

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE İŞLENMİŞ BALIK
ÜRÜNLERİNDE BİYOJENİK AMİN MİKTARLARININ TESPİTİ VE
OLUŞUMUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Su Ürn. Yük. Müh. Serkan KORAL

**HAZİRAN 2012
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE İŞLENMİŞ BALIK
ÜRÜNLERİNDE BİYOJENİK AMİN MİKTARLARININ TESPİTİ VE
OLUŞUMUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

Su Ürn. Yük. Müh. Serkan KORAL

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 21.06.2012**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sevim KÖSE

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Serkan KORAL Tarafından Hazırlanan

TÜRKİYE'DE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE İŞLENMİŞ BALIK
ÜRÜNLERİNDE BİYOJENİK AMİN MİKTARLARININ TESPİTİ VE
OLUŞUMUNA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 29/05/2012 gün ve 1458 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Üye : Prof. Dr. Sevim KÖSE

Üye : Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Üye : Prof. Dr. Muhammet BORAN

Üye : Prof. Dr. Nurettin YAYLI

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmış ve K.T.Ü. BAP (Proje No: 2006.117.001.4) ve EU TRUEFOOD (Proje No: FOOD-CT-2006-016264) projeleri tarafından desteklenmiştir.

Balık ve balık ürünleri, yapısal olarak biyojen amin oluşumunda ve özellikle histamin zehirlenmesinden sorumlu tutulan başlıca gıdalar olarak değerlendirilmektedir. Birçok ülkede geleneksel yöntemlerle işlenen balık ürünlerinden kaynaklı histamin zehirlenme vakaları rapor edilmektedir. Bu nedenle bu tip ürünlerdeki histamin miktarları birçok araştırmaya konu olmuştur. Ancak ülkemizde ticari olarak satışı yapılan bu ürünlerde histamin ve diğer biyojenik amin miktarlarının belirlenmesi üzerine yapılan araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen ve ticari olarak satışa sunulan ürünlerdeki biyojenik amin miktarlarının tespiti ve neden olan faktörlerin belirlenmesi bu çalışmaya konu olmuştur.

Doktora tez konusunun belirlenmesinde, çalışmaların yürütülmesinde ve sonuçların yorumlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Sevim KÖSE'ye, katkılarından dolayı tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Muhammet BORAN ve Prof. Dr. Nurettin YAYLI'ya, tez yazım aşamasındaki tavsiyelerinden dolayı sayın Prof. Dr. Özkan ÖZDEN'e teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Arş. Gör. Bekir TUFAN, yazım aşamasındaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Ertuğrul TERZİ ve Arş. Gör. Kenan GEDİK, örnek teminindeki katkılarından dolayı Uzm. Yusuf CEYLAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca bugüne kadar her konuda desteklerini gördüğüm sevgili ailem, eşim ve çocuklarıma teşekkür ederim.

Serkan KORAL
Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Türkiye’de Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balık Ürünlerinde Biyojenik Amin Miktarlarının Tespiti ve Oluşumuna Neden Olan Faktörlerin İncelenmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sevim KÖSE’nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 24/05/2012

Serkan KORAL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Balıklarda Biyojenik Aminler ve Gıda Güvenliği	3
1.3. Balıklarda Biyojenik Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler	11
1.4. Biyojenik Amin Riski Taşıyan Geleneksel Balık İşleme Yöntemleri	13
1.4.1. Tuzlama Teknolojisi	15
1.4.2. Fermente Balık Ürünleri Teknolojisi	16
1.4.3. Marinasyon Teknolojisi	18
1.4.4. Tütsüleme Teknolojisi	19
1.4.5. Kurutma Teknolojisi	20
1.5. Geleneksel Yöntemlerle İşlenen Balık Ürünleri Kaynaklı Histamin Zehirlenmesinin Epidemiyolojisi.....	21
1.6. Önceki Çalışmalar.....	26
1.7. Çalışmanın Amacı.....	40
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	42
2.1. Materyal	42
2.1.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar	43
2.2. Metot	44
2.2.1. Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balık Ürünleri Analizleri	44
2.2.2. İşleme Öncesinde Hammaddenin Soğuk Depolanması	45
2.2.2.1. Hamsi Balığının Farklı Koşullarda Soğuk Depolama Çalışması.....	45
2.2.2.2. Palamut Balığının Farklı Koşullarda Soğuk Depolama Çalışması	46
2.2.3. Tuzlama Çalışması.....	47
2.2.3.1. Hamsi Balığının Tuzlanması.....	47

2.2.4.	Analiz Yöntemleri.....	49
2.2.4.1.	Biyojenik Amin Analizi	49
2.2.4.2.	Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N)	52
2.2.4.3.	Trimetilamin Azot Tayini (TMA-N).....	53
2.2.4.4.	Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA).....	54
2.2.4.5.	Mikrobiyolojik Analizler	54
2.2.4.5.1.	Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Bakteri Sayımı.....	54
2.2.4.5.2.	Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Histamin Üreten Bakteri Sayımı	55
2.2.4.5.3.	Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Halofilik Bakteri Sayımı	55
2.2.4.6.	Yüzde Tuz ve Yüzde Su Fazlı Tuz (WPS) Tayini	56
2.2.4.7.	Su Aktivitesi Tayini	56
2.2.4.8.	Yüzde Su Tayini	56
2.2.4.9.	pH Analizi	57
2.2.4.10.	Duyusal Analizler	57
2.2.4.11.	Verilerin Değerlendirilmesi	60
3.	BULGULAR.....	61
3.1.	Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balıklarda Biyojenik Amin ve Bazı Gıda Güvenliği Parametreleri	61
3.2.	Soğuk Depolama Çalışmalarına Ait Bulgular.....	77
3.2.1.	Taze Hamsi	77
3.2.2.	Taze Palamut.....	89
3.3.	Hamsi Balığının Salamura ve Kuru Tuzlama Yöntemleriyle Tuzlanarak Oda ve Buzdolabı Koşullarında Depolanması	101
3.3.1.	Duyusal Özelliklerdeki Değişimler.....	101
3.3.2.	Yüzde Su, Tuz ve WPS, pH ve Su Aktivitesi Parametrelerindeki Değişimler.....	106
3.3.3.	Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerindeki Değişimler	112
3.3.4.	Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerindeki Değişimler	118
3.3.5.	Biyojenik Amin Miktarlarındaki Değişimler	122
4.	TARTIŞMA	130
5.	SONUÇLAR	175
6.	ÖNERİLER.....	181
7.	KAYNAKLAR	183
8.	EKLER.....	206
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

TÜRKİYE’DE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE İŞLENMİŞ BALIK ÜRÜNLERİNDE
BİYOJENİK AMİN MİKTARLARININ TESPİTİ VE OLUŞUMUNA NEDEN OLAN
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Serkan KORAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Sevim KÖSE
2012, 205 Sayfa, 12 Ek Sayfa

Bu çalışmada ülkemizde geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen balık ürünlerinin biyojenik amin miktarlarının tespiti ve amin oluşumunu etkileyen faktörlerin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla Türkiye genelinde evlerde, yerel balıkçı ve işleme fabrikalarında farklı geleneksel yöntemlerle işlenmiş 96 adet örneğin biyojenik amin ve bazı gıda güvenliği parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, 6 adet örnekteki histamin miktarı Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı, 13 adedi ise FDA’nın uyguladığı limiti aştığı belirlenmiş olup bu örneklerde histamin değeri 93-413ppm arasında değişmiştir. İlgili örneklerdeki biyojenik amin tehlikesinin uygunsuz hammadde kullanımı, önerilen gıda güvenliği sınır değerlerine uyulmaması ve uygun olmayan depolama koşullarında muhafaza edilmesinden kaynaklanmış olabileceği saptanmıştır. Üretim aşamasında biyojenik amin oluşumuna hammadde kaynaklı faktörlerin etkisi hamsi ve palamut balıkları için farklı koşullarda soğuk muhafazasında kalite değişimleriyle ilişkili olarak incelenmiştir. Bu aminlerin önlenmesinde zaman/sıcaklık kontrolünde soğuk muhafazada buz veya su-buz uygulanmasının en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları ve farklı tuzlama yöntemlerinin kullanımı ile depolama sıcaklığının tuzlanmış hamsilerde biyojenik amin oluşumuna etkisi üzerine yürütülen çalışmada düşük tuz konsantrasyonlarının yüksek oranda histamin oluşumuna neden olduğu saptanmıştır. Biyojenik amin riskinin engellenebilmesi için %25 ve üstü tuz konsantrasyonları ile tuzlama veya soğuk muhafaza koşullarında olgunlaştırma ve depolama yapılması gerekliliği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Histamin, Gıda güvenliği, Hamsi, Palamut, Tuzlama yöntemleri

PhD. Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF BIOGENIC AMINE CONTENTS AND FACTORS
AFFECTING THEIR FORMATION IN THE TRADITIONAL FISH PRODUCTS IN
TURKEY

Serkan KORAL

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fisheries Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Sevim KÖSE
2012, 205 Pages, 12 Appendix Pages

This study aimed to investigate biogenic amine contents of fish products that are processed using traditional techniques in this country and the possible factors affecting the amine formation for these products. For this purpose, biogenic amine contents and some food safety parameters were analysed for 96 products obtained from home productions, local fish producers and fish processing plants in Turkey. The results showed that 6 samples exceeded the permitted histamine levels set by European Commission and our country while 13 of them were over legal limits according to FDA regulations, and the amounts varied in 93-412 ppm for these products. The factors affecting the formation of biogenic amines were attributed to using unsuitable raw materials, failing to follow up relating seafood safety limits and applying improper storage conditions after processing. The biogenic amine contents of anchovy and bonito stored at different chilled storage conditions were investigated in comparison with spoilage and safety parameters in order to identify the effects of raw material conditions on the biogenic amine formation during processing. It was found out that monitoring time/temperature during cold storage and ice or water-ice applications were effective to prevent biogenic amine formation. The effect of different salt concentrations, salting methods and storage conditions on the biogenic amine formation for salted anchovy were studied during processing and storage. High histamine contents were obtained for brined products at low salt concentrations. Salt concentration of 25% and higher levels or chilled storage during ripening and further storage were found as the effective way of preventing biogenic amine formation.

Key Words: Histamine, Food Safety, Anchovy, Bonito, Salting Methods

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Bazı önemli biyojenik aminlerin kimyasal yapısı.....	3
Şekil 2.	Farklı araştırmacılara göre önemli biyojenik aminlerin oluşum aşamaları.....	4
Şekil 3.	Taze hamsi balığından oluşturulan gruplar ve depolama koşulları.....	45
Şekil 4.	Taze palamut balığından oluşturulan gruplar ve depolama koşulları	46
Şekil 5.	Hamsi balığında tuzlama işleminin akış şeması	48
Şekil 6.	Amin çözeltilerine ait 0.1 mg/mL'lik karışık standart HPLC kromotogramı.....	50
Şekil 7.	Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyusal puanlardaki değişimleri.....	79
Şekil 8.	Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler	82
Şekil 9.	Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik kriterlerdeki değişimler	88
Şekil 10.	Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyusal puanlardaki değişimler.....	91
Şekil 11.	Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler	93
Şekil 12.	Fileto ve bütün palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik değişimler	100
Şekil 13.	Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin oda koşullarındaki muhafazası esnasındaki duyusal parametrelerin puansal değişimleri.....	103
Şekil 14.	Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin buzdolabı ortamındaki muhafazası esnasındaki duyusal parametrelerin puansal değişimleri.....	105
Şekil 15.	Oda ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler...	111
Şekil 16.	Oda ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler.....	117

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Histamin zehirlenmesinde yaygın olarak tespit edilen balık türleri.....	8
Tablo 2. Ülkemizde geleneksel yöntemlerle balık işleyen firmalar, işlenen balık türleri ve işleme yöntemleri	14
Tablo 3. Dünyada 1951-2008 yılları arasında bildirilmiş geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinden kaynaklanan zehirlenme vakaları	24
Tablo 4. Ticari olarak satışa sunulan geleneksel balık ürünlerindeki histamin ve diğer biyojenik amin miktarları	27
Tablo 5. Farklı koşullarda depolanan taze balıklarındaki histamin ve diğer bazı biyojenik aminlerin miktarları	30
Tablo 6. Farklı balık türlerinde biyojenik amin üretiminden sorumlu olan bakteriler.....	33
Tablo 7. Dekarboksilaz aktivitesine sahip farklı bakteri türlerinin farklı besiyeri ortamındaki biyojenik amin üretimleri	34
Tablo 8. Standart amin çözeltilerine ait r, % RSD, kalibrasyon eğrisi denklemi, LOD ve LOQ değerleri (ppm)	50
Tablo 9. Taze hamsi, palamut ve tuzlanmış hamsi balıklarının duyuusal değerlendirmesinde kullanılan kriterler	58
Tablo 10. Farklı yöntemlerle tuzlanmış ve kurutulmuş ticari ve ev yapımı balık ürünlerinin biyojenik amin içerikleri	62
Tablo 11. Fabrikasyon olarak marine edilmiş, tütsülenmiş ve ezme balık ürünlerindeki biyojenik amin değerleri.....	67
Tablo 12. Farklı yöntemlerle tuzlanmış ve kurutulmuş ürünlerin bazı gıda güvenliği parametrelerine ait bulgular	70
Tablo 13. Marine, tütsü, marine-tütsü ve balık ezmesi ürünlerine ait bazı gıda güvenliği parametreleri	75
Tablo 14. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuusal parametrelerin puansal değişimleri	78
Tablo 15. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler	81
Tablo 16. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler	85
Tablo 17. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik kriterlerdeki değişimler	87
Tablo 18. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuusal parametrelerin puansal değişimleri	90
Tablo 19. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler	92

Tablo 20. Buzdolabında farklı depolama koşullarında depolanan palamutlarda biyojenik amin değişimleri	95
Tablo 21. Buzdolabında farklı koşullarda depolanan bütün ve fileto palamut örneklerindeki mikrobiyolojik değişimler	99
Tablo 22. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin oda koşullarındaki muhafazası esnasındaki duyuşal parametrelerin puansal değişimleri	102
Tablo 23. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin buzdolabı ortamındaki muhafazası esnasındaki duyuşal parametrelerin puansal değişimleri	104
Tablo 24. Oda sıcaklığında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler	107
Tablo 25. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler	108
Tablo 26. Oda sıcaklığında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler	114
Tablo 27. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler	115
Tablo 28. Oda koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde analiz edilen mikrobiyolojik parametrelere ait değişimler	119
Tablo 29. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde analiz edilen mikrobiyolojik parametrelere ait değişimler	120
Tablo 30. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin oda koşullarında muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler	124
Tablo 31. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler	127
Tablo 32. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki BAI ve QI indeksleri değişimi	150
Tablo 33. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki BAI ve QI indeksleri değişimi	151
Tablo 34. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında analizi yapılan kalite parametreleri arasındaki ilişkiler	155
Tablo 35. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında analizi yapılan kalite parametreleri arasındaki ilişkiler	156
Tablo 36. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan tuzlanmış hamsiler için % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerinin regresyon analizi sonuçları	162
Tablo 37. Farklı oranlarda salamura ve kuru tuzlanan grupların oda ve buzdolabı koşullarında depolanması sürecindeki duyuşal ve kimyasal parametrelerin regresyon analizi sonuçları	168

SEMBOLLER DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AOAC	: American Official Analytical Chemist
a_w	: Su aktivitesi
BA	: Biyojenik amin
BAI	: Biyojenik Amin İndeksi
EC	: Avrupa Komisyonu
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	: Gıda ve İlaç Örgütü
FEN	: Feniletilamin
HİS	: Histamin
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
HÜB	: Histamin üreten bakteri
KAD	: Kadaverin
KOBİ	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletme
LOD	: Tayin Limiti (Limit of Detection)
LOQ	: Ölçüm Limiti (Limit of Quantitation)
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma. Örgütü
PÜT	: Pütresin
RSD	: Bağlı Standart Sapma
SPCA	: Standart Plate Count Agar
SPMD	: Spermidin
SPR	: Spermin
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TBA	: Tiyobarbitürik Asit Sayısı
THB	: Toplam halofilik bakteri
TLC	: İnce tabaka kromatografisi
TRP	: Triptamin
TVB-N	: Toplam Uçucu Bazik Azot
TİR	: Tiramin
WPS	: Su fazlı tuz

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Günümüzde sosyal, kültürel ve ekonomik açılardan çok hızlı bir değişim içinde olan dünyanın en önemli sorunlarından biri de insanların yeterli, dengeli ve sağlıklı gıdalarla beslenememesidir. Su ürünlerinin insanların sağlıklı beslenme, büyüme, gelişme ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeren tek diyet gıda grubu olduğu bildirilmektedir. Balık eti kolesterol oranı ve kalorisinin düşük olmasından dolayı tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca yüksek hayvansal protein değerinin yanı sıra ihtiva ettiği esansiyel aminoasitler, bağ dokusunun azlığı, kolay sindirilmesi ve doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermesi nedeniyle hazır yemek teknolojisinde önemli bir hammadde olma niteliği taşımaktadır (Varlık, 2004).

Besin değeri yüksek olan ve özellikle sağlıklı beslenme açısından yararları bilinen su ürünleri çok kolay bozulan bir yapıya sahiptir. Hasat edildiği andan itibaren çevre sıcaklığı ve hijyeni gibi etkenlere ve zamana bağlı olarak kalitesi hızla düşmektedir (Huss vd., 2003; Köse, 2010). Balıklarda ölüm sonrası değişimler rigor mortis, otoliz ve kokuşma olarak üç aşamada gerçekleşir. Bu olaylar birbirini takip eder, ancak birbirlerinden kesin çizgilerle ayrılamaz (Amlacher, 1961).

Kalite kayıplarının temel nedenleri otoliz ve bakteriyel bozulmadır. Otoliz, ölümden sonra hücre içi enzimler vasıtasıyla hücrelerin kendini yıkması olarak tanımlanmaktadır. Otoliz sonucunda, proteinlerin yıkılarak çözünebilir azotlu bileşiklere dönüştüğü, doku yapısını etkileyen hücre membranlarının parçalandığı, serbest amino asit ve peptidlere bağlı aroma maddelerinin oluştuğu görülmektedir (Al-Bandak vd., 2009). Balıklarda proteinlerin parçalanması, öncelikle enzimlerin aktiviteleri ve mikrobiyolojik faaliyetler sonucunda gerçekleşmektedir. Proteinlerin parçalanması sonucunda oluşan yıkım ürünleri depolama süresinin ileriki aşamalarında ortaya çıkmaya başlamaktadır. Bu maddeler, azotlu maddelerin parçalanması sonucu açığa çıkan uçucu bazlar (TVB-N), amonyak, mono, di ve trimetilamin, uçucu asitler, hipoksantin ve malonaldehit gibi indirgen maddeler olarak kendini göstermektedir (Özden ve Baygar, 2003).

Bu maddelerin açığa çıkması ile birlikte ürünün kokusunda değişimler meydana gelmektedir (Banwart, 1987). Balık ve işlenmiş balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kriterler kullanılmaktadır. Kimyasal kriterlerden en çok kullanılanları ise TVB-N (Toplam uçucu bazik azot), TBA (Tiyobarbütirik asit), TMA (Trimetilamin) ve histamin analizleridir. Kimyasal kriterlerden TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılmasında 25 mg/100g altında bulunan örnekler çok iyi, 30 mg/100g bulunan örnekler iyi, 30-35 mg/100g bulunan örnekler pazarlanabilir, 35 mg/100g' dan fazla bulunan örnekler bozulmuş olarak kabul edilmektedir (Huss, 1988; Varlık vd., 1993).

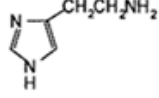
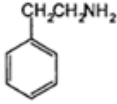
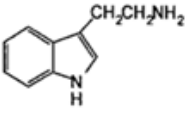
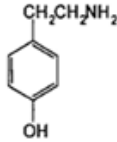

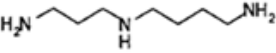
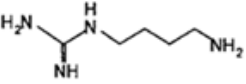
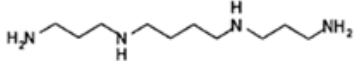
Balık etindeki kimyasal değişmelerin en önemlilerinden biri de yağların oksitlenmesi sonucu görülen acılaşmadır. Yağlar yağ asitlerine ve hidroperoksitlere daha sonra peroksitlerde oksitlenerek aldehit ve ketonlara dönüşmektedirler. Balık yağlarının oksidasyon miktarının belirlenmesinde kullanılan TBA miktarı balıklarda acılaşma derecesi hakkında bilgi vermektedir (Köse ve Erdem, 2004). Tiyobarbitürik asit sayısının çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7-8 mg malonaldehit/kg arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993). Deniz balıklarının kaslarında bulunan ve osmoregülatör görevi yapan en önemli bileşik TMAO'dur. TMAO mikroorganizmaların ve trimetilamin oksidaz enziminin etkisiyle TMA'ya indirgenir. TMAO kokusuz bir bileşik olmasına rağmen, TMA çok düşük koku eşliğine sahip olup bayat balık ve balıkhane kokusundadır. TMA hoşla gitmeyen organoleptik belirtilerin nedenlerinden birini oluşturur. TMA oluşumu mevsim, balığın yakalandığı bölge, balık türü, kas türü (beyaz veya siyah et) ve işleme türüne göre değişimler gösterir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Tüketime uygun su ürünlerinde TMA değeri <10-15 mg/100g olmalıdır. Bu değerin üzerindeki su ürünleri bozulmuş olarak değerlendirilir (Varlık vd., 1993).

pH değeri balıklarda bozulma ve kokuşmanın belirlenmesinde kullanılan bir faktördür. Balıklarda pH 6.8-7 düzeyinde olup ölüm sonrasında kaslarda biriken laktik asit nedeni ile bu değeri 5.5-5.7'e kadar düşer. Taze balıkta genellikle 6-6.5 arasında olan pH değeri depolama sürecinde bozulmanın başlaması ile yükselmektedir. Tüketilebilir nitelikteki balıklarda pH değeri 6.8-7 olmakla beraber kesin bir kriter olmayıp duyuşsal ve kimyasal analizlerle desteklenmesi gerekmektedir (Varlık vd., 1993).

Kalite kaybıyla birlikte bu ürünlerde çoğu kez insan sağlığına zarar veren biyojenik aminler ve özellikle de histamin gibi toksik maddeler oluşmaktadır (Köse, 2010).

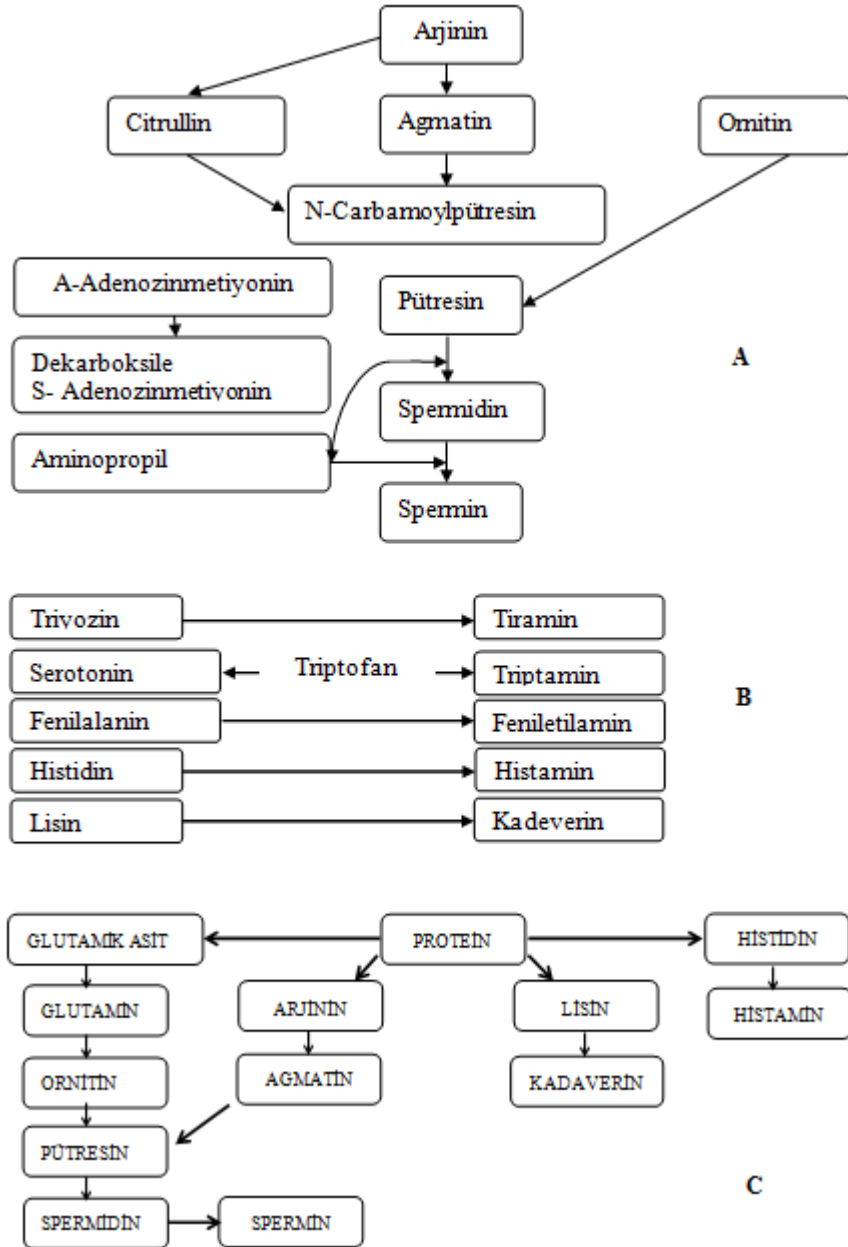
1.2. Balıklarda Biyojenik Aminler ve Gıda Güvenliği

Biyojenik aminler (BA) uçucu olamayan düşük molekül ağırlığına sahip alifatik (metilamin, etilamin, pütresin, kadaverin, spermin, spermidin) ve aromatik (tiramin, 2-feniletilamin) ve heterosiklik (histamin, triptamin) organik bazlardır. Bu aminler biyolojik olarak aktif bileşikler olup, genelde gıdalardaki serbest amino asitlerin mikrobiyolojik dekarboksilasyonu ve aldehit ve ketonların transaminasyonu sonucu oluşurlar (Ababouch vd., 1991; Landete vd., 2007). Balık, peynir, et, şarap ve bira gibi insan gıdaları ve hayvan yemlerinde yaygın olarak bulunurlar. Gıdalardaki oluşumu genellikle bakteriyel çoğalma ve bozulmadan kaynaklanır (Landete vd., 2007). Gıda emniyeti ve gıda kalitesi ile ilgili en önemli biyojenik aminler; başta histamin olmak üzere, kadaverin, pütresin, tiramin, triptamin, feniletilamin, agmatin, spermidin ve spermindir. Gıdalarda yaygın olarak gözlenen biyojenik aminlerin kimyasal formülleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

 <p>Histamin</p>	 <p>2-Feniletilamin</p>
 <p>Triptamin</p>	 <p>Tiramin</p>
 <p>Kadaverin</p>	 <p>Spermidin</p>
 <p>Pütresin</p>	 <p>Spermin</p>

Şekil 1. Bazı önemli biyojenik aminlerin kimyasal yapısı

Histamin histidin amino asidinin, kadaverin lizin amino asidinin ve pütresin ise ornitinin dekarboksilasyonu sonucu oluşur. Spermin ve spermidin pütresinden de oluşabilmektedir (Basavakumar vd., 1992). Bazı biyojenik aminlerin hangi amino asitlerden oluştuğu üzerine kabul gören yollar Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Farklı araştırmacılara göre önemli biyojenik aminlerin oluşum aşamaları
 A: Poliaminlerin biosentezi (Lima ve Gloria, 1999)
 B: Biyojenik aminlerin sentezi (Halasz vd., 1994)
 C: Biyojenik aminlerin oluşumu (Ritchie ve Mackie, 1980). Middlebrooks vd.'e (1988) göre lizin'den kadaverin oluşur.

Biyojenik aminlerin canlı vücudunda birçok önemli işlevleri vardır. Protein, hormon ve nükleik asit sentezinin ilk basamağını oluştururlar. Ayrıca poliaminler bağırsaklardaki immunolojik sistemde normal metabolik fonksiyonların sürdürülmesinde de gereklidir (URL-1, 2011). Ancak bu aminlerden bazılarının gıda zehirlenmesine neden olması, bazılarının da hem insan sağlığı için risk oluşturması hem de balığın bozulmasında bir indikatör olarak kullanıldığı bilinmektedir (Lehane ve Olley, 2000; Kim vd., 2009).

İnsan vücudu biyojen aminlerin neden olduğu çeşitli toksik etkilerin ortaya çıkmasını önleyen kuvvetli bir detoksifikasyon sistemine sahiptir. Histaminin toksisite derecesi vücudun detoksifikasyon sisteminin verimliliğine bağlı olarak değişebilir. Normal koşullarda gıdalar ile alınan biyojenik aminler bazı enzimler ile toksik olmayan ürünlere çevrilir. Fakat yüksek miktarlarda biyojenik amin alınması ve bazı nedenlerden dolayı detoksifikasyonun yapılamaması zehirlenmelere neden olabilir (Bordmer vd., 1999; URL-1, 2011). Bunun nedeni ise histamini bağırsaklarda metabolize eden histamin-L-metiltransferaz (HMT) ve dimetil oksidaz (DMO veya histaminaz) enzimlerini pütresin ve kadaverini detoksifiye ederek (engellenen), metabolize olmayan histaminin bağırsaklarda emilimini kolaylaştırır ve histamin toksisitesi artmış olur. Böylece histamin zehirlenmesi büyük oranda diğer biyojenik aminlerin varlığına ve miktarına bağlıdır (Hungerford, 2010). Bu alandaki başka bir görüş ise, diğer biyojenik aminlerin histamini bağırsaklarda tutan maddenin bağlama işlemini engelleyerek histaminin kanda emilimini kolaylaştırdığı ve toksisiteyi artırdığı şeklindedir. Histamin zehirlenmesinde görülen en yaygın belirtiler; mide bağırsak bölgesi semptomları (ishal, mide bulantısı, kusma), deri semptomları (kızarıklık, ödem), gerginlik ve sinirsel semptomlar (kaşıntı, çınlama, baş ağrısı) olmaktadır. En karakteristik belirtileri ise deride kızarıklık, ödem ve iltihaptır. Bazı araştırmacılar histidin dekarboksilaz aktivitesi ile üronaik asite dönüştüğünü belirtmişlerdir. Histaminin kana geçişini alkol gibi maddelerin de hızlandırdığı bildirilmiştir (Lehane ve Olley, 2000). Yine bu etki karışık deniz ürünlerinin aynı anda alınması durumunda da ortaya çıkar. Bu durum ise farklı deniz ürünlerindeki ve alınan farklı gıdalardaki diğer biyojenik aminlerin etkileriyle açıklanabilir (Lehane ve Olley, 2000). Ayrıca, pütresin, kadaverin, spermin ve agmatin ise kanserojen olan nitrosaminlere dönüşebildikleri için potansiyel tehlike oluştururlar. Ayrıca tiramin ana hayvansal mutajenik etkisi olan madde olarak bilinmektedir. Çoğu biyojenik aminler farmakolojik olarak aktiftirler. Ancak ağızdan saf olarak alınan aminler genelde bu zıt reaksiyonları aktif hale getiremezler. Çünkü barsaklarda bu bileşikler hızlı detoksifiye (toksisitesini inhibe)

eden amin oksidazlar mevcuttur (Lehane ve Olley, 1999). Ancak histaminin de yüksek dozda diğer biyojenik aminlerin varlığında alınması durumunda histamini metabolize eden sistemi engelleyeceği için histamin serbest olarak kana karışıp yüksek oranda toksik etkiye sahip olacaktır (Taylor, 1986).

Biyojenik aminlerden özellikle histamin toksisitesi üzerine çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çoğu zehirlenme vakalarında toksik etki gösteren balıklardaki histamin miktarı 200 ppm'in üzerinde ve sıkça 500 ppm üstünde rastlanmıştır. Ancak gıdada yüksek miktarlarda pütresin ve kadaverin bulunması halinde, histamin zehirlenme etkisini arttırdığını ve 50 ppm gibi daha düşük miktarlardaki histaminin de zehirlenme etkisi gösterebileceği bildirilmiştir (Hungerford, 2010; Huss vd., 2003; Lehane ve Olley, 2000). Shalaby'ye (1996) göre histaminin insan sağlığı için risk kategorisi aşağıdaki gibidir;

- (i) <5 mg/100g (tüketim için güvenli)
- (ii) 5-20 mg/100g (toksik olma ihtimali mevcut)
- (iii) 20-100 mg/100g (toksik olabilir)
- (iv) >100 mg/100g (toksiktir ve insan tüketimi için tehlikelidir)

Kadaverin ve pütresin gibi biyojen aminlerin gıdalarda ve özellikle balık ve balık ürünlerindeki varlığı önem taşımaktadır. Balıkta bakteriyel bozulma başlar başlamaz pütresin ve kadaverin üretimi sürekli olarak artar. Bu nedenle balık kalitesi için potansiyel bir indikatör olarak değerlendirildikleri vurgulanmıştır (Fernandez-Salguero ve Mackie, 1987). Feniletilaminin ise migren türü baş ağrısı yaptığı, tiramin ve feniletilaminin hipertansiyona neden olduğu bildirilmiştir (Shalaby, 1999; Landete vd., 2007). Yukarıda da belirtildiği üzere pütresin, kadaverin, histamin, tiramin ve feniletilaminin insan sağlığı üzerindeki etkisini artırdığı öne sürülmüştür (Landete vd., 2007). Shalaby (1999) gıdadaki 100 mg/100 g histaminin insanlara toksik etki gösterebileceğini, 3 mg/100 g feniletilaminin hassas kişilerde migren baş ağrılarına neden olabileceği ve 6 mg/100 g tiramin alımında ise monoamin oksidaz inhibitörleri alan hastalar için tehlikeli olabileceğini belirtmiştir.

Gıda zehirlenmeleri açısından yaygın olarak bilinen histamin zehirlenmesi ilk kez ton ve uskumru balığı gibi *Scombridae* familyasına ait balıkların bu zehirlenmeye neden olmasından dolayı '*Scombroid balık zehirlenmesi*' olarak bilinir. Ancak bu familyadan olmayan tirs, hamsi, sardalya, mahi-mahi gibi pek çok balık türü de histamin zehirlenmesine neden olmaktadır (Lehane ve Olley, 2000; Huss vd., 2003). Tablo 1'de histamin zehirlenmesi tespit edilen balık türleri verilmiştir. Avrupa Birliği aşağıda belirtilen familyalara ait balık türlerinden 9 örnekleme yapılmasını zorunlu kılmıştır

(European Union Directive, EC, 2007: Directive No: 1441/2007). Bu familyalar; *Scombridae*, *Clupeidae*, *Engraulidae*, *Coryfenidae* (*Coryphaenidae*), *Pomatomidae*, *Scombresosidae*'dir.

Bu familyalardan herhangi birine ait balık türlerinden seçilen 9 örnekte aşağıdaki histamin miktarları ile ilgili yasal sınırlar getirilmiştir.

Buna göre; ortalama histamin değeri;

- (i) 10 mg/100g (100 ppm)'ı aşmaması gerekir
- (ii) ancak iki örnekte 10mg/100g'ı aşmasına izin verilse de
- (iii) bu değerin 20 mg/100g'ı (200 ppm) geçmemesi şartı vardır.

Buna rağmen AB yasası 'salamurada enzim aktivitesiyle olgunlaştırma sağlanan balık ürünleri' için daha yüksek yasal sınırlar belirtmiştir. Bu tür ürünlere fermente ürünler de girmektedir. Bu yasaya göre tüm örneklerin histamin miktarının ortalaması;

- (i) 20 mg/100g (200 ppm) olabilir,
- (ii) iki örnekte 20 mg/100g'dan yüksek olmasına izin verilir,
- (iii) fakat 40 mg/100g (400 ppm)'ı geçmemelidir.

AB birliği kuralları fermente gibi ürünlere tanınan ayrıcalığın dışında ülkemizin de dahil olduğu birçok ülkede yasal olarak uygulanmaktadır (Shalaby, 1996; Veciana-Nogués vd., 1997b; Köse, 2010, Fletcher, 2011). Ancak Amerikan'nın İlaç ve Gıda Kurumu (FDA) fermente ürünler hariç diğer tüm balık ürünlerindeki yasal sınırı 5 mg/100g (50 ppm), fermente ürünlerden balık sosu için ise 500 ppm olarak belirtmiştir (FDA, 2001; Brillantes ve Samasorn, 2001). Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi'nin yeni yasasına göre, taze, soğutulmuş ve dondurulmuş ürünlerdeki yasal sınır AB'nin normal balık ve işlenmiş ürünler için belirttiği yasal uygulama, işlenmiş tüm ürünler için ise yine AB yasasının fermente ürünler için uyguladığı yasal limitler geçerli kılınmıştır (URL-2, 2012).

Tablo 1. Histamin zehirlenmesinde yaygın olarak tespit edilen balık türleri (Köse, 2010).

Türlerin Genel Adları	Türlerin veya cinslerin latince adları
Hamsi	<i>Anchoa spp., Anchoviella spp., Cetengraulis mysticetus, Engraulis spp., Stolephorus spp.</i>
Escolar veya Oil Fish♣	<i>Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus</i>
Gem Fish♣	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>
Lüfer	<i>Pomatomus saltatrix</i>
Palamut	<i>Cybiosarda elegans, Gymnosarda unicolor Orcynopsis unicolor, Sarda spp.</i>
Bouri♣	<i>Mugil cephalus*</i>
Zargana	<i>Belone belone</i>
Ringa	<i>Alosa spp., Alosa pseudoharengus, Etrumeus teres, Harengula thrissina, Ilisha spp., Opisthopterus tardoore, Pellona ditchela, Clupea spp., Opisthonema spp.</i>
Jack ♣	<i>Caranx spp., Oligoplites saurus, Selene spp., Seriola rivoliana, Urapsis secunda, Caranx crysos, Alectis indica, Elagatis bipinnulata, Nematistius pectoralis.</i>
Jobfish♣	<i>Aphareus spp., Aprion virescens, Pristipomoides spp.</i>
Kahawai♣	<i>Arripis spp.</i>
Uskumru	<i>Gasterochisma melampus, Grammatorcynus spp., Rastrelliger kanagurta, Scomber scombrus ve Scomber spp., Trachurus spp., Scomberomorus spp.</i>
Mahi-Mahi♣	<i>Coryphaena spp.</i>
Atlantik Kılıçbalığı	<i>Makaira spp., Tetrapturus spp.</i>
Sardalya	<i>Sardina pilchardus, Sardinops spp., Harengula spp., Sardinella spp.</i>
Sailfish♣	<i>Istiophorus albicans, I. platypterus</i>
Somon	<i>Onchorhynchus keta, O. kisutch, O. gorbuscha, O. nerka ve diğerleri</i>
Uskumru Turnası	<i>Cololabis saira, Scomberesox saurus</i>
Tirsi, Gizzard♣	<i>Dorosoma spp., Nematalosa vlaminghi</i>
Snapper♣	<i>Pristipomoides spp.</i>
Çaça balığı	<i>Sprattus spp.</i>
Kılıç balığı	<i>Xiphias gladius</i>
Trevally♣	<i>Caranx sexfasciatus</i>
Ton balığı	<i>Allothunnus fallai, Auxis spp., Euthynnus spp., Katsuwonus pelamis, Thunnus tonggol, T. alalunga, T. albacares, T. atlanticus, T. maccoyii, T. obesus, T. thynnus.</i>
Wahoo♣	<i>Acanthocybium solandri</i>
Sarıkuzyruk	<i>Seriola lalandei</i>

*Fermente balık için histamin riski taşıdığı belirtilmiş, ♣Türkçe karşılıklarında hata olma ihtimalinden dolayı sadece İngilizce genel adları yazılmıştır.

Balıklarda bozulma ürünü olarak histaminin tek başına bir anlamının olmadığı ve yüksek oranda histidin içeren ton balıklarında dahi histamin birikim oranının diğer biyojenik aminlere göre daha yavaş olduğu bildirilmiştir. Genellikle kadaverin ve pütresin ile birlikte histamin bir bozulma indeksi olarak kullanılmaktadır. Konserve edilmiş ton balığında kalitenin belirlenmesi ve kaya balığı ile somon filetolarında bozunma derecesinin saptanması amacıyla Mietz ve Karmas (1977) tarafından kimyasal bir indeks (QI): (pütresin+kadaverin+histamin)/(1+spermidin+spermin) önerilmiştir. Konserve edilmiş ton balıklarının iyi kalitede sayılması için kimyasal indeks değerinin 0-1 arasında olması gerektiği aynı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Ancak Malle vd. (1996) biyojenik aminlerle kalite indeksi olarak başka bir formül geliştirmişlerdir. Biyojen aminlerin özellikle de histaminin et ve balık ürünlerinin hijyen ve kalitesinin belirlenmesinde çok önemli bir parametre olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar 'Biyojenik Amin İndeksi' (BAI) kavramını tanımlamış ve sınır değerlerine göre kalite ve hijyen hakkında yorum yapmışlardır.

$$BAI = Histamin + Kadaverin + Putresin + Tiramin \quad (1)$$

Birinci kalite et veya balık için; $BAI < 1$

Orta kalite et veya balık için; $1 < BAI < 10$

Bozulmuş et veya balık için; $BAI > 10$

Histamin varlığı ile diğer kalite ölçütleri arasında bir ilişkinin olup olmadığına yönelik yapılan çalışmalarda, histamin miktarı ile organoleptik özellikler arasında doğrudan bir ilişkinin varlığı ortaya koyulamamıştır. Lopez- Sabater vd. (1996), 0°C ve 20°C' de muhafaza edilen ton balıklarının tüketilebilirliğinin organoleptik olarak ret edilmesine rağmen histamin değerinin FDA (1988) tarafından kabul edilebilir limit olan 5 mg/100g değerine ulaşmadığını belirlemişlerdir. Öte yandan aynı sıcaklıkta muhafaza edilen sardalya balıklarının panelistler tarafından ret edilmeden önce histamin düzeyinin tüketilebilirlik değerini aştığı görülmüştür (Ababouch vd., 1996). Veciana-Nogues vd. (1990) biyojenik aminler ile diğer kimyasal bozulma parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, buzdolabında ve oda sıcaklığında muhafaza edilen hamsilerde histamin oluşumu ile trimetilamin (TMA) değeri arasında yüksek düzeyde bir korelasyonun olduğunu belirlemişlerdir. Ancak düşük düzeyde histidin ihtiva eden

balıklarda böyle bir ilişki bulanamamıştır (Shakila vd., 2003). Balıklarda histamin düzeyi ile bakteri yükü arasında bir ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için yapılan çalışmalarda, oda sıcaklığında muhafaza edilen balıklarda mezofilik bakteri sayısı ile histamin düzeyi arasında yüksek oranda bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Kim vd., 2001; Du vd., 2002).

