ da 2, 4, 6 ve 12 ay süreyle depoladıkları sauerkrautlarda 12 aylık depolama sonucunda yalnızca 2 ve 4 nolu denemelerde spermin (5,3-8,6 mg/kg) varlığına rastlamışlardır. Diğer aylarda spermin tespit edilememiştir.

Špička *et al.* (2002) fermente ettikleri sauerkrautları 5-6 °C’ da depolamış ve 6 aylık depolama sürecinin sonunda kontrol örneklerinde ve 5×10^5 kob/g *L. plantarum* suşu ilave edilen örneklerde spermin varlığına rastlamadıklarını açıklamışlardır.

Yücel vd. (2001) ticari olarak satışa sunulan lahana turşularında spermin miktarlarının 1,41-11,8 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Pastörize edilmemiş lahana turşusu örneğinin (16 nolu örnek) meyvelerindeki spermin miktarları 0. ayda 0,44 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinde 0,44 mg/kg olarak belirlenirken, 4 aylık depolama sürecinde spermine rastlanmamıştır. Pastörize edilmemiş karalahana turşusu örneğinde ise (17 nolu örnek) 0. ayda 0,43 mg/kg, 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,45 mg/kg, 4 aylık depolama sonunda 0,44 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Lahana turşularında belirlenen spermin miktarlarının Yücel vd. (2001) tarafından açıklanan değerlerden daha düşük düzeyde olduğu anlaşılmıştır.

Garcia-Garcia *et al.* (2001) piyasadan toplanan hıyar turşularının biyojen amin içeriklerini araştırdıkları çalışmada ortalama spermin miktarını 2,9 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

2 (Ankara çubuk ev tipi), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)) ve 11 (hıyar) nolu hıyar turşusu örneklerinin meyvelerinde belirlenen spermin miktarları 0. ayda, sırasıyla, 0,47 mg/kg, 0,74 mg/kg, 0,58 mg/kg, (11 nolu örnekte spermin teşhis edilememiştir); 4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda 0,44 mg/kg, 0,44 mg/kg, (8 ve 11 nolu örneklerde teşhis edilememiştir) olarak belirlenmiştir. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise 2, 7 ve 8 nolu örneklerde spermine rastlanmazken, 11 nolu örnekte 0,44 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Hıyar turşularında belirlenen spermin miktarları Garcia-Garcia *et al.* (2001) tarafından belirlenen konsantrasyonun altında bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen spermin miktarları

		SPERMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	Turşu tipleri					
	1 (karışık)	0,48	0,81	0,90	0,68	ND
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	ND	0,57	0,44	ND	0,56
	3 (biber)	1,23	5,33	2,88	3,96	1,89
	4 (mısır)	0,69	0,68	1,69	1,09	0,47
	5 (acı biber)	1,27	1,83	2,17	2,85	0,72
	6 (kırmızı pancar)	0,45	1,16	0,93	0,48	ND
	7 (kornişon)	1,50	ND	ND	ND	0,51
	8 (hıyar (şekerli))	0,78	ND	ND	ND	0,44
	9 (kapari)	0,49	ND	ND	ND	0,50
Pastörize edilmemiş (salamura)	10 (biberiye)	0,53	7,42	0,77	6,87	1,47
	11 (hıyar)	0,71	ND	ND	0,61	0,82
	12 (havuç)	ND	ND	ND	0,55	ND
	13 (acur)	ND	ND	ND	ND	1,95
	14 (fasulye)	ND	0,50	ND	ND	0,59
	15 (domates)	ND	ND	ND	ND	ND
	16 (lahana)	ND	ND	ND	ND	ND
	17 (karalahana)	ND	ND	ND	0,43	ND
	18 (biber dolma)	0,49	ND	ND	ND	ND
	19 (patlıcan dolması)	0,47	ND	0,44	ND	0,57
	20 (kelek)	0,64	ND	0,44	0,61	ND

ND: Belirlenemedi

Depolama öncesi örneklerin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek spermin miktarı 7 nolu örnekte 1,50 mg/L, en düşük spermin miktarı 6 nolu örnekte 0,45 mg/L olarak belirlenirken, 2, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17 nolu örneklerde spermin saptanamamıştır (Çizelge 4.25).

4 °C’ da 2 aylık depolama sürecinin sonunda salamuralardaki en yüksek spermin miktarı 10 nolu örnekte 7,42 mg/L olarak, en düşük spermin miktarı ise 14 nolu örnekte 0,50 mg/L olarak teşhis edilmiştir. 20 adet örneğin 12’ sinde (7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 ve 20 nolu örneklerde) spermine rastlanmamıştır. 4. ayın sonunda ise en yüksek miktar 3 nolu örnekte 2,88 mg/L, en düşük miktar 2 nolu örnekte 0,44 mg/L olarak

belirlenirken, benzer şekilde, 19 ve 20 nolu örnekler dışındaki aynı örneklerde ve 14 nolu örnekte spermin varlığına rastlanmamıştır.

20±2 °C' da 2 aylık depolama sonunda salamuralardaki en yüksek spermin miktarı 10 nolu örnekte (biberiye) 6,87 mg/L olarak, en düşük spermin miktarı 17 nolu örnekte (karalahana) 0,43 mg/L olarak tespit edilmiştir. 2, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18 ve 19 nolu örneklerde spermin saptanamamıştır. 4 aylık depolama sürecinin sonunda ise en yüksek miktar 13 nolu örnekte (acur) 1,95 mg/L olarak, en düşük miktar 8 nolu örnekte (hıyar (şekerli)) 0,44 mg/L olarak saptanırken, 1, 6, 12, 15, 16, 17, 18 ve 20 nolu örneklerde spermine rastlanmamıştır.

Kalač *et al.* (2000b) 5-6 °C' da 6 aylık depolama sürecinin sonunda spermin miktarlarının sauerkraut örneklerinin meyvelerinde 0-17,2 mg/kg, salamuralarında ise 0-16,2 mg/kg arasında değişiklik gösterdiğini açıklamışlardır.