Biyojenik amin dekarboksilaz (özellikle histamini histidine yıkımını sağlayan) aktivitesine sahip *Enterobacteriaceae* familyasına ait pek çok bakteri türünün (*Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris* ve *Hafnia alvei* ile *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Vibrio*, *Pseudomonas* ve *Photobacterium*'a ait türler), çeşitli gıdalarda yüksek oranda biyojenik amin ürettiğini kanıtlayan pek çok çalışma mevcuttur (Ababouch, 1991; Taylor, 1986; Lehane ve Olley, 2000; Marino vd., 2000; Flick vd., 2001; Kim vd., 2002a; Kanki vd., 2004; Tsai vd., 2005). *M. morganii*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris* ve *H. alvei* balık ve balık ürünlerinden histamin üreten bakteriler olarak yaygın bir şekilde izole edilmişlerdir (Frank, 1985; Lehane ve Olley, 2000; Huss vd., 2003; Emborg vd., 2005; Dalgaard vd., 2006; Emborg ve Dalgaard, 2008). *Vibrio*, *Pseudomonas* ve *Photobacterium* cinslerine ait bakteri türlerinin doğal deniz ortamında ve balıklarda bulunabileceği, ancak mezofilik *Enterobacteriaceae* ve *Clostridium perfringens*'in tipik olarak daha sonradan bu ürünlere bulaşabilecekleri belirtilmiştir. Barsak kökenli bakteriler (özellikle *M. morganii*) bu ürünlere yaz aylarında daha çok ortaya çıkarken doğal ortamdan gelen biyojenik amin üreten bakteriler ise kış aylarında baskındır. Psikrotrofik laktik asit bakterisinin soğuk tütülenmiş balıklarda histamin ürettiği tespit edilmiştir (Emborg ve Dalgaard, 2008). Bakterilerin çoğalmasının durdurulduğu anlarda dahi bakteri enzimleri işlenmiş ürünlere aktivitelere devam edebilirler. Bu nedenle geleneksel yöntemlerle işlenen su ürünlerinde yüksek orandaki tuzun bakteri üremesini yavaşlatmasına rağmen enzim faaliyetleri devam etmektedir (Lehane ve Olley, 2000). Çoğu histamin üreten bakterilerin 15°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çoğalması nedeniyle, histamin miktarı bu sıcaklıklarda depolanan ürünlere artar. Bu nedenle, ürünleri düşük sıcaklıklarda depolamak histamin ve diğer biyojenik aminlerin oluşum riskini azaltır. Ancak çeşitli araştırmacılar 0-4°C arasında da histamin üretilebileceğini tespit etmişlerdir (Lehane ve Olley, 2000; Emborg vd., 2005; Dalgaard vd., 2006; Emborg ve Dalgaard, 2008). Sıcak tütülenmiş ve konserve gibi yüksek sıcaklıklarda pişirilmiş ürünlere ise hem çoğu mikroorganizma hem de ilgili enzimler inaktive olurlar. Bu nedenle bu tip pişirilmiş ürünlere bakteriyel kontaminasyonun engellenmesi histamin riskinin azaltılmasında önem taşımaktadır (Hungerford, 2010).

1.3. Balıklarda Biyojenik Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Balıklarda biyojenik aminlerin üretiminde amino asitleri dekarboksile edebilme özelliğine sahip bakterilerin varlığı önemli rol oynamaktadır. Örneğin bakteriler tarafından üretilen histamin için dekarboksilaz enzimi ile histidin amino asidinde bulunan karboksil grubu ayrılarak ilgili amin üretilmektedir. Otolitik veya bakteriyel olarak oluşan proteoliz olayı, proteinlerden serbest amino asitlerin meydana gelmesine neden olur ve böylece dekarboksilaz reaksiyonları için substrat sağlanmış olur. Balıklarda biyojenik aminlerin oluşumunda amin üreten mikroorganizmaların dekarboksilaz aktivitesini etkileyen bazı koşulların sağlanması gereklidir. Bunlardan pH, sıcaklık, tuz miktarı ve starter kültürünün varlığı önemli faktörlerdendir (Dalgaard vd., 2008).

Sıcaklığın, su ürünleri endüstrisinde biyojenik amin oluşumu üzerinde belirgin bir etkisi olduğu çok iyi bilinmektedir (Gardini vd., 2001). Klausen ve Lund (1986) tarafından yapılan bir çalışmada uskumru ve ringa balıklarında 10 °C'deki biyojenik amin içeriğinin 2 °C'dekine göre 20 kat daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Wendakoon vd. (1990) tarafından yapılan başka bir çalışmada uskumrunun buzda depolanması sırasında hiçbir amin üretiminin olmadığı bildirilmiştir. Yoshida ve Nakamura (1982) taze balıkta histamin oluşumuna rastlamazken, oda sıcaklığında bekletilen balıklarda histamin miktarının 24 saat içinde 28.4 ppm'e, 48. saatten sonra ise 1540 ppm'e ulaştığını tespit etmişlerdir. Shalaby (1996) düşük sıcaklıkta depolamanın balıklarda biyojenik amin oluşum oranını düşürdüğünü belirtmiştir.

Balıklardaki pH değeri biyojenik amin oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Amino asit dekarboksilaz aktivitesi, düşük pH'larda daha güçlü olmaktadır. Amin oluşumunda en uygun pH aralığı 4.5 ile 5.0 arasındadır (Teodorovic vd., 1994; Santos, 1996). Glukoz gibi fermente olabilen karbonhidratların varlığı bakterilerin gelişimini ve aminosit dekarboksilaz aktivitesini artırır. Çünkü glikozun parçalanması ile oluşan laktik asit ürünün pH'sının düşmesine sebep olmaktadır (Maijala, 1994). Ababouch vd. (1991) üç *Proteus* türü tarafından histamin oluşumunu araştırdıkları çalışmalarında, bu türlerin pH 5.0'te pH 7.0'ye göre daha fazla, ayrıca 25 °C'de, 4 °C'ye göre de daha fazla aktif olduğunu bildirmişlerdir. Kimata ve Kawai (1953) uskumru orkinosunda (*Auxis thazard*) pH 6.2'de, pH 5.6 ve 6.7'den çok daha hızlı bir şekilde histamin gelişimi olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca Dalgaard vd. (2006) *P. phosphoreum* bakterisinin pH 6.1'de pH 6.5'den iki kattan

daha fazla histamin ürettiğini bildirmişler ve pH 6 civarının histamin miktarının artmasına katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Biyojenik amin oluşumunda, ortamın tuz konsantrasyonunun da önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Tuz konsantrasyonunun %5'ten fazla olmasının histamin oluşumunu azalttığı bildirilmektedir (Beutling, 1994). Ababouch vd. (1996) üç ayrı *Proteus* türü ile yaptıkları çalışmalarda %8 tuz ilavesinin etkili bir şekilde histidin dekarboksilaz aktivitesini azalttığını belirtmektedirler. Lakshmanan vd. (2002) tuzlanarak kurutulmuş sardalya (*Sardinella gibbosa*) balıklarında amin üreten bakterilerin değişimini inceledikleri çalışmada son ürünlerin tuz miktarının %10 ila %16 arasında değiştiğini, buna bağlı olarak bu ürünlerde sadece kadeverin ve pütresin üretebilen bakterilerin bulunduğunu, histamin üreten bakterilere ise rastlanmadığını ve %10'un üzerindeki tuzlulukta amin üreten bakterilerin inhibe olduğunu bildirmişlerdir. Balık sosu ve tuzlanmış balık üretiminde yüksek tuz konsantrasyonu (%10-40) kullanıldığı için bu tür ürünler genellikle soğuk şartlarda depolanmazlar bu yüzden bu tür ürünlerde histamin miktarı artabilmektedir. Özellikle halofilik gram pozitif türler olan *Staphylococcus epidermis* ve *Tetragenococcus muriatricus*'un histamin üretebileceği bildirilmiştir (Dalgaard vd., 2008). Ayrıca kuvvetli bir histamin oluşturma aktivitesine sahip *Staphylococcus capitis*'in %10 oranında tuz bulunan besiyeri koşullarında 400 mg/mL histamin üretebildiği bildirilmiştir (Hernandez-Herrero vd., 1999). Chander vd. (1989) tarafından yapılan bir çalışmada ortamın tuz konsantrasyonunun %0'dan %6'ya çıkarılmasıyla *Lactobacillus bulgaricus*'un ürettiği amin miktarının büyük ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Bu negatif etki, yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle, hücre bölünmesinin azalması veya mikrobiyolojik dekarboksilaz enzimi taşıyan membranlarda meydana gelen hasar olmak üzere iki nedene bağlanabilmektedir (Gardini vd., 2001).

Fermente ürünlerin üretilmesinde starter kültür eklenmesi fermentasyon sürecini hızlandırıcı, tekstür ve duyu karakterlerin iyileştirilmesi ve raf ömrünün artırılmasında önemli rol oynamaktadır (Leroy ve De Vuyst, 2004). Bu amaçla genellikle laktik asit bakteri türleri özellikle de *Staphylococcus* ve *Micrococcus* türleri ticari starter kültür olarak kullanılmaktadır (Hugas ve Monfort, 1997). Starter kültür kullanımı fermentasyon boyunca amin oluşumunu kontrol altında tutabilmektedir. Ayrıca bu kültürler amin oksidaz etkisi göstererek oluşan biyojenik aminleri de indirgeyebilmektedirler. Farklı bakteri türlerinin biyojenik aminleri indirgemesi üzerine yapılmış bir çok çalışma mevcuttur. Mah ve Hwang (2009) *S. xylosus* bakterisinin fosfat tamponu içerisinde histamini %38, tyramini de %4.4

indirgediğini rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, *S. xylosus* bakterisini tuzlanmış ve fermente edilmiş hamsi üretiminde starter kültür olarak kullanmış ve kontrol grubuna göre toplam biyojenik amin miktarında %16 azalma olduğunu belirtmişlerdir.

1.4. Biyojenik Amin Riski Taşıyan Geleneksel Balık İşleme Yöntemleri

Geleneksel gıdalar, üretildiği yörelerin kültürünün çok önemli bir parçası olup, binlerce yıllık yaşam biçiminden günümüze ulaşan kendine özgü niteliklere sahip ürünlerdir. Bu gıdalar geleneksel yaşam biçiminin etkisi ile şekillenmiş ve yöresel olarak insanların beslenmesinde önemli yeri olan ürünler niteliğini taşımaktadır. Bu tür gıdalar teknolojik imkanlar kullanılmaksızın, insanların atalarından öğrendikleri yöntemleri uygulayarak muhafaza etmeye çalıştıkları özgün ürünlerdir. Günümüzde tüketici profilinin değişimiyle geleneksel ürünlerde de özellikle tuzun azaltılması ve/veya yeni katkıların katılması gibi üretimdeki değişiklikler ortaya çıkmıştır (Köse, 2010). Ülkemizde de yeni teknolojik imkânlar kullanılarak farklı geleneksel ürün üreten birçok işletme mevcut olup Tablo 2’de bu işletmelerin işledikleri balık türleri, işleme yöntemleri gibi bilgiler verilmiştir. Bu firmaların bazıları ürettikleri ürünlerin tamamını ihraç ederken bazıları ürünlerini iç piyasada da satmaktadır. Bu 24 firmadan 9 adeti biyojenik amin riski içermeyen bir tür olan gökkuşağı alabalığını tütsüleme yöntemi ile işlemekte olup kalan 15 firma ise biyojenik amin açısından risk ihtiva eden balık türlerini farklı işleme yöntemleri (Lakerda, Tütsü, Marinasyon vb.) kullanarak piyasaya sürmektedirler.

Ülkemiz dahil gelişmiş bir çok ülkede bile evlerde ve küçük işletmelerde gıda güvenliği kurallarına uyulmaksızın bu tür geleneksel yöntemlerle işlenen ürünlerin üretimi halen sürmektedir (Köse, 2010). Biyojenik amin riski taşıyan geleneksel balık işleme yöntemleri tuzlama, fermente, kurutma, marinasyon ve tütsüleme olarak beş grup altında toplanabilir.

Tablo 2. Ülkemizde geleneksel yöntemlerle balık işleyen firmalar, işlenen balık türleri ve işleme yöntemleri (Köse vd., 2010; URL-3, 2012).

No	Firma adı	İşlenen Tür	İşleme yöntemi
1	Alba Su Ürünleri, Aydın	Gökkuşacağı (G) alabalığı	Füme
2	Bağcı Alabalık, Muğla	G. alabalığı	Füme
3	Antalya Balık A.Ş., Antalya	G. alabalığı	Füme
4	Gümüşdoğa A.Ş., Muğla	G. alabalığı	Füme
5	Bağcı Alabalık, Muğla	G. alabalığı	Füme
6	Antalya Balık A.Ş., Antalya	G. alabalığı	Füme
7	Gümüşdoğa A.Ş., Muğla	G. alabalığı	Füme
8	Özpekler Su Ürünleri, Denizli	G. alabalığı	Füme
9	Kılıç Holding,	G. alabalığı	Füme
10	Kocaman Balıkçılık, Balıkesir	Hamsi, Sardalya	Marinasyon Ançüz
11	Nevzat Su Ürünleri, İstanbul	G. alabalığı, Ringa, Torik, Palamut, Uskumru, Somon	Füme Lakerda Çiroz
12	Pakyürek A.Ş., Adana	Hamsi, Palamut, Uskumru	Lakerda, Füme, Marinasyon, Çiroz
13	Sagun Group, İstanbul	Hamsi, Somon	Marinasyon, Füme, Ançüz, Lakerda
14	Alarko, İzmit	Somon	Füme, Pastırma
15	Uğurlu Balıkçılık, İstanbul	Palamut	Füme, Lakerda
16	Aqualife, İstanbul	Palamut	Füme
17	Alâeddin Konserve San. Ltd.Şti, Çanakkale	Sardalya	Ançüz
18	Kartal, İstanbul	Hamsi, Sardalya	Balık ezmesi
19	Sapanca Su Ürünleri, Sakarya	Somon	Füme
20	Cansu Deniz Ürünleri San. Çanakkale	Hamsi	Marinasyon, Çiroz
21	Dersu Balık, Antalya*	G. alabalığı, Somon, Yılan balığı, Palamut	Füme
22	Kardez Su Ürünleri, Samsun *	Hamsi	Marinasyon
23	Susitaş, İzmir *	Hamsi	Ançüz
24	Delamar, İstanbul *	Torik, Hamsi, Somon	Lakerda, Füme, Marinasyon

* İhracata yönelik üretim yapıldığından iç piyasaya satışı yoktur

1.4.1. Tuzlama Teknolojisi

Günümüzde çeşitli balık tuzlama teknikleri bilinmesine rağmen genelde kuru ve salamura olarak iki ana tuzlama teknikleri kullanılmaktadır. Bunlardan birisi kuru tuzlama, diğeri ise salamura tekniğidir. Bu teknikler bazen diğere geleneksel yöntemlerle örneğin tütüleme, fermentasyon, kurutma ve marinat ile birleştirilerek kullanılır. Ülkemizde ve Yunanistan'da '*lakerda*' adlı tuzlanmış palamut, uskumru ve ton balığı ürünleri her iki tuzlama yöntemi veya ikisinin kombinasyonu şeklinde uygulanıp pişirilmeden tüketilmektedir (Turan vd, 2006; OECD, 2008; Erkan vd, 2009; Köse, 2010). Tuz geçişi balıktaki yağ oranına, ortamın sıcaklığına, tuzun içeriğine, tuzun miktarı veya salamuranın konsantrasyonuna ve uygulama tekniğine bağlıdır (Mol ve Özden, 2004; Codex Alimentarius, 2009). Bu nedenle, özellikle biyojenik amin bileşiklerine bu ürünlerde rastlanabilir. Her ne kadar bazı histamin oluşturan bakteri türlerinin tuza dayanıklı (halotolerant veya halofilik) olduğu rapor edilmişse de yoğun kuru tuzlamada bu bakterilerin yaşamasına rağmen histamin üretiminin düşük ihtimal olduğu bilinmektedir. Daha önceki çalışmalarda kuru tuzlanmış ürünlerdeki su aktivitesinin (a_w) 0.77'nin altında olduğu gözlenmiştir (Üzen, 2008). Bu ürünlerdeki bu şartlar histamin oluşturan bakteri ve patojen bakteri üretimini ve belki de enzim aktivitesini engellemek için yeterlidir (Köse, 2010). Ancak hammadde aşamasında uygunsuz koşullarda depolanan ve işlenen ürünlerde özellikle histamin üretimi olacağı ve daha sonraki aşamalarda ise yok edilemeyeceği bilinmektedir (Köse, 1993).

Bu nedenle bu tür ürünlerde gıda emniyeti kontrolünün özellikle hammaddenin avlandıktan hemen sonra başlayarak soğuk zincirle kısa sürede işlemeye alınması ve hijyenik şartlarda üretiminin yapılması gereklidir (Köse, 2010). Özellikle ülkemizde KOBİ niteliğindeki küçük işletmelerin kuru tuzlanmış ürünlerde yüksek oranda tuz kullanarak bu ürünleri üretilip oda sıcaklığında depoladıkları bilinmektedir. Ancak, bu tür ürünlerde halen halofilik bakteri izole edilebileceği için kuru tuzlanmış ürünlerin tuzunun çözülmesi için bekletildiği aşamada da dikkatli olunmalıdır. Bazı ülkelerde özellikle İspanya ve İtalya'da kuru tuzlanmış ürünler tuz azaltılma işleminden sonra yağ içinde ve oda sıcaklığında depolanmaktadır bu tür ürünlerde biyojenik amin oluşumunun hızla arttığı bildirilmiştir (Veciana-Nogues vd., 1997a). Kuru tuzlanmış ürünlerin aksine salamura balık ürünleri oda sıcaklığında depo edildiklerinde özellikle %26'nın altındaki tuz konsantrasyonlarında üretilenlerin histamin açısından risk oluşturduğu bildirilmiştir (Rodriquerz-Jerez vd., 1994;

Karaçam vd., 2002; Dalgaard vd., 2008). Bu nedenle eğer yüksek tuz konsantrasyonlarında üretilmemişlerse, salamura balık ürünlerinin düşük sıcaklıklarda üretilip tüketilinceye kadar soğuk depolarda depolanmaları gerekmektedir.

Tuzlanmış balık üretiminde olgunlaşmanın daha hızlı olabilmesi ve ekonomik olması nedeniyle genellikle oda sıcaklığı kullanılır. Bu nedenle bu tür ürünlerde üretim ve depolama esnasında histamin oluşma riski yüksektir. Bu konuda pek çok histamin üreten halofilik bakteri bildirilmiştir. Özellikle halofilik gram pozitif türler olan *Staphylococcus epidermis* ve *Tetragenococcus muriaticus*'un yüksek oranda histamin üretebileceği bildirilmiştir (Dalgaard vd., 2008). Ayrıca kuvvetli bir histamin oluşturma aktivitesine sahip *Staphylococcus capitsin* %10 oranında tuz bulunan besiyerinde 400 µg/mL histamin üretebildiği gözlenmiştir (Hernandez-Herrero vd., 1999). Chander vd. (1989) tarafından yapılan bir başka çalışmada ortamın tuz konsantrasyonunun %0'dan %6'ya çıkarılmasıyla *Lactobacillus bulgaricus*'un ürettiği amin miktarının büyük ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

1.4.2. Fermente Balık Ürünleri Teknolojisi

Dünyada çok çeşitli fermente balık ürünleri üretilir (Essuman, 1992; Saisithi, 1994; Hall, 2002; Köse vd., 2007; OECD, 2008). En yaygın üretim Güney doğu Asya ülkelerinde gerçekleşir. Essuman (1992) fermente balık ürünlerini herhangi bir su ürününün tuz varlığı ya da yokluğunda enzimatik ya da mikrobiyolojik aktivite sonucu yıkılması olarak tanımlar. Geleneksel olarak '*fermente balık*' terimi hem enzim-hidrolyzisi hem de mikrobiyolojik aktiviteyle fermente balık ürünlerini kapsar. Ancak kesin bir ayırım henüz ortaya koyulamamıştır (Huss vd., 2003). Saisithi (1994) fermente balık ürünlerini üç kategoride toplamıştır.

(i) Su aktivitesini düşürerek bakteriyel bozulmayı engellemek için bütün balıktan tuz ekleyerek üretilen ürünler (örn. balık ezmesi ve balık sosu). Fermentasyonu sağlayan enzimler kısmen balığın barsaklarındaki sindirim enzimleri kısmen de balıkta ya da eklenen tuzda doğal olarak bulunan bakterilerden gelmektedir.

(ii) Ürünler farklı formdaki (bütün ya da parçalanmış) balıklardan tuz ve substrat olarak karbonhidrat eklenerek elde edilir. Fermentasyonda görev alan mikroorganizmalar doğal olarak üründe bulunan mikroorganizmalardır.

(iii) Bu ürünler ikinci kategorideki ürünlere benzer. Ancak burada eklenen bakteriler hazır kültürden eklenilir.

Yukarıda bahsedildiği üzere çok çeşitli fermente ürünler olduğu ve bazılarının diğer işleme teknikleri (tuzlama, kurutma ve tütsüleme) ile birlikte üretildikleri bildirilmiştir (Essuman, 1992; OECD, 2008; Köse, 2010). Østergaard vd. (1998) fermentasyon işleminin biyojenik amin üretimi için gerekli şartların çoğunu ortaya koyduğunu vurgulamışlardır. Bunlar arasında serbest amino asitlerin ortamda bol oluşu, dekarboksilaz pozitif mikroorganizmaların varlığı ve bakterilerin üremesi için uygun şartların bulunması en başta gelenlerdendir. Her ne kadar fermente ürünlerle ilgili çok az histamin zehirlenmesi vakası bildirilmişse de pek çok araştırmacı tarafından bu ürünlerde yüksek oranda histamin ve diğer biyojenik aminleri tespit ettiklerinden dolayı bu tür ürünlerin riskli olduğu bildirilmiştir (Köse, 2010; Kuda ve Miyavaki, 2010; Naila vd., 2011). Zehirlenme vakalarının az oluşunun bir başka nedeni olarak ta bu ürünlerden özellikle yaygın olarak satılan balık sosunun ana yemek yerine değil de bu yemeklerin yanında çeşni olarak katılarak tüketiliyor olması verilebilir (Köse, 2010). Bu nedenle AB normal balık ve balık ürünlerinde histamin için sınır değerini 100 ppm belirlemelerine rağmen fermente ürünler için bu değer iki katı olup 200 ppm verilmiştir (EU Directive, 2005). Amerika'da ise FDA balık sosu için 500 ppm olarak sınırlama getirmiştir (Brillantes ve Samasorn, 2001).

Karnop (1988) *Pediococcus halophilus* bakterisinin fermente ürünlerde sıkça izole edildiğini ve oda sıcaklıklarında (20-25°C) yüksek oranda histamin ürettiğini ortaya koymuştur (Essuman, 1992). Diğer araştırmacılar da fermente ürünlerde yüksek oranda histamin ve biyojenik amin tespit etmişlerdir (Essuman, 1992; Mah vd., 2002; Tsai vd., 2006; Mah vd., 2009; Mohamed vd., 2009). Bunlardan, Tapingkae vd. (2009) Tayland'ta üretilen balık sosunda histaminin kontrolünün çok zor olduğunu belirtmişlerdir. AB yasalarına göre bu tür ürünler düşük sıcaklıklarda işlenip soğuk depolarda depolanırlar. Bu nedenle bu tür ülke ürünlerinde histamin miktarlarında yüksek değer beklenmemektedir (Köse, 2010). Ancak özellikle salamura ürünlerde olduğu gibi hammaddenin uygunsuz koşullarda işletmeye getirilişi ve depolanması, ayrıca işleme esnasında yapılacak hatalar ürünlerde histamin ve diğer biyojenik aminlerin oluşumunu riskli kılabilir.

1.4.3. Marinasyon Teknolojisi

Marinasyon tekniği asit (asetik asit, genellikle sirke) ve tuz eklenmesi ile yapılan bir işleme yöntemidir. Balıklar için başlıca iki tip marinat yöntemi vardır. (i) Soğuk veya tuzlu marinasyon, (ii) Sıcak marinatlar, genellikle önceden kızartılmış, tütsülenmiş veya pişirilmış ürünlerdir.

Soğuk marinatlar genelde daha kolay hazırlanır ve uzun süre muhafaza edilebilirler (Zaitsev vd., 2004). Asetik asit ya da ortamın asitliği tuzun bakteriyostatik veya bakteriosidal etkisini artırırken, tuz da asetik asidin etkisini artırır ve olgunlaşma etkisine katkıda bulunur. Marine edilmiş balıklar genelde %6-18 tuz ve %0.3-2 asetik asit solüsyonunda saklanır. Batı Avrupa lkelerinde marinatlar daha asidik olup ilk hazırlama solüsyonunda konsantrasyon %6'ya kadar çıkarılabilir (Zaitsev vd., 2004). Özden ve Varlık (2004) rn bozan bakterilerin pH 4.0-4.5 arasında inhibe edildiklerini bildirmişlerdir. Zaitsev vd. (2004) marinatların en iyi 0°C'de olgunlaştıklarını ve bu sürenin 10-30 gün arasında kullanılan tuz ve sirke konsantrasyonuna ve marinasyon işlemi öncesi balığın tazeliğine bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Marine rnler hafif kr edilmiş olarak bilinir ve kısa raf ömrüne sahiptirler. Bu nedenle işleme ve depolama şartları mutlaka soğuk ortamlar olmalıdır (zden ve Varlık, 2004). Ticari retimi yapılan marinatlar genelde soğuk muhafazada (0-4°C) tutulduğundan bu aminler açısından daha az risk oluşturmaktadırlar. Ancak hammaddede oluşan biyogenik aminler diğer tekniklerde de olduğu gibi marinasyon tekniği ile giderilemeyeceğinden hammaddenin muhafazası da önem taşımaktadır. Olgunoğlu'nun (2007) yaptığı çalışmada da yukarıda vurgulanan bilgileri destekler sonuçlar elde edilmiştir. Zaitsev vd. (2004) eğer önceden tuzlanmış balık kullanılacaksa iyi kalite marinat elde edebilmek için hafif tuzlu hammaddenin kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu durumda histamin oluşumu eğer uzun olgunlaşma süresi ve/veya oda sıcaklığında olgunlaşma veya depolama koşullarında ortaya çıkabilir. Gökoğlu (2003) yaptığı çalışmada sardalya marinatlarının 25±2°C depolanmasında histamin seviyesinin gıda emniyeti açısından riskli düzeylere ulaştığını göstermiştir. Marine balık ürünlerinde histamin oluşumunun çeşitli faktörler tarafından etkilendiği belirtilmiştir (Gökoğlu, 2003).

Bu faktörler aşağıdaki gibidir,

(i) Amino asit dekarboksilaz aktivitesinin asidik şartlarda daha yüksek olduğu (optimum pH 4.0-5.5) ve bakteriler bu şartlarda asitliğe koruma mekanizması olarak daha güçlü dekarboksilaz enzimi üretimine yöneldiği,

(ii) Marinatların asidik ortamları, balık doku katepsin enzimlerini daha aktif kılarak kas proteinlerinin parçalamalarını artırır ve peptitlerin bakterilerin dekarboksilaz aktivitesiyle amin oluşumuna kaynak olan amino asitlere dönüşümünü sağlarlar. Bu nedenle 2°C'nin altındaki soğuk muhafaza bu tür ürün üretiminde tavsiye edilir ve pek çok işletme tarafından uygulanır.

1.4.4. Tütsüleme Teknolojisi

Tütsülemede çok farklı teknikler bulunmakla birlikte soğuk ve sıcak tütsüleme olmak üzere başlıca iki teknik kullanılır (Zaitsev vd., 2004). Stołyhwo ve Sikorski (2005) tütsüleme tekniğini uygulanan sıcaklık derecesine göre 3 kategoriye ayırmışlardır. Sıcaklığın 12–25°C olarak uygulandığı tekniklere soğuk tütsüleme, 25–45°C'de ılık tütsüleme, sıcaklığın farklı kategorilerde 40–100°C'de uygulanması ve balığın iç sıcaklığının 85°C'ye erişmesi durumunda ise sıcak tütsüleme diye adlandırılır. Tütsüleme öncesi farklı ön işlemler uygulanır. Bunların bazıları tuzlama ve kurutma, işlem öncesi veya sonrası pişirme ve marinasyon'dur. Bunlara ilaveten pek çok ev ya da sanayi üretimiyle tütsülenmiş ürün tipi de bilinmektedir (Horner, 1997; Erkan, 2004; Zaitsev vd., 2004; OECD, 2008). Tütsülenmiş ürünlerin kabul gören aroma ve tadının yanında tütsülemenin ayrıca önemli koruyucu etkisi vardır. Bu etki 4 ana faktörden ortaya çıkmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanmaktadır; (i) Ürün yüzeyinin kuruması bakteriyel patojenlere karşı bir bariyer oluşturarak üremelerini engeller. (ii) Tuzlama su aktivitesini düşürür ve patojen bakterileri inhibe eder (ancak bu durum için belirli tuz konsantrasyonları gereklidir). (iii) Fenolik antioksidan maddelerinin üründe olası oksidasyonu (acılaşmayı) geciktirir. (iv) Antimikrobiyolojik maddelerin (örn. fenoller, formaldehit ve nitritler) üründe tütsü dumanıyla birikmesi antimikrobiyolojik aktivite sağlar.

Sıcak tütsülemede yüksek sıcaklık bakterilerin ve dolayısıyla biyojenik amin üreten bakterilerin yok edilmesinde etkindir. Balıkların tütsülenme teknikleri için çeşitli tuz konsantrasyonları önerilmiştir. Horner (1997) eğer tütsülenmiş ürün ana yemek olarak

tüketilecekse son ürünlerdeki tuz oranının %2-3 arasında olmasını tavsiye eder. Tütsülenmiş ürünlerde FDA ve AB'nin izin verdiği limit değerlerinden daha yüksek histamin miktarlarının tespit edildiğine dair pek çok rapor mevcuttur (Lehane ve Olley, 2000; Rauscher-Gabernig vd., 2009). Ancak Lehane ve Olley (2000) sıcak tütsülemenin üründe çoğu bakteriyi öldürerek ve önceden üretilen enzimleri denatüre ederek koruyucu bir özellik ortaya koyduğunu fakat daha önceden oluşan histamini bu şartların yok edemeyeceğini vurgulamıştır. Bu nedenle bu tür ürünlerde histamin varlığı genelde hammaddenin uygunsuz koşullarda depolanması (özellikle zaman/sıcaklık faktörüne uyulmaması) durumlarında ortaya çıkar. Aynı zamanda tütsülenmiş ürünlerin yeniden bakteriyel kontaminasyonunu takiben iyi olmayan işleme, depolama ve paketleme şartları bu oluşumu hızlandırabilir. Emborg vd. (2005) vakum paketli ton balıklarıyla ilgili yürüttükleri bir çalışmada soğuk muhafazada dahi histamin düzeyinin belirli bir süre sonucunda >7000 mg olarak tespit etmişlerdir. Bu durumun üründe var olan *Morganella morganii* benzeri veya *Photobacterium phosphoreum* psikrofil bakterilerin varlığı ile açıklamışlardır. Aynı zamanda pek çok histamin üreten bakteri anaerobik ortamda üreyebilirler (Tsai vd., 2007; Mah ve Hwang, 2009). Bu tür bakteriler aynı zamanda buzdolabı koşullarında da üreyebildiklerinden vakum paketli soğuk ve sıcak tütsülenmiş balıklar eğer iyi üretim ve iyi hijyenik şartlar uygulanmazsa histamin ve diğer biyojenik aminler açısından risk taşırlar. Jahneke (2007) tütsülenme yöntemiyle üretilen balık ürünlerinde biyojenik amin kontrolü için en etkili yöntemin ürün işleme ve muamelesinin hijyenik koşullarda yapılmasını, balığın hızlı bir şekilde soğutulmasını ve soğuk muhafazanın hasattan tüketime kadar kesintisiz uygulaması şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

1.4.5. Kurutma Teknolojisi

Balıkların tuzlama işleminden sonra kurutulması en eski uygulanan geleneksel yöntemlerden birisidir. Kurutulmuş balık teknolojisi hem tuzlanmış, hem de tuzlanmadan kurutma yöntemlerini kapsar. Bu yöntem çok basit olup, komplike ekipman gerektirmeyen ve ürüne uzun raf ömrü sağlayan bir yöntemdir. Hem doğal hava şartlarında (açık havada) hem de mekanik kurutma teknikleri mevcuttur (Zaitsev vd., 2004). Her ne kadar çoğu kurutulmuş ürünler tüketimden önce suda ıslatma ve pişirme aşamalarını içerse de (Zaitsev vd., 2004) bazı ürünler doğrudan tüketilirler (Özden, 2004). Çeşitli ülkelerde farklı balık

türleri ya da su ürünleri için çok farklı teknikler uygulanmasına rağmen kurutulmuş balık teknolojisinde temel amaç suyun güneş ya da kuru hava akımında gıda emniyeti ve korunması açısından uygun düzeye indirilmesidir. Horner (1997) kurutma tekniklerini, hava veya doğrudan temasla kurutma, vakumla kurutma ve dondurarak kurutma olarak üç kategoride toplamıştır.

Doe (2002) kurutulmuş balık ürünlerini ‘*tam kurutulmuş*’ ve ‘*kısmen kurutulmuş*’ balıklar diye ikiye ayırmıştır. İlkinde üründeki nemin homojen dağılıma yakın bir düzeye ulaşması ve su aktivitesinin 0.75 veya daha düşük seviyeye inmesinin gerekli olduğunu ve bu ürünlerin raf ömürlerinin birkaç ay arasında değiştiğini, kısmen kurutulmuşlarda ise raf ömrü genelde bir hafta olup buzdolabı koşullarında saklanması gerektiğini bildirmiştir.

Düşük nem içeriklerinden dolayı bu ürünlerin su aktivitesinin de düşük olması beklenir. Daha önce de belirtildiği üzere düşük su aktivitesi bakteriyel üremeyi durdurur ya da yavaşlatır. Bu da biyojenik amin oluşumunu olumsuz yönde etkiler. Aynı zamanda enzimatik aktivite de yavaşlayabilir. Bu nedenle kurutulmuş ürünler uygun hammadde, işleme ve depolama şartları kullanıldığında histamin ve biyojenik amin riski taşımazlar. Bu tür balıklarda bazı araştırmacılar histamin zehirlenmesi bildirmelerine rağmen Tsai vd., (2007) bu zehirlenmeye neden olan yüksek histamin miktarının muhtemelen uygunsuz hammadde kullanımından kaynaklanmış olabileceğini bildirilmektedirler.

1.5. Geleneksel Yöntemlerle İşlenen Balık Ürünleri Kaynaklı Histamin Zehirlenmesinin Epidemiyolojisi

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde histamin ve diğer biyojenik aminlerin varlığının araştırılması ve kontrolü ile ilgili araştırmalar bu tür ürünlerden kaynaklanan histamin zehirlenme vakalarının sıklıkla rapor edilmeye başladığı yıllarda gündeme gelmiş olup çok eski yıllardan itibaren önemini korumaktadır. Balık kaynaklı histamin zehirlenmesi ile ilgili ilk vakaya Britanya’da rastlanmıştır olup 1858 gibi çok eski bir tarihe dayanır (Henderson, 1980, Lehane ve Olley, 2000). Ancak geleneksel balık ürünlerinden zehirlenme vakaları daha sonra rapor edilmeye başlanmış olup özellikle 1970’li yıllardan itibaren bu konudaki bildirimler yoğunlaşmıştır. Histamin zehirlenme vakalarının genellikle *Salmonella* zehirlenmesi ve alerjik rahatsızlıklarla karıştırılması nedeniyle tespitindeki zorluğu bilinmektedir. Bu zorlukların yanında, dünyada pek çok ülkenin gıda zehirlenme vakalarının tespiti ve raporlama sistemindeki eksiklikler nedeniyle

geleneksel balık ürünlerinden kaynaklanan bu tür zehirlenmelere ait gerçek rakamların rapor edilemediği konusunda pek çok bilim adamı ve resmi otorite temsilcileri hemfikirdir (Köse, 1993; Lehane ve Olley, 2000; Dalgaard ve Emborg, 2008; Köse, 2010; Fletcher, 2011).

Histamin zehirlenme vakalarının tespitinde özellikle gelişmiş ülkelerde uygulanan etkili raporlama sistemleri nedeniyle bu ülkelerde toplam bildirilen vaka sayısı ve ürüne ait özelliklerin tanımlanması artmıştır. Balık kaynaklı histamin zehirlenme vakaları en etkili şekilde Japonya ve Britanya’da ve daha sonra Amerika ve Yeni Zelanda’da 1970 yıllardan itibaren rapor edilmektedir. İlerleyen yıllarda ise zehirlenme etkeni olan ürün tipi ve içerdiği histamin ve diğer biyojenik amin miktarları da kaydedilmeye başlanmıştır (Lehane ve Olley, 2000; Dalgaard ve Emborg, 2008; Fletcher, 2011). Ülkemizde ise histamin zehirlenme vakaları 1995 yılından itibaren Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı tarafından öncelikle zehirlenen kişilerin ya da yakınlarının telefonla ‘Ulusal Zehir Danışma Merkezine’ bildirmesiyle kayda alınmaya başlanmıştır. Sonraki yıllarda bu danışma hattı ülke hastanelerinde de etkin kılınarak rapor sistemi geliştirilmiştir. Buna rağmen ülkemizde gelişmiş ülkelere nazaran zehirlenme vakalarının bildirilme sistemi henüz etkili bir seviye ulaşamamıştır (Köse, 2008).

Dalgaard ve Emborg (2008) 1970-2005 yılları arasında farklı ülkelerde rapor edilen balık kaynaklı histamin zehirlenme vakalarını derlemiş ve vakaların yıllık kişi başına düşen oranlarını hesaplamışlardır. İlgili araştırmacılar en yüksek zehirlenme vakasını 4122 vaka ile 1970-1980 yılları arasında Japonya, bunu takiben 1987-2004 yıllarında Fransa’da rapor edildiğini belirtmişlerdir. Ancak bu olayların kişi başına ve yıllara oranlandığında en yüksek oranın 1990-2003 yılları arasında 31 vaka/yıl/milyon kişi oranıyla Amerika’nın Hawaii eyaletinde, onu takiben 4.9 vaka/yıl/milyon kişi oranıyla 1986-2003 yılları arasında Danimarka’da ortaya çıktığını bildirilmişlerdir. Zehirlenme vakalarının genellikle ülkelerin etkili raporlama sistemleriyle artışının yanında, ülkelerin ham maddenin muhafaza yöntemlerindeki uyulması gerekli zaman/sıcaklık kurallarındaki hatalar, ürün tüketim şekilleri gibi pek çok faktörün de etkili olduğu bildirilmiştir (Dalgaard ve Emborg, 2008; Köse, 2010; Fletcher, 2011).

Literatürdeki pek çok çalışmada balık kaynaklı histamin zehirlenme olay veya vakalarının genellikle tür bazında verilmesine rağmen bu zehirlenme olaylarının taze balıktan mı, yoksa işlenmiş mi oldukları, işlenmiş ise hangi işleme tipine ait oldukları konusunda net bilgi mevcut değildir. Bu nedenle geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık

ürünlerinden kaynaklanan tüm zehirlenme vakalarını derlemek olası değildir. Ancak etkili raporlama sistemine ait ülkelerin bildirimlerinde ürün işleme tipi de belirtildiğinden bu tür olaylar hakkında geçmişe ait bazı kayıtlar mevcuttur. Bu verilerden yararlanarak Tablo 3'te dünyanın farklı ülkelerinde rapor edilen geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinden kaynaklı bazı zehirlenme olayları ve vakaları verilmiştir. Tablo 3'ten de görüleceği üzere Japonya, Britanya, Kanada ve Yeni Zelanda'da geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinden zehirlenme vakaların çok sık rastlandığı bildirilmiştir. Bu zehirlenme olayları ise en sık tütülenmiş uskumru ve kahawai adlı geleneksel balık ürünlerinden kaynaklanmıştır. Amerika ve Avrupa'nın farklı ülkelerinde histamin zehirlenme vakalarının da sıkça rapor edilmesine rağmen Yeni Zelanda'nın aksine bu ülkelerde taze ve konserve ürünlerden (özellikle Amerika) kaynaklandığı belirtilmiştir (Fletcher, 2011; Lehane ve Olley, 2000).

Tablo 3. Dünyada 1951-2008 yılları arasında bildirilmiş geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinden kaynaklanan zehirlenme vakaları

Yıllar	Ülke	Ürün tipi	Olay	Vaka	Kaynak
1951	Japonya	Kurutulmuş saury (samma sakuraboshi)(<i>Cololabis saira</i>)	1	700	Arnold ve Brown (1978) Taylor (1983)
1952	Japonya	Kurutulmuş saury (samma sakuraboshi)(<i>C. saira</i>)	4	147	Arnold ve Brown (1978) Taylor (1983)
1953	Japonya	Kurutulmuş saury (samma sakuraboshi)(<i>C. saira</i> ve <i>Scomber japonicus</i>)	5	105	Arnold ve Brown, (1978) Taylor (1983)
1954	Japonya	Kurutulmuş saury (samma sakuraboshi)(<i>C. saira</i>)	1	90	Arnold ve Brown (1978) Taylor (1983)
1970	Japonya	Tuzlanmış istavrit (<i>Scomber scombrus</i>)	1	27	Arnold ve Brown (1978) Taylor (1983)
1971	Japonya	Kurutulmuş uskumru	1	19	Arnold ve Brown (1978) Taylor (1983)
1973	Japonya	Kurutulmuş istavrit (<i>Trachurus japonicus</i>)	1	2656	Lehane ve Olley (2000) ²
1973	Y. Zelanda	Tütsülenmiş kahawai	1	7	Foo (1975)
1976	Britanya	Tütsülenmiş uskumru	3	9	Taylor (1986) ¹ , Gilbert vd. (1980)
1977	Britanya	Tütsülenmiş uskumru	1	1	Taylor (1986) ¹ , Gilbert vd. (1980)
1978	Britanya	Tütsülenmiş uskumru	3	9	Taylor (1986) ¹ , Gilbert vd. (1980)
1978	Japonya	Tuzlanmış uskumru	1	28	Taylor (1983)
1979	Britanya	Tütsülenmiş uskumru, Ezme uskumru	36	159	Taylor (1986) ¹ Gilbert vd. (1980)
1980	Britanya	Tütsülenmiş uskumru, ezme uskumru ve diğer taze ve işlenmiş balık ürünleri	28	79	Taylor (1986) ¹
1980	Kanada	Tütsülenmiş uskumru	1	2	Todd (1997)
1981	Danimarka	Tütsülenmiş ton balığı	1		Taylor 1983

Tablo 3'ün devamı

1981	Britanya	Tütsülenmiş uskumru, tuzlanmış uskumru ve diğer taze ve işlenmiş balık ürünleri	26*	45	Taylor (1986) ¹
1982	Britanya	Tütsülenmiş uskumru, tuzlanmış ringa ve diğer taze ve işlenmiş balık ürünleri	31#	118	Taylor (1986) ¹
1982	Kanada	Tütsülenmiş uskumru	1	2	Todd (1997)
1980-83	Fransa	Tütsülenmiş ringa	1		Taylor (1983)
1987	Kanada	Tütsülenmiş uskumru	1	14	Tood (1997)
1995	Kanada	Tütsülenmiş uskumru	1	(1)	Todd (1997)
2000	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş balık	1	(2)	Fletcher (2011)
2001	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>Arripis trutta</i>)	1	(2)	Fletcher (2011)
2001	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş balık	2	(5)	Fletcher (2011)
2002	Japonya	Kurutulmuş sardalya (<i>İwashi maruboshi</i>)	1	1	Kanki vd. (2004)
2002	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş balık	1	(5)	Fletcher (2011)
2002	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>A. trutta</i>)	3	16 (9)	Fletcher (2011)
2002	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş trevally (<i>Pseudocaranx georgianus</i>)	1	(2)	Fletcher (2011)
2003	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>A. trutta</i>)	4	11	Fletcher (2011)
2003	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kingfish (<i>Seriola lalandi</i>)	1	2	Fletcher (2011)
2004	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş trevally (<i>Pseudocaranx georgianus</i>)	1	2	Fletcher (2011)
2004	Yeni Zelanda	Marine kingfish (<i>S. lalandi</i>)	1	(2)	Fletcher (2011)
2004	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>A. trutta</i>)	1	7 (4)	Fletcher (2011)
2004	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kingfish (<i>S. lalandi</i>)	1	(2)	Fletcher (2011)
2004	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş ton balığı	1	(2)	Fletcher (2011)
2005	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş ton balığı	1	2	Fletcher (2011)
2005	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş balık	1	(2)	Fletcher (2011)
2006	Tayvan	Kurutulmuş milkfish (<i>Chanos chanos</i>)	1	3	Tsai vd. (2007)
2006	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş ton balığı	1	(2)	Fletcher (2011)
2006	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>A. trutta</i>)	1	2 (2)	Fletcher (2011)
2008	Yeni Zelanda	Tütsülenmiş kahawai (<i>A. trutta</i>)	2	4 (2)	Fletcher (2011)

*10 tanesi tütsülenmiş uskumru, #3 tanesi tütsülenmiş uskumru, ¹World Health Organisation, Geneva, 1985'ten derlenmiştir.

²Ministry of Health and Welfare, Japan, 1970-1980'den derlenmiştir. Parantez içerisindeki rakamlar doğrulanmayan vakaları belirtir.

1.6. Önceki Çalışmalar

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde yürütülen çalışmalar iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlardan ilki ticari olarak tüketime sunulan ürünlerdeki histamin ve diğer biyojenik aminlerin tespiti, diğeri ise bu aminlerin ürünlerdeki oluşumuna etki eden faktörlerin araştırılması ve kontrolü üzerine yapılmış olan araştırmalardır. İkinci gruptaki çalışmalar ise genellikle iki başlık altında incelenebilir. Bunlardan birincisi hammaddenin işleme öncesinde biyojenik aminlerin gelişiminde balığın türü, depolama şartlarının etkisi ve ürünlerdeki bozulma parametreleriyle bu aminlerin oluşumu arasındaki ilişkilere aittir. Diğeri ise hammaddenin geleneksel yöntemlerle işlenmesi esnasında işleme yöntemi, kullanılan tuz, asit ve diğer katkıları, uygulanan işleme ve olgunlaştırma sıcaklığı gibi koşulların laboratuvar koşullarında araştırılmasına ilişkin araştırmalardır. Literatürde farklı ülke kökenli pek çok geleneksel balık ürününde biyojenik amin riskinin tespitine ilişkin pek çok çalışma mevcuttur. Yapılan araştırmalar dünyanın farklı ülkelerinde ticari olarak piyasaya sürülen geleneksel balık ürünlerinde genellikle yüksek düzeyde histamin ve diğer biyojenik aminlerin varlığını ortaya koymuştur. Bu durum bize bu tür ürünlerin histamin zehirlenmesi açısından risk taşıdığını ve ülkelerin etkili olmayan raporlama sisteminde kayıt dışı kaldığının bir göstergesidir. Ülkemizde ise sadece laboratuvar koşullarında üretilip çeşitli şartlarda depolanmış geleneksel balık ürünlerinde biyojenik amin analizleri yapılmış ancak evlerde veya ticari olarak tüketime sunulan bu tür ürünlerde biyojenik aminlerin araştırılmasına yönelik şu ana kadar mevcut çalışma yoktur. Dünyanın birçok ülkesinde geleneksel yöntemlerle işlenerek ticari olarak satışa sunulan su ürünlerindeki histamin ve diğer biyojenik aminlerin varlığı konusunda yayınlanmış birçok bilimsel çalışma mevcut olup bunlardan bazıları Tablo 4'te özetlenmiştir. Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde biyojenik amin oluşumuna etki eden faktörlerden en önemlileri arasında işlemede kullanılan balık türü ve özellikle de hammaddenin uygunsuz depolama koşulları ilk sıralarda gelmektedir. Özellikle histamin riski taşıyan Scombridae, Clupeidae, Engraulidae ve Coryphaenidae familyalarına ait türlerin farklı sıcaklıklarda, farklı paketleme, çeşitli katkı ve hijyen uygulamaları gibi koşullarda biyojenik amin gelişimi incelenmiştir. Ayrıca farklı balıklarda biyojenik amin gelişimini ile diğer kalite parametreleri arasında da ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Bu araştırmaların çoğu hamsi, sardalya, uskumru, ton, ringa ve palamut balıkları üzerinde yoğunlaşmış olup bu araştırmalardan bazıları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Ticari olarak satışa sunulan geleneksel balık ürünlerindeki histamin ve diğer biyojenik amin miktarları

Balık Türü	İşleme Tipi	Örnek sayısı	Histamin (ppm)	Diğer aminler (ppm)	Ülke	Kaynak
Kahawai	Tütsülenmiş		8000		Y. Zelanda	Foo (1975)
Hamsi, karides, istiridye	Fermente ezme ürün	6 firma	En yüksek 640	En yüksek FEN: 600, TİR: 370, TRP: 160, KAD: 35		Fardiaz ve Markakis (1979)
Çeşitli balıklar	Kurutulmuş-tütsülenmiş		< 0.1-1788			Pechanek vd. (1983)
Çeşitli balıklar	Marine		< 0.1-132			Pechanek vd. (1983)
Çeşitli balıklar	Kurutulmuş, tuzlanmış		%50'si >200, 1 adet 1000		Güney Doğu Asya	Hanson vd. (1985)
Çeşitli balıklar	Tuzlanmış, kurutulmuş, fermente		800	PÜT: 2200, KAD: 3300	Asya	Wootton vd. (1989)
Ringa	Tuzlanarak kurutulmuş		210		Asya	Wootton vd. (1989)
Uskumru	Tuzlanmış yağda		70-160		Asya	Wootton vd. (1989)
Hamsi	Tuzlanmış ve diğer		1.35 - 219.20	TİR: 0.5 -66.4	İspanya	Veciana-Nogues vd. (1989)
Karides	Fermente		~50		Malezya	Azudin ve Saari (1990)
Hamsi	Tuzlanmış		650	PÜT: 18, KAD:107, TİR: 111		Feier ve Goetsch (1993)
Çeşitli balıklar	Tütsülenmiş	107	8'i 50<, 2'si 346 ve 682, diğerleri <50		Y. Zelanda	Fletcher vd. (1998)
Sardalya ve hamsi	Tütsülenmiş		TE-18		Gana	Plahar vd. (1999)
Çeşitli balıklar	Balık sosu	549	Çoğunluğunda 200-600 mg/l		Tayland	Brillantes ve Samosorn (2001)
Hamsi	Tuzlanmış ve fermente (Myeolchi-jeot)	3	155-579	PÜT: 92-41, KAD: TE-665, TRP: 63-244, SPMD: TE-43, SPM: TE-77	Kore	Mah vd. (2002)

Tablo 4'ün devamı

Çeşitli balıklar	Fermente (balık sosu)		0-729	FEN: 0-257, PÜT: 0-1257, KAD: 0-1529, TRP: 0-588, TİR: 0-1128	Asya	Stute vd. (2002)
Sardalya	Kurutulmuş (<i>Iwashi mariboshi</i>)	2	1700-3000		Japonya	Kanki vd. (2004)
Çeşitli balıklar	Balık sosu	6	141-608	TRP: <60, PÜT: 34-308, KAD: 86-755, T:R: 4-237, SPMD: 2-49, SPM: <11	Kore	Yongsawatdigul vd. (2004)
Çeşitli balıklar	Taze, fermente, yarı kurutulmuş	66	50- 3400	PÜT: 50-420 (26)* ¹ , KAD: 50-180 (64), TRP: 50-510 (43), SPMD: 50-80 (5)	Japonya	Kan vd. (2005)
Tirsi	Tuzlanmış		47		G. Afrika	Auerswald vd. (2006)
Kolyoz	Tütsülenmiş		50<		G. Afrika	Auerswald vd. (2006)
Ton	Kurutulmuş		8000		G. Afrika	Auerswald vd. (2006)
Uskumru	Tuzlanmış	33	2'si 30-120 Diğerleri <30		Tayvan	Tsai vd. (2005)
Hamsi, karides, diğer	Fermente balık	27	263-394	<90	* ¹ GD. Asya	Tsai vd. (2006)
Uskumru, Sardalya	Nukuzae (tuzlanmış, fermente)	2	126 ve 305		Japonya	Kuda vd. (2007)
Sardalya	İşlenmiş		Ort. 102			Kung vd. (2007)
Milkfish (<i>Chanos chanos</i>)	Kurutulmuş		616		Tayvan	Tsai vd. (2007)
Çeşitli balıklar* ²	Tütsülenmiş, tuzlanmış, taze, donmuş, konserve	125	3-220		Yunanistan	Vosikisa vd. (2008)
Çeşitli balıklar	Fermente (<i>Budu</i>)	8	99-373	TRP: TE-246, PÜT: 31-65, TİR: 58-853, SPMD: 5-7	Malezya	Saaid vd. (2009)
Çeşitli su ürünleri	Tuzlanmış	13	TE-195	TRP: TE-65, PÜT: 4-658, TİR: TE-369, SPMD: TE-62	Malezya	Saaid vd. (2009)

Tablo 4'ün devamı

Bazı balıklar ve midye	İşlenmiş		Çoğunluk <50	TİR: en yüksek 221.8		Kim vd. (2009)
Ringa	Fermente	15	2 adet 50<100, diğer <50	PÜT ve KAD 8 örnekte 140-940	İsveç, Danimarka	Köse vd. (2010)
Palamut	Lakerda	2	<18		Yunanistan	Köse vd. (2010)
Somon	Balık ezmesi	2	<5		Danimarka, Almanya	Köse vd. (2010)
Hamsi	Balık ezmesi		2-71		İtalya	Köse vd. (2010)
Uskumru	Tuzlanmış	23	≤17	AGM: ≤20, TRP: ≤7, FEN: ≤12, TİR:≤20, SPMD:≤19, SPM: ≤5	Kore	Park vd. (2010)
Çeşitli balıklar	Kurutulmuş	9	63-479		Tayvan	Yu-Ru vd. (2010)
Çeşitli balıklar	Balık ezmesi (Rihaakuru)	28	≤5487	AGM: ≤161, KAD: ≤387, PUT: ≤23, FEN: ≤91, SPM: ≤329, SPMD: ≤79, TRP: <5 TİR: ≤50	Maldivler	Naila vd. (2011)
Çeşitli balıklar	Taze ve işlenmiş (balık sosu ve kurutulmuş)	159	TE-1000		♣Avrupa ve Asya	Tao vd. (2011)
Çeşitli balıklar	Kurutulmuş, fermente	49	≤38		Çin	Zhai vd. (2012)
Çeşitli balıklar	Balık ezmesi (mahyaveh)	4 tip	Ort. 2262	SPM: ikinci derecede yüksek	İran	Zarei vd. (2012)

^{*1}Tayvan marketinde satılan ithal ürün, ^{*2}:Almanya, Japonya, Fiji Adaları, Hollanda, Norveç, Tayland, Çin, Filipinler, Kamboçya, ^{*1}Örnek sayısını gösterir, ^{*2}:ton, sardalya, kılıç balığı, uskumru, hamsi, ringa, TE: tespit edilemedi. AGM: Agmatin, TRP: Triptamin, KAD: Kadaverin, PÜT: Pütresin, FEN: Feniletilamin, SPM: Spermin, SPMD: Spermidin, TİR: Tiramin

Tablo 5. Farklı koşullarda depolanan taze balıklarındaki histamin ve diğer bazı biyojenik aminlerin miktarları

Balık cinsi	Sıcaklık/Zaman	Histamin miktarı (ppm)	Diğer biyojenik aminler (ppm)	Kaynak
Sardalya (<i>S. pilchardus</i>)	22°C / 12 saat	67	PÜT: 220, TİR: 30	Prester vd. (2009)
	22°C / 24 saat	577	PÜT: 420, TİR: 100	Prester vd. (2009)
	4°C (Bütün, Buzlu) / 9 gün	45.80		Erkan ve Özden (2008)
	4°C (Temizlenmiş, Buzlu) / 9gün	52.80		Erkan ve Özden (2008)
	25°C / 24 saat	620		Visciano vd. (2007)
	30°C / 24 saat	777		Afilal vd. (2006)
	4°C / 15 gün	203	PÜT: 114, KAD: 100, TİR: 16	Özoğul ve Özoğul, (2006)
	4°C / 15 gün	200	PÜT: 300, KAD: 1050	Özoğul vd. (2004)
	24°C / 24 saat	3844		Ababouch vd. (1996)
	4°C / 2 gün	67.7		Varlık (1994)
	4°C / 7 gün	197.3		Varlık (1994)
	25°C / 24 saat	2350		Ababouch vd. (1991)
	Buzda / 24 saat	2350		Rawles ve Flick (1996)
	Hamsi (<i>E. encrasicolus</i>)	3±1°C (VP) / 5, 8, 12 gün	22, 65.6, 104.2	
4°C (buzda) / 5 gün		0.46	PÜT: 3.09, KAD: 5.26, TİR: 2.8	P-Shancez-Cascado vd. (2006a)
10°C / 24 saat		11.0		Rossano vd. (2006)
20°C / 24 saat		750		Rossano vd. (2006)
4°C / 3 gün		130-137		Köse ve Erdem (2004)
4°C / 5 gün		242-334		Köse ve Erdem (2004)
Oda koşulları / 3 gün		205-231		Köse ve Erdem (2004)
32-38°C / 12 saat		121		Brillantes vd. (2002)
4°C / 1, 2, 3 gün		2.03, 2.23, 3.25		Tekinşen vd. (1993)
Palamut (<i>S. sarda</i>)	4°C / 15 gün (VP)	280.70	PÜT: 33.7, KAD: 42.3	Alak vd. (2011)
	4°C / 15 gün (MAP)	145.70	PÜT: 18.5, KAD: 52.0	Alak vd. (2011)
	4°C / 1, 2, 3 gün	2.00, 3.25, 3.70		Tekinşen vd. (1993)
	7°C / 24 saat	40		Pan (1985)
	27°C / 24 saat	162		Pan (1985)

Tablo 5'in devamı

Uskumru (<i>S. scombrus</i>)	22°C / 12 saat	40	PÜT: 56, TİR: 47	Prester vd. (2009)
	25°C / 24 saat	4610		Kim vd. (2002b)
	4°C / 1, 2, 3 gün	2.33, 3.08, 6.28		Tekinşen vd. (1993)
	4°C / 5 gün	596		Rubach vd. (1981)
	25°C / 48 saat	59		Ritchie ve Mackie (1980)
Kolyoz (<i>S. japonicus</i>)	20-23°C / 24 saat	1500	PÜT: 80, KAD: 200	Mendes, (1999)
	25°C / 2 gün	2860		Kim vd. (2003)
Ton (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	4°C / 5 gün	3720		Rubach vd. (1981)
	37°C / 24 saat	4720-6430		Frank vd. (1981)
	0°C / 17 gün	5		Guizani vd. (2005)
	8°C / 4 gün	50<		Guizani vd. (2005)
	20°C / 1 gün	50<		Guizani vd. (2005)
Mahi-mahi (<i>C. hippurus</i>)	25°C / 24 saat	3340		Kim vd. (2002b)
	32°C / 24 saat	2500		Baranowski vd. (1990)
Ringa (<i>C. harengus</i>)	2°C (Buzlu) / 16 gün	271	PÜT: 10, KAD: 147, TİR: 17	Özoğul vd. (2002)
	2°C (Buzsuz) / 16 gün	396		Özoğul vd. (2002)
	10°C / 2 gün	236		Mackie vd. (1997)
	4°C / 5 gün	978		Rubach vd. (1981)
	25°C / 3 gün	>1000		Ritchie ve Mackie (1980)
Berlam (<i>M. merluccius</i>)	4°C (Buzlu) / 25 gün	3.1	PÜT: 7.1, KAD: 72.1, TİR: 2.2	Ruiz-Capillas ve Moral (2001)
Sazan (<i>C. caprio</i>)	3°C / 8 gün	T.E		Krizek vd. (2002)
	15°C / 2 gün	T.E		PÜT: 8.9, KAD: 12.4, TİR: 0.4
G. alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	4°C (Buzlu) / 25 gün	0.4	PÜT: 5.3, KAD: 4.2	Rezaei vd. (2007)

VP: Vakum paket, MAP: Modifiye atmosfer paketlenme, TE: Tespit edilemedi, PÜT: Pütresin, KAD: Kadeverin, TİR: Tiramin

Biyojenik aminler biyolojik olarak aktif bileşikler olup, genelde gıdalardaki serbest amino asitlerin mikrobiyolojik dekarboksilasyonu, ve aldehit ve ketonların transaminasyonu sonucu oluşurlar (Da Silva vd., 2002; Landete vd., 2007). Gıdalarda bakteriler tarafından biyojen amin üretimi öncelikle serbest amino asitlerin, dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin ve mikrobiyal gelişmeye uygun şartların varlığına bağlı bulunmaktadır. Gıdada oluşan aminin tipi ve miktarı gıdanın ve mikroorganizmanın özelliğine göre değişmektedir. Çok sayıda bakteri histidin dekarboksilaz aktivitesine sahiptir. Ancak az bir kısmı toksik olarak önemli miktarda histamin üretebilmektedir (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2002).

Özellikle *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Photobacterium*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* cinslerine ait bazı türlerin enzimlerinin amino asitleri dekarboksile ederek biyojenik aminlerin oluşumuna neden oldukları bilinmektedir (Brink vd., 1990). Ayrıca balık ve balık ürünlerinde *M. morgani*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris* ve *H. alvei* türlerinin histamin zehirlenme vakalarından sorumlu olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. (Frank, 1985; Lehane ve Olley, 2000; Huss vd., 2003). Bu konu üzerine yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6. Farklı balık türlerinde biyojenik amin üretiminden sorumlu olan bakteriler

Bakteri türü	Balık cinsi ve ürün tipi	Sıcaklık/Zaman	Histamin(ppm)	Kaynak
<i>C. perfringens</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>E. cloacae</i> <i>Klebsiella oxytoca</i> <i>K. pneumoniae</i> <i>M. morgani</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>P. vulgaris</i>	Orkinos/Taze	Oda sıcaklığı	<20 (%1.67), 20-50 (%9.38), 50< (%88.95)	Koohdar vd. (2011)
<i>P. phosphoreum</i> <i>M. psychrotolerans</i>	Ton / Soğuk tütsü	4°C'de muhafaza		Emborg ve Dalgaard (2006)
<i>E. cloacae</i> <i>Pseudomonas cepacia</i> <i>P. fluorescens</i>	Hamsi/Taze	4°C (Buzda) / 23 gün	PÜT: 350-650 KAD: 500	Pons-Sánchez-Cascado vd. (2005b)
<i>M. morgani</i> <i>P. putida</i> <i>Actinobacillus ureae</i>	Kolyoz/Taze	25°C / 2 gün 4°C / 8-10 gün	2860 574	Kim vd. (2003)
<i>Aeromonas hydrophilia</i> <i>C. perfringens</i> <i>E. aerogenes</i> <i>Vibrio alginolyticus</i>	İspanyol uskumrusu/Taze	0°C	<10	Middlebrooks vd. (1988)
<i>P. morgani</i>	Ton balığı/Taze	24-30 °C, 15 °C	50< <50	Eitenmiller vd. (1982)
<i>P. morgani</i> <i>K. pneumonia</i>	Ton, Palamut, İstavrit, Kral zargan /Taze	Oda sıcaklığı		Niven vd. (1981)

Tablo 7. Dekarboksilaz aktivitesine sahip farklı bakteri türlerinin farklı besiyeri ortamındaki biyojenik amin üretimleri

Bakteri türü	İnkübasyon sıcaklığı, süresi ve kullanılan besiyeri	Histamin miktarı (ppm)	Kaynak
<i>Morganella morganii</i>		2880-6353	
<i>Providencia rustigianii</i>		3778-4383	
<i>Proteus mirabilis</i>		4024-4204	
<i>R. ornithinolytica</i>		5459-5789	
<i>Enterobacter aerogenes</i>	30°C / 48 saat	2833-7779	Bjornsdottir vd. (2009)
<i>E. gergoviae</i>	Modifiye Niven's agar	3508-7760	
<i>Photobacterium damsela</i>		1622-7711	
<i>Hafnia alvei</i>		171-204	
<i>Citrobacter freundii</i>		126-448	
<i>Raoultella terrigena</i>		1324	
<i>Microbacterium testaceum</i>		1895	
<i>Enterobacter spp.</i>		3054	
<i>Brevibacterium mcbrellneri</i>	25°C / 24 saat	1630	Mangunwardoyo vd. (2007)
<i>Micrococcus diversus</i>	Modifiye Niven's agar	1025	
<i>Staphylococcus spp.</i>		1243	
<i>M. morganii</i>		923	
<i>M. morganii</i>		1041-1166	
<i>P. vulgaris</i>	35°C / 24 saat	1006	Rodtong vd. (2005)
<i>E. aerogenes</i>	Niven's agar	1150-1345	
<i>E. aerogenes</i>	WRBG agar		
<i>M. morganii, . vulgaris</i>	25°C / 3 gün	3191	Kim vd. (2000)
<i>V. alginolyticus</i>	WRBG agar		
<i>V. parahaemolyticus,</i>			
<i>M. morganii</i>	37°C / 18 saat	1000<	Lopez-Sabater vd. (1994)
<i>E. aerogenes</i>	37°C / 18 saat	500-1000	
<i>C. freundii</i>	37°C / 18 saat	<250	

Farklı ülkelerde üretilen geleneksel balık ürünlerindeki biyojenik amin miktarı hammaddenin türü, avlandığı bölgenin etkileri ve muhafaza koşullarının etkisi yanında ürün işlemede kullanılan tuz ve asit konsantrasyonu, ürüne eklenen katkıları, işleme esnasında ürünün olgunlaşma ve pişirme sıcaklığı gibi pek çok faktöre göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Taylor, 1986; Gökoğlu, 2003; Köse, 2010). Geleneksel yöntemlerle işlenen balık ürünlerinde depolamanın ve diğer faktörlerinin etkisi üzerine laboratuvar koşullarında yürütülmüş pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Ababouch vd. (1986) işlenmiş balık ürünlerinde histaminin tespiti üzerine yürüttükleri çalışmada tuz ve soğuk depolama kombinasyonunun histamin kontrolünde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Santos-Buelga vd. (1986) tuzlanarak konserve kutularda satılan hamsi balığında oda ve buzdolabı koşullarında bozulma esnasında meydana gelen tiramin miktarlarını araştırmışlardır. Depolama esnasında tiramin değerinde bir yükselmeden sonra düşme görüldüğünü ve soğuk depolamanın tiramin artışını geciktirdiğini tespit etmişlerdir.

Karnop (1988) %17-24 arasında tuz içeriği ile tuzlanmış sardalya balıklarında histamin düzeyini araştırmış ve histamin içeriği ile salamuranın olgunluk derecesi arasında bir ilişki olmadığını ifade ederek bakteri popülasyonunun %90'ının koklar tarafından oluşturulduğunu ve histamin içeriğinde %52'sinin koklar tarafından üretildiğini ifade etmiştir. Karnop (1988) tuzlanmış hamsilerde yürüttüğü diğer bir çalışmada ise histamin miktarının ortalama 52.5 ppm olduğunu ve tuzlanmış hamsi ürünlerinin sadece %8'inde histamin miktarının 100 ppm'i aştığını bildirmiştir.

Stratton vd. (1991) halofilik özellikteki bakteri türlerinin de histamin ürettiğini ve psikrofilik özellik gösteren bakteri türü *P. phosphorum*'un düşük sıcaklıklarda scombroid balıklarda histamin üretiminden birinci derecede sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Yatsunami ve Echigo (1991) tuzlanmış sardalya, hamsi ve balık sosunda yaptıkları çalışmada *Staphylococcus spp.*, *Vibrio spp.* ve *Pseudomonas spp.* türlerinin histamin üretiminden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Rodriguez-Jerez (1993) doymuş salamura (%25) ile tuzlanan hamsi örneklerinin 19 haftalık depolama sürecinde ilk haftadan itibaren tuz miktarının hızla yükselerek 2. haftada %17.5'e, daha sonraki haftalarda ise yavaş bir artışla 19. haftada %22 seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada başlangıçtaki toplam mezofilik bakteri sayılarını 3.7 log kob/g, psikrofilik bakteri sayılarının ise 4.6 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Depolama

süresi sonunda bakteri sayılarında 2.5 log kob/g'a düştüğünü belirlemişlerdir. Yine Rodriguez-Jerez vd. (1994) tuzlanmış balıklarda kötü kaliteli hammadde, yetersiz işleme ve depolamaya bağlı olarak yüksek miktarlarda histamin oluştuğu ve bunun da histamin zehirlenmesine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Marii vd. (1994) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, histamin oluşumunun 35-40°C'de, pH 5.5-6.5 arasındaki değerlerde ve %2-4 tuz konsantrasyonlarında maksimum olduğu, pH 8'de ise hiç histamin oluşmadığı belirlenmiştir. Ortamda tuz olmadığı durumlarda histamin oluşumunun maksimum olduğu ve tuz konsantrasyonu arttıkça histamin miktarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Veciana-Nogues vd. (1997a) İspanya'da ticari olarak satılan üç farklı yağ içinde depolanmış az tuzlu hamsi örneklerini 20°C ve 8-10°C'de depolama süresinde biyojenik amin ve mikrobiyolojik gelişimi incelemişlerdir. Depolama süresince spermin, spermidin, kadaverin ve pütresin miktarlarında önemli değişim izlenmezken her iki sıcaklıkta da histamin, tiramin, triptamin ve feniletilamin miktarlarında önemli ölçüde artış tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre araştırmacılar üretimden sonra yağ ve cam kavanoz içinde paketlenip oda sıcaklıklarında depolanan tuzlanmış hamsilerin kolaylıkla biyojenik aminlerden histamin, tiramin, triptamin ve feniletilamin açısından risk taşıyacak düzeye ulaşabileceğini ortaya koymuşlardır. Bunun yanında, soğuk depolamanın amin oluşumunu azaltmasına rağmen tamamen engellemediğini de belirtmişlerdir.

Draisci vd. (1998) tuzlanmış hamside depolamanın başlangıcında pütresin ve kadaverin miktarlarının sırasıyla 34 ve 5 ppm bildirirken depolamanın 180. gününde 264 ve 19 ppm olarak bildirilmişler, ve hamsilerde olgunlaşma sırasında biyojenik aminlerde artışın olabileceğini belirtmişlerdir.

Tuzlanmış hamsi ile ilgili başka bir çalışma da Hernández-Herrero vd. (1999) tarafından yürütülmüştür. Akdeniz ülkelerinde yoğun olarak üretilen ve tüketilen yarı korunmuş (tuzlama, marinat, baharat ilaveli) hamsi ürünlerinin histamin açısından risk oluşturduğunu; özellikle de tuzlanmış hamsilerde amin üreten halofilik bakterilerin bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu tür ürünlerin üretim sürecinde özellikle de olgunlaşma esnasında yasal limitlerin göz önünde tutulmasını tavsiye etmişlerdir.

Hernandez-Herrero vd. (1999) tuzlanmış hamsi balıklarından izole ettikleri *Staphylococcus capitsin* türü halofilik karakterli bakterinin kuvvetli bir histamin oluşturma aktivitesine sahip olduğunu %10 oranında tuz bulunan besiyerinde 400 mg/mL histamin üretebildiği bildirmişlerdir.

Shakila vd. (2001) yaptıkları çalışmada taze ve konserve balıklarda pütresin, kadaverin, histamin ve tiraminin konsantrasyonlarını nispeten düşük bulmalarına rağmen tuzlanarak muhafaza edilen balıklarda yüksek konsantrasyonlarda biyojenik amin içermekte olduğunu belirlemişler, ve özellikle uskumru ve sardalyada histamin düzeylerinin toksik düzeylere ulaştığını tespit etmişlerdir.

Hernandez-Herrero vd. (2002) kuru tuzlanmış hamside histamin ve diğer kalite parametrelerini incelemişlerdir. Taze hamsideki histamin miktarının tuzlamadan sonraki ilk haftanın sonunda önemli düzeyde düştüğünü ve daha sonraki zamanlarda histamin miktarında önemli bir değişim olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu düşüşün nedeni olarak da histaminin salamura suyuna geçmiş olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca tespit edilen histamin miktarının FDA'nın izin verdiği limitin altında olduğunu belirtmişlerdir. Olgunlaşma esnasında duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik verilerde önemli bir değişim gözlemediklerini bildirmişlerdir.

Mah vd. (2002) Kore'de geleneksel yöntemlerle işlenmiş 11 farklı tuzlanmış ve fermente edilmiş su ürününü 4, 10, 15 °C'lerde 20 gün depolamışlar ve kadaverin, histamin ve spermidin miktarlarında 10. günün sonundaki artışının önemli olduğunu ve spermidin, histamin ve kadaverin miktarlarının depolama esnasında insan sağlığını tehdit edecek düzeyde arttığını ortaya koymuşlardır.

Pons-Sánchez-Cascado vd. (2003) yaptıkları çalışmada hamsi balığının salamuraya koyulmadan önce, ayıklanmasındaki gecikmenin olgunlaşma esnasındaki pütresin, histamin, kadaverin, tiramin ve agmatin oluşumunu özellikle 1. haftada artırdığını belirtmişlerdir.

Karaçam vd. (2002) %14, 18, 22, 26'lık konsantrasyonlardaki tuz çözeltilerinde bekletilerek salamura edilen hamsi örneklerini oda ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$) ve buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) depolamışlar ve bu ürünlerde histamin ve diğer bozulma parametrelerini incelemişlerdir. Çalışmada oda koşullarında depolanan örneklerde 60. günden sonra özellikle düşük tuz konsantrasyonu uygulanan örneklerde histamin gelişiminin arttığı ve 150. günün sonunda 1370 ppm'e ulaştığını bildirmişlerdir. Buzdolabında depolanan örneklerde ise histamin gelişiminin olmadığını bulmuşlardır. Duyusal yönden yapılan analizlerde buzdolabında depolanan örnekler depolama süresi sonunda (150 gün) dahi lezzet için belirlenen kalite sınırını aşmamışlardır. Ancak oda koşullarında depolanan örneklerden %14 tuz salamurasındaki örnekler lezzet kriterine göre 30. gün, %18; 60. gün,

%22; 90. gün ve %26'lık salamura grubunun ise 120. günün sonunda duyusal olarak bozulduklarını ifade etmişlerdir.

Lakshmanan vd. (2002) tuzlanarak kurutulmuş sardalya balıklarında amin üreten halofilik bakterileri inceledikleri çalışmada, kurutma periyodunun başında *Pseudomonas sp.* ve *Alcaligenes spp.* türlerinin dominant amin üreten bakteriler olduğu belirtmişlerdir.

Günerkaya (2006) yaklaşık dört aylık oda sıcaklığında depolanmış, tuzlanmış hamsi ve palamut balıklarında yürüttüğü çalışmada halofilik bakteri sayısını 1.0-3.32 log kob/g, koliform sayısını 3.52-4.48 log kob/g olarak bulmuştur. Hiçbir örnekte *Salmonella spp.* ve *V. parahymoliticus* tespit etmediğini belirtmiştir.

Terzi ve Güçükoğlu (2009) kuru tuzlanmış hamsi balıklarının bir yıl boyunca oda sıcaklığında depolanmışlar ve bu süre içinde histamin değişimini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12. aylardaki örneklemelerde histamin miktarlarını sırasıyla 0, 32, 35, 64, 91, 95 ve 136 ppm tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonucunda kuru tuzlama yöntemi ile tuzlanan hamsi balıklarındaki histaminin Türk Gıda Kodeksi'nin izin verdiği limit olan 200 ppm'in altında kaldığını belirtmişlerdir.

Gökoğlu (2003) laboratuvar koşullarında marine edilmiş sardalyalarda (*Sardina pilchardus*) biyojenik amin değişimini belirlemek üzere yaptığı çalışmada, sardalya filetoalarını tuz ve %2 ile %4'lük asetik asit içerisinde 24 saat süreyle olgunlaşması için bekletmiş ve olgunlaşma süresi boyunca başlangıçta ve dört saat aralıklarla biyojenik amin gelişimini izlemiştir. Taze sardalyadaki tiramin, pütresin, kadaverin ve histamin değerlerini sırasıyla 82.37, 127.21, 20.14 ve 14.23 ppm olarak bildirmiştir. Filetoalar %2 ve %4'lük solüsyonlarda 1 saat bekletildikten sonra, biyojenik amin içeriklerinde azalma gözlenmiş, ancak olgunlaşma tamamlandıktan sonra biyojenik amin seviyelerinin başlangıçtaki ve taze balıktaki miktarlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. %4'lük asetik asit içerisinde olgunlaştırılan filetoalardaki en yüksek tiramin seviyesine 8. saatte ulaşılırken, daha sonra olgunlaşma sona erene kadar düşüş gözlenmiştir. %2'lik asetik asitte olgunlaştırılan filetoalarda 16 saat boyunca tiramin düzeylerinde bir artış gözlenmiş ve 16. saatten sonra ise düşüş gözlenmiştir. Pütresinde ise, %2'lik asetik asit içerisindeki filetoalarda kademeli bir artış yaşanmış ve olgunlaştırma işleminin sonunda ise 1564 ppm olduğu bildirilmiştir. %4'lük asetik asit içerisindeki filetoalarda pütresin miktarını da 4. ve 8. saatlerde artışın gözlendiği, 12. ve 16. saatlerde tekrar bir düşüşün yaşandığını ve olgunlaşma sonunda ise tekrar arttığı bildirilmiştir. Kadaverindeki değişimin de pütresine benzer özellik taşıdığı ortaya koyulmuştur. Olgunlaşmanın

başlangıcında histaminin, biyojenik aminler içerisindeki en düşük konsantrasyona sahip olduğu bildirilirken, her iki asit solüsyonunda 100 ppm'i aşmadığı ve olgunlaşma süresince gözlenen artışın önemli olduğu ortaya konmuştur. Spermin ve spermidinin olgunlaşmanın başlangıcında düşük miktarlarda tespit edildiği bildirilmiş ve asitlik arttıkça biyojenik amin oluşumunun da arttığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak biyojenik amin oluşumunda, asidik ortamların bakteriler için koruyucu olduğu, dolayısıyla asidik ortamların dekarboksilaz aktiviteyi teşvik edici bir durum sergilediği rapor edilmektedir.

Pons-Sánchez-Cascado vd. (2005a) yaptıkları çalışmada sirkede marine edilmiş hamsinin 3 aylık buzdolabında depolama süresince biyojenik aminlerin (triamin, serotonin, pütresin, kadeverin ve histamin) arttığını bildirmiş, marine edilmiş hamsinin depolama süresi boyunca histamin seviyesinin 1.37 ppm'e ulaştığını, spermidin ve spermin seviyelerinin depolama süresince sabit kaldığını ortaya koymuşlardır. Ancak bozulmuş ürünlerden hazırlanmış marinat ürünlerinin oda koşullarında depolanması esnasında taze balıkta 164 ppm olan balığın histamin değeri 3 gün sonra 110 ppm'e düşmekle birlikte sirkedeki miktarı 0.5 ppm'den 83 ppm'e ulaşarak ürünün toplam histamin değerinin yaklaşık 194 ppm olduğu belirtilmiştir. Depolama süresince marine edilmiş bu grupta hem balıkta hem de sirkedeki histamin miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Olgunoğlu (2007) marine edilmiş hamsi örneğinde depolama süresi sonunda bulunan histamin miktarının 34.5 ppm olduğunu rapor etmiş ve marinasyonun işleme tekniği olarak uygun olduğu ve taze hammadde kullanıldığı takdirde ise risk arz etmediği sonucunu bildirmiştir.

Da Silva vd. (2002) soğuk tütsülenmiş ve vakum paketli olarak 5°C ve 25°C'lerde depolanan somon ve alabalıklardan izole ettikleri farklı bakteri türlerinin histamin ve tiramin üretimlerini 48 saat ve 10 gün süreyle araştırmışlardır. İlgili çalışma sonucunda çoğu bakteri türlerinin bu aminleri en fazla 25°C'de ürettiğini ancak laktik asit bakteri türlerinin her iki derecede de amin üretebildiklerini tespit etmişlerdir.

Udomsil vd. (2010) balık sosundan izole ettikleri halofilik laktik asit bakterilerinden *Tetragenococcus halophilus* bakterisinin %5 ve %25 tuz konsantrasyonlarındaki sıvı besiyerinde sırasıyla 6.62–22.55 mg/100mL ve 13.14–20.39 mg/100mL histamin üretebileceğini ortaya koymuşlardır.

Yongsawatdigul vd. (2004) taze ve yüksek sıcaklıklarda depolanan Hindistan hamsisinden balık sosu üretimi esnasındaki biyojenik amin miktarlarına depolamanın etkisini incelemişlerdir. İlgili araştırmada taze balıktan biyojenik amin miktarları <5 ppm

iken aynı partiden alınan hamsilerin 35°C’de 16 saatlik depolanması sonunda amin değerlerinde hızlı bir artış gözlenmiş ve en fazla değer histamin için 200.7 ppm tespit edilmiştir. Bu ürünlerden aynı sıcaklıkta olgunlaştırma yöntemiyle üretilen balık sosundaki histamin ve diğer biyojenik amin miktarları da taze ürünlerde bozulmuş hammaddeden üretilenlere göre çok düşük olduğunu ve bu nedenle balık sosu üretiminde hammadde kalitesi ve dolayısıyla depolama sıcaklığının olgunlaştırma sıcaklığından biyojenik amin üretimi bakımından daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

1.7. Çalışmanın Amacı

Ülkemizde geleneksel yöntemlerle işlenen balık ürünlerinin biyojenik amin açısından ne ölçüde risk içerdiği henüz bilinmemektedir. Bu yüzden ülkemizdeki fabrikalar, küçük işletmeler ve evlerde geleneksel yöntemlerle işlenen balıkların biyojenik amin bakımından ne kadar risk ihtiva ettiği belirlenerek bu riskler için önlemler alınması gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle ülkemizde geleneksel yollarla üretilen balık ürünlerinin biyojenik amin içeriği ve biyojenik amin üretilmesinde etkili olabilecek bazı gıda emniyeti ile ilgili parametrelerin geniş ölçekte araştırılarak hangi ürün grubunun risk ihtiva ettiği belirlenmeye çalışılacaktır.

Soğuk muhafaza esnasındaki koşulların ve depolama süresinin de biyojenik amin oluşumunda çok etkili olduğu bilinmektedir. Taze balıklarla yapılmış önceki depolama çalışmaları balıkların ya sadece tek bir sıcaklık ya da iki farklı sıcaklıkta (oda ve buzdolabı koşullarında ya da buz içersinde) depolama süresindeki duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyolojik gelişmeleri incelenerek değişimler tartışılmıştır. Ancak günümüzde HACCP kuralları gereği ve soğuk havanın balık üzerine doğrudan verilmesindeki olumsuz etkileri nedeniyle hammadde soğuk odalarda ya buz, ya da su-buz karışımı içinde işleme öncesine kadar bekletilmektedir (URL-1, 2011). Bu bağlamda ham maddenin buzsuz, buzlu veya su-buz karışımı ile muamele edildikten sonra buzdolabı ya da soğuk depolarda muhafaza edilerek biyojenik amin miktarı ve kalite değişimlerinin belirlenmesi ve işlem öncesi balıkların ne kadar süre ile depolanabileceğinin bilinmesi gereklidir. Bu nedenle ülkemizde geleneksel yöntemlerle en çok işlenen türler olan palamut ve hamsi balıklarının farklı koşullarda soğuk muhafaza koşullarında bekletmelerinin kalite değişimleri ve biyojenik amin oluşumuna etkisini belirlenmek amaçlanmıştır. Ayrıca hamsi balıklarının bu depolamada su-buz karışımının sadece buz veya buz eklemekten etkileri, palamut

balığında ise bu değişimlere balığın fileto edilmesinin etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir.