Kirschbaum *et al.* (2000) Alman üreticilerden aldıkları 5 kavanoz pastörize lahana turşusu örneğinin salamuralarında spermine rastlamamışlardır.

Pastörize edilmemiş lahana (16 nolu örnek) ve karalahana turşusu (17 nolu örnek) örneklerinin salamuralarında depolama öncesi, 4 °C' da 2 ve 4 aylık depolama süresince yapılan analizler sonucunda hiçbir örnekte spermin tespit edilememiştir. Bu sonuçlar Kirschbaum *et al.* (2000) tarafından yapılan araştırmada belirlenen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda henüz turşular için belirlenmiş spermin miktarı ile ilgili toksik limit bulunmamaktadır.

Sonuçlar göstermektedir ki ticari üretilmiş turşu örneklerinin hemen hemen tümünde farklı düzey ve çeşitlilikte tiramin, feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin biyogen aminleri bulunmaktadır. Ek olarak, genellikle

salamuralarda belirlenen biyojen amin konsantrasyonlarının meyvelerde belirlenenlerden daha yüksek olduğu da anlaşılmaktadır.

Araştırmada, en yüksek konsantrasyona sahip olan biyojen aminler, putresin (59,69 mg/L (20 nolu örnek- (salamura) - 20 ± 2 °C - 4. ay)), triptamin (19,51 mg/kg (6 nolu örnek (meyve) - 0. ay)) ve kadaverin (18,47 mg/L (20 nolu örnek (salamura) - 0. ay)) olarak belirlenmiştir. Diğer biyojen aminler içinde en yüksek değerler 9,82 mg/L tiramin (20 nolu örnek - 20 ± 2 °C - 4. ay - salamura), 7,42 mg/L spermin (10 nolu örnek - 4 °C - 2. ay - salamura), 5,69 mg/L feniletilamin (6 nolu örnek - 0. ay - salamura), 4,00 mg/L spermidin (20 nolu örnek - 0. ay - salamura), 1,99 mg/L histamin (20 nolu örnek - 0. ay - salamura) olarak tespit edilmiştir. Her bir örneğin biyojen amin içeriğinin kendi içerisinde çeşitlilik gösterdiği düşünülürse incelenen örneklerde en düşük konsantrasyon aralığına sahip biyojen aminin histamin, rastlanma sıklığı en düşük biyojen aminin ise spermin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.24, Çizelge 4.25).

Piyasadan satın alınan çeşitli turşu örneklerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen toplam biyojen amin miktarları çizelge 4.26 ve çizelge 4.27' de verilmiştir.

Çizelge 4.26 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin meyvelerinde farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen toplam biyogen amin miktarları

		TOPLAM BİYOJEN AMİN (mg/kg)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (meyve)	1 (karışık)	6,11	25,91	22,14	25,27	14,01
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	13,78	26,92	27,84	15,80	20,85
	3 (biber)	16,36	7,00	32,35	20,09	1,03
	4 (mısır)	12,58	14,93	6,95	7,00	8,55
	5 (acı biber)	10,98	4,55	14,87	14,59	1,65
	6 (kırmızı pancar)	23,72	17,72	16,59	24,42	1,83
	7 (kornişon)	9,57	8,19	9,22	10,87	1,92
	8 (hıyar (şekerli))	4,55	5,78	5,84	10,07	1,26
	9 (kapatı)	2,77	15,9	11,84	17,64	1,64
	10 (biberiye)	11,46	21,21	18,74	10,57	8,51
Pastörize edilmemiş (meyve)	11 (hıyar)	7,34	16,84	30,00	48,56	40,10
	12 (havuç)	5,77	5,84	6,87	7,06	8,96
	13 (acur)	8,46	10,73	10,28	15,28	16,35
	14 (fasulye)	10,84	7,56	5,08	11,00	9,88
	15 (domates)	11,24	6,64	9,21	15,07	18,67
	16 (lahana)	10,09	11,49	7,89	19,85	19,14
	17 (karalahana)	12,66	9,49	14,42	25,97	22,44
	18 (biber dolma)	10,02	7,60	16,61	20,63	15,59
	19 (patlıcan dolması)	6,15	8,20	7,97	14,77	14,39
	20 (kelek)	7,17	26,32	36,25	35,68	40,80

ND: Belirlenemedi

Piyasadan satın alınan çeşitli tipteki turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucu en yüksek toplam biyogen amin miktarı 20 nolu kelek turşusu örneğinde (20±2 °C - 4. ay) 40,80 mg/kg, en düşük toplam biyogen amin miktarı ise 3 nolu biber turşusu örneğinde (20±2 °C - 4. ay) 1,03 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.27 Pastörize ve pastörize edilmemiş turşu örneklerinin salamuralarında farklı sıcaklık ve depolama süreleri sonunda belirlenen toplam biyogen amin miktarları

		TOPLAM BİYOJEN AMİN (mg/L)				
		DEPOLAMA				
		4 °C			20±2 °C	
		0. ay	2. ay	4. ay	2. ay	4. ay
Pastörize (salamura)	1 (karışık)	7,65	26,99	30,36	15,74	23,72
	2 (Ankara çubuk ev tipi)	11,45	55,06	42,36	41,54	45,02
	3 (biber)	9,50	33,63	38,45	25,82	19,30
	4 (mısır)	6,08	12,14	15,12	12,93	10,22
	5 (acı biber)	8,00	16,95	19,73	20,30	15,72
	6 (kırmızı pancar)	8,27	19,77	23,59	16,10	19,49
	7 (kornişon)	15,27	12,73	11,52	9,36	7,56
	8 (hıyar (şekerli))	8,93	9,93	5,67	5,77	6,15
	9 (kapatı)	5,51	15,59	10,03	11,09	12,72
	10 (biberiye)	6,16	32,72	30,47	39,01	29,00
Pastörize edilmemiş (salamura)	11 (hıyar)	13,04	35,95	42,20	10,50	37,17
	12 (havuç)	6,55	7,20	10,94	46,50	7,38
	13 (acur)	15,01	16,84	16,53	14,15	20,35
	14 (fasulye)	4,71	11,30	5,80	7,01	8,79
	15 (domates)	7,32	9,81	14,19	16,00	8,60
	16 (lahana)	12,27	13,32	11,72	16,05	4,87
	17 (karalahana)	2,98	4,44	5,66	25,76	39,61
	18 (biber dolma)	12,30	2,93	8,37	21,58	29,71
	19 (patlıcan dolması)	10,46	9,09	1,48	18,18	27,68
	20 (kelek)	38,34	5,88	1,37	68,30	81,84