Ülkemizde ve özellikle bölgemizde yoğun olarak farklı yöntemlerle tuzlanan ve farklı depolama koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi balığı üretiminde kontrollü şartlarda (laboratuar ortamı) risklerin belirlenmesi ve üretici ve tüketici açısından en uygun yöntemin ve depolama şartının tespit edilmesi gereklidir. Bu nedenle, bu araştırmada gıda emniyeti ile ilgili parametreler ve önemli biyojenik aminler dikkate alınarak her iki tuzlama yöntemiyle tuzlanmış ürünlerin oda ve buzdolabı koşullarındaki kalite değişimleri ve biyojenik amin değerleri karşılaştırmalı olarak belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Ülkemizde geleneksel işleme teknikleri kullanılarak üretilen ürünlerden hangilerinin biyogenik aminler açısından risk ihtiva ettiğinin belirlenmesi amacı ile Türkiye genelinde 16 farklı balık türünden evlerde (6 adet), küçük balıkçı işletmelerinde (42 adet) ve su ürünleri işleme fabrikalarında üretilen (48 adet) toplam 96 adet ürün örneklenmiştir. Bu ürünlerden 66 adeti farklı tuzlama (12 adet salamura tuzlama; 31 adet kuru tuzlama; 17 adet lakerda) yöntemi ile işlenmiş, 3 adeti tuzlanarak kurutulmuş (çiroz), 3 adeti kuru tuzlandıktan sonra yağ içersine alınmış (ançüez), 12 adeti marine edilmiş, 2 adeti marine ve tütsü yapıldıktan sonra kurutulmuş, 2 adeti marinasyondan sonra tütsülenmiş, 11 adeti tütsülenmiş ve 6 adeti ise diğer şekillerde işlenmiş (3 adet balık ezmesi, 3 adet farklı baharat ve soslarla hazırlanmış) ürünlerdir. Küçük balıkçı işletmelerinden toplam 14 adet şahsi firma, fabrikasyon olanlarından ise toplam 9 adet firma örneklenmiştir. Bu nedenle bazı firmalardan aynı tip üründen farklı zamanlarda örneklemeler yapılmıştır. Örneklenen ürünlere ait ayrıntılı bilgiler (işlenen türün Türkçe ve Latince adı, işleme yöntemi ve yeri, paketlenme materyali, depolama şekli, organoleptik özellikleri ve resimleri) Ek Tablo 1 ve Ek Şekil 2’de verilmiştir. Ancak, firmaların gizlilik haklarının korunması gerekçesiyle isimleri bu tezde verilmemiştir. Buna rağmen ülkemizde geleneksel yöntemlerle ürün üreten tüm fabrikaların yaklaşık %37.5’i bu çalışmada örneklenmiştir (Tablo 2). Az sayıda firmanın örnekleme nedeni ise çoğu firmada histamin açısından tehlike göstermeyen türlerin (Örn. Gökkuşuğu alabalığı) işleniyor olmasıdır. Tablo 1’de belirtilen histamin riski taşıyan türleri (hamsi, palamut, sardalya, tirsi gibi) geleneksel yöntemlerle fabrikasyon olarak işleyen Tablo 2’deki firmaların ise %82’si örneklenmiştir. Kalan %18’lik dilimdeki firmaların ise ürünlerini doğrudan ihracat etmesi nedeniyle piyasada bulunamadığından örnekleme yapılamamıştır. Küçük balıkçı işletmeleri ise daha çok Karadeniz Bölgesinden örneklenmiştir.

Soğuk depolama çalışmaları için hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve palamut (*Sarda sarda*) balıkları kullanılmıştır. Trabzon Balık Halinden 2011 yılı Ocak ayında temin edilen 30 kg hamsi strafor kutularda buzlanarak bir saat içerisinde laboratuara ulaştırılmıştır.

Çalışmada kullanılan 100 adet balığın ölçümleri yapılarak ortalama boyu 12.48 ± 1.26 cm ve ortalama ağırlığı ise 10.21 ± 2.89 g olarak tespit edilmiştir. Palamut balıkları ise 2009 yılı Ekim ayında Trabzon Balık halinden temin edilmiş ve strafor kutularda buzlanarak 6-8 saat içinde laboratuara ulaştırılmıştır. Ardından balıkların bireysel olarak ölçümleri yapılmıştır. Kullanılan toplam 48.02 kg ve 104 adet balığın ortalama boy, ağırlık ve kalınlığı sırasıyla 35.09 ± 2.46 cm, 461.74 ± 111.52 g, 3.85 ± 0.82 cm olarak ölçülmüştür. Buzlama işleminde kullanılan buz yaprak buz (flake ice) üreten bir buz makinesinden (Hoshizaki, FM-80EE, EU) elde edilmiştir.

Tuzlama çalışmasında ise yine hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığı kullanılmıştır. Taze olarak Rize balık halinden temin edilen ve strafor kutularda buzlanarak laboratuara ulaştırılan 3 kasa (30-33 kg) hamsi balığı kullanılmıştır. Salamura tuzlama işleminde piyasada ticari olarak satılan temiz deniz tuzu (Salina, Konya), kuru tuzlamada ise yine ticari olarak satılan kaya tuzu (Billur Tuz, İzmir) kullanılmıştır.

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

Çalışma süresince kullanılan kimyasal ve besiyerleri farklı firmalardan temin edilmiştir. Bunlardan pütresin dihidroklorür (kat.no: P7505, $\geq 98\%$), dansil klorür (kat.no: D2625-5G, $\geq 99.0\%$) ve trimetilamin hidroklorid (kat.no: T7,267-1, $\geq 99\%$) Sigma-Aldrich'ten (İsviçre), 2-feniletilamin (kat.no: 77905, $\geq 99\%$), Fluka'nın Amerika temsilcisinden, histamin dihidroklorür (kat.no: 53300, $\geq 99\%$) ve kadaverin dihidroklorür (kat.no: 33220, $\geq 99\%$) Fluka'nın İsviçre temsilcisinden, tiramin hidroklorür (kat.no: 93820, $\geq 97\%$), spermidin trihidroklorür (kat.no: 85580, $\geq 99.0\%$), spermin tetrahidroklorür (kat.no: 85607, $\geq 99.5\%$), triptamin hidroklorür (kat.no: 93650, $\geq 99\%$), ve bromkresol purple (kat.no: 17490) yine Fluka'nın Almanya biriminden, HPLC grade asetonitril (kat.no: 1.0030.2500, $\geq 99.8\%$) ve HPLC grade ultra saf su (kat.no: 1.15333.2500) VWR Prolao (Belçika) firmasından, amonyum asetat (kat.no: 0103-500G, %100) Amresco (ABD), aseton (kat.no: 412102, $\geq 99.8\%$) Carlo Erba (İtalya) ve sodyum hidroksit (kat.no: 480507, %99-100) Riedel-de Haen (Çek Cumhuriyeti) firmalarından sağlanmışlardır. Etil alkol (kat.no: 32221, %98.5) Sigma-Aldrich (Avrupa), hidroklorik asit (kat.no: 07102, %37) ve potasyum kromat (kat.no: 12249, $\geq 99\%$) Riedel-de Haen (Almanya), trikloroasetik asit (kat.no: 411527, $\geq 99\%$) Carlo Erba (İtalya), formaldehit (kat.no: 7040, %37;) Jt. Baker (Hollanda), perklorik asit (kat.no: 1.00518.2500), amonyak solüsyonu

(kat.no: 1.105422.2500, %25), sodyum bikarbonat (kat.no: 1.06329.1000), borik asit (kat.no: 1.00160.1000, %99.5-100), potasyum karbonat (kat.no: 1.04428.1000, \geq %99), toluen (kat.no: 108389), pikrik asit (kat.no: 1.00621.0500, \geq %99), tiyobarbitürik asit (kat.no: 1.0880.0025), magnezyum oksit (kat.no: 105862), kalsiyum karbonat (kat.no: 1.04928.1000, \geq %99), gümüş nitrat (kat.no: 1.01512.0025), plate count agar (kat.no: 1.05463.0500), agar agar (kat.no: 1.01613.0500), L-histidin monoklorit (kat.no: 1.04350.0100), yeast ekstrakt (kat.no: 1.0325.0500) ve tuz (NaCl; kat.no: 1.06404.1000) (Merck, Almanya) firmalarından temin edilmişlerdir.

2.2. Metot

2.2.1. Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balık Ürünleri Analizleri

Örneklenen ürünler depolama koşullarına uygun olarak (oda koşullarında depolananlar oda koşulları, buzdolabında depolananlar buzdolabı koşulları) laboratuara ulaştırıldıktan sonra analiz süresine kadar tekrar depolama koşullarına uygun şartlarda bekletilmişlerdir. Her ürün üretici tarafından belirlenen raf ömrü içinde analiz edilmiştir. Analiz aşamasında bütün paket veya kutular aseptik ortamda açılmış ve öncelikle mikrobiyolojik analizler için örnekleme yapıldıktan sonra kalan örneklerin hepsi temizlenip mutfak robotunda (Arçelik, K-1631 P Valso Plus, 2.2 L kapasiteli, Türkiye) homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenattan uygun miktarlarda alınan örnekler biyojenik amin, su aktivitesi (a_w), pH, tuz, WPS ve kuru madde analizlerine tabi tutulmuşlardır. Kimyasal analizlerin hemen yapılamayacağı durumlarda ise örnekler analiz miktarlarına uygun oranlarda -40°C 'ye ayarlı derin dondurucuda (Sanyo, MDF-U 5411, Japonya) dondurularak aynı sıcaklıkta analiz süresine kadar bekletilmişlerdir. Bu koşullardaki örnekler analiz aşamasından bir gece önce $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında (Arçelik, 8810 NF, Türkiye) bekletilerek çözündürüldükten sonra analizleri yapılmıştır.

Mikrobiyolojik analizlerden toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri ve tuzlanmış ürünlerde ise toplam halofilik bakteri analizleri yapılmıştır.

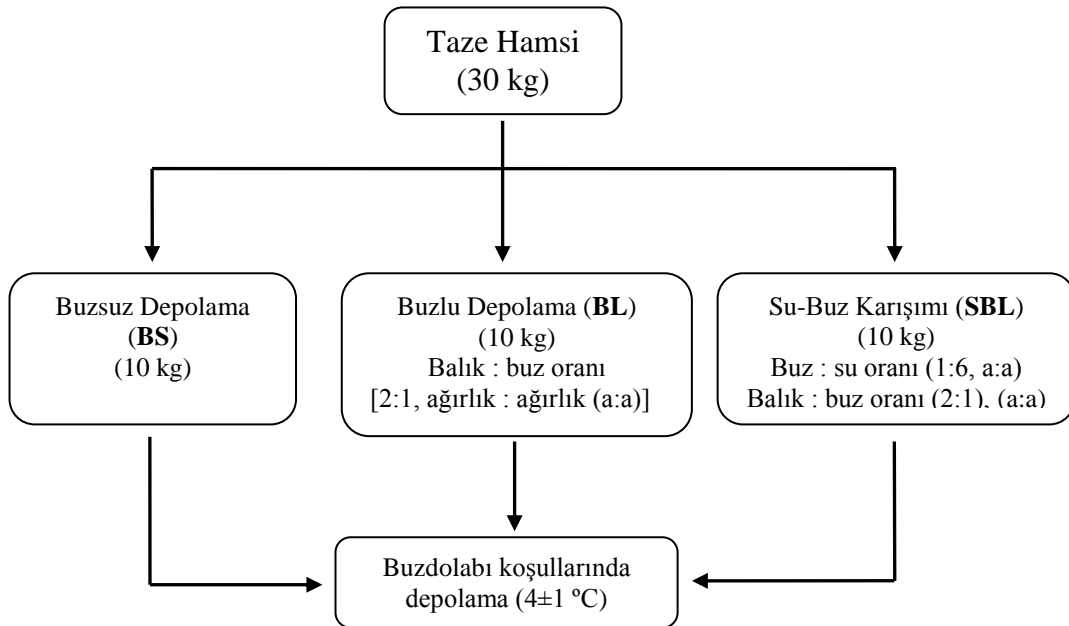
2.2.2. İşleme Öncesinde Hammaddenin Soğuk Depolanması

İşleme fabrikalarında öncelikli sorun, işleme öncesi balığın soğuk muhafaza depolarında ne tür koşullarda ne kadar muhafaza edilebileceğidir. Bu amaçla hamsi balıkları buzdolabı koşullarında buzsuz, buzlu ve su-buz karışımı ile palamut balıklarının ise bütün ve fileto edilmiş şekilde buz uygulanarak ve uygulanmayarak depolanması süresince biyojenik amin oluşumu, kalite değişimleri ve raf ömürleri araştırılmıştır.

Duyusal analizler 6 kişilik panelist grup tarafından görünüş, doku ve koku kriterlerine bakılarak 10 puan üzerinden yapılmıştır. Kimyasal analizlerden Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), Tiyobarbitürik Asit (TBA), Trimetilamin Azot (TMA-N), biyojenik amin ve toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri analizleri yapılmıştır. Bu analizler palamut ve hamsi örneklerinin her ikisinde de uygulanmış ve çalışma detayları aşağıda verilmiştir.

2.2.2.1. Hamsi Balığının Farklı Koşullarda Soğuk Depolama Çalışması

Buzlanarak strafor kutularda laboratuara getirilen 30 kg hamsi 10 kg'lık 3 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar;

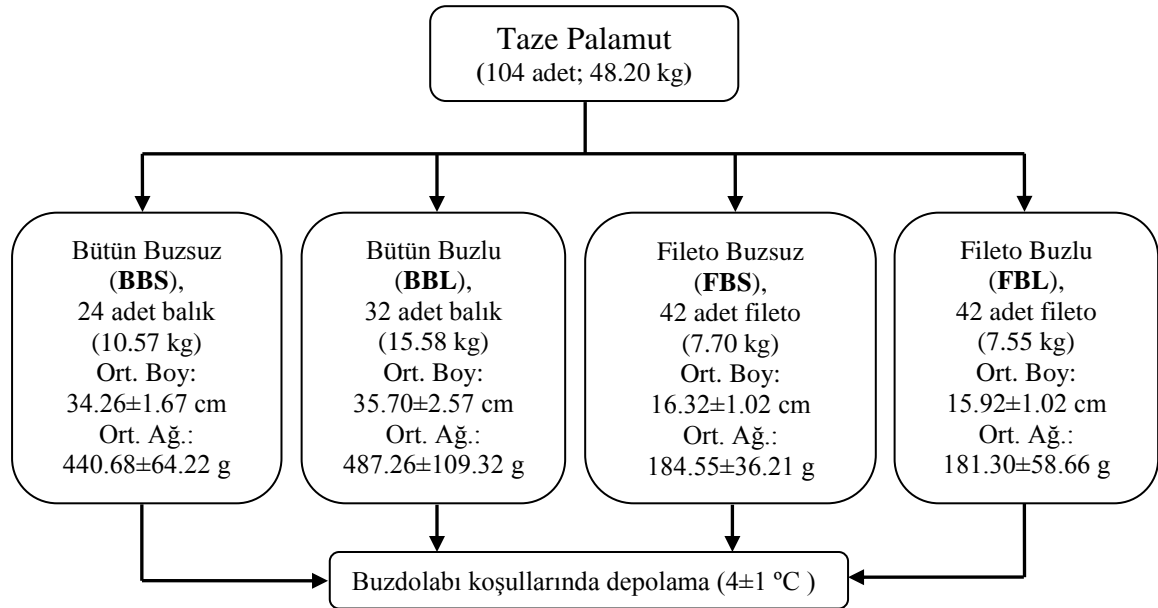


Şekil 3. Taze hamsi balığından oluşturulan gruplar ve depolama koşulları

Her üç grup plastik konteynırlara (Derinlik: 62, Genişlik: 39, Yükseklik: 33 cm) koyularak buzlu ve su-buz karışımı olan gruplara buz ve su-buz karışımı ilavesi yapılmış ve üzeri streç film ile kaplandıktan sonra buzdolabında ($+4^{\circ}\text{C}\pm 1$) muhafaza edilmiştir. Buzlu ve su-buz karışımı ile depolanan gruplarda her gün sıcaklık değerleri ölçüldükten sonra buz ve su-buz değişimi yapılmıştır. Depolama boyunca ortalama sıcaklık değerleri BS grubunda $4.1\pm 0.7^{\circ}\text{C}$, BL grubunda $1.8\pm 0.6^{\circ}\text{C}$, SBL grubunda ise $1.2\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Taylor, Model 9842N, USA). Tüm örneklerde dokuz gün boyunca günlük örnekleme yapılmıştır. Örnekleme esnasında steril şartlarda yaklaşık 500 g alınmış ve mikrobiyolojik analizler için bir kısmı ayrıldıktan sonra kalan örneklerde duyuusal değerlendirmeler yapılmıştır. Daha sonra örneklerin baş, iç organ ve omurgaları temizlenmiş ve sonra mutfak robotunda (Arçelik, K-1631 P Valso Plus, 2.2 L kapasiteli, Türkiye) homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örnekler diğer analizler için kullanılmıştır.

2.2.2.2. Palamut Balığının Farklı Koşullarda Soğuk Depolama Çalışması

Trabzon balık halinden strafor kutularda buzlanarak laboratuara getirilen palamut balıkları aşağıda belirtilen şekilde dört gruba ayrılmışlardır,



Şekil 4. Taze palamut balığından oluşturulan gruplar ve depolama koşulları

Her dört grup ta plastik konteynirlara (D:62, G:39, Y:33 cm) koyularak buzlu gruplara buz ilavesi yapılmış ve üzeri streç film ile kaplandıktan sonra soğuk depolama şartlarında ($+4^{\circ}\text{C}\pm 1$) muhafaza edilmiştir. Buzlanarak depolanan gruplarda her iki günde bir sıcaklık değişimleri ölçülmüş ve daha sonra buz değişimi yapılmıştır. Depolama boyunca ortalama sıcaklık değerleri BBS grubunda $3.9\pm 0.7^{\circ}\text{C}$, BBL grubunda $1.9\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, FBS grubunda $3.6\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, FBL grubunda ise 1.4 ± 0.2 olarak ölçülmüştür. Örnekleme günlerinde bütün olarak depolanan gruplardan 6'şar balık, fileto olarak depolanan gruplardan ise 6'şar fileto alınmış ve bunlar da 3'erli gruplar (3x2) halinde analizlere tabi tutulmuşlardır. Deneme her grup için duyusal yönden bozulma gerçekleşinceye kadar devam ettirilmiştir.

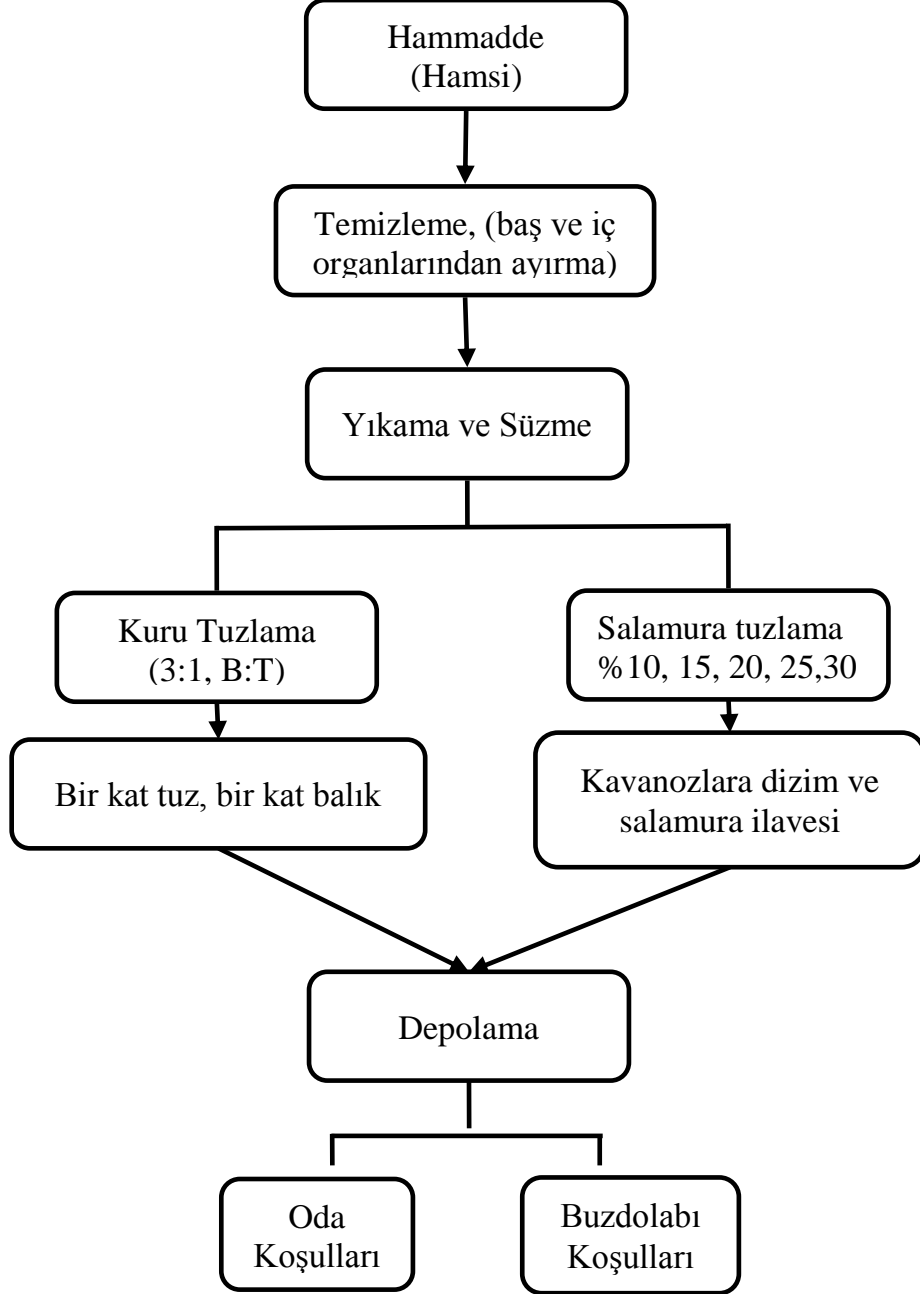
2.2.3. Tuzlama Çalışması

2.2.3.1. Hamsi Balığının Tuzlanması

Taze olarak temin edilen hamsi balıkları laboratuara getirildikten sonra baş ve iç organları temizlenmiş ve ardından musluk suyu ile yıkanmışlardır. Yıkanan balıkların suyu süzildikten sonra ayrı ayrı % 10, 15, 20, 25, 30'luk tuz çözeltileriyle salamura yöntemi ile kuru tuzlama yöntemi uygulanarak balıklar tuzlanmış ve bir seri oda koşullarında ($17\pm 3^{\circ}\text{C}$) bir seri ise buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) depolanmıştır. Salamura ile tuzlama yönteminde salamura balık oranı 2:1 [ağırlık: ağırlık (a:a)] olarak uygulanmıştır. Balıklar cam kavanozlara (8 L) dizildikten sonra, tuz konsantrasyonları ayarlanmış salamuralar üzerlerine dökülmüştür. Daha sonra kavanozların en üst kısmına ağırlık koyularak balıkların suyun dışına çıkması önlenmiştir. Kuru tuzlamada ise balık tuz oranı 3:1 (a:a) olarak kullanılmıştır. Kavanozun tabanına bir sıra tuz serildikten sonra bir kat balık bir kat tuz olacak şekilde yerleştirme yapılmıştır. Son olarak en üst tabakaya bir kat daha tuz eklendikten sonra kavanozlar kapatılmıştır (Şekil 5). Tuzlama işleminden sonra % 10, 15 ve 20'lik salamuralarla hazırlanan ürünler bir hafta, % 25 ve 30'luk salamuralarla hazırlanan ürünlerin ise iki hafta sonra salamura suları değiştirilmiştir. Kuru tuzlamada ise sadece çıkan kanlı sıvı bölüm dökülüp yerine dökülen kısım kadar doymuş salamura ilave edilmiştir.

Depolanan örneklere haftalık ve daha sonra da aylık olarak a_w , pH, tuz, kuru madde, TVB-N, TBA, TMA, biyojenik amin, mikrobiyolojik analizlerden toplam aerobik

mezofilik ve psikrofilik bakteri, toplam halofilik bakteri ve toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri ve duyusal analizleri yapılmıştır.



Şekil 5. Hamsi balığında tuzlama işleminin akış şeması

2.2.4. Analiz Yöntemleri

2.2.4.1. Biyojenik Amin Analizi

Biyojenik aminlerin analizi Eorola vd. (1993) metodunda bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Metot; örnek ekstraksiyonu, türevlendirme ve HPLC cihazına enjekte etme aşamalarından oluşmaktadır. Bu değişiklikler arasında Eorola vd. (1993) yönteminde internal standardın çalışmamızdaki balık örneklerinin kromatogramlarında bilinmeyen bir aminle çakışma gösterdiği iç standart kullanımından kaçınılmıştır. Akış hızı 0.9 mL/dk yerine 1.3 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Ayrıca örnekler soğutulmuş alkol-buz banyosu ile homojenizasyon ve ekstraksiyon aşamalarına tabi tutulmuşlardır (Ek Şekil 1).

a. Standart çözeltilerin hazırlanması

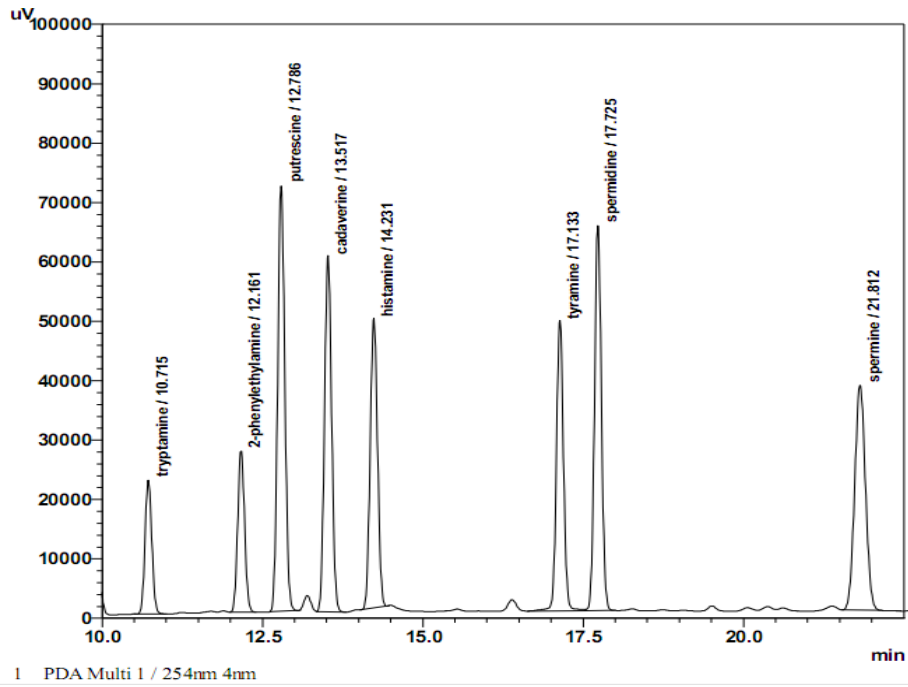
Standart amin çözeltilerinin hazırlanmasında triptamin hidroklorid (196.68), fenilettilamin hidroklorid (157.65), pütresin dihidroklorid (161.07), kadeverin dihidroklorid (175.10), histamin dihidroklorid (184.07), tiramin hidroklorid (173.64), spermidin trihidroklorid (254.63) ve spermin tetrahidroklorid (348.19) olmak üzere 8 farklı amin kullanılmıştır. Her bir amin için 1 mg/mL (1000 ppm)'lik ana stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu sekiz stoktan 1'er mL alınmış ve üzeri 2 mL ultra saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Böylece 0.1 mg/mL'lik konsantrasyonda karışım standart elde edilmiştir. Seyretmeler yapılarak farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler (2.5-400 ppm) hazırlanmıştır.

Bu konsantrasyonlarla kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve Tablo 8'de her bir amin için elde edilen r, % RSD, kalibrasyon eğrisi denklemi, LOD (Tayin limiti) ve LOQ (Ölçüm limiti) değerleri verilmiştir. HPLC cihazında okutulan 0.1 mg/mL (100 ppm)'lik mix standartların kromatogramı Şekil 6'da örneklere ait kromatogramlar ise Ek Şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 8. Standart amin çözeltilerine ait r, % RSD, kalibrasyon eğrisi denklemi, LOD ve LOQ değerleri (ppm)

Amin Cinsi	r	% RSD	Kalibrasyon eğrisi denklemi	LOD	LOQ
Triptamin	0.999	4.667	$Y=(0.00424322)X+(4.50535)$	1.804	5.46
Feniletilamin	0.999	30.53	$Y=(0.00367273)X+(0.758751)$	1.509	4.57
Pütresin	0.999	10.84	$Y=(0.00139238)X+(-0.121872)$	0.567	1.71
Kadaverin	0.999	2.79	$Y=(0.00162857)X+(0.416112)$	0.666	2.01
Histamin	0.999	5.34	$Y=(0.00217114)X+(-0.545927)$	0.848	2.57
Tiramin	0.999	4.59	$Y=(0.00205647)X+(1.637722)$	0.872	2.64
Spermidin	0.999	5.08	$Y=(0.00155448)X+(0.055133)$	0.654	1.98
Spermin	0.999	5.25	$Y=(0.002679)X+(0.545545)$	0.715	2.16

LOD: Tayin limiti (Limit of dedection),LOQ: Ölçüm limiti (Limit of quantification):
% RSD: Bağlı standart sapma (Relative Standard Deviation)



Şekil 6. Amin çözeltilerine ait 0.1 mg/mL'lik karışık standart HPLC kromotogramı

b. Ekstraksiyon

Örneğin et kısımları alınarak blendırda homojenize edildikten sonra bu homojen karışımdan 5 g alınıp üzerine 10 mL perklorik asit (0.4 M) eklenmiştir. Bu karışım Ultra toraks homojenizatörde (IKA T 25, Almanya) soğutulmuş alkol-buz banyosu kullanılarak

homojenize edilmiştir (Ek Şekil 1). Homojenat 10 dakika 3000 devirde santrifüj (MPW 350 R. MPW Med. Instruments. Polonya) işleminden geçirilmiştir. Üst tabaka Whatman 1 nolu filitre kağıdı (Whatman, No:1, İngiltere) ile süzülerek alınmış ve tekrar 10 mL 0.4 M perklorik asit solüsyonu ilave edilerek vortekste (Nüve NM 110, Türkiye) 1 dakika karıştırılmıştır. Karışım aynı koşullarda tekrar santrifüj edilmiş ve bir önceki süzüntüye eklenmiştir. Son hacim 0.4 M perklorik asit solüsyonu ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

c. Türevlendirme

Türevlendirme aşamasında ekstrakte edilen her bir örnekten ve karışım standart çözeltilerden 0.5 mL alınmış ve üzerine 100 µL 2 M sodyum hidroksit (NaOH) ve 150 µL doymuş sodyum bikarbonat (NaHCO₃) eklenmiştir. Daha sonra bütün örnekler 1 mL dansil klorür solüsyonu eklenmiş ve vortekste karıştırılmıştır. Karışım 40°C'de 45 dakika etüvde (Incucell, MMM Group, Almanya) inkübe edildikten sonra 10 dakika karanlık ortamda oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Dansil klorür kalıntılarını uzaklaştırmak için 50 µL %25' lik amonyak solüsyonu eklenmiş ve vortekste karıştırılmıştır. Otuz dakika beklendikten sonra amonyum asetat ve asetonitril (0.1 M v:v 1:1) karışımı ile 5 mL'ye tamamlanmış ve vortekste karıştırılmıştır. Karışım 0.45 µm filtreden (Millipore Co. Bedford, Amerika) geçirildikten sonra viallere (AIM, Cat No: SV-15B, ABD) alınıp cihazın oto enjektör bölümüne yerleştirilmiştir. Aminlerin HPLC'de tespitinde gradient elution sistemi kullanılmış olup mobil faz A: 0.1 M amonyum asetat, Mobil faz B: asetonitril olarak kullanılmıştır. Gradient işlemi taşıyıcı faz %50 A ve %50 B olarak başlatılmış ve ilk 19 dakikada %90 B, %10 A çözücüsü olacak şekilde ayarlandıktan sonra 24 dakikaya kadar bu şekilde devam ettirilmiştir. Daha sonra ikinci analizden önce sistem 8 dakika dengelenmiştir (post-run). Çalışmada kullanılan HPLC cihazının konfigürasyonu ve analiz aşamasında aşağıdaki koşullar uygulanmıştır.

HPLC cihazının konfigürasyonu

Pompa: Shimadzu LC-20 AT series, 2 adet, Japonya

Degasser Ünitesi: Shimadzu DGU-20A 5, Japonya

Oto Örnekleyici: Shimadzu SIL20AC, (Soğutmalı, 4 °C), Japonya

Dedektör: Shimadzu SPD-M20A, DAD dedektör, Japonya

Kolon Fırını: Shimadzu CTO-10AS VP, (Isıtmalı), Japonya

Sistem Kontrol: Shimadzu CBM-20 ALITE, Japonya

Cihaz yazılımı: LC solution 1.12 SP1

Kromatografik Koşullar

Enjeksiyon Miktarı: 20 µL

Akış hızı: 1.3 mL/dk

Kolon tipi: C 18 (GL Sciences, ODS-3, 5 µm, 4.6×250 mm)

Dedektör tipi: DAD

Dalga boyu: 254 nm

Kolon Sıcaklık: 40 °C

Taşıyıcı Faz A: 0.1 M Amonyum asetat

Taşıyıcı Faz B: Asetonitril

Süre: 24 dk- 8 dk post run, toplam 32 dk

e. Yüzde Geri Kazanım Hesabı

Geri kazanım için seçilen örneklere histamin stok çözeltisinden 0.01, 0.1, mg/mL (10, 100 ppm)'lik ilave edilmiştir. Aynı örneklerden kontrol amaçlı histamin eklenmeden de analize alınmıştır. Yüzde geri kazanım hesabı Şenöz vd.'nin (2000) bildirdiği aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$Geri\ Kazanım(\%) = \left(\frac{A - B}{C} \right) \times 100 \quad (2)$$

A: Örnekteki histamin miktarı (Örneğe bilinen oranda histamin eklendikten sonra)

B: Örnekteki histamin miktarı (Örneğe bilinen oranda histamin eklenmeden önce)

C: Örneğe eklenen histamin miktarı

2.2.4.2. Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N)

Toplam uçucu bazik azot tayini (TVB-N) Lücke-Geidel metoduna göre yapılmıştır. Bir balonun içerisine parçalanmış 10 g örnek konulmuştur. Üzerine 1 g magnezyum oksit (MgO) ve köpürmeyi önlemek için birkaç damla silikon yağı ve bir miktar saf su ilave edilmiştir. Titrasyon kabı olarak kullanılan 500 mL'lik erlenmayer içerisine %3'lük borik asitten (H₃BO₃) 10 mL, tashiro indikatör karışımından 8 damla ve yaklaşık 100 mL saf su ilave edilmiştir. İçerisinde örnek bulunan balon, düzeneğe ve saf su bulunan başka bir balon ısıtıcıya yerleştirildikten sonra soğutucu musluğa bağlanarak 15–20 dakika

destilasyona tabi tutulmuştur. Meydana gelen destilat, 0.1 N hidroklorik asitle (HCl) titre edilmiş ve aşağıdaki formüle göre TVB-N miktarı hesaplanmıştır (İnal, 1992; Varlık vd., 1993).

$$TVB - N(mg/100g) = \frac{Sarfiyat\ HCl\ (mL) \times 0.0014008 \times 100 \times 1000}{\text{Örnek miktarı (g)}} \quad (3)$$

2.2.4.3. Trimetilamin Azot Tayini (TMA-N)

Balıklarda meydana gelen bozulma ve kokuşma durumunu belirlemek amacı ile TMA-N değeri Boland ve Paige (1971)'in önerdiği yönteme göre yapılmıştır (AOAC, 1990). Sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir. 100g örnek 200 mL %7.5'lik trikloroasetik asit (TCA) ile Waring blender'de parçalanmıştır. Hazırlanan bu karışım ikili paraleller halinde santrifüj tüplerine konularak 2000-3000 devir arasında yaklaşık 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüj işlemi tamamlandıktan sonra ayrılan berrak kısımdan 4 mL boş olan tüplere alınmıştır. Ayrı bir yerde standart çözeltiler hazırlanmıştır. Standartlar ise 3 adet boş tüpe 0 (kör), 1, 2, 3 mL TMA çalışma çözeltisi konulup tüplerin her biri saf su ile 4 mL'ye tamamlanmıştır. Bu işlemlerden sonra bütün tüplere 1'er mL formaldehit (%20'lik formaldehit çözeltisi), 10'ar mL toluen, 3'er mL doymuş potasyum karbonat (K₂CO₃) çözeltisi katılmış ve tüplerin ağzı kapatılarak 40 defa kuvvetlice çalkalanmıştır. Sıvı fazın ayrılması için 10 dakika beklendikten sonra ayrı bir yerde boş tüplere 0.1'er g sodyum sülfat (Na₂SO₄) konulup üzerine örnek ve standart çözeltilerden ayrı ayrı olmak üzere, üstteki tabakadan 8 mL alınarak ilave edilmiş ve tüpler hafifçe çalkalanmıştır. Bu tüplerden başka tüplere 5'er mL aktarılıp üzerine 5'er mL pikrik asit çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Oluşan renkli çözeltiler spektrofotometrede köre karşı 410 nm dalga boyunda okunmuştur. Okunan absorbans değerinden aşağıdaki formül kullanılarak balık örneklerinde TMA-N miktarı hesaplanmıştır.

$$TMA - N(mg/100g) = \left(\frac{A_{\text{örnek}}}{A_{\text{std.}}} \right) \times \left(\frac{mg\ TMA - N}{ml\ std.\ \text{çöz.}} \right) \times (ml\ std.\ \text{çöz.}) \times 300 \quad (4)$$

2.2.4.4. Tiyobarbitürik Asit Tayini (TBA)

Tiyobarbitürik asit tayini Tarladgis yöntemine göre yapılmıştır (Tarladgis vd., 1960). 10 g örnek, 50 mL saf su ile Waring blender'de 2 dakika homojenize edildikten sonra 47.5 mL distile su kullanılarak Kjeldahal balonuna aktarılmış ve üzerine 2.5 mL 4 N HCl ilave edilerek çözeltinin pH'sı 1.5'e düşürülmüştür. Bu işlemlerden sonra balon destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve soğutucu çıkış borusunun ucuna erlenmayer koyulmuştur. Erlenmayer içerisine 50 mL destilat toplayıncaya kadar, yaklaşık 10 dk işleme devam edilmiştir. İyice karıştırılan destilattan ağzı kapaklı tüplere 5 mL alınıp üzerine %90'luk glasiyal asetik asitle hazırlanmış olan 0.02 M tiyobarbitürik asit ayıracından 5 mL ilave edilerek, 35 dk kaynar su banyosunda tutulmuştur. Isıtma işleminden sonra tüpler musluk suyu altında soğutulmuş, 538 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede (Shimadzu UV-vis 1800, Japonya) absorbans okunmuştur. Okunan absorbans değeri, 1 kg örneğin yapısında bulunan malonaldehit mg cinsinden ifadesi olarak alınmıştır (Smith vd., 1992; Varlık vd., 1993).

$$TBA\ malonaldehit\ (mg/kg) = OD \times 7.8 \quad (5)$$

OD = spektrofotometrede okunan değer

2.2.4.5. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizlerden toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri tayini, toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri, toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik halofilik bakteri tayini Gürgün ve Halkman (1990), Halkman (2005) ve Köse'nin (1993) bildirdiği metotlara göre yapılmıştır.

2.2.4.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Bakteri Sayımı

Toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayımı için Standart Plate Count Agar (SPCA) kullanılmıştır. Toplam bakteri sayımı için balık örneklerinden aseptik koşullarda alınan parçalar karıştırılarak rastgele 25 g steril stomaker torbalarına tartılmıştır. Tartılan örnek 225 mL % 8.5 fizyolojik tuzlu su (FTS) ile stomakerde (Mayo, HG 400 V,

İtalya) 4 dakika en yüksek ayar olan 4 seviyesinde iyice parçalanıp homojenize edilmiştir. Bu işlemle ilk seyreltme $25/250 = 1:10$ oranında gerçekleştirilmiştir. Daha sonra seyreltme sıvısı olarak % 8.5 fizyolojik tuzlu su kullanılarak 10^{-6} 'ya kadar seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden iki paralel olmak üzere Standart Plate Count Agar besiyerine 0.1 mL yüzey ekim yapılmıştır. Petriler mezofilik bakteri sayımları için $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saat veya 48 saat, psikrofilik bakteri sayımı için ise $4-6^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme görülen plaklardan 30-300 koloni içerenler sayıma alınmış mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayısı hesaplanmıştır (Gürğün ve Halkman, 1990).

2.2.4.5.2. Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Histamin Üreten Bakteri Sayımı

Toplam aerobik mezofil ve psikrofil histamin üreten bakteri sayımı Köse (1993)'e göre yapılmış olup bakteri ekimi için Niven's besiyeri kullanılmıştır. Niven's besiyerinin hazırlanmasında L-Histidin (23.5 g), Yeast ekstrakt (5 g), Agar agar (20 g), Bromokresol purple (0.06 g), Tripton (5 g), NaCl (5 g) ve kalsiyum karbonat (1 g CaCO_3) karıştırılıp 1 L'ye tamamlanarak çözündürülmüş ve pH 6.5'e ayarlanmıştır. Besiyeri 121°C 'de 15 dakika otoklavlandıktan sonra steril petri kutularına dökülmüştür. Toplam bakteri tayini için stomakerla yapılan homojenizasyondan ve seri dilüsyonlardan iki paralel olmak üzere Niven's besiyerine 0.1 mL yüzey ekim yapılmıştır. Petriler mezofilik bakteri sayımları için $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24/48 saat, psikrofilik bakteri sayımı için ise $4-6^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme görülen plaklardan 30-300 koloni içerenler sayıma alınmış ve mezofilik ve psikrofilik aerobik histamin üreten bakteri sayısı hesaplanmıştır.

2.2.4.5.3. Toplam Aerobik Mezofilik ve Psikrofilik Halofilik Bakteri Sayımı

Toplam aerobik halofil bakteri sayımı için Standart Plate Count Agara %8 tuz katılarak hazırlanan besiyeri kullanılmıştır. Toplam bakteri sayımı için yapılan aynı prosedür uygulandıktan sonra ekim yapılan petriler mezofilik bakteri sayımları için $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24/48 saat, psikrofilik bakteri sayımı için ise $4-6^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme görülen petri plaklarından 30-300 koloni içerenler sayıma alınarak aerobik mezofilik ve psikrofilik halofil bakteri sayısı hesaplanmıştır (Halkman, 2005).

2.2.4.6. Yüzde Tuz ve Yüzde Su Fazlı Tuz (WPS) Tayini

Tuz miktarı Mohr metodu uygulanarak belirlenmiştir. İlk olarak örnekten alınan 10 g ete bir 25 ml saf su ilave edilerek blenderde iyice homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat bir balonda 500 mL'ye tamamlanmış ve tuzların erimesi için yarım saat sıcak su banyosunda bekletildikten sonra süzülen homojenattan 50 mL alınarak üzerine 1 mL nötr potasyum kromat indikatörü (K_2CrO_4) ilave edilmiştir. Ardından 0.1 N gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi ile tuğla kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiş ve tuz miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Keskin, 1982).

$$NaCl(\%) = \left[\frac{(A \times 0.00585 \times 100 \times 500)}{\text{Alınan örnek (g)}} \right] \times 50 \quad (6)$$

A: gümüş nitrat sarfiyatı (mL)

Su Fazlı Tuz (WPS) değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Losikoff, 2008).

$$WPS (\%) = \frac{A}{(A + B)} \times 100 \quad (7)$$

A: Örnekteki % tuz miktarı, B: Örnekteki % nem miktarı

2.2.4.7. Su Aktivitesi Tayini

Su aktivitesi tayini Aqualab 3TE (0.100- 1.000 \pm 0.003, Aqualab, USA) marka cihazı ile ölçülmüştür. Cihazın ölçüm kaplarına koyulan balık eti örneklerindeki su aktivitesi miktarı cihazın talimatlarına uygun şekilde tayin edilmiştir.

2.2.4.8. Yüzde Su Tayini

Yüzde su tayini Norwitz'e (1970) göre yapılmıştır. Sabit tartıma getirilecek kuru madde kaplarına yaklaşık 2'şer g örnek koyulmuş ve etüvde tekrar sabit tartıma gelinceye

kadar kurutulmuştur. Suyun buharlaşması sonucu meydana gelen ağırlık farkından aşağıdaki formüle göre kuru madde miktarı belirlenmiştir.

$$Su (\%) = \left(\frac{a - b}{a} \right) \times 100 \quad (8)$$

a: örnek miktarı (g), b: ağırlık farkı (g)

2.2.4.9. pH Analizi

Alınan 5 g örnek 10 mL saf suda homojenize edildikten sonra pH probu daldırılarak pH metre (Jenco pH meter, 6230 N, California, USA) ile ölçüm yapılmıştır (Köse vd., 2011).

2.2.4.10. Duyusal Analizler

Duyusal parametreler Karaçam vd. (2002), Huss vd. (2003), ülkemiz ‘Su Ürünleri Yönetmeliği’ (URL-1, 2011), Pedrosa-Menabrito ve Regenstein (1990), ve Varlık vd.’nin (1993) önerdiği metotlardan modifiye edilerek analiz edilmiştir. Çalışma esnasında yapılan duyusal analizler üç başlık altında toplanabilir;

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş su ürünlerinin örneklenmesi esnasında özellikle küçük balıkçı işletmelerinden ve evlerden temin edilen ürünlerin koku, tat, doku ve görünüş gibi özelliklerine bakılarak ürünlerin analiz aşamasındaki tüketilebilir konumda olup olmadıkları belirlenmiştir (Ek Tablo 1).

Hamsi ve palamut balıklarının soğuk depolanması esnasındaki duyusal değişimlerin belirlenebilmesi amacı ile sekiz panelist tarafından Tablo 9’da belirtilen koku, doku ve görünüş kriterlerine göre 10 üzerinden yapılan puanlamaya göre karar verilmiştir. 10-9 mükemmel, 8-7 iyi, 6-5 orta, 4 kabul edilebilirlik sınırı, 3.9-1 kabul edilemez olarak belirlenmiştir.

Hamsi balığının tuzlanarak depolama çalışmasında ise altı panelist tarafından Tablo 6’da belirtilen koku, doku ve görünüş kriterlerine göre 10 üzerinden yapılan puanlamaya göre karar verilmiştir. 10-9 mükemmel, 8-7 iyi, 6-5 orta, 4 kabul edilebilirlik sınırı, 3.9-1 kabul edilemez olarak belirlenmiştir.

Tablo 9. Taze hamsi, palamut ve tuzlanmış hamsi balıklarının duyuusal değerlendirmesinde kullanılan kriterler

Koku	Doku	Görünüş	Puan
Taze Hamsi ve Palamut			
Belirgin deniz ve yosun kokusu mevcut	Bütün ve filetolarda et sert ve elastiki, batırıldığı zaman geri geliyor, deri gergin, omurga ete yapışık ve ayrılacağı zaman kırılıyor.	Dış yüzeyde türe özgü kuvvetli parlak renk, hamside et rengi parlak beyazımsı, palamutta ise parlak pembemsi gözler dışbükey ve parlak, bütün balıkların solungaçları parlak kırmızı renk ve mukus yok, palamut filetolarında et rengi parlak kırmızımsı pembemsi omurga boyu hafif pembemsi kahverengi	10-9 (Mükemmel)
Deniz yosun kokusu azalmış ve balık kokusu oluşmuş	Hamside sertlik ve elastikiyeti azalmış, deri gergin, omurga ete yapışık Palamut bütün ve filetoda et sertliği ve elastikiyeti azalmış, bütün palamutta omurga ete yapışık	Dış yüzeyde parlak renk, et rengi karın kısmında hafif pembemsi, gözler hafif düzleşmiş ve parlak, solungaçlarda mat kırmızı renkte, palamut filetolarında et rengi donuk beyaz, sarımsı omurga boyu hafif kahverengimsi	8-7 (İyi)
Deniz yosun kokusu yok, balık kokusu oluşmuş	Hamside et hafif yumuşak, omurga etten ayrılıyor Palamut bütün ve filetoda et hafif yumuşak, filetoda yarılma mevcut	Dış renk hafif mat ve grimsi, karın kısmı et rengi sarımsı kahverengi, gözler düz ve bulanıklaşma var, solungaçlarda pembemsi mat renk ve mukus var Palamut filetoda et rengi mat beyaz ve sarımsı omurga boyunca kahverengimsi renk	6-5 (Orta)
Asidik, ekşimsi koku, hafif amonyak kokusu mevcut	Hamside et yumuşak karın bölgesi içeri çökmüş, omurga etten çok kolay ayrılıyor Palamut bütün ve filetoda et çok yumuşak, filetoda deri büzülmesi var bütün palamutta karın bölgesi içeri çökmüş	Dış renk mat ve solgun, et rengi karın kısmında kahverengi solungaçlar grimsi kahverengi renginde mukus var, gözler hafif içbükey ve bulanık görünüm, Palamut filetoda et rengi sarımsı kahverengi omurga boyunca et rengi açık kahverengimsi	4 (Sınır)
Çok ekşi, amonyak gibi bulantı veren koku	Hamside et çok yumuşak, karın bölgesi yırtılmış omurga etten ayrık Palamut bütün ve filetoda et çok yumuşak, bütün olan grupta karın bölgesi yırtılmış omurga etten ayrık, filetoda deri ayrılıyor	Dış yüzeyde çok solgun grimsi bulanık renk, bütün haldeki balıkların karın bölgesi yırtılmış, solungaçlar grimsi ve sütümsü mukus var, gözler içbükey ve bulanık, palamut filetoda iç renk sarımsı kahverengi omurga boyu açık kahverengimsi	<4 (Tüketilemez)

Tablo 9'un devamı

Tuzlanmış Hamsi			
Güçlü ve karakteristik hamsi kokusu, kuru tuzlanmış örneklerde yoğun tuz kokusu	Et sert ve sıkı omurgaya yapışık, kuru tuzlanmış gruplarda ette sıkılaşıma	Dış renk parlak, et rengi beyaz ve pembe, sarılaşma yok, kuru tuzlanmış gruplarda deri büzüşmüş, et rengi sarımtırak	10-9 (Mükemmel)
Karakteristik hamsi kokusunda azalma	Et sert ve sıkı omurgaya yapışık, kuru tuzlanmış gruplarda ette sıkılaşıma ve deride büzüşme	Dış renk parlak, içte renk beyaz ve hafif sarılaşma var, kuru tuzlanmış gruplarda et rengi sarımsı ve kahverengimsi	8-7 (İyi)
Zayıf karakteristik hamsi kokusu, kaynamış süt veya patates kokusu	Et hafif yumuşak ve omurgadan ayırmak kolay, kuru tuzlanmış gruplarda et sıkı ve omurgaya yapışık	Dış renkte hafif matlaşma, et rengi hafif sararma ile birlikte pembemsi kahverengi, kuru tuzlanmış gruplarda kahverengimsi renk ağırlıkta	6-5 (Orta)
Laktik asit ve asetik asit benzeri acılaşmış koku	Et yumuşak ve omurga hemen ayrılıyor, kuru tuzlanmış grupta hafif sulanma ile beraber ette gevşeme	Dış renk mat ve soluk, et rengi sarımsı kahverengi, kuru tuzlanmış gruplarda kahverengi renkte açılma	4 (Sınır)
Yoğun acılaşma ve amonyak kokusu	Et çok yumuşak, salamura örneklerde ette sulanmış ve erime mevcut ve elde dağılıyor, kuru tuzlanmış grupta ette erime ve omurgadan ayrılma mevcut	Dış renk bulanık grimsi, et rengi koyu sarı ve kahverengimsi omurga boyunca koyu kahverengi renk oluşumu, kuru tuzlanmış gruplarda sulanmaya bağlı renkte açılma ve bulanıklaşma var	<4 (Tüketilemez)

2.2.4.11. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen veriler, sonuçların paralellerinin (n:2-3) ortalaması±standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilere göre depolama süresinin artışına bağlı ve gruplar arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önemlilik testi için 'One Way Anova' ve 'Tukey testi' uygulanmış, önem derecesi $p<0.05$ olarak kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen gruplara ise 'Kruskal Wallis' ve 'Mann Whitney U' testleri uygulanmıştır. (Sokal ve Rohlf, 1987; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000). İstatistikî analizde JMP 5.0.1. SAS (SAS Institute Inc, NC, ABD) paket programı kullanılmıştır Regresyon analizleri Office Excel 2007 (Microsoft Co., USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm grafikler SigmaPlot 12.0 programıyla çizilmiştir (Systat Software Inc., San Jose, CA, ABD).

3. BULGULAR

3.1. Geleneksel Yöntemlerle İşlenmiş Balıklarda Biyojenik Amin ve Bazı Gıda Güvenliği Parametreleri

Farklı geleneksel yöntemlerle işlenmiş 96 adet örneğin biyojenik amin analizleri sonucunda elde edilen değerler Tablo 10 ve 11’de verilmiştir. Histamin miktarı salamura tuzlanmış hamsi örneklerinde 1.55-413.43 ppm arasında değişirken, palamut örneklerinde 7.40-36.14 ppm, lüfer örneğinde 12.15 ppm ve sardalya örneğinde ise 20.61 ppm olarak bulunmuştur. En düşük ve en yüksek histamin değerlerine ise sırasıyla salamura ve baharat soslu hamsi örneklerinde rastlanmıştır. Kuru tuzlanmış 31 örnekte histamin miktarlarının <0.84 ile 105.84 ppm arasında değiştiği gözlenmiştir. En yüksek histamin miktarı sardalya örneğinde tespit edilmiştir. Tuzlanmış ürün grubu içerisinde bulunan çiroz örneklerinde histamin miktarı 2.21 ppm’den daha az bulunmasına rağmen ançüez örneklerinde 1.68 ile 229.11 ppm arasında değişmiştir. Lakerda grubundaki 17 adet örnek içerisinde en yüksek histamin miktarı 293.19 ppm ile palamut lakerda örneğinde gözlenmiştir. Bunu 211.40 ppm ile palamut lakerda ve 205.87 ppm ile torik lakerda örnekleri izlemiştir. Geri kalan 14 örnekte ise histamin miktarı 17.11 ppm’in altında bulunmuştur.

Histamin açısından tuzlanmış grupta bulunan 66 adet örnekte 6 tanesi (%9.10) Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan 200 ppm’lik yasal sınırı, 7 adeti (%10.60) ise Amerika da FDA’ nın uyguladığı 50 ppm’lik yasal sınırı geçtiği tespit edilmiştir. Salamura örneklerde triptamin miktarı <1.80-44.4 ppm arasında değişmekte birlikte sadece iki örnekte 20 ppm’in üstünde gözlenmiştir. Kuru tuzlanmış örneklerde triptamin miktarı <1.80 ile 69.40 ppm arasında gözlenmiş olup, en yüksek triptamin miktarı oda koşullarında depolanan balıkçı yapımı sardalya örneğinde rastlanmıştır. Diğer kuru tuzlanmış örneklerde ise triptamin değerleri 25 ppm’in altında kalmıştır. Ançüez, çiroz ve lakerda örneklerinde en yüksek triptamin miktarları sırasıyla, 9.96, 6.85 ve 9.37 ppm olarak gözlenmiştir. Salamura örneklerde en yüksek feniletilamin miktarı 9.23 ppm ile balıkçı yapımı hamsi örneğinde, bu miktarı takiben 7.88 ppm ile buzdolabı koşullarında olgunlaştırılıp depolanan balıkçı yapımı hamsi örneğinde bulunmuş olup diğer örneklerde ise 3 ppm’in altında tespit edilmiştir.

Tablo 10. Farklı yöntemlerle tuzlanmış ve kurutulmuş ticari ve ev yapımı balık ürünlerinin biyojenik amin içerikleri

No	Örnek Tipi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PUT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
1	ST. Hamsi 1 (B, OK)	44.40±4.90	3.10±1.40	57.40±0.50	7.20±0.60	10.50±0.20	41.10±0.70	19.20±0.09	1.40±0.10
2	ST. Hamsi 2 (B, OK)	22.80±0.80	9.23±0.30	84.70±1.30	6.70±0.60	35.71±0.90	62.60±0.20	18.10±2.10	1.60±0.10
3	ST. Hamsi 3 (B, OK)	AE	AE	AE	AE	1.74 ±0.22	AE	AE	AE
4	ST. Hamsi 4 (B, OK)	36.85±2.90	2.25±1.42	40.81±0.59	4.57±0.38	10.51±0.19	39.34±0.74	9.48±0.57	0.79±0.05
5	ST. Hamsi (B, SM)	4.89±0.04	7.88±0.04	<0.56	7.90±0.02	1.55±0.03	2.58±0.01	13.49±0.07	1.77±0.02
6	ST. Hamsi baharat soslu (B, OK)	AE	AE	AE	AE	413.43±36.89	AE	AE	AE
7	ST. Hamsi 1 baharat soslu (B, OK)	AE	AE	AE	AE	3.29±0.32	AE	AE	AE
8	ST. Hamsi 2 baharat soslu (F, SM)	<1.80	<1.50	14.21±2.74	142.50±2.34	227.10±9.47	36.60±0.10	5.83±0.55	<0.71
9	ST. Lüfer, (B, OK)	AE	AE	1.47±0.41	8.50±0.26	12.15±0.12	AE	AE	AE
10	ST. Palamut 1 (B, OK)	AE	AE	AE	AE	7.40±1.57	AE	AE	AE
11	ST. Palamut 2 (B, OK)	AE	AE	AE	AE	36.14±2.07	AE	AE	AE
12	ST. Sardalya (F, SM)	6.34±0.40	<1.50	5.56±0.16	14.32±0.41	20.61±0.74	9.24±0.16	5.20±0.08	0.75±0.12
13	KT. Hamsi 1 (B, OK)	AE	AE	7.44 ±0.82	<1.25	1.18 ±0.13	AE	AE	AE
14	KT. Hamsi 2 (B, OK)	6.56±0.32	6.15±0.66	3.39±0.28	7.36±0.38	4.50±0.47	4.50±0.22	25.85±1.03	2.05±0.12
15	KT. Hamsi 3 (B, OK)	<1.80	8.94±1.66	0.93±0.22	6.13±0.60	<1.25	5.15±1.05	28.67±1.51	1.92±0.32
16	KT. Hamsi 4 (B, OK)	AE	AE	6.07±3.56	<1.25	<1.25	AE	AE	AE
17	KT. Hamsi 1 (B, SM)	AE	AE	8.59 ±0.06	<1.25	<1.25	AE	AE	AE
18	KT. Hamsi 2 (B, SM)	AE	AE	7.45±0.83	<1.25	<1.25	AE	AE	AE
19	KT. Hamsi 1 (E, OK)	<1.80	9.91±0.40	<0.56	7.41±0.25	<0.84	5.57±0.28	26.94±2.09	2.02±0.12
20	KT. Hamsi 2 (E, OK)	<1.80	4.67±1.10	0.78±0.27	6.24±1.24	<0.84	4.71±0.82	25.78±1.59	1.92±0.04
21	KT. Hamsi 3 (E, OK)	<1.80	15.98±0.59	<0.56	5.41±0.86	<0.84	4.60±0.18	25.23±0.74	1.78±0.04
22	KT. Iskarmoz (B, OK)	8.32±0.47	14.15±1.09	7.92±0.33	3.96±0.13	3.57±0.08	2.32±0.23	9.11±0.08	1.20±0.09

Tablo 10'un devamı

23	KT. İstarvit 1 (B, OK)	8.12±0.22	<1.50	8.26±0.95	41.23±0.91	1.64±0.08	16.46±0.47	8.46±0.48	4.79±0.11
24	KT. İstarvit 2 (B, OK)	7.54±0.16	4.34±0.29	0.64±0.06	1.24±0.16	<0.84	1.87±0.16	5.17±0.05	0.99±0.08
25	KT. İstarvit 3 (B, OK)	<1.80	7.78±0.56	2.35±0.21	2.89±0.24	<1.25	3.09±0.32	14.08±0.40	1.42±0.08
26	KT. Kefal (B, OK)	14.61±0.68	83.88±1.07	12.05±0.16	84.23±1.27	11.49±0.28	75.45±0.46	30.52±0.66	4.20±0.10
27	KT. Lüfer (B, OK)	AE	AE	1.57 ±0.06	8.30 ±0.23	12.07 ±0.12	AE	AE	AE
28	KT. Melanur (B, OK)	6.65±0.37	10.71±0.68	8.54±0.62	18.14±0.18	5.22±0.03	5.39±0.06	5.61±0.10	0.87±0.08
29	KT. Palamut (B, OK)	5.82±0.54	12.37±0.57	1.80±0.01	1.74±0.01	1.20±0.02	15.29±0.22	78.13±0.94	4.44±0.13
30	KT. Palamut (E, OK)	5.50±0.06	7.81±1.28	2.34±0.25	3.81±0.21	19.56±0.04	11.10±0.92	54.01±4.06	6.09±0.87
31	KT. Sardalya 1 (B, OK)	15.90±1.79	3.97±1.12	7.37±0.67	87.98±1.88	105.84±0.83	8.59±0.10	11.64±0.15	3.19±0.53
32	KT. Sardalya 2 (B, OK)	4.51±0.25	3.68±0.04	2.92±0.08	7.45±0.45	1.93±0.11	4.63±0.23	23.31±1.66	2.10±0.16
33	KT. Sardalya 3 (B, OK)	69.40±0.42	5.91±0.11	3.14±0.13	18.17±0.09	< 0.84	2.26±0.19	17.50±0.51	4.45±0.57
34	KT. Sargoz 1 (B, OK)	5.43±0.31	3.38±0.08	8.58±0.06	16.55±0.23	12.30±0.33	22.00±0.13	21.16±0.64	1.70±0.02
35	KT. Sargoz 2 (B, OK)	8.10±0.20	<1.50	15.49±0.62	38.81±0.98	4.27±0.21	47.50±0.63	16.31±0.28	3.73±0.36
36	KT. Sarpa 1 (B, OK)	5.28±0.23	4.64±0.32	10.06±1.00	29.20±0.65	3.79±0.14	32.07±1.39	20.68±0.63	2.37±0.16
37	KT. Sarpa 2 (B, OK)	25.50±0.56	11.21±0.29	3.57±0.16	2.44±0.45	<0.84	11.22±0.24	2.13±0.07	3.14±0.16
38	KT. Tirsi 1 (B, OK)	6.00±0.30	4.20±0.20	<0.56	6.80±1.30	<0.84	3.10±0.50	33.13±1.40	1.40±0.03
39	KT. Tirsi 2 (B, OK)	6.73±0.23	4.11±0.35	2.98±0.30	15.95±1.12	8.14±0.46	<0.87	19.20±0.13	1.74±0.09
40	KT. Tirsi 3 (B, OK)	20.54±1.19	23.01±1.06	23.12±0.20	93.12±0.51	10.30±0.54	81.13±0.71	19.26±0.40	5.09±0.15
41	KT. Tirsi 4 (B, OK)	8.96±0.13	9.19±0.06	38.18±1.35	106.84±0.92	14.64±0.08	85.28±1.34	18.73±0.13	3.92±0.05
42	KT. Tirsi 1 (E, OK)	7.13±0.69	2.23±0.99	7.52±0.65	91.04±0.73	13.83±0.08	6.17±0.50	7.41±0.40	2.66±0.03
43	KT. Tirsi 2 (E, OK)	6.03±0.38	3.02±0.62	1.67±0.15	3.06±0.13	<0.84	2.62±0.59	8.22±1.73	2.40±0.04
44	TK. Hamsi 1 (Çiroz) (F, SM)	AE	AE	3.85±0.57	14.55±0.49	2.09±0.33	AE	AE	AE
45	MTK. Uskumru (Çiroz) (F, SM)	6.85±0.38	<1.50	1.10±0.18	2.22±0.16	2.13±0.30	2.39±0.24	8.72±0.36	1.37±0.11
46	TK. Uskumru (Çiroz) (B, SM)	6.25±0.44	3.56±0.16	2.10±0.18	1.15±0.26	2.21±0.34	3.28±0.39	2.52±0.23	1.93±0.27

Tablo 10'un devamı

47	KT. Sardalya (Ançüez) (F, SM)	9.67±0.64	8.91±0.61	3.45±0.32	8.64±0.37	1.68±0.14	2.50±0.13	26.73±0.56	2.11±0.10
48	KT. Hamsi (Ançüez) karabiberli (F, SM)	9.56±0.62	10.49±0.84	3.62±0.23	12.98±0.83	4.59±0.42	6.49±0.54	34.53±1.59	2.84±0.19
49	KT. Hamsi (Ançüez) (F, SM)	9.96±1.02	3.52±0.37	8.76±0.32	30.90±1.74	229.11±1.43	12.06±0.86	20.87±1.76	3.39±0.39
50	L. Palamut 1 (B, OK)	6.40±0.10	<1.50	45.96±2.60	67.12±3.20	211.40±10.01	50.20±1.80	22.46±1.30	0.86±0.03
51	L. Palamut 2 (B, OK)	5.34±0.04	<1.50	0.94±0.01	2.32±0.00	1.18±0.01	2.04±0.01	11.88±0.01	1.36±0.03
52	L. Palamut 3 (B, OK)	AE	AE	<1.25	8.02 ±0.17	16.27 ±0.44	AE	AE	AE
53	L. Palamut 4 (B, OK)	AE	AE	<1.25	8.85 ±0.16	17.11 ±0.32	AE	AE	AE
54	L. Palamut 1 (F, SM)	5.68±0.09	17.49±0.99	<0.56	8.46±0.19	2.29±0.70	<0.87	15.01±0.87	0.99±0.13
55	L. Palamut 2 (F, SM)	5.11±0.04	<1.50	28.99±0.79	111.59±2.37	1.07±0.06	87.38±2.48	22.02±0.69	0.96±0.12
56	L. Palamut 3 (F, SM)	5.20±0.07	16.24±0.50	<0.56	1.32±0.12	<0.84	3.36±0.03	58.41±1.68	3.54±0.16
57	L. Palamut 4 (F, SM)	AE	AE	35.60 ±2.48	131.09±6.89	2.48 ±0.24	AE	AE	AE
58	L. Palamut 5 (F, SM)	9.37 ±0.09	11.17 ±0.05	1.33 ±0.06	1.94 ±0.18	<1.25	6.65 ±0.07	79.20±0.70	5.25±0.72
59	L. Palamut 6 (F, SM)	AE	162.41±3.43	66.86±0.37	5.39±0.66	2.45±0.33	523.53±5.59	26.88±0.35	AE
60	L. Palamut 7 (F, SM)	AE	<1.50	13.63±0.91	3.61±0.08	0.98±0.10	5.09±0.14	31.15±0.56	4.74±0.18
61	L. Palamut 8 (F, SM)	AE	6.35±0.30	12.56±0.60	2.27±0.20	<0.84	23.00±0.33	23.76±0.55	AE
62	L. Palamut 9 (F, SM)	6.35±0.61	10.12±1.42	8.46±0.62	71.30±1.17	293.19±4.30	27.70±0.61	20.60±0.75	4.91±0.29
63	L. Palamut (B, SM)	AE	<1.50	1.05±0.11	2.18±0.08	3.43±0.10	3.41±0.21	34.42±0.42	AE
64	L. Torik 1 (B, OK)	5.45±0.37	<1.50	30.25±2.75	54.65±4.29	205.87±3.15	48.48±1.82	22.31±1.26	<0.71
65	L. Torik 2 (B, OK)	8.25±0.18	<1.50	1.05±0.11	2.18±0.08	3.43±0.10	3.41±0.21	34.42±0.42	4.61±0.24
66	L. Torik (F, SM)	AE	AE	<1.25	<1.25	7.87 ±0.89	AE	AE	AE

ST: Salamura, KT: Kuru Tuzlanmış,K:Kurutulmuş, TK: Tuzlanarak Kurutulmuş, F: Fabrika yapımı, B: Balıkçı yapımı, E: Ev yapımı, SM: Soğuk muhafaza, OK: Oda koşulları muhafaza, AE: Analiz edilmedi, < : Analiz limitinin altında, ±: Standart sapma, TRP: Triptamin, FEN: Feniletilamin, PUT: Pütresin, KAD: Kadaverin, HİS: Histamin, TİR: Tiramin, SPMD: Spermidin, SPR: Spermin

Kuru tuzlanmış örneklerde en yüksek feniletilamin miktarı 83.88 ppm ile kefal örneğinde rastlanmıştır. Diğer kuru tuzlanmış örneklerde ise feniletilamin değeri 23 ppm'in altında gözlenmiştir. Feniletilamin miktarları ançüez ve çiroz örneklerinde sırasıyla 3.56 ve 10.49 ppm'in altında tespit edilmiştir. Lakerda örneklerinde ise en yüksek feniletilamin miktarı 162.41 ppm ile palamut lakerda örneğinde bulunmuştur. Diğer lakerda örnekleride ise 17.49 ppm'in altında rastlanmıştır.

Salamura örneklerde pütresin değeri <0.56 ile 84.70 ppm arasında değişmekte olup daha çok balıkçı yapımı ve oda koşullarında depolanan hamsi örneklerinde yüksek miktarlar saptanmıştır. Kuru tuzlanmış grupta ise bu değerler <0.56 ile 38.18 ppm arasında gözlenmiş olup en yüksek değerler balıkçı yapımı ve oda koşullarında olgunlaştırılıp depolanan tirsi ve sargoz örneklerinde tespit edilmiştir. Pütresin miktarları ançüez ve çiroz örneklerinde sırası ile 8.76 ve 3.85 ppm'in altında tespit edilmiştir. Lakerda ürünlerinde pütresin değerleri <0.56-66.86 ppm arasında değişim göstermiş olup yüksek değer 66.86 ppm ile palamut lakerda örneğinde tespit edilmiştir.

Salamura örneklerde en yüksek kadaverin değeri fabrika yapımı ve soğuk muhafazalı baharat soslu hamsi örneğinde 142.50 ppm olarak tespit edilmesine rağmen diğer örneklerde 14.32 ppm'in altında gözlenmiştir. Kuru tuzlanmış grupta kadaverin miktarı <1.25-106.84 ppm arasında değişmiştir. Ançüez ve çiroz örneklerinde sırası ile 1.15-14.55 ve 8.64-30.90 ppm arasında bulunmuştur. Lakerda olarak işlenmiş örneklerde ise kadaverin miktarı <1.25 ile 131.09 ppm arasında değişim göstermiştir.

Tiramin miktarı salamura örneklerde en yüksek 62.60 ppm ile balıkçı yapımı oda koşullarında depolanan salamura hamsi örneğinde tespit edilmiştir. Kuru tuzlanmış örneklerde tiramin değeri en fazla 85.28 ppm ile balıkçı yapımı oda koşullarında depolanan tirsi örneğinde bulunmuştur. Bu grupta hamsi örneklerinde tiramin değerleri 5.57 ppm, palamut örneklerinde 15.29 ppm, sardalya örneklerinde ise 8.59 ppm'in altında saptanmıştır. Tiramin ançüez ve çiroz örneklerinde sırası ile 3.28-12.06 ppm'den az bulunmuştur. Lakerda grubunda tiramin miktarı en fazla 523.53 ppm değeri ile fabrika yapımı soğuk muhafazalı palamut lakerda örneğinde tespit edilmiştir. Diğer örneklerdeki tiramin değerleri ise 50 ppm'in altında gözlenmiştir.

Salamura örneklerin spermidin miktarı 20 ppm'in, spermin miktarı ise 2 ppm'in altında bulunmuştur. Kuru tuzlanmış örneklerden spermidin miktarı en fazla 78.13 ppm ile oda sıcaklığında depolanan balıkçı yapımı palamut örneğinde, en düşük miktar ise benzer koşullarda üretilip depolanan sarpa balığında gözlenmiştir. Bu gruptaki bütün örneklerde

spermin miktarı 6.09 ppm'in altında tespit edilmiştir. Çiroz örneklerinde spermidin miktarı 2.52-8.72 ppm, ançüz örneklerinde ise 20.87-34.53 ppm arasında değişirken, spermin miktarları ançüz ve çiroz örneklerinde sırası ile en yüksek 3.73 ve 1.93 ppm bulunmuştur. Lakerda örneklerinde spermidin miktarı 11.88-79.20 ppm arasında değişim göstermekle beraber genelde 20-30 ppm arasında değerler tespit edilmiştir. Bu gruptaki bütün örneklerde spermin miktarları 5.25 ppm altında gözlenmiştir.

Tablo 11'de marine, tütsü ve ezme şeklindeki balık ürünlerindeki biyojenik amin değerleri verilmiştir. Marine ürün grubundaki 12 adet örnekte histamin miktarı 1.22-157.90 ppm arasında değişim göstermiştir. En yüksek histamin değeri sarımsaklı marine hamside rastlanmıştır. Tütsülenmiş 11 örnekte histamin miktarı en fazla 98.71 ppm ile tütsülenmiş palamut örneğinde bulunmuştur. Diğer örneklerde histamin değeri 8 ppm'in altında tespit edilmiştir. Marine-tütsü ve marine-tütsü kurutulmuş örneklerde histamin miktarları 2 ppm'in altında gözlenmiştir. Balık ezmesi örneklerinin 2 adetinde yüksek miktarda histamin tespit edilirken (191.66 ve 165.91 ppm) diğer örneklerde 2.44 ppm olarak bulunmuştur.

Histamin açısından marine ve tütsü grubunda bulunan 30 adet örnekte Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı olan 200 ppm'i geçen örnek bulunmamasına rağmen, 6 örnekte (%20) ise Amerika da FDA' nın uyguladığı yasal sınırı olan 50 ppm'i geçtiği tespit edilmiştir.

Marine-tütsü ve balık ezmesi ürünlerinde triptamin değerleri sırasıyla 4.21-22.89 ve 5.34-187.00 ppm arasında değişmiştir. Tütsülenmiş örneklerde triptamin değerleri genellikle 32 ppm'in altında saptanmıştır. Marine-tütsü örneklerinde en yüksek triptamin miktarı 6.85 ppm, marine-tütsü kurutulmuş örneklerde ise 17.82 ppm olarak tespit edilmiştir. Ezme balık ürünlerinde ise 6.49 ve 57.20 ppm değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir.

Marine balık örneklerinde en yüksek feniletılamin miktarı 19.15 ppm ile marine uskumru örneğinde tespit edilmiş olup diğer marine örneklerde ise 8 ppm'in altında gözlenmiştir. Tütsülenmiş örneklerde feniletılamin miktarı en yüksek 132.39 ppm ile tütsü palamut örneğinde tespit edilmiştir. Balık ezmesi örneklerinde ise en yüksek feniletılamin miktarı 34.92 ppm olarak bulunmuştur. Pütresin miktarları bir örnek hariç tüm ürünlerde 20 ppm'in altında gözlenmiştir. En yüksek pütresin miktarı tütsülenmiş palamut örneğinde 211.71 ppm olarak tespit edilmiştir.

Tablo 11. Fabrikasyon olarak marine edilmiş, tütülenmiş ve ezme balık ürünlerindeki biyojenik amin değerleri

No	Örnek Tipi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PUT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
1	M. Hamsi 1 (F, SM)	15.69±0.76	7.32±0.61	3.62±0.62	24.93±1.14	1.22±0.10	10.02±0.22	12.22±0.88	2.50±0.12
2	M. Hamsi 2 (F, SM)	AE	AE	3.99 ±0.08	6.88 ±0.09	3.19 ±0.12	AE	AE	AE
3	M. Hamsi 3 (F, SM)	22.89±0.25	2.14±0.12	3.39±0.12	10.13±0.45	2.87±0.08	4.89±0.04	12.50±0.64	1.98±0.10
4	M. Hamsi 4 (F, SM)	5.49±0.41	4.91±0.11	1.80±0.12	2.76±0.19	106.08±3.66	3.86±0.18	79.10±0.50	3.64±0.21
5	M. Hamsi 5 (F, SM)	4.21±0.63	7.47±0.60	2.88±0.14	1.32±0.18	2.63±0.37	3.54±0.46	23.84±0.39	1.87±0.15
6	M. Hamsi 6 (F, SM)	10.28±1.61	6.11±0.34	2.29± 0.02	7.86± 0.34	3.49± 0.17	2.96 ±0.11	9.76 ±1.81	0.85±0.16
7	M. Hamsi 1 Akdeniz usülü	11.60±0.41	4.28±0.14	3.71±0.04	10.11±0.18	2.09±0.06	5.07±0.25	10.81±0.32	<0.71
8	M. Hamsi 2 Akdeniz usülü	16.48±0.51	6.48±0.61	14.65±0.59	35.91±1.12	32.16±0.82	22.04±1.28	12.29±0.60	2.20±0.09
9	M. Hamsi 3 Akdeniz usülü	7.48±0.57	3.72±0.24	<0.56	1.64±0.20	93.77±0.49	2.50±0.55	5.98±0.26	1.37±0.27
10	M. Hamsi Zeytinli (F, SM)	11.98±0.98	8.09±0.21	1.82±0.07	2.88±0.14	2.01±0.15	3.14±0.28	11.20±0.66	1.77±0.14
11	M. Hamsi Sarmısaklı (F,	7.49±0.38	7.98±0.27	15.47±0.30	86.41±0.41	157.90±1.56	59.21±1.29	18.80±0.27	2.89±0.12
12	M. Uskumru (F, SM)	6.27±0.21	19.15±0.33	1.64±0.08	1.38±0.11	1.86±0.08	3.71±0.11	26.39±0.61	2.39±0.11
13	T. Alabalık (F, SM)	7.18±0.24	16.13±0.63	4.33±0.04	2.08±0.10	3.34±0.16	35.82±0.61	26.88±0.51	7.31±0.06
14	T. Hamsi 1 (F, SM)	AE	AE	8.34±0.28	<1.25	1.79±1.12	AE	AE	AE
15	T. Hamsi 2 (F, SM)	5.34±0.19	10.31±0.64	2.74±0.15	6.07±0.93	1.85±0.07	<0.87	8.34±0.22	<0.71
16	T. Hamsi 3 (F, SM)	32.97±1.30	7.64±0.35	10.37±0.71	18.05±0.89	7.71±0.27	12.46±0.78	15.23±1.06	2.13±0.30
17	T. Palamut 1 (F, SM)	AE	AE	2.10±0.05	<1.25	12.01±0.07	AE	AE	AE
18	T. Palamut 2 (F, SM)	187.00±1.23	132.39±0.66	211.71±0.83	1862.0±5.85	98.71±0.60	783.66±0.76	5.56±0.62	6.19±0.18
19	T. Palamut 3 (F, SM)	6.54±0.49	20.14±0.60	1.64±0.11	2.54±0.18	2.65±0.34	14.80±0.48	79.08±0.86	7.61±0.14

Tablo 11'in devamı

20	T. Palamut 4 (F, SM)	5.53±0.21	5.28±0.25	1.80±0.12	3.21±0.34	2.96±0.09	3.53±0.22	76.80±1.25	3.50±0.25
21	T. Ringa (F, SM)	10.63±0.14	2.87±0.08	3.50±0.26	15.79±0.71	1.27±0.08	6.90±0.31	9.37±0.45	1.90±0.09
22	T. Somon (F, SM)	AE	AE	2.53±0.05	<1.25	1.33±0.02	AE	AE	AE
23	T. Uskumru (F, SM)	AE	AE	3.05 ±0.08	2.61 ±0.06	1.07 ±0.18	AE	AE	AE
24	MT. Hamsi (F, SM)	5.60±0.02	18.40±0.03	1.00±0.02	9.80±0.08	1.90±0.01	2.40±0.01	15.2 0±0.30	1.70±0.10
25	MT. Uskumru (F, SM)	4.76±0.06	3.88±0.18	13.15±0.17	5.00±0.17	1.44±0.44	6.17±0.07	19.36±0.33	2.02±0.07
26	MTK. (çiroz) Uskumru 1 (F, SM)	17.82±0.39	12.72±0.29	14.95±0.37	2.36±0.33	1.92±0.08	8.41±0.67	19.37±0.20	2.19±0.03
27	MTK. (çiroz) Uskumru 2 (F, SM)	4.76±0.06	3.88±0.18	13.15±0.17	5.00±0.17	1.44±0.44	6.17±0.07	19.36±0.33	2.02±0.07
28	Balık ezmesi 1 Hamsi (F, SM)	57.20±1.90	34.92±0.29	11.43±0.54	67.47±0.64	191.66±0.72	21.13±0.21	9.40±0.37	2.53±0.03
29	Balık ezmesi 2 Hamsi (F, SM)	6.49±0.37	4.52±0.52	2.04±0.13	1.28±0.11	2.44±0.33	2.74±0.35	39.16±0.72	3.40±0.23
30	Balık ezmesi 3 Hamsi ve sardalya (F, SM)	AE	AE	AE	AE	165.91±15.20	AE	AE	AE

M: Marinat, T: Tütsü, MT: Marine tüsü, MTK: Marine tüsü ve kurutulmuş, F: Fabrika yapımı, SM: Soğuk muhafaza, AE: Analiz edilmedi, < : Analiz limitinin altında, ±: Standart sapma, TRP: Triptamin, FEN: Feniletilamin, PUT: Putresin, KAD: Kadeverin, HİS: Histamin, TİR: Tiramin, SPMD: Spermidin, SPR: Spermin.

Kadaverin miktarı marine örneklerde en yüksek 86.41 ppm ile sarımsaklı marine hamsi örneğinde tespit edilmiş olup diğer örneklerde ise 35 ppm ve altında saptanmıştır. Tütsülenmiş örneklerden tütsü palamut örneğinde 1862 ppm kadaverin bulunurken diğer örneklerde bu değer 18 ppm'in altında tespit edilmiştir. Marine-tütsü, marine-tütsü kurutulmuş ve balık ezmesi ürünlerinde bir örnek hariç kadaverin miktarları 10 ppm'in altında bulunmuştur. Balık ezmesi- 1 örneğinde ise 67.47 ppm kadaverin saptanmıştır.

Tiramin miktarı marine örneklerde en fazla sarımsaklı marine hamsi örneğinde 59.21 ppm olarak bulunmasına rağmen diğer örneklerde 20 ppm den daha düşük değerler gözlenmiştir. Tütsülenmiş örneklerde en yüksek tiramin değeri tütsü palamut örneğinde 783.66 ppm olarak saptanmıştır. Marine-tütsü ve marine-tütsü kurutulmuş örneklerde tiramin miktarları 8.41 ppm'den düşük bulunurken balık ezmesi örneklerinde ise bu değer 2.74 ile 21.13 ppm arasında değişim göstermiştir.

Marine örneklerde spermidin miktarı en fazla marine hamsi örneğinde 79.10 ppm olarak bulunmasına rağmen diğer örneklerde 5.98-26.39 ppm arasında değişim göstermiştir. Spermin miktarları ise düşük düzeylerde rastlanmış olup en fazla 3.64 ppm bulunmuştur. Tütsülenmiş örneklerde spermidin miktarı iki örnekte 70 ppm'in üstünde tespit edilirken diğer örneklerde 5.56-26.88 ppm arasında değişmiştir. Marine-tütsü ve marine-tütsü kurutulmuş örneklerde spermidin ve spermin değerleri sırasıyla 15.20-19.37 ve 1.70-2.19 ppm arasında değişim göstermiştir. Balık ezmesi örneklerinde spermidin miktarı en yüksek 39.16 ppm ile balık ezmesi-2 örneğinde bulunurken spermin miktarı ise yine aynı örnekte 3.40 ppm olarak tespit edilmiştir.

Tablo 12'de tuzlanmış örneklere ait bazı gıda emniyeti parameterinin sonuçları verilmiştir. Salamura ve kuru tuzlanmış balık örneklerinde su miktarları sırasıyla, %40.75-62.55 ve %40.79-%58.72 arasında değişim göstermişlerdir. Evlerde üretilen kuru tuzlanmış ürünlerdeki % su miktarı balıkçı yapımı olan örneklere göre nispeten daha düşük bulunmuştur. Ançüez ve çiroz örneklerinde su miktarları sırası ile %21.90-47.21 ve 59.21-62.30 arasında değişmiştir. Lakerda örneklerinde su miktarı fabrika yapımı olanlarda %48.97-70.02, balıkçı yapımı olanlar ise %56.62-65.21 arasında değişmiştir.