ND: Belirlenemedi

Turşu örneklerinin salamuralarında yapılan analizler sonucu en yüksek toplam biyogen amin miktarı 20±2 °C’ da 4. ay depolanan 20 nolu kelek turşusu örneğinde 81,84 mg/L olarak belirlenirken, en düşük miktar ise 4 °C’ da 4 ay depolanan yine 20 nolu örnekte 1,37 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, her bir kavanoz tek başına bir örnek olduğundan, piyasadan temin edilen turşu örneklerinin (raf ömrü süresi içerisinde) 4 °C ve 20±2 °C’ da 2 ve 4 ay süreyle depolanmasının, örneklerin biyogen amin miktarlarında düzenli bir artışa yada azalmaya neden olduğunu söylemek zordur. Çünkü bazı örneklerde biyogen amin değerleri 4 °C’ daki depolanma sürecinde, bazı örnekler de ise 20±2 °C’ daki

depolama sürecinde yüksek bulunmuştur. Benzer nedenle pH, titrasyon asitliği, tuz ve mikrobiyolojik analiz sonuçları ile biyojen amin sonuçları arasında bir ilişki saptanamamıştır. Kalač *et al.* (1999, 2000a, b) da kalite parametreleri ile biyojen amin oluşumu arasında bir korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, pH ve titrasyon asitliği değerleri ile biyojen amin sonuçları bakımından herhangi bir ilişkinin sözkonusu olmadığını belirlemişlerdir.

Sonuç olarak; her bir örneğin tek olması nedeniyle biyojen amin içeriklerinin birbirinden tamamen farklı olması, standartlara uygun üretilen ürünlerde, aynı partiden alınsa bile kavanozlar arası büyük farklılıklar gözlenebileceğini göstermektedir.

4.3.2 Ev yapımı turşu örneklerinin biyojen amin miktarları

Geleneksel olarak üretilen ev yapımı turşu örneklerinin meyvelerinde ve salamuralarında yapılan analizler sonucu belirlenen biyojen amin değerleri çizelge 4.28 ve çizelge 4.29' da verilmiştir.

Çizelge 4.28 Ev yapımı turşu örneklerinin meyvelerindeki biyojen amin miktarları (mg/kg)

Turşu tipleri (meyve)	TRP	FEA	PUT	KAD	HIS	TRA	SPD	SPM	Toplam Biyojen amin
E-1 (karışık)	3,61	1,19	0,96	0,08	0,03	0,85	1,01	1,61	9,34
E-2 (karışık)	2,90	1,35	0,17	10,63	0,08	1,12	1,31	ND	17,56
E-3 (karışık)	7,00	1,36	32,16	3,60	0,75	1,46	1,86	0,93	49,12
E-4 (karışık)	2,84	ND	ND	4,13	0,13	0,55	0,85	ND	8,50
E-5 (karışık)	2,71	1,02	ND	1,60	0,01	1,03	0,63	0,49	7,49
E-6 (karışık)	3,64	0,96	ND	0,34	ND	1,21	0,48	0,52	7,15
E-7 (karışık)	3,92	0,82	ND	17,59	0,71	1,19	1,44	0,61	26,28
E-8 (karışık)	1,12	0,59	ND	9,78	0,23	1,22	1,09	0,63	14,66
E-9 (karışık)	2,51	1,09	0,17	5,65	0,03	0,78	0,98	0,48	11,69
E-10 (karışık)	2,14	1,09	0,16	5,92	0,35	0,76	1,14	0,83	12,39
E-11 (karışık)	3,33	1,05	ND	2,81	ND	0,55	0,63	ND	8,37
E-12 (pazı kökü)	3,70	1,92	12,36	1,21	0,35	0,84	1,26	0,48	22,12
E-13 (domates)	2,35	1,13	ND	0,55	ND	1,17	0,52	0,49	6,21
E-14 (biber)	4,53	1,45	31,23	3,34	0,41	1,35	0,83	0,92	44,06
E-15 (hıyar)	4,28	1,21	ND	9,58	0,28	0,91	0,97	0,53	17,76
E-16 (karışık)	1,48	1,19	0,15	0,43	0,07	0,76	0,57	0,45	5,10
E-17 (karışık)	1,38	0,79	0,15	0,99	0,26	0,40	0,47	0,60	5,04
E-18 (karışık)	1,09	0,91	0,15	0,95	0,25	0,19	0,59	0,53	4,66
E-19 (hıyar)	3,24	1,48	ND	6,41	1,35	1,04	0,92	0,56	15,00
E-20 (karışık)	3,61	1,91	0,16	4,71	1,27	0,88	0,92	0,63	14,09

ND: Belirlenemedi

Ev yapımı turşu örneklerinin meyvelerinde yapılan analizler sonucunda biyojen amin miktarlarının; 1,09-7,00 mg/kg triptamin, 0-1,92 mg/kg feniletilamin, 0-32,16 mg/kg putresin, 0,08-17,59 mg/kg kadaverin, 0-1,35 mg/kg histamin, 0,19-1,46 mg/kg tiramin, 0,47-1,86 mg/kg spermidin ve 0-1,61 mg/kg spermin arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.28).