Salamura ürünlerdeki % tuz miktarları %6.18-20.88 arasında tespit edilmiş olup en az tuz değeri fabrika yapımı baharat soslu hamsi örneğinde, en yüksek değer ise balıkçı yapımı salamura hamsi örneğinde rastlanmıştır. Kuru tuzlanmış ürünlerde ise tuz miktarı %12.69-%25.40 arasında tespit edilmiş olup en düşük ve en yüksek tuz miktarları balıkçı yapımı ürünlerde tespit edilmiştir.

Tablo 12. Farklı yöntemlerle tuzlanmış ve kurutulmuş ürünlerin bazı gıda güvenliği parametrelerine ait bulgular

No	Örnek Tipi	%			pH	a _w	log kob/g		
		Su	Tuz	WPS			TAMB	HÜB	THB
1	ST. Hamsi 1 (B, OK)	51.29±0.30	16.61±0.24	24.46±0.10	5.80±0.03	0.760±0.002	AE	AE	AE
2	ST. Hamsi 2 (B, OK)	62.55±0.95	10.61±0.71	22.07±0.34	5.34±0.07	0.760±0.002	AE	AE	AE
3	ST. Hamsi 3 (B, OK)	49.90±0.90	20.11±1.21	28.47±0.78	5.33±0.11	0.750±0.004	AE	AE	AE
4	ST. Hamsi 4 (B, OK)	56.85±0.20	20.59±0.66	26.55±0.32	5.67±0.06	0.752±0.001	AE	AE	AE
5	ST. Hamsi (B, SM)	58.51±1.89	20.88±0.09	26.48±0.55	6.25±0.03	0.802±0.001	AE	AE	AE
6	ST. Hamsi baharat soslu (B, OK)	46.71±0.28	16.87±3.01	26.53±0.32	5.20±0.04	0.771±0.001	AE	AE	AE
7	ST. Hamsi 1 baharat soslu (B, OK)	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
8	ST. Hamsi 2 baharat soslu (F, OK)	55.80±1.48	6.18±0.97	8.58±0.21	4.50±0.66	0.985±0.002	AE	AE	AE
9	ST. Lüfer, (B, OK)	41.89±0.44	13.73±0.10	24.70±0.06	5.93±0.04	0.808±0.001	AE	AE	AE
10	ST. Palamut 1 (B, OK)	60.88±1.36	13.36±0.98	17.99±0.28	5.60±0.01	0.932±0.001	AE	AE	AE
11	ST. Palamut 2 (B, OK)	40.75±0.54	9.42±0.35	18.77±0.42	6.10±0.04	0.703±0.001	AE	AE	AE
12	ST. Sardalya (F, SM)	44.50±0.38	16.09±0.17	26.55±0.37	5.91±0.02	0.768±0.001	AE	AE	AE
13	KT. Hamsi 1 (B, OK)	45.98±0.31	16.45±0.07	26.35±0.05	6.16±0.02	0.823±0.003	AE	AE	AE
14	KT. Hamsi 2 (B, OK)	45.72±0.87	25.40±0.40	35.48±1.14	5.41±0.01	0.751±0.001	2.50±0.05	2.23±0.06	2.44±0.08
15	KT. Hamsi 3 (B, OK)	47.89±0.26	18.63±0.13	28.01±0.25	5.85±0.02	0.752±0.003	<1.47	<1.47	3.17±0.08
16	KT. Hamsi 4 (B, OK)	46.17±0.21	20.88±0.08	31.51±0.01	5.72±0.13	0.732±0.004	2.00±0.08	2.00±0.04	2.30±0.06
17	KT. Hamsi 1 (B, SM)	58.72±0.66	19.26±0.04	24.70±0.16	6.17±0.07	0.801±0.002	AE	AE	AE
18	KT. Hamsi 2 (B, SM)	47.50±0.25	19.90±0.03	29.53±0.08	5.81±0.06	0.739±0.003	AE	AE	AE
19	KT. Hamsi 1 (E, OK)	46.13±1.03	17.25±0.18	27.22±0.65	5.95±0.01	0.751±0.001	*	*	*
20	KT. Hamsi 2 (E, OK)	47.72±0.55	17.09±0.07	26.37±0.30	5.99±0.03	0.751±0.001	*	*	*
21	KT. Hamsi 3 (E, OK)	48.28±0.41	16.79±0.16	25.81±0.35	5.70±0.01	0.751±0.001	*	*	*

Tablo 12'nin devamı

22	KT. Iskarmoz (B, OK)	53.01±0.40	18.29±0.13	25.27±0.77	5.08±0.00	0.753±0.001	2.11±0.04	*	2.17±0.04
23	KT. İstarvit 1 (B, OK)	49.09±0.77	18.54±0.09	27.42±0.41	5.44±0.02	0.749±0.004	2.25±0.04	*	2.34±0.06
24	KT. İstarvit 2 (B, OK)	52.42±0.80	16.11±0.14	24.83±1.74	5.04±0.01	0.750±0.001	2.38±0.02	*	2.20±0.06
25	KT. İstarvit 3 (B, OK)	49.91±0.23	16.52±0.22	24.86±0.34	6.11±0.05	0.755±0.000	3.47±0.08	2.07±0.06	2.50±0.04
26	KT. Kefal (B, OK)	42.99±0.93	22.29±0.08	28.08±0.25	5.82±0.11	0.751±0.001	2.20±0.05	*	2.14±0.06
27	KT. Lüfer (B, OK)	43.46±1.85	12.69±0.09	22.60±0.87	5.89±0.01	0.811±0.001	AE	AE	AE
28	KT. Melanur (B, OK)	53.01±0.39	17.27±0.06	24.54±0.07	4.92±0.04	0.756±0.002	2.23±0.07	*	2.32±0.04
29	KT. Palamut (B, OK)	48.08±0.10	17.79±0.16	27.00±0.22	5.72±0.03	0.745±0.003	3.04±0.06	2.95±0.03	3.14±0.04
30	KT. Palamut (E, OK)	43.25±0.65	16.45±1.74	22.47±0.28	5.16±0.01	0.793±0.002	*	*	*
31	KT. Sardalya 1 (B, OK)	53.04±0.74	19.01±0.08	26.39±0.36	5.91±0.04	0.751±0.002	4.17±0.06	4.04±0.04	4.07±0.08
32	KT. Sardalya 2 (B, OK)	51.22±0.32	19.18±0.09	27.25±0.03	5.96±0.01	0.751±0.001	3.11±0.05	2.14±0.02	3.23±0.08
33	KT. Sardalya 3 (B, OK)	52.17±0.24	19.18±0.09	26.89±0.18	5.69±0.00	0.752±0.003	2.43±0.02	2.20±0.04	2.51±0.02
34	KT. Sargoz 1 (B, OK)	51.49±0.38	15.80±0.16	23.48±0.06	4.73±0.06	0.753±0.001	2.36±0.08	2.20±0.06	2.54±0.02
35	KT. Sargoz 2 (B, OK)	57.79±0.57	21.44±0.29	27.06±0.08	6.12±0.13	0.755±0.001	2.53±0.04	*	2.50±0.06
36	KT. Sarpa 1 (B, OK)	58.33±0.98	23.95±0.38	29.11±0.02	6.12±0.00	0.752±0.001	2.39±0.06	*	2.32±0.04
37	KT. Sarpa 2 (B, OK)	55.80±0.81	18.15±0.14	24.55±0.42	5.66±0.06	0.753±0.001	2.27±0.05	*	2.04±0.05
38	KT. Tirsi 1 (B, OK)	46.08±0.40	19.76±0.21	28.82±0.32	6.08±0.08	0.760±0.001	AE	AE	AE
39	KT. Tirsi 2 (B, OK)	49.28±0.98	18.24±0.20	27.00±0.64	5.86±0.06	0.758±0.001	AE	AE	AE
40	KT. Tirsi 3 (B, OK)	40.79±0.57	21.86±0.11	26.96±0.29	5.78±0.03	0.754±0.001	3.32±0.06	3.32±0.08	3.47±0.04
41	KT. Tirsi 4 (B, OK)	45.69±1.43	24.34±0.40	30.59±1.44	5.96±0.01	0.755±0.001	2.14±0.06	3.23±0.03	3.23±0.04
42	KT. Tirsi 1 (E, OK)	40.89±0.16	17.12±0.11	29.53±0.21	6.18±0.02	0.753±0.001	2.21±0.08	2.12±0.04	2.08±0.06
43	KT. Tirsi 2 (E, OK)	45.90±1.48	16.71±0.36	26.69±0.20	6.02±0.01	0.752±0.000	2.43±0.04	2.32±0.08	2.39±0.05
44	TK. Hamsi 1 (Çiroz) (F, SM)	21.91±0.18	20.35±0.19	48.14±0.44	5.80±0.01	0.742±0.002	AE	AE	AE
45	MTK. Uskumru (Çiroz) (F, SM)	47.21±0.94	13.17±0.07	21.81±0.36	5.07±0.07	0.948±0.001	<1.47	<1.47	AE

Tablo 12'nin devamı

46	TK. Uskumru (Çiroz) (B, SM)	41.08±1.08	15.67±0.32	27.61±0.93	6.07±0.06	0.896±0.001	2.26±0.08	2.15±0.03	AE
47	KT. Sardalya (Ançüez) (F, SM)	61.15±0.38	14.12±0.62	18.76±0.76	5.84±0.07	0.946±0.001	2.04±0.01	1.75±0.02	AE
48	KT. Hamsi (Ançüez) karabiberli (F,SM)	62.30±0.82	10.70±0.40	14.66±0.63	5.79±0.11	0.944±0.001	1.53±0.03	<1.47	AE
49	KT. Hamsi (Ançüez) (F, SM)	59.21±0.94	13.51±0.24	18.58±0.03	5.92±0.06	0.935±0.001	3.08±0.04	2.90±0.04	AE
50	L. Palamut 1 (B, OK)	59.12±0.12	8.54±0.08	12.62±0.08	5.09±0.02	0.918±0.001	2.53±0.06	2.43±0.05	1.69±0.08
51	L. Palamut 2 (B, OK)	65.21±0.45	12.96±0.09	22.44±0.36	5.64±0.02	0.866±0.001	2.36±0.03	2.11±0.03	*
52	L. Palamut 3 (B, OK)	58.22±0.66	15.61±0.10	21.14±0.30	5.86±0.03	0.891±0.001	AE	AE	AE
53	L. Palamut 4 (B, OK)	60.54±1.12	12.34±0.98	23.73±0.98	5.84±0.02	0.786±0.002	AE	AE	AE
54	L. Palamut 1 (F, SM)	48.97±0.69	2.89±0.78	5.36±0.24	6.24±0.01	0.888±0.000	AE	AE	AE
55	L. Palamut 2 (F, SM)	67.98±0.61	8.72±0.06	11.37±0.16	6.04±0.56	0.880±0.000	AE	AE	AE
56	L. Palamut 3 (F, SM)	58.18±0.30	8.56±0.22	12.82±0.34	6.46±0.02	0.903±0.001	AE	AE	AE
57	L. Palamut 4 (F, SM)	64.92±1.08	4.18±0.10	6.04±0.05	5.89±0.09	0.972±0.001	AE	AE	AE
58	L. Palamut 5 (F, SM)	59.24±0.70	5.03±0.17	11.17±0.21	5.98±0.01	0.953±0.004	AE	AE	AE
59	L. Palamut 6 (F, SM)	70.02±0.13	7.20±0.17	9.32±0.18	6.09±0.05	0.945±0.001	2.44±0.06	2.23±0.08	*
60	L. Palamut 7 (F, SM)	56.76±0.37	10.03±0.12	15.02±0.07	5.23±0.04	0.906±0.001	2.00±0.04	*	*
61	L. Palamut 8 (F, SM)	51.56±0.22	7.11±0.12	12.11±0.23	4.81±0.04	0.918±0.001	3.30±0.06	3.60±0.08	3.39±0.04
62	L. Palamut 9 (F, SM)	61.98±0.18	7.30±0.23	10.53±0.32	5.05±0.10	0.937±0.001	3.75±0.10	3.58±0.05	<1.47
63	L. Palamut (B, SM)	63.55±0.52	11.92±0.85	21.64±0.42	5.58±0.00	0.793±0.002	2.39±0.05	*	1.69±0.02
64	L. Torik 1 (B, OK)	56.62±0.98	11.77±0.06	17.20±0.17	5.88±0.02	0.891±0.001	AE	AE	AE
65	L. Torik 2 (B, OK)	59.28±0.22	10.58±0.68	15.38±0.32	5.78±0.03	0.893±0.002	AE	AE	AE
66	L. Torik (F, SM)	58.83±0.09	8.94±0.06	13.19±0.09	5.98±0.02	0.951±0.001	AE	AE	AE

ST: Salamura, KT: Kuru Tuzlanmış, K:Kurutulmuş, TK: Tuzlanarak Kurutulmuş, F: Fabrika yapımı, B: Balıkçı yapımı, E: Ev yapımı, SM: Soğuk muhafaza, OK: Oda koşulları muhafaza, AE: Analiz edilmedi, *: Üreme Görülmedi ±: Standart sapma, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, HÜB: Histamin üreten bakteri, THB: Toplam Halofilik bakteri

Lakerda örneklerinde en düşük tuz miktarı palamut lakerda örneğinde %2.89 en yüksek ise balıkçı yapımı oda koşullarında depolanan örnekte %15.61 olarak tespit edilmiştir. Ançüez ve çiroz örneklerinde tuz miktarları sırası ile %10.70-14.12 ve 13.17-20.35 arasında değişim göstermiştir. Ürünlerdeki % tuz ve % nem miktarıyla değişim gösteren % WPS değeri salamura tuzlanmış örneklerde %8.58-28.47 arasında bulunmuştur. Kuru tuzlanmış örneklerde % tuz değerlerinin yüksek olmasından dolayı % WPS değeri diğer örneklere göre daha yüksek bulunmuş olup bu değerler %21.81 ile 35.48 arasında tespit edilmiştir. Lakerda örneklerinden balıkçı yapımı olanların fabrika yapımı olanlara göre daha fazla % WPS miktarına sahip olduğu gözlenmiştir. Ançüez ve çiroz örneklerinde ise % WPS miktarları sırası ile %21.81-48.14, 14.66-18.76 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

Salamura tuzlanmış örneklerin pH değeri 4.50 ile 6.25 arasında değişim göstermiş olup en yüksek pH değeri salamura tuzlanmış hamsi örneğinde bulunurken en düşük pH değeri ise salamura tuzlanmış baharat soslu hamsi örneğinde tespit edilmiştir. pH değeri kuru tuzlanmış örneklerde 4.73-6.18, ançüez örneklerinde 5.79-5.92, çiroz örneklerinde ise 5.07-6.07 olarak saptanmıştır. Lakerda örneklerinde en düşük pH değeri 4.81 ile palamut-8 örneğinde, en yüksek pH değeri ise 6.24 ile palamut örneğinde bulunmuştur.

Salamura şekilde tuzlanmış örneklerde a_w değerleri % kuru madde miktarları ile ters orantılı şekilde değişim gösterdiği belirlenmiş olup en düşük 0.703, en yüksek ise 0.985 olarak tespit edilmiştir. Kuru tuzlanmış örneklerin içerdiği tuz miktarının yüksek olması nedeniyle örneklerin genelinde a_w değeri 0.749-0.760 arasında belirlenmiştir. Ançüez örneklerinde a_w değerlerinin 0.742-0.948, çiroz örneklerinde ise 0.935-0.946 arasında değiştiği saptanmıştır. Lakerda örneklerinden fabrika yapımı olanlarda a_w balıkçı yapımı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Su aktivitesi değerleri fabrika yapımı olanlarda 0.880-0.972, balıkçı yapımı olanlarda ise 0.786-0.918 olarak bulunmuştur.

Salamura örneklerde mikrobiyolojik analizlerden toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam histamin üreten bakteri ve halofilik bakteri analizleri yapılamamıştır. Kuru tuzlanmış grupta en düşük ve en yüksek toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları sırası ile balıkçı yapımı oda koşullarında muhafaza edilen hamsi-4 örneğinde 2.00 log kob/g, ve balıkçı yapımı ve oda koşullarında depolanan sardalya-1 örneğinde 4.17 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu grupta toplam mezofilik histamin üreten bakteri sayıları 2.00-4.04 log kob/g, halofilik bakteri sayıları ise 2.04-4.07 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Ançüez ve çiroz örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları sırası ile <1.47-

2.26 ve 1.53-3.08 log kob/g toplam histamin üreten bakteri sayıları < 1.47-2.15 ve <1.47-2.90 log kob/g olarak saptanmıştır. Halofilik bakteri analizleri bu örneklerde yapılamamıştır. Lakerda grubunda analize tabi tutulan örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları 2.00-3.75 log kob/g, toplam histamin üreten bakteri sayıları 2.11-3.60 log kob/g ve halofilik bakteri sayılarının ise <1.47-3.39 log kob/g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 13'te marine edilmiş, tütülenmiş ve ezme balık ürünlerinde gıda güvenliği ile ilgili bazı parametrelere ait bulgular gösterilmektedir. Marine örneklerde su miktarları %48.48-66.10 arasında değişmiştir. En düşük % su miktarı marine uskumru örneğinde tespit edilirken hamsiden yapılmış örneklerde su miktarları %54-66 arasında bulunmuştur. Tütülenmiş örneklerde en yüksek su miktarı alabalık örneğinde %64.30, en düşük ise %48.09 değeri ile ringa örneğinde tespit edilmiştir. Marine-tütü ürünlerde en düşük ve en yüksek su miktarları sırasıyla %48.48 ve 68.22 ile uskumru örneklerinde rastlanmıştır. Balık ezmesi örneklerinde ise % su değerleri diğer örneklere göre daha düşük bulunmuş olup %38.58-42.81 arasında değişim göstermiştir.

Marine ürünlerdeki tuz değerlerinin %3.04-6.32 arasında değiştiği ve en az tuz değerine marine hamsi-4 örneğinde rastlandığı belirlenmiştir. Baharat soslu marine hamsi örneklerinde tuz miktarları %5.67-6.32 arasında tespit edilmiştir. Tütü ürün grubunda en yüksek tuz miktarı %14.33 ile ringa örneğinde en düşük ise %3.96 ile hamsi örneğinde bulunmuştur. Tuz miktarları marine-tütü örneklerde birbirlerine yakın değerlerde bulunmuş olup %4.01-4.71 arasında değiştiği saptanmıştır. Balık ezmesi örneklerinin tuz değerleri ise %3.80-9.46 arasında değişim göstermiştir.

WPS değerleri marine, tütülenmiş, marine-tütü-ve ezme balık ürünlerinde sırasıyla %4.89-9.48, 7.06-22.96, 6.46-8.50 ve 8.26-18.75 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Marine örneklerde en düşük pH değeri 3.51 ile Akdeniz usulü baharat soslu hamsi örneğinde en yüksek değer ise 5.30 ile uskumru örneğinde bulunmuştur. Tütülenmiş örneklerde en yüksek pH değeri somon örneğinde 6.30 olarak, en düşük değer ise 5.29 ile hamsi örneğinde tespit edilmiştir. Marine-tütü ve balık ezmesi örneklerinde pH değeri sırası ile 4.33-5.30 ve 5.86-6.26 arasında değişmiştir.

Tablo 13. Marine, tütsü, marine-tütsü ve balık ezmesi ürünlerine ait bazı gıda güvenliği parametreleri

No	Örnek Tipi	%			pH	a _w	log kob/g		
		Su	Tuz	WPS			TAMB	HÜB	THB
1	M. Hamsi 1 (F, SM)	59.00±0.15	4.71±0.04	7.39±0.08	4.55±0.06	0.972±0.001	2.17±0.03	*	1.95±0.03
2	M. Hamsi 2 (F, SM)	57.74±1.12	6.00±0.04	9.41±0.11	3.88±0.07	0,957±0,000	<1.47	<1.47	AE
3	M. Hamsi 3 (F, SM)	56.79±0.19	4.86±0.08	7.88±0.15	4.31±0.07	0.947±0.001	AE	AE	AE
4	M. Hamsi 4 (F, SM)	59.09±1.07	3.04±0.16	4.89±0.33	4.17±0.09	0.972±0.001	3.28±0.03	3.04±0.06	AE
5	M. Hamsi 5 (F, SM)	56.65±1.10	4.23±0.28	6.96±0.55	3.88±0.03	0.927±0.001	AE	AE	AE
6	M. Hamsi 6 (F, SM)	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
7	M. Hamsi 1 Akdeniz usülü baharat soslu (F, SM)	54.45±0.38	5.67±0.17	9.44±0.31	3.93±0.04	0.966±0.001	2.90±0.02	2.54±0.05	2.14±0.03
8	M. Hamsi 2 Akdeniz usülü baharat soslu (F, SM)	64.30±0.35	6.32±0.17	8.95±0.17	4.11±0.02	0.958±0.001	1.77±0.01	*	1.60±0.01
9	M. Hamsi 3 Akdeniz usülü baharat soslu (F, SM)	54.37±0.70	5.70±0.12	9.48±0.06	3.51±0.06	0.914±0.001	3.75±0.09	3.51±0.07	AE
10	M. Hamsi Zeytinli (F, SM)	66.10±0.47	4.92±0.09	6.92±0.16	3.61±0.10	0.964±0.001	<1.47	<1.47	AE
11	M. Hamsi Sarmısaklı (F, SM)	64.99±1.25	5.19±0.22	7.39±0.42	3.90±0.05	0.968±0.001	3.51±0.06	3.38±0.09	AE
12	M. Uskumru (F, SM)	48.48±0.57	4.50±0.08	8.50±0.23	5.30±0.02	0.945±0.001	AE	AE	AE
13	T. Alabalık (F, SM)	64.30±0.59	6.65±0.47	9.37±0.52	6.09±0.06	0.947±0.001	3.53±0.02	3.49±0.03	AE
14	T. Hamsi 1 (F, SM)	51.32±1.18	5.90±0.07	10.31±0.32	5.57±0.04	0.933±0.001	<1.47	<1.47	AE
15	T. Hamsi 2 (F, SM)	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
16	T. Hamsi 3 (F, SM)	52.19±0.98	3.96±0.10	7.06±0.05	5.29±0.08	0.936±0.001	<1.47	<1.47	AE
17	T. Palamut 1 (F, SM)	52.30±0.64	6.24±0.06	10.66±0.20	6.03±0.02	0.953±0.002	3.98±0.06	3.85±0.11	AE
18	T. Palamut 2 (F, SM)	52.07±0.17	4.24±0.12	7.53±0.18	6.21±0.06	0.959±0.000	2.70±0.04	2.36±0.06	*
19	T. Palamut 3 (F, SM)	54.02±0.54	6.81±0.44	11.19±0.75	5.89±0.11	0.952±0.001	<1.47	<1.47	AE

Tablo 13'de devamı

20	T. Palamut 4 (F, SM)	57.86±1.39	4.95±0.14	7.88±0.03	5.88±0.11	0.950±0.001	3.98±0.06	3.85±0.11	AE
21	T. Ringa (F, SM)	48.09±0.18	14.33±0.25	22.96±0.37	6.07±0.02	0.786±0.001	2.17±0.03	2.39±0.04	*
22	T. Somon (F, SM)	55.22±1.15	5.10±0.07	8.46±0.27	6.30±0.01	0.961±0.001	AE	AE	AE
23	T. Uskumru (F, SM)	48.41±0.29	5.32±0.08	9.91±0.19	5.92±0.08	0.926±0.001	2.49±0.02	2.41±0.03	<1.47
24	MT. Hamsi (F, SM)	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
25	MT. Uskumru (F, SM)	68.22±0.12	4.71±0.04	6.46±0.05	4.33±0.03	0.977±0.001	AE	AE	AE
26	MTK. (çiroz) Uskumru 1 (F, SM)	51.51±0.52	4.01±0.04	7.22±0.00	5.17±0.01	0.952±0.001	2.38±0.02	2.32±0.05	2.43±0.02
27	MTK. (çiroz) Uskumru 2 (F, SM)	48.48±0.57	4.50±0.08	8.50±0.23	5.30±0.02	0.945±0.001	2.34±0.03	2.25±0.02	*
28	Balık ezmesi 1 Hamsi (F, SM)	42.81±1.32	9.46±0.31	18.10±0.03	5.86±0.06	0.845±0.001	2.24±0.09	2.10±0.06	AE
29	Balık ezmesi 1 Hamsi (F, SM)	38.58±0.19	8.90±0.07	18.75±0.05	6.12±0.05	0.857±0.001	2.74±0.06	2.25±0.08	2.00±0.04
30	Balık ezmesi 1 Hamsi ve sardalya (F, SM)	42.15±0.35	3.80±0.21	8.26±0.12	6.26±0.04	0.814±0.002	2.24±0.09	2.10±0.06	AE

*M: Marinat, T: Tütsü, MT: Marine tütsü, MTK: Marine tütsü ve kurutulmuş, F: Fabrika yapımı, SM: Soğuk muhafaza, AE: Analiz edilmedi *: Üreme Görülmedi, ±: Standart sapma, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri, HÜB: Histamin üreten bakteri, THB: Halofilik bakteri*

Su aktivitesi değerleri marine örneklerde 0.914 ile 0.972 arasında değişim göstermiştir. Tütsülenmiş örneklerden ringa balığında a_w miktarı diğer tütsü ürünlerine göre çok daha düşük bulunmuştur. Ringa örneğinde 0.786 olan a_w miktarı diğer tütsülenmiş örneklerde 0.926-0.961 arasında değişmiştir. Marine-tütsü ürünlerde ise en düşük a_w değeri 0.945 ile uskumru örneğinde bulunmuştur. Balık ezmesi örneklerinde a_w değeri 0.814-0.857 arasında değişim saptanmıştır.

Marine örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları <1.47-3.75, toplam histamin üreten bakteri sayıları <1.47-3.51 ve halofilik bakteri sayıları ise 1.60-2.14 log kob/g arasında değiştii bulunmuştur. Tütsülenmiş ürünlerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı <1.47-3.98 log kob/g arasında değişmiş ve en fazla bakteri sayısı palamut-1 ve palamut-4 örneklerinde tespit edilmiştir. Bu grupta toplam mezofilik histamin üreten bakteri sayıları <1.47-3.85 log kob/g arasında değişmiştir. Halofilik bakteri sayıları ise <1.47 log kob/g'dan daha az bulunmuştur. Marine-tütsü örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları 2.34-2.38 log kob/g, toplam histamin üreten bakteri sayıları 2.25-2.32 log kob/g arasında değişmiş, marine-tütsü uskumru-1 örneğinde halofilik bakteri sayısı ise 2.43 log kob/g olarak bulunmuştur. Balık ezmesi örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları 2.24-2.74 log kob/g, toplam histamin üreten bakteri sayıları 2.10-2.25 log kob/g arasında değişmiş, balık ezmesi-1 örneğinde halofilik bakteri sayısı ise 2.00 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

3.2. Soğuk Depolama alışmalarına Ait Bulgular

3.2.1. Taze Hamsi

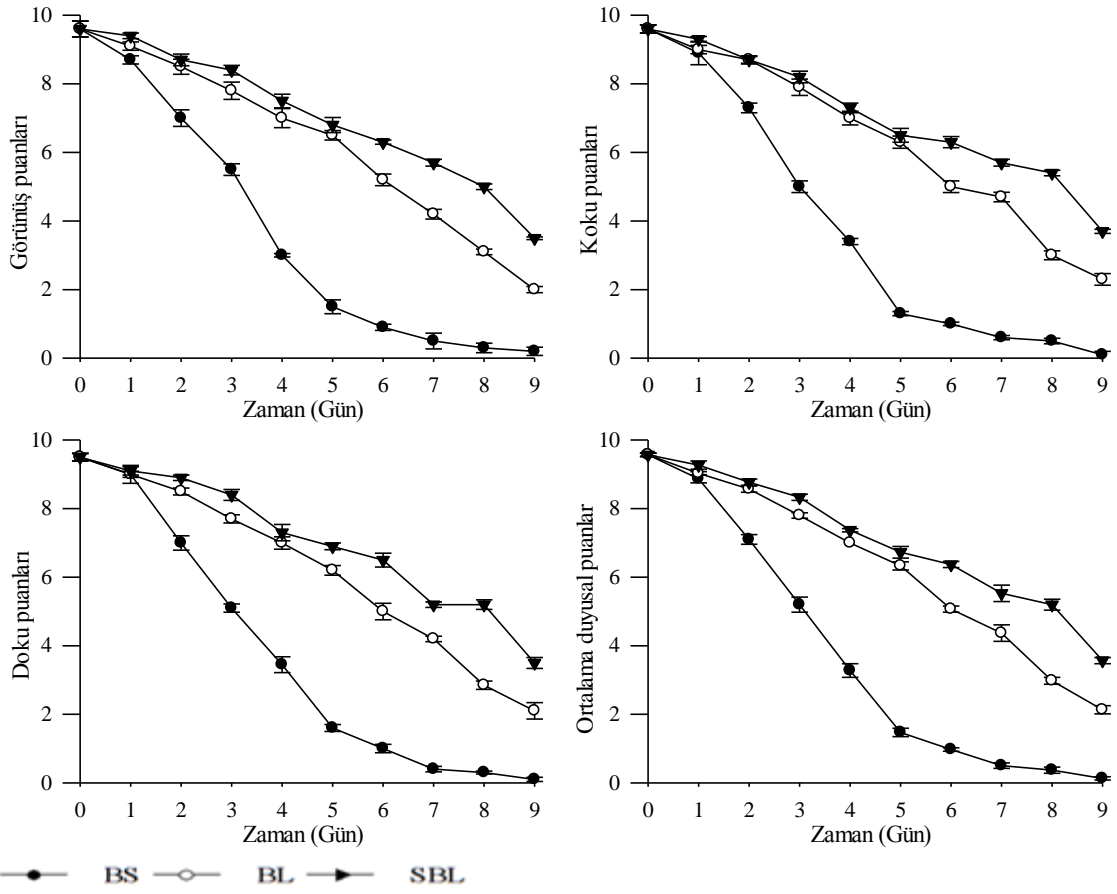
Taze hamsilerin buzsuz (BS), buzlu (BL) ve su-buz karışımı (SBL) ile soğuk muhafaza koşullarında dokuz günlük depolama sürecinde altı panelist tarafından görünüş, koku ve doku kriterlerine bakılarak yapılan duyusal değerlendirmedeki değişimler Tablo 14 ve Şekil 7'de verilmiştir. Taze hamsi örneğinde söz konusu üç kriterin ortalama duyusal puanı 9.57 ± 0.05 olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca bütün gruplarda duyusal puanlamada düşüş gözlenmiş olup en hızlı düşüş BS grubunda belirlenmiştir.

Tablo 14. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuşal parametrelerin puansal değişimleri

Gün	Örnek Cinsi	Görünüş	Koku	Doku	Ortalama
0	Taze Hamsi	9.60±0.23	9.60±0.12	9.50±0.11	9.57±0.05
1	BS	8.70±0.12 ^a _A	8.90±0.34 ^a _A	9.00±0.26 ^a _A	8.87±0.12 ^a _A
	BL	9.10±0.12 ^b _A	9.00±0.12 ^b _A	9.00±0.09 ^a _A	9.03±0.05 ^b _A
	SBL	9.40±0.08 ^b _A	9.30±0.08 ^c _A	9.10±0.12 ^a _A	9.27±0.12 ^b _A
2	BS	7.00±0.24 ^a _B	7.30±0.14 ^a _B	7.00±0.21 ^a _B	7.10±0.14 ^a _B
	BL	8.50±0.22 ^b _B	8.70±0.10 ^b _B	8.50±0.10 ^b _B	8.57±0.09 ^b _B
	SBL	8.70±0.17 ^b _B	8.70±0.12 ^b _B	8.90±0.08 ^c _B	8.77±0.09 ^b _B
3	BS	5.50±0.17 ^a _C	5.00±0.17 ^a _C	5.10±0.12 ^a _C	5.20±0.22 ^a _C
	BL	7.80±0.25 ^b _C	7.90±0.24 ^b _C	7.70±0.12 ^b _C	7.80±0.08 ^b _C
	SBL	8.40±0.14 ^c _B	8.20±0.17 ^c _C	8.40±0.16 ^c _C	8.33±0.09 ^c _C
4	BS	3.00±0.05 ^a _D	3.40±0.09 ^a _D	3.45±0.23 ^a _D	3.28±0.20 ^a _D
	BL	7.00±0.28 ^b _D	7.00±0.20 ^b _D	7.00±0.18 ^b _D	7.00±0.00 ^b _D
	SBL	7.50±0.20 ^c _C	7.30±0.14 ^c _D	7.30±0.24 ^c _D	7.37±0.05 ^c _D
5	BS	1.50±0.20 ^a _E	1.30±0.06 ^a _E	1.60±0.17 ^a _E	1.47±0.12 ^a _E
	BL	6.50±0.14 ^b _E	6.30±0.18 ^b _E	6.20±0.14 ^b _E	6.33±0.12 ^b _E
	SBL	6.80±0.22 ^c _D	6.50±0.20 ^c _E	6.90±0.10 ^c _E	6.73±0.17 ^c _E
6	BS	0.90±0.09 ^a _F	1.00±0.05 ^a _F	1.00±0.12 ^a _F	0.97±0.05 ^a _F
	BL	5.20±0.17 ^b _F	5.00±0.17 ^b _F	5.00±0.24 ^b _F	5.07±0.09 ^b _F
	SBL	6.30±0.06 ^c _E	6.30±0.16 ^c _E	6.50±0.20 ^c _F	6.37±0.09 ^c _E
7	BS	0.50±0.23 ^a _G	0.60±0.06 ^a _G	0.40±0.08 ^a _G	0.50±0.08 ^a _G
	BL	4.20±0.14 ^b _G	4.70±0.14 ^b _G	4.20±0.08 ^b _G	4.37±0.24 ^b _G
	SBL	5.70±0.10 ^c _F	5.70±0.10 ^c _F	5.20±0.08 ^c _G	5.53±0.24 ^c _F
8	BS	0.30±0.14 ^a _H	0.50±0.08 ^a _H	0.30±0.04 ^a _H	0.37±0.09 ^a _H
	BL	3.10±0.08 ^b _H	3.00±0.13 ^b _H	2.85±0.12 ^b _H	2.98±0.10 ^b _H
	SBL	5.00±0.08 ^c _G	5.40±0.08 ^c _G	5.20±0.14 ^c _G	5.20±0.16 ^c _F
9	BS	0.20±0.12 ^a _I	0.10±0.10 ^a _I	0.10±0.06 ^a _I	0.13±0.05 ^a _H
	BL	2.00±0.09 ^b _I	2.30±0.17 ^b _I	2.10±0.24 ^b _I	2.13±0.12 ^b _I
	SBL	3.50±0.04 ^c _H	3.70±0.06 ^c _H	3.50±0.16 ^c _H	3.57±0.09 ^c _G

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c..) aynı gündeki gruplar arasındaki istatistiki açıdan farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,..) farklı günde aynı grup içindeki istatistiki açıdan farkı belirtir ($p<0.05$). ±:Standart. Sapma, '≤4.0' Kabul edilemez sınır değeri. BS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi

Depolamanın birinci gününde BS grubunda 8.87±0.12, BL grubunda 9.03±0.05 ve SBL grubunda ise 9.27±0.12 değerleri tespit edilmiştir. BS grubunda ilk günden itibaren duyuşal değerlerdeki düşüş istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 4. gününde 3.28±0.20 değerine düşerek duyuşal yönden bozulduğu gözlenmiştir.



BS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi

Şekil 7. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuşsal puanlardaki değişimleri

BL grubunda ise ortalama duyuşsal puanlardaki düşüş daha yavaş olmakla beraber günlük değişim yine istatistiki olarak önemli bulunmuş olup ($p < 0.05$) sekizinci günde 2.98 ± 0.10 puan olarak duyuşsal yönden bozulduğu tespit edilmiştir. SBL grubu BS grubuyla istatistiki açıdan benzer bir değişim göstermiş olup depolamanın son gününde 3.57 ± 0.09 puan olarak tüketilemez konumda olduğu görülmüştür.

Duyuşsal puanlama açısından en beğenilen grup SBL grubu olmuştur. İstatistikî açıdan gruplar karşılaştırıldığında BS grubunun 1. günden itibaren aldığı puanlar diğer gruplardan farklı bulunmasına rağmen BL ve SBL grupları arasında ise 3. güne kadar fark gözlenmemiş olup, bu günden sonraki değişimlerdeki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Taze hamsilerden oluşturulan BS, BL ve SBL gruplarının dokuz günlük depolama sürecindeki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişim ve istatistiki açıdan yapılan karşılaştırmalar Tablo 15 ve Şekil 8’de verilmiştir. Taze hamsinin başlangıç TVB-N değeri 12.26 mg/100g olarak bulunmuş olup her üç grupta da depolama sürecinin artışına paralel olarak artışlar tespit edilmiştir.

BS grubunda depolamanın birinci gününde 15.06 ± 0.35 mg/100g, 4. günde ise TVB-N için sınır değeri olan 35 mg/100g’ı aşarak 35.67 ± 1.05 mg/100g değerine ulaşmıştır. BS grubundaki günlük TVB-N değişimi istatistiki olarak farklı bulunmuş olup ($p < 0.05$) dokuz günlük depolama sonucunda 92.80 mg/100g değeri elde edilmiştir. Ayrıca bu grupta depolama boyunca her gün için tespit edilen artışlar diğer gruplardakine göre istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

BL grubunda 1. gündeki TVB-N değeri 12.61 ± 0.00 mg/100g olarak gözlenmiş olup zamana bağlı olarak 2. günden itibaren istatistiki olarak önemli artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu grupta 5. gün 20.66 ± 0.35 mg/100g, 9. günde ise 28.02 ± 0.70 mg/100g belirlenmiş olup depolama sonunda TVB-N kriteri için izin verilen limit değerleri içinde kalmıştır.

SBL grubunda ise 1. gün değeri 12.26 ± 0.35 mg/100g olarak bulunmuş olup depolama boyunca en az artış miktarı bu grupta saptanmıştır. Bu grupta 5. günde 17.16 ± 0.35 mg/100g, depolamanın son günü olan 9. günde ise 23.46 ± 0.35 mg/100g değeri tespit edilmiş olup bu kriter için öngörülen sınır değerinin altında kalmıştır.