Bu ürünlerin meyvelerinde en yüksek konsantasyona sahip olan biyojen aminler putresin (32,16 mg/kg - E3 nolu örnek (karışık)), kadaverin (17,56 mg/kg - E7 nolu örnek (karışık)) ve triptamin (7,00 mg/kg - E3 nolu örnek) olarak belirlenmiştir.

Toplam biyogen amin konsantrasyonları açısından bakıldığında ise en yüksek konsantrasyon E-3 nolu örnekte (karışık) 49,12 mg/kg olarak, en düşük konsantrasyon ise E-18 nolu örnekte (karışık) 4,66 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Kalać *et al.* (1999), Çek ve Avusturyalı üreticilerin ürettiği, ev yapımı ve kavanozda salamurası ile sterilize edilen dört çeşit susuz lahana turşusundan 121 adet örnekle yaptıkları araştırmada 29 adet ev yapımı turşu örneğindeki ortalama biyogen amin konsantrasyonlarını 4,6 mg/kg HIS, 117 mg/kg TRA, 87,3 mg/kg PUT, 29,8 mg/kg KAD, 4,7 mg/kg TRP, 10,2 mg/kg SPD (SPM miktarlarının ise teşhis limitlerinin altında (10 mg/kg' ın altında)) olarak belirlemişlerdir. Çek üreticilerinden alınan sauerkrautlardaki 235 mg/kg ortalama tiramin konsantrasyonunun ev yapımı ve pastörize sauerkraut örneklerinde belirlenen miktarlardan önemli ölçüde yüksek olduğunu saptamışlardır. Histamin miktarlarının ise yapılan çeşitli araştırmalarda belirlenen değerlerden oldukça düşük bulunduğunu açıklamışlardır. Diğer yandan, en düşük biyogen amin içeriğine sahip grubun ev yapımı turşu örnekleri olduğu sonucuna da varmışlardır.

Toksik limitler açısından karşılaştırıldığında; ev yapımı turşu örneklerinin meyvelerinde belirlenen biyogen amin miktarlarının BAI düzeyinin (396 mg/kg putresin (Stratton *et al.* 1991), 50-100 mg/kg histamin, 100-800 mg/kg tiramin, 30 mg/kg 2-feniletilamin ve 100-200 mg/kg toplam biyogen amin (Nout 1994)) altında olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.29 Ev yapımı turşu örneklerinin salamuralarındaki biyojen amin miktarları (mg/L)

Turşu tipleri (salamura)	TRP	FEA	PUT	KAD	HIS	TRA	SPD	SPM	Toplam Biyojen amin
E-1 (karışık)	1,40	0,82	2,08	0,27	0,01	1,75	1,61	0,63	8,57
E-2 (karışık)	2,84	1,03	ND	23,48	0,52	1,32	1,86	0,81	31,86
E-3 (karışık)	4,47	0,41	63,60	7,06	2,94	2,39	3,67	1,71	86,25
E-4 (karışık)	2,31	0,93	ND	12,46	0,54	1,26	1,90	0,48	19,88
E-5 (karışık)	2,10	0,84	8,66	1,34	0,26	1,38	1,02	0,58	16,18
E-6 (karışık)	1,64	0,83	2,78	0,40	0,02	2,26	0,47	0,58	8,98
E-7 (karışık)	3,04	1,05	44,29	6,91	0,89	2,83	2,54	0,58	62,13
E-8 (karışık)	0,54	0,63	16,99	2,20	0,19	2,42	0,98	0,64	24,59
E-9 (karışık)	2,57	1,32	25,48	3,93	0,07	2,68	1,94	0,89	38,88
E-10 (karışık)	2,02	1,24	24,89	3,23	0,72	2,53	2,82	0,75	38,20
E-11 (karışık)	1,03	0,63	23,21	4,67	ND	2,52	0,97	ND	33,03
E-12 (pazı kökü)	3,50	ND	ND	0,06	ND	ND	0,49	0,47	4,52
E-13 (domates)	3,73	ND	ND	0,07	ND	ND	ND	ND	3,80
E-14 (biber)	3,18	1,51	1,49	0,11	ND	0,72	0,49	ND	7,50
E-15 (hıyar)	3,96	0,79	ND	21,74	0,84	2,12	2,88	0,69	33,02
E-16 (karışık)	2,17	0,93	ND	1,10	ND	1,98	0,70	0,55	7,43
E-17 (karışık)	1,70	0,71	ND	2,84	0,01	2,00	0,67	0,92	8,85
E-18 (karışık)	2,10	0,95	ND	3,76	0,33	1,16	1,30	0,63	10,23
E-19 (hıyar)	0,52	0,73	ND	13,14	0,01	1,51	1,43	0,46	17,80
E-20 (karışık)	3,66	2,28	ND	9,31	0,60	1,69	1,44	0,54	19,52

ND: Belirlenemedi

Ev yapımı turşu örneklerinin salamuralarında yapılan analizler sonucunda biyojen amin miktarları 0,52-4,47 mg/L triptamin, 0-2,28 mg/L feniletilamin, 0-63,60 mg/L putresin, 0,06-23,48 mg/L kadaverin, 0-2,94 mg/L histamin, 0-2,83 mg/L tiramin, 0-3,67 mg/L spermidin ve 0-1,71 mg/L spermin arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.29).

Bu ürünlerin salamuralarında en yüksek konsantasyona sahip olan biyojen aminler putresin (63,60 mg/L - E3 nolu örnek (karışık)), kadaverin (23,48 mg/L - E2 nolu örnek (karışık)) ve triptamin (4,47 mg/L - E3 nolu örnek) olarak belirlenmiştir.

Toplam biyojen amin konsantrasyonları açısından bakıldığında ise en yüksek konsantrasyon E-3 nolu örnekte (karışık) 86,25 mg/L olarak, en düşük konsantrasyon ise E-13 nolu örnekte (domates) 3,80 mg/L olarak bulunmuştur.

Ev yapımı turşu örneklerinin toplam biyojen amin miktarlarına baktığımızda örneklerin çoğunda salamuralarda belirlenen biyojen amin miktarlarının meyvelerinde belirlenen miktarlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde; Kalač *et al.* (2000b) 6 çeşit sauerkraut örneğini 5-6 °C’ da 6 aylık depolama sürecinin sonunda analiz etmişler ve salamuralarında belirlenen biyojen amin konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

Diğer yandan; ev yapımı turşu örneklerinin salamuralarında saptanan biyojen amin miktarları toksik limitler açısından karşılaştırıldığında; belirlenen BAI düzeyinin (396 mg/kg putresin (Stratton *et al.* 1991), 50-100 mg/kg histamin, 100-800 mg/kg tiramin, 30 mg/kg 2-feniletamin ve 100-200 mg/kg toplam biyojen amin (Nout 1994)) altında oldukları görülmektedir.

Ticari üretilmiş turşu örneklerin de olduğu gibi ev yapımı turşu örneklerinin de hemen hemen tümünde, farklı düzey ve çeşitlilikte tiramin, feniletamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin biyojen aminleri saptanmıştır. Bu biyojen aminler içerisinde en yüksek konsantrasyona sahip olanlar, sırasıyla, putresin (63,60 mg/L - E-3 (karışık) - salamura), kadaverin (23,48 mg/L - E-2 (karışık) - salamura) ve triptamin (7,00 mg/kg - E-3 (karışık) - meyve) olarak belirlenmiştir. En düşük konsantrasyon aralığına sahip biyojen aminin ise spermin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28, Çizelge 4.29).

Araştırmada incelenen hem ticari turşuların hem de ev yapımı turşuların biyojen amin içeriklerinin birbirinden bağımsız olarak değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna karşın, sadece E-3 nolu ev yapımı karışık turşu örneğinde belirlenen toplam biyojen amin miktarı (86,25 mg/L - salamura) diğer örneklerde belirlenen değerlerin üzerinde bulunmuştur. Ayrıca bu örneğin mikrobiyolojik analiz sonuçlarının (8,42 log kob/mL

TMAB, 8,38 log kob/mL LAB, 7,76 log kob/mL maya-küf) ve pH değerin (6,03) diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu ve titrasyon asitliği değerin de yine diğer örneklere kıyasla daha düşük olduğu (% 0,20) görülmektedir. Benzer şekilde; Yücel vd. (2001) yaptıkları bir araştırmada, lahana turşusunun fermentasyon öncesi asitlendirilmesi ile ortam pH' sının düşmesine bağlı olarak, biyojen amin üreten bakterilerin aktivitesinin minimize edilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Diğer yandan, araştırmada en yüksek toplam biyojen amin miktarının ticari örneklerde 81,84 mg/L (20 nolu örnek (kelek) - 20±2 °C - 4. ay - salamura), ev yapımı örneklerde ise 86,25 mg/L (E-3 (karışık) - salamura) olması nedeniyle turşu örneklerindeki toplam biyojen amin düzeyleri toksik limitlerin (100-200 mg/kg (Nout 1994)) altında bulunmuş olup hem kimyasal hem de mikrobiyolojik veriler bakımından özellikle ticari amaçlı üretilen turşu örneklerinde standartlara uygun üretimden söz etmenin mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ

1. Depolama öncesi ve sonrası yapılan analizler sonucu, sirkeli-salamuralı olarak üretilen 1 (karışık), 2 (Ankara çubuk ev tipi), 3 (biber), 6 (kırmızı pancar), 7 (kornişon) ve 8 (hıyar (şekerli)) nolu turşu örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği değerleri Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen değerlere uygun bulunmuştur. 11 (salatalık), 12 (havuç), 15 (domates), 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşu örneklerindeki titrasyon asitliği değerlerinin ise Türk Standartlarında verilen değerlerin altında olduğu saptanmıştır.
2. Pastörize edilmiş ve edilmemiş ticari turşu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri genel olarak karşılaştırıldığında, pastörize edilmemiş örneklerdeki titrasyon asitliği değerlerinin daha düşük olmasının nedeni; bu değerlerin TSE’ de belirtilen standart değerlerin altında olması durumuyla ilişkilendirilebilir.
3. Depolama öncesi ve sonrası yapılan analizler sonucunda, sirkeli-salamuralı olarak üretilen 1 (karışık), 2 (Ankara çubuk ev tipi), 6 (kırmızı pancar), 7 (kornişon), 8 (hıyar (şekerli)), 11 (hıyar), 12 (havuç), 15 (domates), 16-17 (lahana) ve 19 (patlıcan dolması) nolu turşu örneklerinde tespit edilen tuz miktarı değerleri Türk Standartları Enstitüsü tarafından belirlenen değerlere uygun bulunmuştur. 3 nolu turşu (biber) örneğinde ise depolama öncesi ve sonrası elde edilen tuz miktarı değerlerinin Türk Standartlarında belirlenen değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.
4. Araştırmada 20 adet ev yapımı turşu örneğinde elde edilen pH, titrasyon asitliği ve tuz miktarı değerlerinin her birinin birbirinden farklı olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar arası farklılıkların yüksek olmasının nedeninin, bu turşu örneklerinin üretiminde belirli bir üretim standardı ve yöntem ile fermentasyon için belirli bir sıcaklık standardının uygulanmaması olduğu düşünülmektedir.