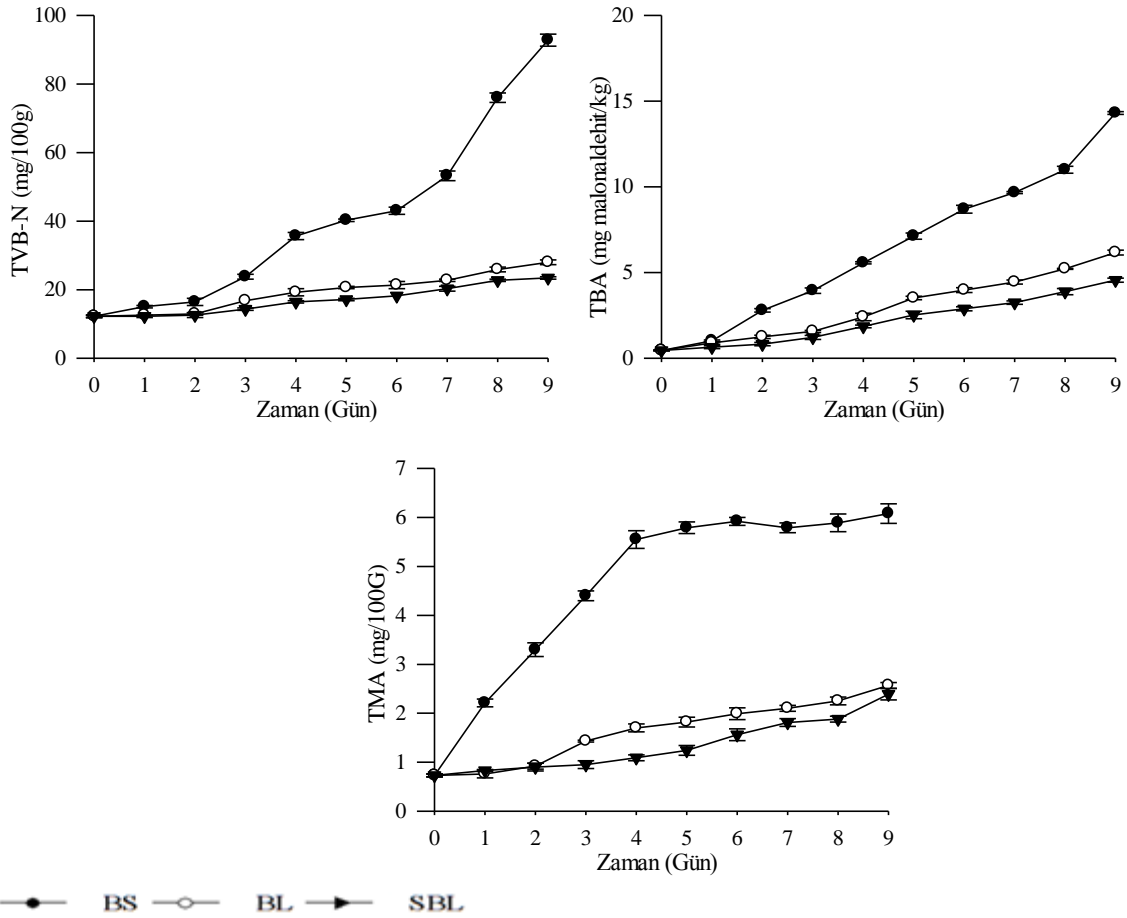
Depolama boyunca BL ve SBL gruplarının günlük değişimlerinde 3. güne kadar istatistiki farklılık gözlenmezken bu günden sonraki değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Taze hamsinin başlangıç TBA değeri 0.46 ± 0.02 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. BS grubunda depolamanın ilk gününden itibaren bu değerde hızlı bir artış gözlenmiş olup depolamanın 1. gününde 1.02 ± 0.05 mg malonaldehit/kg değeri 6. günde TBA’nın kalite sınır değeri olan 7-8 mg malonaldehit/kg değerini aşarak 8.70 ± 0.23 mg malonaldehit/kg değerine ulaşmıştır. Depolamanın son gününde ise 14.31 ± 0.08 mg malonaldehit/kg miktarı tespit edilmiştir. Bu grupta depolama boyunca TBA değerlerindeki artışlar istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Aynı zamanda aynı örnekleme gününde diğer gruplarla istatistiki olarak karşılaştırma yapıldığında da önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 15. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler

Gün	Örnek Tipi	TVB-N	TBA	TMA
0	Taze Hamsi	12.26±0.35	0.46±0.02	0.73±0.03
1	BS	15.06±0.35 ^b _A	1.02±0.05 ^a _A	2.21±0.08 ^a _A
	BL	12.61±0.00 ^a _A	0.90±0.08 ^b _A	0.76±0.08 ^b _A
	SBL	12.26±0.35 ^a _A	0.65±0.08 ^c _A	0.83±0.02 ^b _A
2	BS	16.46±1.05 ^b _B	2.80±0.10 ^a _B	3.30±0.14 ^a _B
	BL	12.96±0.35 ^a _A	1.25±0.10 ^b _B	0.92±0.06 ^b _B
	SBL	12.61±0.70 ^a _A	0.83±0.10 ^c _B	0.90±0.08 ^b _A
3	BS	23.81±0.70 ^c _C	3.95±0.16 ^a _C	4.40±0.10 ^a _C
	BL	16.81±0.00 ^b _B	1.57±0.06 ^b _C	1.43±0.02 ^b _C
	SBL	14.36±0.35 ^a _B	1.22±0.12 ^c _C	0.95±0.08 ^c _A
4	BS	35.67±1.05 ^c _D	5.57±0.06 ^a _D	5.55±0.18 ^a _D
	BL	19.26±1.05 ^b _C	2.41±0.22 ^b _D	1.70±0.08 ^b _D
	SBL	16.46±0.35 ^a _C	1.86±0.08 ^c _D	1.09±0.06 ^c _B
5	BS	40.27±0.35 ^c _E	7.13±0.18 ^a _E	5.79±0.12 ^a _D
	BL	20.66±0.35 ^b _C	3.52±0.10 ^b _E	1.82±0.10 ^b _D
	SBL	17.16±0.35 ^a _C	2.53±0.22 ^c _E	1.24±0.10 ^c _C
6	BS	43.07±1.05 ^c _F	8.70±0.23 ^a _F	5.92±0.08 ^a _D
	BL	21.36±1.05 ^b _C	3.98±0.14 ^b _F	1.99±0.12 ^b _E
	SBL	18.21±0.00 ^a _D	2.89±0.12 ^c _F	1.56±0.12 ^c _D
7	BS	53.23±1.40 ^c _G	9.67±0.06 ^a _G	5.79±0.10 ^a _D
	BL	22.76±0.35 ^b _C	4.45±0.12 ^b _G	2.10±0.06 ^b _E
	SBL	20.31±0.70 ^a _E	3.25±0.10 ^c _G	1.81±0.08 ^c _E
8	BS	76.03±1.40 ^c _H	11.00±0.20 ^a _H	5.89±0.18 ^a _D
	BL	25.91±0.70 ^b _D	5.22±0.03 ^b _H	2.25±0.08 ^b _F
	SBL	22.76±0.35 ^a _F	3.89±0.18 ^c _H	1.88±0.06 ^c _E
9	BS	92.80±1.75 ^c _I	14.31±0.08 ^a _I	6.08±0.20 ^a _E
	BL	28.02±0.70 ^b _E	6.17±0.14 ^b _I	2.57±0.06 ^b _G
	SBL	23.46±0.35 ^a _F	4.56±0.12 ^c _I	2.39±0.12 ^b _F

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c..) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E,F,G) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). BS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi, TVB-N: Toplam uçucu bazik azot, TBA: Tiyobarbitürik asit, TMA: Trimetilamin



BBS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BBL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, BSBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi

Şekil 8. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler

BL grubunda depolamanın 1. gününde TBA değeri 0.90 ± 0.08 mg malonaldehit/kg, son gününde ise 6.17 ± 0.14 mg malonaldehit/kg tespit edilmiş olup bu kriter için izin verilen limit değerinin altında kaldığı gözlenmiştir. İlk günden itibaren depolama süresindeki günlük artışlar istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

SBL grubunda ise depolamanın 1. gününde 0.65 ± 0.08 mg malonaldehit/kg değeri tespit edilmiş olup diğer gruplara nazaran daha düşük seyreden artışlarla 9. günde 4.56 ± 0.12 mg malonaldehit/kg değerine ulaşmıştır. Bu gruptaki TBA değerleri diğer gruplara benzer şekilde zamana ve gruplara bağlı olarak istatistiki açıdan önemli değişim gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Çalışmada kullanılan taze hamsinin başlangıç TMA değeri 0.73 ± 0.03 mg/100g olarak tespit edilmiştir. BS grubunda depolamanın ilk gününe ait TMA değeri 2.21 ± 0.08 mg/100g, son gününde ise 6.08 ± 0.20 mg/100g olarak belirlenerek bu kriter için önerilen 12 mg/100g sınır değerinin altında kalmıştır. Bu grupta depolama boyunca ilk üç günlük artışlar istatistiki olarak farklı bulunurken ($p < 0.05$), bu günden sonraki değişimlerin istatistiki açıdan önemsiz olduğu gözlenmiştir. Aynı örnekleme gününde diğer gruplarla istatistiki olarak karşılaştırma yapıldığında ise farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

BL grubunda depolamanın birinci gününde TMA değeri 0.76 ± 0.08 mg/100g olarak bulunurken depolama boyunca düşük miktartlı artışlar gözlenmiş ve depolamanın son gününde 2.57 ± 0.06 mg /100g değeri tespit edilmiştir. Depolama boyunca ilk üç günlük artışlar istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

SBL grubunda ise depolamanın birinci gününde 0.83 ± 0.02 mg/100g iken dokuzuncu günde 2.39 ± 0.12 değeri tespit edilmiştir. Bu grupta da ilk üç günlük değişim istatistiki olarak farklı bulunmazken bu günden sonraki değişimlerin farklı olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). Gruplardaki değişim istatistiki olarak karşılaştırıldığında BS grubundaki zamana bağlı tüm günlük değişimler, BL ve SBL gruplarında ise ilk iki günlük değişim dışındaki artışlar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Her üç gruptaki günlük yapılan biyojenik amin analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 13' de verilmiştir. Biyojen aminlerden en önemlisi olan histamin miktarı taze hamsi örneğinde 1.12 ± 0.07 ppm olarak belirlenmiştir. Histamin miktarı BS grubunda 3. günden itibaren istatistiki açıdan önemli olan hızlı bir artışla ($p < 0.05$) 4. günde 26.55 ± 0.34 ppm, 6. günde ise izin verilen yasal limit (100 ppm) değerini aşarak 342.86 ± 1.52 ppm değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Histamin değeri yönünden bu grubun raf ömrü 5 gün olarak bulunmuştur. Bu hızlı artış depolama sonuna kadar istatistiki açıdan önemli ölçüde ($p < 0.05$) devam ederek depolamanın sonuncu gününde 903.25 ± 1.80 ppm değerine ulaşmıştır. BL ve SBL gruplarında depolama süresinin 4. güne kadar istatistiki açıdan önemsiz artışlar gözlenmesine rağmen takip eden günlerde bu artışların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). BL grubunda depolamanın 1. gündeki histamin değeri 1.61 ± 0.06 ppm, sonuncu gününde ise 13.29 ± 0.60 ppm olarak bulunmuştur. SBL grubunda ise bu değerler sırasıyla 1.84 ± 0.03 ve 3.85 ± 0.04 ppm olarak tespit edilmiştir.

Analiz edilen aminlerden triptamin değeri taze hamsi örneğinde 6.17 ± 0.16 ppm olarak gözlenmiştir. BS grubunda birinci gün 5.69 ± 0.10 ppm bulunurken depolama

boyunca triptamin miktarları dalgalanmalar göstermiş olup 9. günde 7.08 ± 0.02 ppm tespit edilmiştir. Bu grupta 6. güne kadar olan değişimler istatistiki olarak farklı bulunmazken 6. ve 9. günlük değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). BL grubunda 1. ve 9. günlerde söz konusu amin değerleri sırasıyla 5.42 ± 0.06 ve 4.65 ± 0.06 ppm olarak belirlenmiştir. SBL grubunda ise bu günlerde sırasıyla 5.41 ± 0.02 ve 4.63 ± 0.08 ppm tespit edilmiştir. BL ve SBL gruplarında depolama boyunca meydana gelen triptamin miktarlarındaki değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Taze hamsi örneğinde feniletilamin miktarı 8.41 ± 0.45 ppm olarak belirlenmiştir. BS grubunda 1. gün 12.16 ± 0.14 ppm olarak bulunurken depolama boyunca değerlerde dalgalanmalara rastlanmıştır. Sonuncu gün feniletilamin değeri 32.67 ± 0.31 ppm olarak tespit edilmiştir. Grup içi günlük değişimler ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer gruplarda 2. güne kadar hafif bir yükselişten sonra istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiş ve son günde her iki grupta da < 1.50 ppm (tespit limitinin altında) olduğu saptanmıştır.

Pütresin miktarı taze hamsi örneğinde 1.15 ± 0.03 ppm olarak bulunmuştur. BS örneğinde 4. günden sonra hızlı bir artış göstermiş olup 9. günde 139.30 ± 0.93 ppm değerine ulaşmıştır. Bu grupta 3. günden sonraki değişimler istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). BL ve SBL grubunda depolama boyunca dalgalanmalar olmuş ve 9. günde sırası ile 2.44 ± 0.04 ve 2.45 ± 0.03 ppm değerleri saptanmıştır.

Kadaverin miktarı taze örnekte 7.32 ± 0.27 ppm bulunurken depolama sürecinin 1. günü BS grubunda 18.11 ± 0.09 ppm, BL grubunda 9.82 ± 0.08 ppm ve SBL grubunda ise 7.63 ± 0.04 ppm olduğu belirlenmiştir. BS grubunda depolama süresinin artışına paralel olarak hızlı bir artış görülmüş ve 5. günde 153.03 ± 1.02 ppm olan değer depolamanın 9. gününde 538.94 ± 0.82 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu gruptaki depolama sürecindeki günlük değişimler ve diğer gruplarla aynı günlerde elde edilen değerler arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). BL grubunda ise 3. günden itibaren hızlı bir artışla sonuncu günde 40.47 ± 0.91 ppm değeri tespit edilmiştir. Bu grupta da 2. ve 3. günlerdeki değişimler hariç diğer günlerdeki değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). SBL grubunda ise 6. güne kadar düşük bir artışla 25.34 ± 0.04 ppm değeri tespit edilmiştir. Bu günden itibaren az miktarda ancak istatistiki açıdan önemli düşüşler gözlenmiş olup sonuncu günde 19.64 ± 0.08 ppm değeri saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 16. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler

Gün	Örnek Tipi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PÜT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
0	Taze Hamsi	6.17±0.16	8.41±0.45	1.51±0.03	7.32±0.27	1.12±0.07	2.16±0.05	15.39±0.37	2.67±0.04
1	BS	5.69±0.10 ^a _A	12.16±0.14 ^b _C	2.70±0.09 ^b _B	18.11±0.09 ^c _B	2.16±0.03 ^b _A	5.03±0.06 ^b _B	14.10±0.10 ^c _F	2.91±0.03 ^a _D
	BL	5.42±0.06 ^a _B	9.72±0.10 ^a _E	1.21±0.05 ^a _D	9.82±0.08 ^b _B	1.61±0.06 ^a _A	2.92±0.04 ^a _B	1.84±0.04 ^b _A	2.89±0.06 ^a _A
	SBL	5.41±0.02 ^a _C	10.38±0.10 ^a _E	1.28±0.03 ^a _D	7.63±0.04 ^a _A	1.84±0.03 ^a _A	2.09±0.07 ^a _A	1.13±0.11 ^a _A	2.85±0.03 ^a _B
2	BS	5.75±0.13 ^b _A	13.78±0.09 ^b _D	2.34±0.09 ^a _A	11.52±0.06 ^c _A	2.62±0.05 ^b _A	2.24±0.04 ^a _A	15.09±0.14 ^c _G	2.88±0.04 ^a _D
	BL	5.11±0.06 ^a _B	11.83±0.05 ^a _G	1.33±0.03 ^b _D	8.93±0.05 ^a _A	2.02±0.06 ^a _B	2.14±0.07 ^a _A	14.23±0.22 ^b _F	3.23±0.05 ^b _B
	SBL	5.00±0.05 ^a _B	11.27±0.05 ^a _F	1.43±0.03 ^b _E	11.83±0.06 ^b _B	1.90±0.02 ^a _A	1.93±0.06 ^a _A	12.11±0.07 ^a _H	3.56±0.12 ^c _C
3	BS	5.88±0.06 ^b _A	13.18±0.25 ^b _D	2.16±0.05 ^b _A	21.71±0.42 ^c _C	3.61±0.07 ^b _B	5.28±0.16 ^c _B	12.98±0.07 ^c _E	2.32±0.02 ^a _A
	BL	4.89±0.08 ^a _A	10.40±0.09 ^a _F	0.95±0.03 ^a _B	9.17±0.12 ^a _A	2.43±0.06 ^a _C	2.90±0.04 ^a _B	11.31±0.17 ^b _E	2.83±0.45 ^b _A
	SBL	4.92±0.07 ^a _B	9.91±0.07 ^a _E	2.70±0.03 ^c _G	15.21±0.07 ^b _C	2.34±0.04 ^a _B	3.35±0.09 ^b _D	10.82±0.07 ^a _G	3.20±0.09 ^c _C
4	BS	5.72±0.14 ^b _A	9.14±0.15 ^c _B	6.77±0.07 ^b _C	90.88±0.20 ^b _D	26.55±0.34 ^b _C	40.51±0.28 ^b _C	6.13±0.06 ^a _D	2.70±0.09 ^a _C
	BL	4.81±0.08 ^a _A	8.10±0.15 ^b _D	0.95±0.03 ^a _B	18.18±0.30 ^a _C	3.18±0.10 ^a _D	3.75±0.09 ^a _C	9.16±0.13 ^c _D	3.40±0.08 ^b _B
	SBL	4.71±0.01 ^a _A	6.83±0.06 ^a _D	1.08±0.03 ^a _C	17.23±0.15 ^a _D	3.32±0.09 ^a _C	3.38±0.11 ^a _D	8.79±0.10 ^b _F	3.47±0.09 ^b _C
5	BS	5.90±0.04 ^b _A	5.61±0.14 ^b _A	14.73±0.15 ^c _D	153.03±1.02 ^c _E	85.37±0.61 ^c _D	77.95±0.33 ^c _D	6.71±0.16 ^b _D	2.74±0.04 ^a _C
	BL	4.78±0.07 ^a _A	7.63±0.05 ^c _D	1.34±0.04 ^b _C	18.64±0.12 ^a _C	3.94±0.05 ^b _E	6.12±0.11 ^b _E	11.69±0.09 ^c _E	3.85±0.04 ^b _B
	SBL	4.68±0.08 ^a _A	3.24±0.02 ^a _C	0.88±0.01 ^a _A	21.09±0.19 ^b _F	3.11±0.05 ^a _C	5.16±0.07 ^a _E	5.86±0.06 ^a _E	3.65±0.10 ^b _C
6	BS	6.43±0.13 ^b _B	13.66±0.23 ^b _D	49.13±0.45 ^b _E	299.73±1.39 ^b _F	342.86±1.52 ^c _E	150.05±2.07 ^c _E	2.92±0.06 ^a _A	2.84±0.04 ^a _D
	BL	4.63±0.04 ^a _A	3.11±0.10 ^a _C	1.40±0.08 ^a _C	25.34±0.04 ^a _E	5.86±0.06 ^b _F	8.22±0.12 ^b _G	5.43±0.08 ^b _C	3.35±0.06 ^b _B
	SBL	4.60±0.08 ^a _A	3.17±0.11 ^a _C	1.25±0.03 ^a _D	26.68±0.21 ^a _G	4.20±0.08 ^a _E	6.26±0.03 ^a _F	5.20±0.08 ^b _D	3.88±0.02 ^b _C
7	BS	5.90±0.09 ^b _A	17.80±0.08 ^c _E	76.80±0.18 ^c _F	397.14±0.99 ^c _G	542.78±1.34 ^c _F	184.27±0.86 ^c _F	3.83±0.06 ^a _B	2.51±0.04 ^a _B
	BL	4.72±0.06 ^a _A	2.54±0.04 ^b _B	0.79±0.02 ^a _A	21.43±0.35 ^a _D	6.59±0.09 ^b _G	5.20±0.08 ^b _D	5.81±0.02 ^c _C	3.60±0.07 ^b _B
	SBL	4.69±0.09 ^a _A	<1.50 ^a _B	0.98±0.01 ^b _B	25.73±0.39 ^b _G	3.93±0.03 ^a _C	3.05±0.07 ^a _C	4.16±0.03 ^b _C	3.30±0.04 ^b _C
8	BS	6.41±0.02 ^b _B	19.54±0.33 ^c _F	94.54±0.58 ^c _G	423.78±1.35 ^c _H	672.46±0.77 ^b _G	193.44±0.68 ^c _G	3.57±0.10 ^a _B	2.74±0.09 ^a _C
	BL	4.74±0.13 ^a _A	<1.50 ^b _A	1.85±0.04 ^b _E	32.16±0.18 ^b _F	8.80±0.07 ^b _H	7.44±0.14 ^b _F	4.36±0.12 ^b _B	2.83±0.06 ^a _A
	SBL	4.63±0.05 ^a _A	<1.50 ^a _A	1.28±0.01 ^a _D	22.62±0.49 ^a _F	3.89±0.13 ^a _C	2.52±0.06 ^a _B	3.22±0.06 ^a _B	3.56±0.12 ^b _C
9	BS	7.08±0.02 ^b _C	32.67±0.31 ^c _G	139.30±0.93 ^b _H	538.94±0.82 ^c _I	903.25±1.80 ^c _H	244.41±0.71 ^c _H	4.26±0.09 ^b _C	2.64±0.04 ^a _B
	BL	4.65±0.06 ^a _A	<1.50 ^b _A	2.44±0.04 ^a _F	40.47±0.91 ^b _G	13.29±0.60 ^b _I	9.35±0.29 ^b _H	5.32±0.29 ^c _C	3.44±0.04 ^b _B
	SBL	4.63±0.08 ^a _A	<1.50 ^a _A	2.45±0.03 ^a _F	19.64±0.08 ^a _E	3.85±0.04 ^a _D	2.58±0.05 ^a _B	3.06±0.05 ^a _B	2.46±0.02 ^a _A

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E,F,G) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05). BS: Buzdolabında buzuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi, < : Analiz limitinin altında, ±: Standart sapma, TRP: Triptamin, FEN: Feniletilamin, PÜT: Pütresin, KAD: Kadaverin, HİS: Histamin, TİR: Tiramin, SPMD: Spermidin, SPR: Spermin

Tiramin taze hamsi örneğinde 2.16 ± 0.05 ppm bulunmuştur. BS grubunda ilk üç gün istatistiki açıdan önemsiz artışlarla 5.28 ± 0.16 ppm değerine yükselmiştir. Bu günden sonraki artışlar istatistiki açıdan önemli olup ($p < 0.05$) depolama sürecinin sonunda ise tiramin değeri 244.41 ± 0.71 ppm olarak tespit edilmiştir. BL grubunda depolama süresince artış miktarı çok daha az olup 9. günün sonunda 9.35 ± 0.29 ppm olarak belirlenmiştir. Üçüncü günden sonraki değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). SBL grubunda ise ilk 6 gün süresince düşük miktarlardaki artışlarla 6. günde 6.26 ± 0.03 ppm değerine ulaşmış ve bu günden sonra düşüş göstererek 2.58 ± 0.05 ppm değeri tespit edilmiştir. Bu grupta 2. günden sonraki değişimler istatistiki açıdan önemli olmuştur.

Taze hamsi örneğinde başlangıç spermidin ve spermin miktarları sırası ile 15.39 ± 0.37 ve 2.67 ± 0.04 ppm bulunmuştur. Her üç grupta da spermidin miktarı depolama süresince istatistiki olarak önemli düşüşler göstermiş ($p < 0.05$) ve 9. günde BS grubunda 4.26 ± 0.09 ppm, BL grubunda 5.22 ± 0.29 ppm ve SBL grubunda ise 3.06 ± 0.05 ppm değerleri tespit edilmiştir. Spermin ise her üç grupta da benzer şekilde istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) artış ve azalışlar göstermiştir.

Çalışmada elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 17 ve Şekil 9'da verilmiştir. Taze hamsi örneğinde başlangıç toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayıları sırası ile 3.42 ± 0.08 ve 2.93 ± 0.05 log kob/g, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayıları ise 2.62 ± 0.08 ve 2.88 ± 0.11 log kob/g olarak bulunmuştur.

BS grubunda birinci gün toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri miktarları sırası ile 3.78 ± 0.11 ve 3.86 ± 0.16 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince özellikle psikrofilik bakteri sayılarında istatistiki açıdan önemli bulunan artışlar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Depolamanın sekizinci gününde toplam mezofilik bakteri sayısı sınır değeri olan 6-7 log kob/gr değerini aşarak 8.19 ± 0.15 log kob/g olarak tespit edilmiş ve aynı günde toplam psikrofilik bakteri sayısı ise 12.60 ± 0.14 log kob/g olarak bulunmuştur. Toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayıları 1. günde sırası ile 2.82 ± 0.06 ve 3.20 ± 0.11 log kob/g olarak bulunmuştur. Depolamanın son gününde ise sırası ile 6.19 ± 0.10 ve 8.04 ± 0.11 log kob/g olarak belirlenmiştir. BS grubunda her iki bakteri tipinde de zamana ve deney grupları arası değişimlere bağlı olarak istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$). BL ve SBL gruplarında depolama sürecinin artışına bağlı olarak dört farklı bakteri grubundaki verilerde BS grubuna göre daha yavaş bir yükseliş olmasına rağmen günlük değişimler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

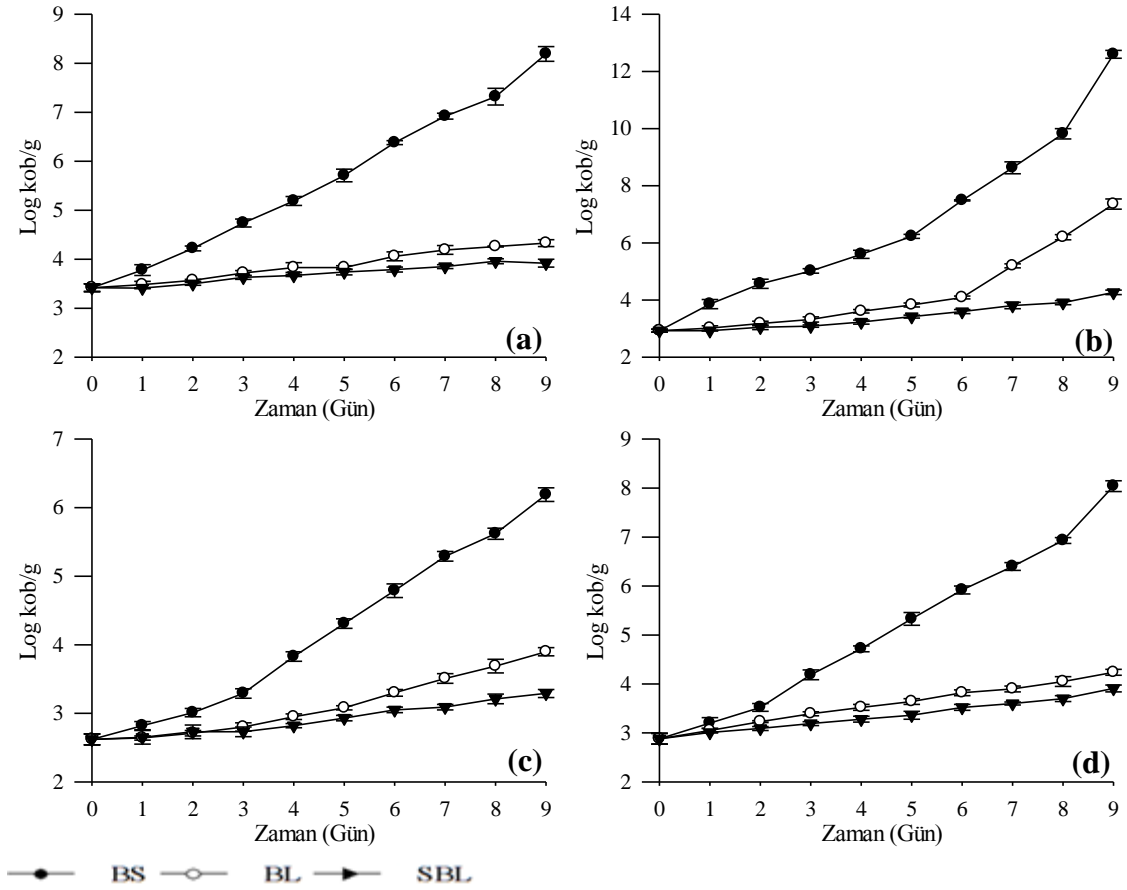
Tablo 17. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik kriterlerdeki değişimler

Gün	Örnek Tipi	Toplam Aerobik Bakteri (log kob/g)		Toplam Aerobik Histamin Üreten Bakteri (log kob/g)	
		Mezofil	Psikrofil	Mezofil	Psikrofil
0	Taze Hamsi	3.42±0.08	2.93±0.05	2.62±0.08	2.88±0.11
1	BS	3.78±0.11 ^a _A	3.86±0.16 ^a _A	2.82±0.06 ^a _A	3.20±0.11 ^a _A
	BL	3.48±0.07 ^b _A	3.02±0.08 ^b _A	2.64±0.03 ^b _A	3.05±0.04 ^b _A
	SBL	3.41±0.01 ^b _A	2.93±0.01 ^b _A	2.65±0.10 ^b _A	3.01±0.01 ^b _A
2	BS	4.22±0.05 ^a _B	4.57±0.16 ^a _B	3.01±0.06 ^a _B	3.52±0.08 ^a _B
	BL	3.57±0.02 ^b _B	3.18±0.08 ^b _B	2.71±0.04 ^b _A	3.23±0.02 ^b _B
	SBL	3.50±0.03 ^b _B	3.05±0.08 ^b _A	2.73±0.10 ^b _A	3.09±0.04 ^c _A
3	BS	4.74±0.08 ^a _C	5.02±0.08 ^a _C	3.29±0.07 ^a _C	4.19±0.10 ^a _C
	BL	3.72±0.05 ^b _C	3.32±0.09 ^b _C	2.80±0.06 ^b _B	3.39±0.04 ^b _C
	SBL	3.63±0.04 ^b _C	3.09±0.04 ^b _A	2.73±0.07 ^b _A	3.19±0.04 ^c _B
4	BS	5.19±0.09 ^a _D	5.60±0.14 ^a _D	3.83±0.07 ^a _D	4.72±0.06 ^a _D
	BL	3.83±0.10 ^b _D	3.61±0.06 ^b _D	2.95±0.04 ^b _C	3.52±0.06 ^b _{CD}
	SBL	3.67±0.02 ^b _C	3.23±0.07 ^c _B	2.82±0.03 ^c _{AB}	3.28±0.06 ^c _C
5	BS	5.71±0.13 ^a _E	6.23±0.07 ^a _E	4.31±0.07 ^a _E	5.33±0.13 ^a _E
	BL	3.83±0.04 ^b _D	3.83±0.07 ^b _E	3.08±0.03 ^b _{CD}	3.64±0.06 ^b _D
	SBL	3.74±0.06 ^b _C	3.42±0.05 ^c _C	2.93±0.04 ^c _B	3.36±0.08 ^c _C
6	BS	6.38±0.04 ^a _F	7.49±0.02 ^a _F	4.79±0.10 ^a _F	5.92±0.08 ^a _F
	BL	4.06±0.09 ^b _E	4.09±0.05 ^b _F	3.30±0.05 ^b _D	3.82±0.06 ^b _E
	SBL	3.79±0.05 ^c _{CD}	3.60±0.07 ^c _D	3.05±0.04 ^c _B	3.52±0.06 ^c _D
7	BS	6.92±0.06 ^a _G	8.63±0.21 ^a _G	5.29±0.07 ^a _G	6.40±0.08 ^a _G
	BL	4.19±0.09 ^b _F	5.20±0.07 ^b _G	3.51±0.07 ^b _E	3.90±0.06 ^b _E
	SBL	3.85±0.04 ^c _D	3.81±0.11 ^c _E	3.09±0.04 ^c _B	3.60±0.03 ^c _D
8	BS	7.32±0.17 ^a _H	9.82±0.18 ^a _H	5.62±0.08 ^a _H	6.93±0.06 ^a _H
	BL	4.26±0.01 ^b _F	6.20±0.09 ^b _H	3.69±0.10 ^b _F	4.05±0.10 ^b _F
	SBL	3.96±0.05 ^c _D	3.91±0.07 ^c _F	3.21±0.07 ^c _C	3.70±0.06 ^c _{DE}
9	BS	8.19±0.15 ^a _I	12.60±0.14 ^a _I	6.19±0.10 ^a _I	8.04±0.11 ^a _I
	BL	4.33±0.07 ^b _F	7.36±0.18 ^b _I	3.90±0.06 ^b _G	4.24±0.06 ^b _G
	SBL	3.92±0.08 ^c _D	4.27±0.08 ^c _G	3.29±0.06 ^c _C	3.91±0.07 ^c _E

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E,F,G) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). BS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi

BL grubunda birinci günde toplam mezofilik ve psikrofilik aerob bakteri sayıları sırası ile 3.48±0.07 ve 3.02±0.08 log kob/g, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayıları ise 2.64±0.03 ve 3.05±0.04 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu değerler depolamanın son gününde sırasıyla 4.33±0.07, 7.36±0.18, 3.90±0.06 ve 4.24±0.06

log kob/g olarak tespit edilmiştir. BL grubunda özellikle psikrofil bakteri sayılarındaki günlük değişimlerin tümü istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



a: toplam aerobik mezofilik bakteri, b: toplam aerobik psikrofilik bakteri, c: toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri, d: toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri, BS: Buzdolabında buzsuz depolanan hamsi, BL: Buzdolabında buzlu depolanan hamsi, SBL: Buzdolabında su-buz karışımı ile depolanan hamsi

Şekil 9. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik kriterlerdeki değişimler

SBL grubunda ise 1. günde toplam mezofilik ve psikrofilik aerob bakteri sayıları sırası ile 3.41 ± 0.01 ve 2.93 ± 0.01 log kob/g, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayısı ise 2.65 ± 0.03 ve 3.01 ± 0.04 log kob/g tespit edilmiştir. Bu değerler depolamanın son gününde sırasıyla 3.92 ± 0.08 , 4.27 ± 0.08 , 3.29 ± 0.06 ve 3.91 ± 0.07 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarındaki ilk üç günlük değişim istatistiki olarak önemli bulunurken bu günden sonraki değişimlerin önemsiz olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Toplam aerobik psikrofilik bakteri sayılarında

üçüncü güne kadar olan değişimler önemsiz, bu günden sonraki değişimler ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri sayılarındaki ilk dört günkü, toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri sayılarında ilk iki günkü değişim istatistiki olarak önemsiz bulunurken bu günden sonraki değişimlerin ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). BL ve SBL gruplarında aynı günde elde edilen değerler istatistiki olarak karşılaştırıldığında toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında 5. günden sonra, toplam aerobik psikrofilik bakteri miktarında 3. günden sonra, toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri miktarında 3. günden sonra ve toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri miktarında ise 1. günden sonraki değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

3.2.2. Taze Palamut

Taze palamutlardan oluşturulan dört grupta yapılan duyu analizi sonuçları Tablo 18 ve Şekil 10'da verilmiştir. Taze palamut örneğinin ortalama duyu puanı 9.64 ± 0.13 olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca bütün gruplarda duyu puanlamadaki düşüşler istatistiki olarak önemli bulunmuş olup en hızlı düşüş BBS grubunda belirlenmiştir ($p<0.05$). BBS grubunda ortalama duyu puanı 2. gün 6.28 ± 0.19 olarak bulunurken bu değer 7. günde 3.17 ± 0.24 olarak tüketilemezlik sınırı olan 4 puanın altına düştüğü tespit edilmiştir.

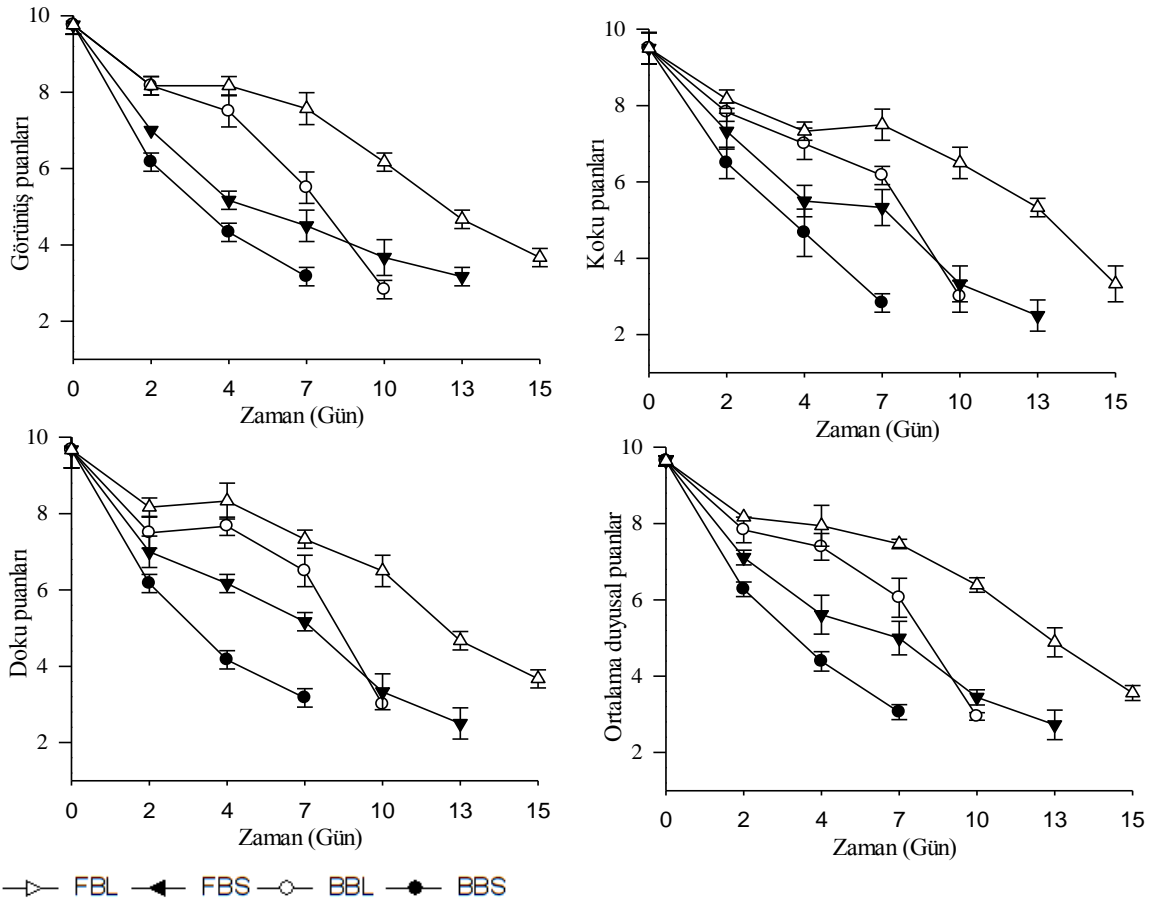
BBS grubunda ilk günden itibaren duyu değerlerindeki düşüşler istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). BBL ve FBS gruplarında 2. gün ortalama duyu puanları sırası ile 7.83 ± 0.34 ve 7.11 ± 0.19 olarak tespit edilmiş olup her iki grupta onuncu günde 2.94 ± 0.10 ve 3.44 ± 0.20 puan alarak duyu yönünden bozuldukları saptanmıştır. BBL grubunda örnekleme zamanlarına bağlı olarak tespit edilen değişimler istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). FBS grubunda ise 4. ve 7. günkü değişimler istatistikî açıdan önemsiz bulunurken diğer günlerdeki değişimlerin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). FBL grubunda ise 2. günkü ortalama duyu puanı 8.17 ± 0.00 bulunmuş ve puanlamadaki zamana bağlı düşüşlerin diğer gruplardan daha az olduğu görülmüştür.

Tablo 18. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuşal parametrelerin puansal değişimleri

Günler	Örnek Cinsi	Görünüş	Koku	Doku	Ortalama
0	Taze Palamut	9.67±0.24	9.50±0.41	9.67±0.47	9.64±0.13
2	BBS	6.17±0.24 ^a _A	6.50±0.41 ^a _A	6.17±0.24 ^a _A	6.28±0.19 ^a _A
	BBL	8.17±0.24 ^c _A	7.83±0.24 ^b _A	7.50±0.41 ^c _A	7.83±0.34 ^b _A
	FBS	7.00±0.00 ^b _A	7.33±0.47 ^b _A	7.00±0.41 ^b _A	7.11±0.19 ^c _A
	FBL	8.17±0.24 ^c _A	8.17±0.24 ^c _A	8.17±0.24 ^d _A	8.17±0.00 ^d _A
4	BBS	4.33±0.24 ^a _B	4.67±0.62 ^a _B	4.17±0.24 ^a _B	4.39±0.26 ^a _B
	BBL	7.50±0.41 ^c _B	7.00±0.41 ^c _B	7.67±0.24 ^c _A	7.39±0.35 ^b _B
	FBS	5.17±0.24 ^b _B	5.50±0.41 ^b _B	6.17±0.24 ^b _B	5.61±0.51 ^c _B
	FBL	8.17±0.24 ^d _A	7.33±0.24 ^c _B	8.33±0.47 ^d _A	7.94±0.54 ^b _A
7	BBS	3.17±0.24 ^a _C	2.83±0.24 ^a _C	3.17±0.24 ^a _C	3.06±0.20 ^a _C
	BBL	5.50±0.41 ^d _C	6.17±0.24 ^c _C	6.50±0.41 ^c _B	6.06±0.51 ^b _C
	FBS	4.50±0.41 ^b _C	5.33±0.47 ^b _B	5.17±0.24 ^b _C	5.00±0.44 ^c _B
	FBL	7.57±0.42 ^c _B	7.50±0.41 ^d _B	7.33±0.24 ^d _B	7.47±0.12 ^d _A
10	BBL	2.83±0.24 ^a _D	3.00±0.41 ^a _D	3.00±0.00 ^a _C	2.94±0.10 ^a _D
	FBS	3.67±0.47 ^b _D	3.33±0.47 ^a _C	3.33±0.47 ^a _D	3.44±0.20 ^b _C
	FBL	6.17±0.24 ^c _C	6.50±0.41 ^b _C	6.50±0.41 ^b _C	6.39±0.19 ^c _B
13	FBS	3.17±0.24 ^a _E	2.50±0.41 ^a _D	2.50±0.41 ^a _E	2.72±0.39 ^a _C
	FBL	4.67±0.24 ^b _D	5.33±0.24 ^b _D	4.67±0.24 ^b _D	4.89±0.38 ^b _C
15	FBL	3.67±0.24 _D	3.33±0.47 _E	3.67±0.24 ^E	3.56±0.20 _D

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). '≤4.0' Kabul edilemez sınır değeri. BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto buzsuz depolama, FBL: Fileto buzlu depolama.

FBL grubu 15. günde 3.56±0.20 puan alarak duyuşal yönden bozulduğu tespit edilmiştir. Bu grupta 7. güne kadar olan değişimler istatistiki açıdan önemsiz bulunurken bu günden sonraki değişimlerin ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Duyuşal puanlama sonuçlarına göre en beğenilen grup FBL grubu olmuştur.



BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto balık buzsuz depolama, FBL: Fileto balık buzlu depolama.