5. Belirli bir standart ve yöntem uygulanmadığı halde geleneksel olarak üretilmiş E-1, E-3, E-9 ve E-20 (karışık) nolu turşu örnekleri hariç diğer örneklerin titrasyon asitliği ve tuz değerleri TSE standartlarına uygun bulunmuştur. Buna karşın E-1, E-3, E-9 ve E-20 nolu örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin TSE standartlarının altında, tuz değerlerinin ise standartlara uygun olduğu belirlenmiştir.
6. Elde edilen sonuçlara göre hem ticari turşu örneklerinin hem de ev yapımı örneklerin pH ile titrasyon asitliği değerleri arasında daima doğru orantılı bir ilişki olmadığı gözlenmiştir.
7. 4 °C ve 20±2 °C’ da 2 ve 4 aylık depolama süreci sonunda yapılan analizlere göre pastörize örneklerdeki mikrobiyel analiz sonuçları, TMAB, LAB, maya-küf, koliform ve enterobakteri sayım sonuçları <1 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Pastörize edilmemiş örneklerde ise en yüksek popülasyonu toplam mezofilik aerobik bakterilerin oluşturduğu ve örneklerdeki laktik asit bakterilerinin 4 °C ve 20±2 °C’ daki 4 aylık depolama süresince canlı kalabildiği anlaşılmıştır.
8. İncelenen ticari turşu örneklerinin her birinin ayrı bir kavanoz olması ve fermentasyon tipi, sıcaklığı, üretim tarihleri göz önüne alındığında, 4 °C ve 20±2 °C’ da depolanan örneklerin tüm pH, titrasyon asitliği, tuz miktarı ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarını kendi içlerinde karşılaştırıldığında, depolama sonunda elde edilen değerler ile başlangıç değerleri arasında farklı sonuçların elde edilmiş olması kaçınılmazdır. Ek olarak, pastörize edilmiş ve edilmemiş turşuların raf ömrü süresince, 4 °C ve 20±2 °C’ da depolanmasının kimyasal değerlerinde önemli değişikliklere yol açmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama süreci sonunda pastörize edilmemiş örneklerde belirlenen mikrobiyolojik sayım sonuçlarında ise depolama süresi ve sıcaklık farkına bağlı düzenli bir artış veya azalma olmadığı görülmüştür.
9. Araştırmada, turşularda en yüksek konsantrasyona sahip olan biyojen aminler, sırasıyla, putresin, kadaverin ve triptamin olarak belirlenmiştir. Her bir örneğin

biyojen amin içeriğinin kendi içerisinde çeşitlilik gösterdiği düşünülürse incelenen örneklerde en düşük konsantrasyon aralığına sahip biyojen aminin spermin olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.24, Çizelge 4.25). En yüksek toplam biyojen amin miktarları ise, ticari örneklerde 81,84 mg/L (20 nolu örnek - 20±2 °C - 4. ay-salamura), ev yapımı örneklerde ise 86,25 mg/L (E-3 - salamura) olarak saptanmıştır.

10. Toksik limitler açısından bir kıyaslama yapıldığında; turşu örneklerinin meyvelerinde ve salamuralarında belirlenen feniletilamin, putresin, histamin, tiramin ve toplam biyojen amin miktarlarının BAI düzeyinin (396 mg/kg PUT, 50-100 mg/kg HIS, 100-800 mg/kg TRA, 30 mg/kg FEA ve 100-200 mg/kg toplam biyojen amin) altında olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca lahana turşularında saptanan feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin ve tiramin konsantrasyonları da iyi kalitedeki bir sauerkraut üretimi için belirlenen maksimum değerlerden (10 mg/kg HIS, 20 mg/kg TRA, 50 mg/kg PUT, 25 mg/kg KAD ve 5 mg/kg FEA) düşük bulunmuştur.
11. Araştırmada incelenen hem ticari turşuların hem de ev yapımı turşuların biyojen amin içeriklerinin birbirinden bağımsız olarak değişkenlik gösterdiği ve genellikle salamuralarda belirlenen biyojen amin miktarlarının meyvelerinde belirlenen miktarlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır.
12. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, her bir kavanoz tek başına bir örnek olduğundan, piyasadan temin edilen turşu örneklerinin (raf ömrü süresi içerisinde) 4 °C ve 20±2 °C’ da 2 ve 4 ay süreyle depolanmasının, örneklerin biyojen amin miktarlarında düzenli bir artışa ya da azalmaya neden olduğunu söylemek zordur. Çünkü bazı örneklerde biyojen amin değerleri 4 °C’ daki depolanma sürecinde, bazı örnekler de ise 20±2 °C’ daki depolama sürecinde yüksek bulunmuştur. Benzer nedenle; pH, titrasyon asitliği, tuz ve mikrobiyolojik analiz sonuçları ile biyojen amin sonuçları arasında belirli bir ilgi yakalanamamıştır. Buna göre; her bir örneğin tek olması nedeniyle biyojen amin içeriklerinin birbirinden tamamen farklı olması,

standartlara uygun üretilen ürünlerde aynı partiden alınsa bile kavanozlar arası büyük farklılıklar gözlenebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak; hem kimyasal hem de mikrobiyolojik veriler bakımından özellikle ticari amaçlı üretilen turşu örneklerinde standartlara uygun üretimden söz etmenin mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Biyojen aminler yetersiz hijyeni ifade eden indikatör bileşikleri olduğundan, iyi kalitedeki bir turşu üretimi için işletmede hijyen koşullarının oluşturularak uygulanmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Pek çok ülkede BAI uygulamaları başlamışken, araştırma sonuçlarının, ülkemizde de geleneksel ve ticari olarak üretilen çeşitli fermente ürünlerle ilgili BAI düzeylerinin belirlenmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Askar, A. and Treptow, H. 1986. Biogene Amine in Lebensmitteln. Stuttgart: Verlag Eugen Emmler. In "Kalač, P., Špička, J., Křížek, M., Steidlová, Š. and Pelikánová, T. 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. Food Chemistry, 67; 275-280."
- Anonymous 1990a. Biber turşusu standardı. TS 4199. 6 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1990b. Karışık turşusu standardı. TS 4214. 5 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1990c. Lahana turşusu standardı. TS 4200. 5 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1990d. Patlıcan turşusu standardı TS 4213. 7 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1993a. Domates turşusu standardı. TS 5983. 5 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1993b. Havuç turşusu standardı. TS 5984. 4 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1993c. Hıyar turşusu standardı. TS 11112. 13 sayfa, TSE, Ankara.
- Anonymous 1998. Pancar turşusu standardı. TS 12503. 5 sayfa, TSE, Ankara.
- Ansorena, D., Montel, M.C., Rokka, M., Talon, R., Eerola, S., Rizzo, A., Raemaekers, M. and Demeyer, D. 2002. Analysis of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. Meat Science, 61(2); 141-147.
- Ayhan, K., Kolsarıcı, N. and Özkan, G. 1999. The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks. Meat Science, 53(3); 183-188.
- Ayres, J.C., Mundt, J.O. and Sandine, W.E. 1980. Foodborne Illnesses. Microbiology of Foods. Chapter:21. Eds: B.S. Schweigert. 708p.
- Bruna, J.M, Hierro, E.M., De la Hoz, I., Mottram, D.S., Fernandez, M. and Ordonez, J.A. 2003. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. International Journal of Food Microbiology, 85(1-2); 111-125.
- Bütikofer, U., Funchs, D., Hurni, D. and Bosset, J. O. 1990. Bestimmung biogener amine in kase. Mitteilungen der Gebiete der Lebensmittelhygiene, 81; 120-133.
- Cantoni, C. 1995. Amines in Italian meat products. Industrie Alimentari, 34(333); 9-12.
- Coşansu, S. and Ayhan, K. 2002. Biogenic amine contents of Turkish soudjouck (sucuk) samples. 48th International Meat Science and Technology Congress. 25-30 August 2002, Rome, Italy, (Poster no: P9/6).
- Çetinyokuş, F. 1991. Çeşitli turşuların bileşimlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 79 s., Samsun.
- Durlu-Ozkaya, F., Alichanidis, E., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Tunail, N. 1999. Determination of biogenic amine content of Beyaz cheese and biogenic amine productionability of some lactic acid bacteria. Milchwissenschaft-Milk Science International, 54(12); 680-682.
- Durlu-Özkaya, F., Ayhan, K. and Özkan, G. 2000. Biogenic amine determination of Tulum Cheese by HPLC. Milchwissenschaft, 55(1); 27-28.
- Durlu-Özkaya, F. 2001. Salamura beyaz peynirlerden izole edilen bazı Laktokok, Enterokok ve Laktobasil suşlarının proteolitik aktivite, bakteriyosin etkenliği ve biyogen amin oluşumu açısından karşılaştırılmaları. Doktora

- tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 134 s., Ankara.
- Durlu-Özkaya, F., Ayhan, K. and Vural, N. 2001. Determination of biogenic amines produced by *Enterobacteriaceae* isolated from meat products. *Meat Science*, 58(2); 163-166.
- Durlu-Özkaya, F. 2002. Biogenic amine content of some Turkish cheeses. *Journal of Food Processing and Preservation*, 26(4); 259-265.
- Ekici, K. and Coskun, H. 2004. Histamine contents of some commercial vegetable pickles. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3); 197-198.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E. and Hirvi, T. 1993. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. *Journal of AOAC International*, 76; 575-577.
- Fleming, H.P., McFeeters, R.F., Daeschel, M.A., Humphries, E.G. and Thompson, R.L. 1988. Fermentation of cucumbers in anaerobic tanks. *Journal of Food Science*, 53(1); 127-133.
- Fleming, H.P., McDonald, L.C., McFeeters, R.F., Thompson, R.L. and Humphries, E.G. 1995. Fermentation of cucumbers without sodium chloride. *Journal of Food Science*, 60(2); 312-315.
- García-García, P., Brenes-Balbuena, M., Romero-Barranco, C. and Garrido-Fernández, A. 2001. Biogenic amines in packed table olives and pickles. *Journal of Food Protection*, 64(3); 374-378.
- Gennaro, M.C., Gianotti, V., Marengo, E., Pattono, D. and Turi, R.M. 2003. A chemometric investigation of the effect of the cheese-making process on contents of biogenic amines in a semi-hard Italian cheese (Toma). *Food Chemistry*, 82(4); 545-551.
- GIDASANAYII, 2004. Web sitesi. Konserve meyve ve sebze Türkiye'nin dış ticareti, <http://www.gidasanayii.com>. Erişim Tarihi: 18.01.2006.
- Gonzalez-Fernandez, C., Santos, E.M., Jaime, I. and Rovira, J. 2003. Influence of starter cultures and sugar concentrations on biogenic amine contents in chorizo dry sausage. *Food Microbiology*, 20(3); 275-284.
- Guillou, A.A., Floros J.D. and Cousin, M.A. 1992. Calcium chloride and potassium sorbate reduce sodium chloride used during natural cucumber fermentation and storage. *Journal of Food Science*, 58(6); 1381-1389.
- Gürbüz, O. ve Değirmencioğlu, N. 2003. Gıdalarda biyojen amin oluşumu. *Gıda*, 28(6); 565-570.
- Halász, A., Baráth, A., Simon-Sakardi, L. and Holzapfel, W.H. 1994. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, 5; 42-49.
- Halász, A., Baráth, A. and Holzapfel, W.H. 1999. The influence of starter culture selection on sauerkraut fermentation. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und - Forschung A*, 208; 434-438.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Vecina-Nogues, M.T. and Vidal-Carou, M.C. 1997a. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45; 2098-2102.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Vecina-Nogues, M.T. and Vidal-Carou, M.C. 1997b. Effect of starter cultures on biogenic amine formation during fermented sausage production. *Journal of Food Protection*, 60(7); 825-830.

- Hwang, D.F., Chang, S.C., Shiau, C.Y. and Cheng, C.C. 1995. Biogenic amines in the flesh of sailfish (*Istiophorus platypterus*) responsible for scrombroid poisoning. *Journal of Food Science*, 60(5); 926-928.
- Izquierdo-Pulido, M., Marine-Front, A. and Vidal-Carou, M.C. 1994 Biogenic amines formation during malting and brewing. *Journal of Food Science*, 59(5); 1104-1107.
- İç, E., Özçelik, F. ve Denli, Y. 1999. Hıyar turşularının depolanması üzerine kalsiyum asetat ve pastörizasyonun etkisi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 24(4); 243-250.
- İç, E. 2000. Hıyar turşusu salamurasında kalsiyum klorür kullanarak tuz konsantrasyonunun azaltılma olanağı üzerine araştırma. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 117 s., Ankara.
- Joosten, H.M.L.J. and Olieman, C. 1986. Determination of biogenic amines in cheese and some other food products by high-performance liquid chromatography in combination with thermo-sensitized reaction detection. *Journal of Chromatography*, 356; 311-319.
- Kalač, P., Špička, J., Křížek, M., Steidlová, Š. and Pelikánová, T. 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. *Food Chemistry*, 67; 275-280.
- Kalač, P., Špička, J., Křížek, M. and Pelikánová, T. 2000a. The effects of lactic acid bacteria inoculants on biogenic amines formation in sauerkraut. *Food Chemistry*, 70; 355-359.
- Kalač, P., Špička, J., Křížek, M. and Pelikánová, T. 2000b. Changes in biogenic amine concentration during sauerkraut storage. *Food Chemistry*, 69; 309-314.
- Karacakol, M. 1998. Düşük tuzlu veya tuz içermeyen salamurada hıyar turşusu üretimi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 44 s., Ankara.
- Kirschbaum, J., Rebscher, K. and Brückner, H. 2000. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in fermented foods after derivatization with 3,5-dinitrobenzoyl chloride. *Journal of Chromatography A*, 881; 517-530.
- Komprda, T., Neznalova, J., Standara, S. and Bover-Cid, S. 2001. Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausage polican. *Meat Science*, 59(3); 267-276.
- Künsch, U., Schärer, H. and Temperli, A. 1989. Biogene Amine als Qualitätsindikatoren von Sauerkraut. In XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung. Qualitätsaspekte von Obst und Gemüse. Ahrensburg, Germany. In "Kalač, P., Špička, J., Křížek, M., Steidlová, Š. and Pelikánová, T. 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. *Food Chemistry*, 67; 275-280.
- Lange, J., Thomas, K. and Wittmann, C. 2002. Comparison of a capillary electrophoresis method with high-performance liquid chromatography for the determination of biogenic amines in various food samples. *Journal of Chromatography B*, 779; 229-239.
- Lange, J. and Wittmann, C. 2002. Enzyme sensor array for the determination of biogenic amines in food samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 372; 276-283.
- Maijala, R. and Eerola, S. 1993. Contaminant lactic acid bacteria of dry sausages produce histamine and tyramine. *Meat Science*, 35(3); 387-395.

- Maijala, R., Nurmi, F. and Fischer, A. 1995a. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry sausages. *Meat Science*, 39(1); 19-22.
- Maijala, R., Eerola, S., Lievonen, S., Hill, P. and Hirvi, T. 1995b. Formation of biogenic amines during ripening of dry sausages. *Journal of Food Science*, 60(6); 1187-1190.
- Moret, S. and Bortolomeazzi, R. 1992. Improvement of extraction procedure for biogenic amines in foods and their high-performance liquid chromatographic determination. *Journal of Chromatography*, 591; 175-180.
- Nout, M.J.R. 1994. Fermented foods and food safety. *Food Research International*, 29; 675-690. In "Kalač, P., Špička, J., Křížek, M., Steidlová, Š. and Pelikánová, T. 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. *Food Chemistry*, 67; 275-280."
- Novella-Rodriguez, S., Veciana-Nogues, M.T., Trujillo-Mesa, A.J. and Vidal-Carou, M.C. 2002. Profile of biogenic amines in goat cheese made from pasteurized and pressurized milks. *Journal of Food Science*, 67(8); 2940-2944.
- Novella-Rodriguez, S., Veciana-Nogues, M.T., Izquierdo-Pulido, M. and Vidal-Carou, M.C. 2003. Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese. *Journal of Food Science*, 68(3); 750-755.
- Özçelik, F. ve İç, E. 2000. Hıyar turşularının düşük tuz konsantrasyonlarında depolanması üzerine bazı koşulların etkileri. *Tarım bilimleri dergisi*, 6(4); 115-119.
- Špička, J., Kalač, P., Bover-Cid, S. and Křížek, M. 2002. Application of lactic acid bacteria starter cultures for decreasing the biogenic amine levels in sauerkraut. *European Food Research and Technology*, 215; 509-514.
- Sumner, S.S. and Taylor, S.L. 1989. Detection method for histamine-producing, dairy bacteria using diamine oxidase and leucocrystal violet. *Journal of Food Protection*, 52(2); 105-108.
- Sürücüoğlu, M.S. ve Özçelik, A.Ö. 2003. Çubuk İlçesi Aşağı Çavundur Köyü Turşuculuğu. *Folklor Halk Bilim Dergisi*, 6(52); 35-43.
- Stratton, J.E., Hutkins, R.W. and Taylor, S.L. 1991. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A review. *Journal of Food Protection*, 54(6); 460-470.
- Ulu, T. 2001. Hıyar turşularının depolanma stabilitesi üzerine pH' nın etkisi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 47 s., Ankara.
- Yücel, U., Üren, A., Hocalar, B. ve Turantaş, F. 2001. Fermente ürünlerden peynir, şarap ve lahana turşularında histamin miktarları. TÜBİTAK-TOGTAG Proje no. 1726, s. 1-25, Mayıs, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : L. Gözlem AKBAŞ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi: 1978

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kalaba Lisesi, Ankara, 1992-1995

Lisans : Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 1996-2001

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2003-2006