Şekil 10. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki duyuşsal puanlardaki değişimler

Palamutlardan oluşturulan BBS, BBL, FBS ve FBL gruplarının depolama sürecindeki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişim ve istatistiki karşılaştırmalar Tablo 19 ve Şekil 11’de verilmiştir. Taze palamut balığının başlangıç TVB-N değeri 14.36 ± 0.35 mg/100g olarak tespit edilmiş olup her dört grupta da depolama sürecinin artışına paralel olarak artışlar gözlenmiştir. BBS grubunda depolamanın 2. gününde 19.96 ± 0.35 mg/100g, duyuşsal yönden bozulmanın olduğu 7. günde 28.72 ± 0.70 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu grupta 4. günden sonraki değişimler istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). BBL grubunda 2. gün TVB-N değeri 16.46 ± 0.35 mg/100g olarak bulunmuş ve depolama süresinin artışına bağlı olarak istatistikî olarak önemli artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu grupta duyuşsal yönden bozulmanın olduğu 10. günde 23.46 ± 0.35 mg/100g belirlenmiş olup depolama sonunda TVB-N kriteri için izin verilen limit değerleri

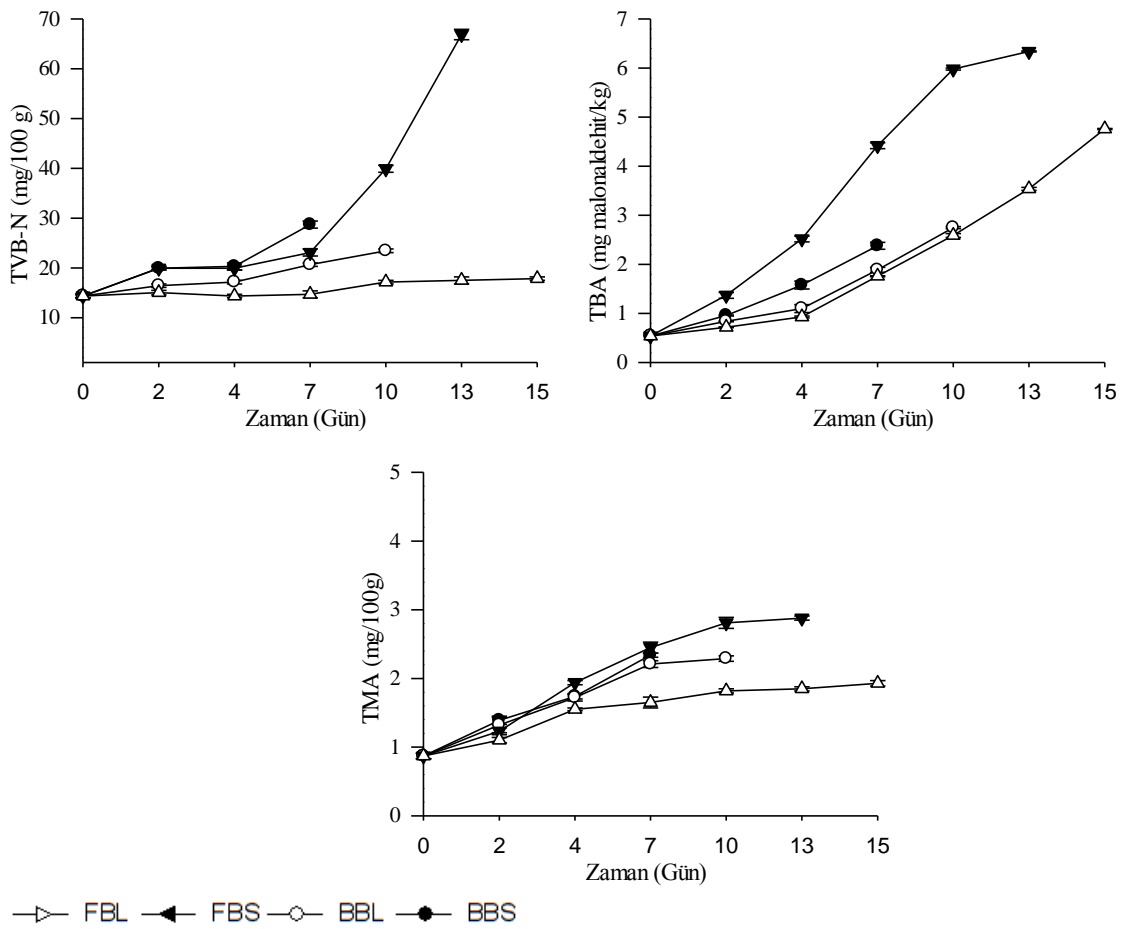
içinde kalmıştır. FBS grubunda duyuşal yönden bozulmanın olduğu 10. günde TVB-N kriteri için izin verilen sınır değerini aşarak 39.92 ± 0.70 mg/100g'a ulaşmıştır. Bu grupta ilk dört günkü değişim istatistikî olarak önemsiz bulunurken bu günden sonraki değişimlerin ise istatistikî açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). FBL grubunda ise TVB-N miktarı duyuşal yönden bozulmanı olduğu 15. günde 17.86 ± 0.35 mg/100g değerini tespit edilmiştir. Taze palamudun başlangıç TBA değerini 0.54 ± 0.00 mg malonaldehit/kg olarak tespit belirlenmiştir. BBS grubunda depolama sürecinde duyuşal yönden bozulmanın olduğu 7. günde 2.38 ± 0.07 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Bu grupta depolama boyunca günlük TBA miktarlarındaki artış istatistikî olarak farklılık göstermiş olup aynı örnekleme gününde diğer gruplarla istatistikî olarak karşılaştırma yapıldığında da önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 19. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler

Günler	Örnek cinsi	TVB-N	TBA	TMA
0	Taze	14.36 ± 0.35	0.54 ± 0.00	0.87 ± 0.04
2	BBS	19.96 ± 0.35^b_A	0.96 ± 0.01^c_A	1.39 ± 0.06^c_A
	BBL	16.46 ± 0.35^a_A	0.84 ± 0.01^b_A	1.32 ± 0.11^c_A
	FBS	19.96 ± 0.35^b_A	1.37 ± 0.06^d_A	1.23 ± 0.05^b_A
	FBL	15.06 ± 0.45^a_A	0.72 ± 0.01^a_A	1.10 ± 0.04^a_A
4	BBS	20.31 ± 0.70^c_A	1.58 ± 0.08^c_B	1.74 ± 0.04^b_B
	BBL	17.16 ± 0.35^b_B	1.10 ± 0.08^b_B	1.72 ± 0.05^b_B
	FBS	19.96 ± 0.35^c_A	2.52 ± 0.06^d_B	1.94 ± 0.03^c_B
	FBL	14.36 ± 0.35^a_A	0.93 ± 0.02^a_B	1.55 ± 0.02^a_B
7	BBS	28.72 ± 0.70^d_B	2.38 ± 0.07^c_C	2.34 ± 0.03^b_C
	BBL	20.66 ± 0.35^b_C	1.89 ± 0.05^b_C	2.21 ± 0.05^b_C
	FBS	23.11 ± 0.70^c_B	4.42 ± 0.06^d_C	$2.45 \pm 0.08^{bc}_C$
	FBL	14.71 ± 0.70^a_A	1.76 ± 0.01^a_C	1.65 ± 0.08^a_B
10	BBL	23.46 ± 0.35^b_D	2.75 ± 0.02^b_D	2.29 ± 0.04^b_C
	FBS	39.92 ± 0.70^c_C	5.98 ± 0.02^c_D	2.81 ± 0.08^c_D
	FBL	17.16 ± 0.35^a_B	2.59 ± 0.04^a_D	1.82 ± 0.03^a_C
13	FBS	66.89 ± 1.05^b_D	6.34 ± 0.01^b_E	2.88 ± 0.03^b_D
	FBL	17.51 ± 0.70^a_B	3.54 ± 0.03^a_E	1.85 ± 0.03^a_C
15	FBL	17.86 ± 0.35^b_B	4.76 ± 0.01^f_F	1.93 ± 0.04^e_E

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0.05$). BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto balık buzsuz depolama, FBL: Fileto balık buzlu depolama

BBL grubunda TBA değeri duyuşal yönden bozulmanın olduğu 10. günde 2.75 ± 0.02 mg malonaldehit/kg tespit edilmiş olup bu kriter için izin verilen limit değerinin çok altında kaldığı gözlenmiştir. İlk günden itibaren depolama boyunca günlük artışlar istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). FBS grubunda depolama süresince diğer gruplara nazaran daha yüksek orandaki artışla 10. günde 5.98 ± 0.02 mg malonaldehit/kg'a ulaşmıştır. Bu gruptaki TBA miktarları diğer gruplara benzer şekilde zamana ve gruplara bağılı olarak istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto buzsuz depolama, FBL: Fileto buzlu depolama

Şekil 11. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki TVB-N, TBA ve TMA miktarlarındaki değişimler

FBL grubunda ise depolamanın 13. ve 15. günlerinde sırası ile 3.54 ± 0.03 ve 4.76 ± 0.01 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Bu grupta depolama boyunca tespit edilen artışlar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çalışmada kullanılan taze palamudun başlangıç TMA değeri 0.87 ± 0.04 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince BBS grubunda duyuşal yönden bozulmanın olduğu 7.günde bu değeri 2.34 ± 0.03 mg/100g olarak belirlenerek bu kriter için izin verilen 12 mg/100g değeri için çok altında kalmıştır. Bu grupta depolama süresi boyunca tespit edilen artışlar istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Aynı örnekleme gününde diğer gruplarla istatistiki olarak karşılaştırma yapıldığında aradaki farkın BBL grubu ile önemsiz, diğer gruplarla ise önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). BBL grubunda depolama süresinde düşük oranda artışlar gözlenmiş olup duyuşal yönden bozulmanın olduğu 10. günde 2.29 ± 0.04 mg/100g değeri tespit edilmiştir. Bu grupta depolama boyunca 2. ve 4. gündeki artışlar istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$), 7. ve 10. günlerdeki değışimler ise önemsiz bulunmuştur. FBS grubunda duyuşal yönden bozulmanın olduğu 10. günde 2.81 ± 0.08 , 13. günde ise 2.88 ± 0.03 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu grupta 10. güne kadar olan değışimler istatistikî açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunurken, 13. gündeki değışimin ise önemsiz olduğu görülmüştür. FBL grubunda depolamanın son günündeki TMA değeri 1.93 ± 0.04 mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Biyojenik amin analizleri sonucunda elde edilen değerler Tablo 20'de verilmiştir. Örneklerdeki başlangıç histamin miktarı tespit limitinin altında (< 0.8 ppm) belirlenmiştir. BBS grubunda histamin miktarı 2. gün 3.82 ± 0.11 ppm olup 4. günden itibaren istatistiki açıdan önemli bir artış ($p < 0.05$) göstermiştir. Bu grup için duyuşal yönden bozulmanın olduğu 7. günde ise izin verilen yasal limit (100 ppm) değerini aşarak 113.78 ± 0.78 ppm bulunmuştur. Bu grupta depolama süresince gözlenen artışlar diğer gruplarla istatistiki olarak karşılaştırıldığında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Diğer üç grupta histamin miktarı 2. gün tespit limitinin altında (< 0.8 ppm) bulunmuş olup BBL ve FBS gruplarında 7. güne kadar küçük artışlar gözlenmesine rağmen bu günden sonra yüksek oranda bir artış göstererek depolamanın 10. gününde BBL grubunda 147.57 ± 0.08 , FBS grubunda ise 767.13 ± 1.10 ppm değerleri tespit edilmiştir. Her iki grupta da zaman artışına paralel olarak tespit edilen artışların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). FBL grubunda depolamanın 7. gününe kadar histamin miktarı < 0.80 ppm bulunmuş olup bu değeri 10. günde 4.41 ± 0.80 ppm'e ulaşmıştır.

Tablo 20. Buzdolabında farklı depolama koşullarında depolanan palamutlarda biyojenik amin değişimleri

Gün	Örnek Cinsi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PUT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
0	Taze	5.62±0.05 _A	14.67±0.29 _A	3.89±0.03 _A	1.51±0.17 _A	<0.8 _A	22.40±0.16 _A	162.59±0.40 _A	1.44±0.03 _A
	BBS	5.07±0.05 _B	16.63±0.68 _B	5.42±0.13 _B	1.90±0.38 _A	3.82±0.11 _B	20.12±0.54 _B	110.57±1.14 _B	11.88±0.07 _B
2	BBL	4.71±0.13 _A	18.89±0.07 _B	4.96±0.43 _B	<0.66 _B	<0.8 _A	18.12±0.34 _B	120.08±1.04 _B	12.45±1.30 _B
	FBS	5.15±0.03 _B	20.25±2.12 _B	4.94±0.09 _B	1.05±0.59 _B	<0.8 _A	18.17±0.05 _B	116.26±2.80 _{ab}	12.82±0.42 _B
	FBL	4.78±0.03 _A	24.95±0.42 _B	2.84±0.30 _A	<0.66 _B	<0.8 _A	15.58±0.31 _A	109.51±0.75 _A	11.61±0.78 _A
4	BBS	4.81±0.06 _B	24.96±0.16 _C	5.38±0.26 _B	13.34±0.22 _B	16.86±0.09 _C	15.71±0.18 _B	88.71±0.59 _B	9.64±0.32 _A
	BBL	4.52±0.01 _A	27.46±5.07 _C	3.90±0.00 _A	<0.66 _B	11.39±0.07 _B	17.55±1.44 _C	93.75±0.57 _C	12.58±0.39 _B
	FBS	4.78±0.23 _B	24.30±0.46 _B	4.41±0.26 _B	3.10±0.66 _B	14.20±1.56 _A	14.43±0.27 _B	94.90±2.47 _C	8.96±0.24 _A
	FBL	4.57±0.04 _A	23.64±1.15 _B	3.34±0.28 _A	<0.66 _B	<0.8 _A	12.81±0.05 _A	83.45±2.16 _A	10.74±0.63 _{ab}
7	BBS	4.60±0.39 _B	17.81±0.46 _B	24.64±1.05 _D	101.31±0.84 _D	113.78±0.78 _D	33.60±0.48 _D	69.10±0.23 _D	10.85±0.28 _D
	BBL	4.68±0.07 _B	25.47±0.79 _C	8.46±0.22 _C	30.05±1.18 _C	17.57±2.00 _A	19.91±1.22 _A	78.92±1.90 _D	8.87±0.20 _B
	FBS	4.74±0.12 _{BB}	21.04±0.84 _B	5.75±0.38 _B	6.43±0.35 _D	15.56±0.51 _A	18.66±0.38 _D	80.25±0.74 _D	14.19±0.79 _D
	FBL	4.47±0.00 _A	14.36±0.34 _A	2.10±0.10 _A	1.32±0.18 _A	<0.8 _A	9.17±0.09 _D	64.95±0.27 _D	5.88±0.17 _A
10	BBL	4.95±0.39 _A	19.57±0.42 _C	6.13±0.01 _B	81.36±0.31 _D	147.27±0.08 _D	55.29±0.72 _C	81.04±0.40 _D	11.29±0.40 _B
	FBS	5.39±0.30 _A	7.38±0.03 _B	12.99±0.65 _{CD}	66.31±0.65 _E	767.13±1.10 _C	32.04±0.86 _E	63.81±0.75 _B	11.86±0.18 _D
	FBL	5.65±0.03 _B	6.30±0.48 _D	3.93±0.03 _A	5.45±1.84 _D	4.41±0.80 _B	14.97±0.73 _E	55.33±0.54 _A	6.92±0.48 _D
13	FBS	4.81±0.24 _B	5.30±0.17 _D	12.80±0.66 _D	138.68±0.56 _F	1481.00±5.12 _B	53.73±0.25 _F	48.07±0.30 _F	16.06±0.04 _B
	FBL	4.46±0.01 _A	0.79±0.17 _E	10.71±0.12 _D	16.89±0.02 _E	31.76±0.36 _C	27.31±0.15 _F	33.29±0.31 _F	7.84±0.36 _D
15	FBL	5.35±0.11 _D	2.58±0.35 _F	10.40±0.59 _D	8.48±0.36 _F	56.13±1.76 _D	27.58±0.09 _F	30.53±0.46 _G	9.79±0.09 _B

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0.05$). < : Analiz limitinin altında, ±: Standart sapma, TRP: Triptamin, FEN: Feniletilamin, PUT: Putresin, KAD: Kadeverin, HİS: Histamin, TİR: Tiramin, SPMD: Spermidin, SPR: Spermin BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto balık buzsuz depolama, FBL: Fileto balık buzlu depolama

Bu grupta histamin miktarı 10. günden sonra hızlı orandaki bir artışla depolamanın sonuncu gününde 56.13 ppm tespit edilmiştir. Bu grupta depolamanın 7. gününe kadar olan değişimler istatistiki açıdan önemsiz, bu günden sonraki değişimlerin ise önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Analiz edilen aminlerden triptamin değeri taze palamut örneğinde 5.62 ± 0.05 ppm olarak tespit edilmiştir. BBS grubunda 2. gün 5.07 ± 0.05 ppm bulunurken depolama boyunca istatistiki açıdan önemsiz düşüşler göstererek 7. günde 4.60 ± 0.69 ppm değerine inmiştir. BBL grubunda triptamin miktarı 2. gün 4.71 ± 0.13 ppm, bu grup için duyuşal yönden bozulmanın olduğu 10. günde ise 4.95 ± 0.39 ppm olarak tespit edilmiştir. FBS grubunda triptamin miktarı 2. gün 5.15 ± 0.03 ppm, 13. günde ise çok az bir düşüşle 4.81 ± 0.24 ppm değerine inmiştir. BBL ve FBS gruplarındaki örneklerin depolama sürecinde sadece 10. gündeki triptamin değerlerindeki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). FBL grubunda 2. gün triptamin miktarı 4.78 ± 0.03 ppm, 15. günde ise 5.35 ± 0.11 ppm olarak bulunmuştur.

Palamut balığı depolama öncesi feniletilamin miktarı 14.67 ± 0.29 ppm olarak tespit edilmiştir. BBS grubunda 2. gün 16.63 ± 0.68 ppm bulunurken 4. gün istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bir artış göstererek 24.96 ± 0.16 ppm'e yükselmiş ve daha sonra bu grup için duyuşal yönden bozulmanın olduğu 7. günde 17.81 ± 0.46 ppm değerine düşmüştür. BBL grubunda feniletilamin miktarı 2. günde 18.89 ± 0.07 ppm, 4. günde ise 27.46 ± 5.07 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu günden sonra feniletilamin miktarı düşüş göstererek 10. günde 19.57 ± 0.42 ppm'e inmiştir. FBS grubunda feniletilamin miktarı 2. gün 20.25 ± 2.12 ppm bulunurken BBL grubunda olduğu gibi 4. gününde bir artış göstermiş ancak daha sonraki günlerde bu değerde düşüşler görülmüş ve 13. günde 5.30 ± 0.17 ppm değeri tespit edilmiştir. FBL grubunda ise 2. gün feniletilamin miktarı 24.95 ± 0.42 ppm bulunmuş olup bu değer depolama süresince sürekli düşme eğilimi göstermiş ve 15. günde 2.58 ± 0.35 ppm değerine inmiştir. Her iki grupta da depolamanın 7. gününden sonraki değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Pütresin miktarı taze palamut örneğinde 3.89 ± 0.03 ppm olarak tespit edilmiştir. BBS grubunda depolamanın 2. gününde 5.42 ± 0.13 ppm olarak bulunan değer 4. günden sonra istatistiki açıdan önemli bir artış göstermiş ($p<0.05$) ve 7. günde 24.64 ± 1.05 ppm olarak belirlenmiştir. BBL grubunda depolama süresinin artışına bağlı olarak iniş ve çıkışlar gözlenmiş olup 10. günde 6.13 ± 0.01 ppm miktarı tespit edilmiştir. Bu grupta depolama boyunca elde edilen değerler 4. gün hariç istatistiki olarak önemli değişimler göstermiştir ($p<0.05$). FBS grubunda pütresin miktarı ilk 7 gün küçük artışlarla 5.75 ± 0.38 ppm

değerine ulaşmış olup 13. günde 12.80 ± 0.66 ppm değeri tespit edilmiştir. FBL grubunda ise ilk 10 gün düşüş gözlenmesine rağmen bu günden sonra istatistiki olarak önemli artışlar göstermiş ($p < 0.05$), 13. ve 15. günlerde sırası ile 10.71 ± 0.12 ve 10.40 ± 0.59 ppm olarak bulunmuştur.

Kadeverin miktarı depolama öncesi 1.51 ± 0.17 ppm bulunurken bu değer 2. gün BBS grubunda 1.90 ± 0.38 ppm, BBL grubunda < 0.66 ppm, FBS grubunda 1.05 ± 0.59 ppm ve FBL grubunda ise < 0.66 ppm olarak tespit edilmiştir. BBS grubunda kadeverin miktarı 4. günden sonra istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve hızlı bir artış göstermiş ve 7. günde 101.31 ± 0.84 ppm değerine ulaşmıştır. Kadeverin miktarı BBL grubunda 7. güne kadar tespit limitinin (< 0.66 ppm) altında kalmış ancak bu günden sonra istatistiki açıdan önemli bir yükselişe ($p < 0.05$) geçerek 10. gününde 81.36 ± 0.31 ppm değerine ulaşmıştır. FBS grubunda ise kadeverin miktarı 7. güne kadar önemsiz artışlar göstermiş ancak bu günden sonra istatistiki açıdan önemli olan hızlı bir artış göstererek ($p < 0.05$) 13. günde 138.68 ± 0.56 ppm değeri tespit edilmiştir. FBL grubunda kadeverin miktarı ilk 4 gün tespit limitinin altına kalmış ve bu günden sonra küçük artışlarla beraber 15. günde 8.48 ± 0.36 ppm değeri tespit edilmiştir. Bu grupta 10. günden sonra elde edilen değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tiramin taze palamut örneğinde 22.40 ± 0.16 ppm olarak bulunmuştur. BBS grubunda 2. ve 4. günler istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) düşüş göstermesine rağmen 7. günde önemli bir yükselişle ($p < 0.05$) ile 33.60 ± 0.48 ppm değerine ulaşmıştır. BBL grubunda ise BBS grubuna benzer şekilde 7. güne kadar düşüş ve daha sonra ani bir yükselişle 10. günde 55.29 ± 0.72 ppm değeri saptanmıştır. FBS ve FBL gruplarında, diğer gruplara benzer şekilde 13. günde istatistiki açıdan önemli artış göstererek ($p < 0.05$), sırası ile FBS grubunda 53.73 ± 0.25 ppm ve FBL grubunda da 27.31 ± 0.15 ppm değerleri elde edilmiştir.

Depolama öncesi örneklerde spermidin miktarı 162.59 ± 0.40 ppm bulunmuştur. Her dört grupta da spermidin miktarı depolama süresince istatistiki olarak önemli düşüşler göstermiş ($p < 0.05$) olup duyuşal bozulmanın olduğu BBS grubunda 7. günde 69.10 ± 0.23 ppm, BBL grubunda 10. günde 81.04 ± 0.40 ppm, FBS grubunda 13. günde 48.07 ± 0.30 ppm ve son olarak FBL grubunda 15. gün 30.53 ± 0.46 ppm değerleri tespit edilmiştir.

Taze palamut örneğinin başlangıç spermin miktarı 1.44 ± 0.03 ppm bulunmuştur. Tüm analiz gruplarında depolamanın 2. günde spermin değerlerinde yükseliş görülmüş, ancak bu günden sonra depolama süresince düzensiz fakat önemli ($p < 0.05$) değişimler saptanmıştır. Spermin değerleri BBS grubunda duyuşal olarak bozulmanın görüldüğü 7.

gününde 10.85 ± 0.28 ppm, BBL grubunda 10. günde 11.29 ± 0.40 ppm, FBS grubunda 13. günde 16.06 ± 0.04 ppm ve FBL grubunda ise 15. günde 9.79 ± 0.09 ppm bulunmuştur.

Çalışmada yürütülen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 21 ve Şekil 12'de verilmiştir. Taze palamut örneğinde başlangıç toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri sayıları sırası ile 3.11 ± 0.08 ve 2.04 ± 0.06 log kob/g, toplam mezofil ve psikrofil histamin üreten bakteri sayıları ise 2.43 ± 0.09 ve 3.08 ± 0.16 log kob/g olarak bulunmuştur. BBS grubunda 2. gün toplam mezofilik ve psikrofilik toplam aerobik bakteri sayıları sırasıyla, 3.36 ± 0.10 ve 2.23 ± 0.12 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince özellikle psikrofilik bakteri sayısında istatistiki açıdan önemli artışlar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Bu grupta depolama süresince duyuşal bozulmanın gözlendiği 7. gününde toplam mezofilik bakteri sayısı 6.41 ± 0.24 log kob/g olarak tespit edilmiş ve aynı günde toplam psikrofilik bakteri sayısı ise 5.65 ± 0.10 log kob/g olarak belirlenmiştir. BBS grubunda toplam mezofil ve psikrofil histamin üreten bakteri sayısı 2. günde sırası ile 3.15 ± 0.12 ve 3.43 ± 0.10 log kob/g olarak bulunmuştur. Özellikle psikrofil histamin üreten bakteri sayılarında istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) artışlar görülmüş ve depolamanın 7. gününde sırasıyla 3.43 ± 0.14 ve 4.53 ± 0.12 log kob/g olduğu belirlenmiştir. Bu grupta toplam mezofil histamin üreten bakteri sayıları hariç elde edilen verilerin zamana bağı ve gruplar arası değişimlerin istatistiki açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). BBL grubunda 2. günde toplam mezofilik ve psikrofilik aerob bakteri sayıları sırası ile 3.30 ± 0.12 ve 2.08 ± 0.18 log kob/g, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayıları ise 2.50 ± 0.16 ve 3.30 ± 0.12 log kob/g olarak bulunmuştur. Bu değerler depolamanın 10. gününde sırasıyla 4.36 ± 0.26 , 5.08 ± 0.20 , 4.68 ± 0.22 ve 4.72 ± 0.26 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu grupta toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam mezofilik histamin üreten bakteri sayılarında 4. günden sonra, psikrofil bakteri sayılarının ise tümünde tespit edilen günlük değişimler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). FBS grubunda 2. günde BBL grubuna benzer şekilde toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayıları tespit edilmesine rağmen, toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri ve toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri sayılarının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu değerler depolamanın 13. gününde sırasıyla 6.41 ± 0.18 , 7.28 ± 0.18 , 6.58 ± 0.24 ve 7.57 ± 0.14 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu grupta toplam aerobik mezofilik bakteri ve toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri sayılarındaki ilk on günlük değişim istatistikî olarak önemli ($p < 0.05$) bulunurken, bu günden sonraki değişimlerin önemsiz olduğu gözlenmiştir.

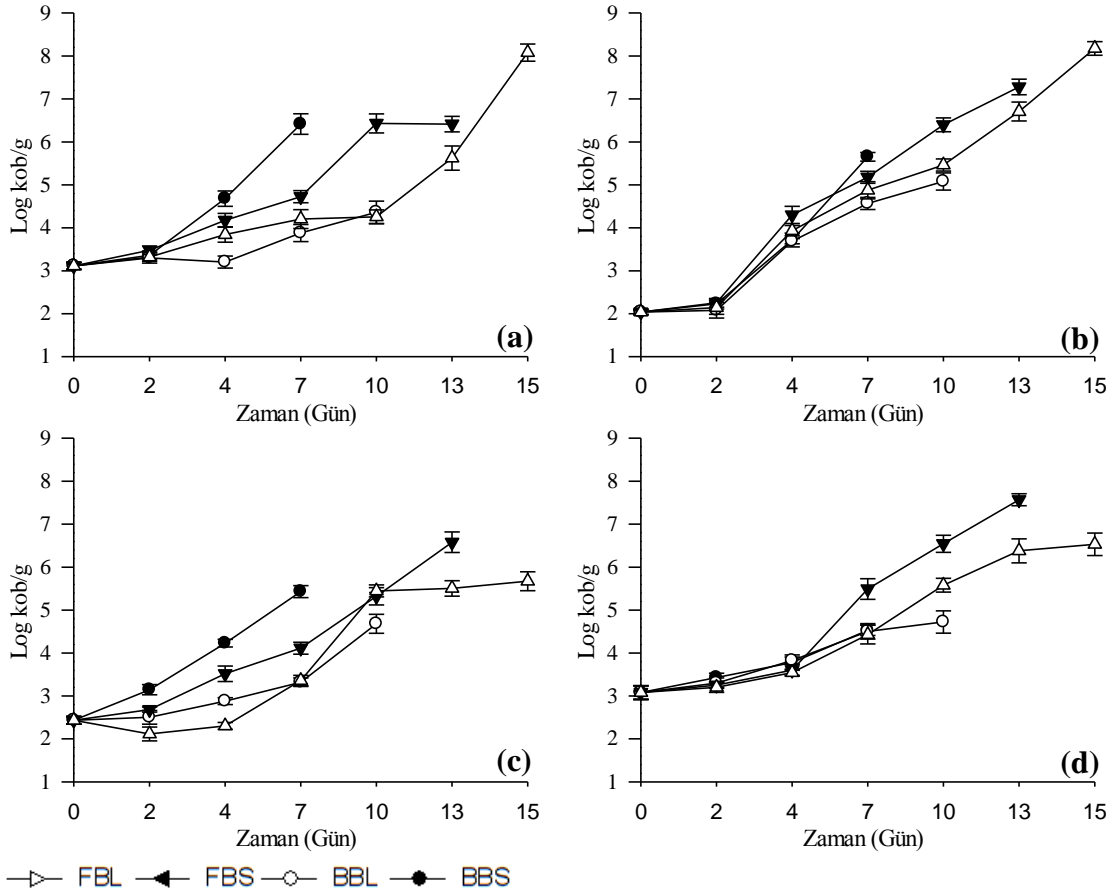
Tablo 21. Buzdolabında farklı koşullarda depolanan bütün ve fileto palamut örneklerindeki mikrobiyolojik değişimler

Gün	Örnek Cinsi	Toplam Aerobik Bakteri (log kob/g)		Toplam Aerobik Histamin Üreten Bakteri (log kob/g)	
		Mezofil	Psikrofil	Mezofil	Psikrofil
0	Taze Palamut	3.11±0.08	2.04±0.06	2.43±0.09	3.08±0.16
2	BBS	3.36±0.10 ^a _A	2.23±0.12 ^a _A	3.15±0.12 ^a _A	3.43±0.10 ^a _A
	BBL	3.30±0.12 ^a _A	2.08±0.18 ^a _A	2.50±0.16 ^b _A	3.30±0.12 ^a _A
	FBS	3.48±0.10 ^a _A	2.26±0.10 ^a _A	3.23±0.06 ^a _A	3.26±0.06 ^a _A
	FBL	3.32±0.10 ^a _A	2.15±0.16 ^a _A	2.11±0.16 ^c _A	3.20±0.12 ^a _A
4	BBS	4.68±0.18 ^a _B	3.72±0.16 ^a _B	3.23±0.09 ^a _A	3.78±0.18 ^a _B
	BBL	3.20±0.14 ^b _A	3.69±0.06 ^a _B	2.88±0.08 ^b _A	3.83±0.08 ^a _B
	FBS	4.18±0.16 ^c _B	4.30±0.20 ^b _B	4.52±0.18 ^c _B	3.60±0.12 ^b _B
	FBL	3.85±0.18 ^d _B	3.93±0.12 ^c _B	2.30±0.08 ^d _A	3.55±0.08 ^b _B
7	BBS	6.41±0.24 ^a _C	5.65±0.10 ^a _C	3.43±0.14 ^a _A	4.53±0.12 ^a _C
	BBL	3.88±0.20 ^b _B	4.57±0.14 ^b _C	3.32±0.10 ^a _B	4.51±0.18 ^a _C
	FBS	4.72±0.14 ^a _C	5.18±0.14 ^c _C	5.11±0.14 ^b _C	5.49±0.24 ^b _C
	FBL	4.20±0.22 ^d _C	4.88±0.20 ^d _C	3.36±0.12 ^a _B	4.43±0.22 ^a _C
10	BBL	4.36±0.26 ^a _C	5.08±0.20 ^a _D	4.68±0.22 ^a _C	4.72±0.26 ^a _C
	FBS	6.43±0.22 ^b _D	6.40±0.16 ^b _D	6.32±0.20 ^b _D	6.54±0.20 ^b _D
	FBL	4.26±0.16 ^a _C	5.46±0.14 ^c _D	5.45±0.14 ^c _C	5.58±0.16 ^c _D
13	FBS	6.41±0.18 ^a _D	7.28±0.18 ^a _E	6.58±0.24 ^a _D	7.57±0.14 ^a _E
	FBL	5.62±0.28 ^b _D	6.71±0.22 ^b _E	5.51±0.18 ^b _C	6.38±0.28 ^b _E
15	FBL	8.08±0.20 _E	8.18±0.16 _F	5.67±0.22 _C	6.53±0.26 _E

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto balık buzsuz depolama, FBL: Fileto balık buzlu depolama

Toplam aerobik psikrofilik bakteri ve toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri sayılarında depolamaya bağlı günlük değişimler ise istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). FBL grubunda 2. günde toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri sayıları sırası ile 3.32±0.10 ve 2.15±0.16 log kob/g, toplam mezofilik ve psikrofilik histamin üreten bakteri sayıları ise 2.11±0.16 ve 3.20±0.12 log kob/g olarak bulunmuştur. Bu değerler 15. günde sırası ile 8.08±0.20, 8.18±0.16, 5.67±0.22 ve 6.53±0.26 log kob/g olarak tespit edilmiştir. FBL grubunda toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri sayılarında 7. ve 10. günlerdeki değişimler hariç, toplam aerobik psikrofilik histamin

üreten bakteri sayılarında günlük değişim, toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri miktarında 10. güne kadar olan değişimler ve toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri miktarındaki 13. güne kadar gözlenen değişimler istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



a: Toplam aerobik mezofilik bakteri, b: Toplam aerobik psikrofilik bakteri, c: Toplam aerobik mezofilik histamin üreten bakteri, d: Toplam aerobik psikrofilik histamin üreten bakteri, BBS: Temizlenmemiş bütün balık buzsuz depolama, BBL: Temizlenmemiş bütün balık buzlu depolama, FBS: Fileto balık buzsuz depolama, FBL: Fileto balık buzlu depolama.

Şekil 12. Fileto ve bütün palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki mikrobiyolojik değişimler

3.3. Hamsi Balığının Salamura ve Kuru Tuzlama Yöntemleriyle Tuzlanarak Oda ve Buzdolabı Koşullarında Depolanması

3.3.1. Duyusal Özelliklerdeki Değişimler

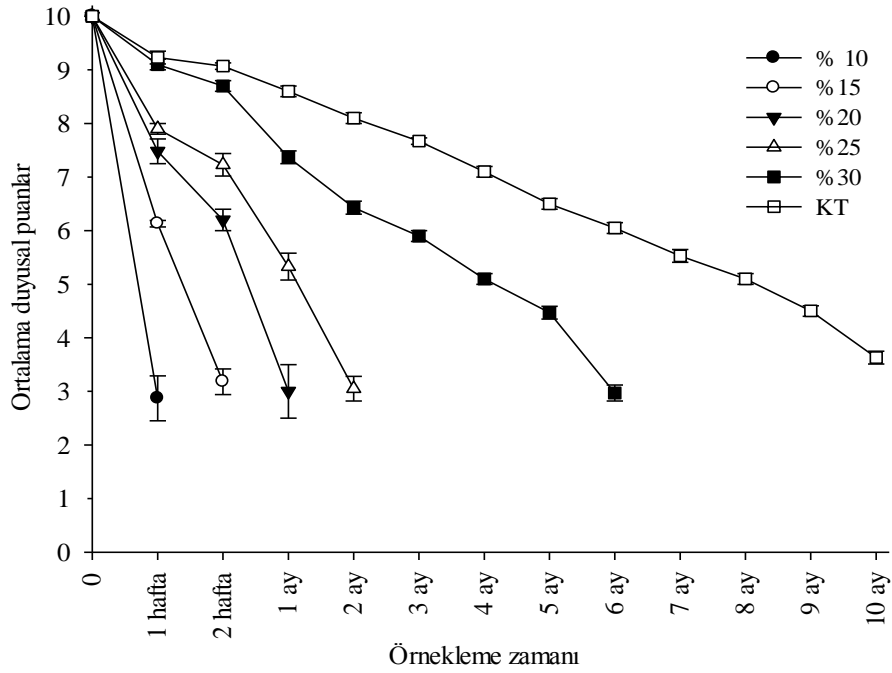
Farklı oranlardaki tuz konsantrasyonlarıyla hazırlanmış salamura çözeltisi ve doğrudan kuru tuzlama yöntemleriyle tuzlandıktan sonra oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsilerin görünüş, koku ve doku kriterlerine göre elde edilen duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 22 ve 23 ile Şekil 13 ve 14'te verilmiştir. Tuzlanmış hamsi örneklerinde henüz olgunlaşma gerçekleşmediği için başlangıç değeri olarak tüm gruplar 10.00 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Gruplarda depolama sürecinin başlamasıyla ilk haftadan itibaren zaman artışına bağlı olarak duyusal değerlendirme puanlarında istatistiki açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir ($p<0.05$). Duyusal puanlara göre ürünlerdeki bozulma %10 ve 15 salamura gruplarında sırasıyla 1. ve 2. haftalarda, %20, 25 ve 30 gruplarında ise sırasıyla 1., 2. ve 6. aylarda gerçekleşmiştir. Gruplarda bozulmanın olduğu zamanlarda ortalama duyusal puanlar %10'luk grup için 2.87, %15'lik grup için 3.18, %20'lik grup için 3.00, %25'lik grup için 3.05 ve %30'luk grup için 2.97 olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplarda depolama süresinin artışına paralel olarak görünüş, doku, koku ve ortalama duyusal puan değerlerinde istatistiki açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir ($p<0.05$). Aynı şekilde gruplar arasında aynı örnekleme zamanlarında elde edilen puanlardaki değişim istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Kuru tuzlanmış örnekler ise duyusal yönden en beğenilen ve en uzun süre raf ömrüne sahip olan grup olmuştur. Bu gruba ait örneklerin birinci haftadaki ortalama duyusal puanı 9.23 olarak tespit edilirken depolama süresinin artışına bağlı olarak 2. haftadan itibaren aldığı duyusal puanlarda istatistiki açıdan önemli azalma gözlenmiş olup ($p<0.05$), 10. ay sonunda 3.63 puan alarak duyusal yönden bozulduğu tespit edilmiştir.

Tablo 22. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin oda koşullarındaki muhafazası esnasındaki duyuusal parametrelerin puansal değişimleri

Zaman	Örnek Cinsi	Görünüş	Koku	Doku	Ortalama
Başlangıç		10.00	10.00	10.00	10.00
1. Hafta	%10	3.00±0.25 ^a _A	3.20±0.70 ^a _A	2.40±0.30 ^a _A	2.87±0.42 ^a _A
	%15	6.10±0.25 ^b _A	6.20±0.40 ^b _A	6.10±0.35 ^b _A	6.13±0.06 ^b _A
	%20	7.50±0.30 ^c _A	7.70±0.40 ^c _A	7.25±0.50 ^c _A	7.48±0.23 ^c _A
	%25	8.00±0.46 ^d _A	7.80±0.44 ^d _A	7.90±0.26 ^d _A	7.90±0.10 ^d _A
	%30	9.10±0.22 ^e _A	9.20±0.18 ^e _A	9.00±0.26 ^e _A	9.10±0.10 ^e _A
	KT	9.30±0.10 ^e _A	9.10±0.38 ^e _A	9.30±0.20 ^e _A	*9.23±0.12 ^e _A
2. Hafta	%15	3.45±0.35 ^a _B	3.00±0.30 ^a _B	3.10±0.40 ^a _B	3.18±0.24 ^a _B
	%20	6.00±0.40 ^b _B	6.20±0.38 ^b _B	6.40±0.20 ^b _B	6.20±0.20 ^b _B
	%25	7.30±0.34 ^c _B	7.00±0.40 ^c _B	7.40±0.60 ^c _B	7.23±0.21 ^c _B
	%30	8.80±0.30 ^d _{AB}	8.60±0.18 ^d _B	8.70±0.16 ^d _B	8.70±0.10 ^d _B
	KT	9.10±0.18 ^d _A	9.00±0.28 ^e _A	9.10±0.10 ^e _A	*9.07±0.06 ^e _A
1. Ay	%20	2.50±0.35 ^a _C	3.00±0.45 ^a _C	3.50±0.55 ^a _C	3.00±0.50 ^a _C
	%25	5.10±0.35 ^b _C	5.60±0.65 ^b _C	5.30±0.25 ^b _C	5.33±0.25 ^b _C
	%30	7.50±0.10 ^c _C	7.30±0.08 ^c _C	7.30±0.26 ^c _C	7.37±0.12 ^c _C
	KT	8.50±0.18 ^d _B	8.60±0.32 ^d _B	8.70±0.28 ^d _B	*8.60±0.10 ^d _B
2. Ay	%25	3.25±0.46 ^a _D	3.10±0.48 ^a _D	2.80±0.28 ^a _D	3.05±0.23 ^a _D
	%30	6.50±0.16 ^b _D	6.30±0.28 ^b _D	6.50±0.22 ^b _D	6.43±0.12 ^b _D
	KT	8.00±0.18 ^c _C	8.10±0.12 ^c _C	8.20±0.10 ^c _C	*8.10±0.10 ^c _C
3. Ay	%30	5.80±0.32 ^a _E	5.70±0.10 ^a _E	5.90±0.24 ^a _E	5.90±0.10 ^a _E
	KT	7.70±0.08 ^b _D	7.60±0.22 ^b _D	7.70±0.18 ^b _D	*7.67±0.06 ^b _D
4. Ay	%30	5.20±0.12 ^a _F	5.10±0.26 ^a _F	5.00±0.22 ^a _F	5.10±0.10 ^a _F
	KT	7.10±0.14 ^b _E	7.20±0.20 ^b _E	7.00±0.12 ^b _E	7.10±0.10 ^b _E
5. Ay	%30	4.60±0.38 ^a _G	4.40±0.32 ^a _G	4.40±0.38 ^a _G	4.47±0.12 ^a _G
	KT	6.60±0.16 ^b _F	6.40±0.10 ^b _F	6.50±0.22 ^b _F	6.50±0.10 ^b _F
6. Ay	%30	2.80±0.28 ^a _H	3.10±0.30 ^a _H	3.00±0.16 ^a _H	2.97±0.15 ^a _H
	KT	6.10±0.18 ^b _G	6.10±0.16 ^b _G	6.00±0.06 ^b _G	6.05±0.10 ^b _G
7. Ay	KT	5.60±0.12 _H	5.40±0.10 _H	5.60±0.22 _H	5.53±0.12 _H
8. Ay	KT	5.10±0.10 _I	5.20±0.14 _I	5.00±0.08 _I	5.10±0.10 _I
9. Ay	KT	4.50±0.28 _I	4.60±0.38 _I	4.40±0.30 _I	4.50±0.10 _I
10. Ay	KT	3.70±0.40 _J	3.50±0.18 _J	3.70±0.36 _J	3.63±0.12 _J

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$), *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).



Şekil 13. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin oda koşullarındaki muhafazası esnasındaki duyuşsal parametrelerin puansal değişimleri

Buzdolabı koşullarında depolanan örnekler oda koşullarında depolananlara nazaran daha fazla beğenilmiş ve aynı şekilde duyuşsal açıdan raf ömürlerinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Duyusal puanlara göre %10, 15, 20, 25 ve 30 gruplarına ait salamura örnekler sırasıyla, 2. hafta, 2., 5., 6. ve 10. aylarda bozulmuşlardır. Bozulmanın olduğu zamanlara ait ortalama duyuşsal puanlama sonucunda %10'luk grup için 3.23, %15'lik grup için 2.17, %20'lik grup için 3.33, %25'lik grup için 2.70 ve %30'luk grup için 3.50 değerleri tespit edilmiştir. Tüm gruplarda depolama süresinin artışına paralel olarak görünüş, doku, koku ve ortalama duyuşsal puan değerlerinde istatistiki açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir ($p<0.05$). Aynı şekilde gruplar arasında aynı örnekleme zamanlarında elde edilen puanlardaki değişim istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Buzdolabı koşullarında depolanan kuru tuzlanmış örnek grubunun her iki depolama koşulunda muhafaza edilen gruplar arasında duyuşsal açıdan en uzun raf ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu grupta bozulma 11. ayda gerçekleşmiş olup bu ay sonundaki duyuşsal değerlendirme puanı 2.47 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince 2. hafta ve 1. aydaki değişimler hariç diğer örnekleme zamanında elde edilen puanlar istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 23. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsilerin buzdolabı ortamındaki muhafazası esnasındaki duyuşal parametrelerin puansal değişimleri

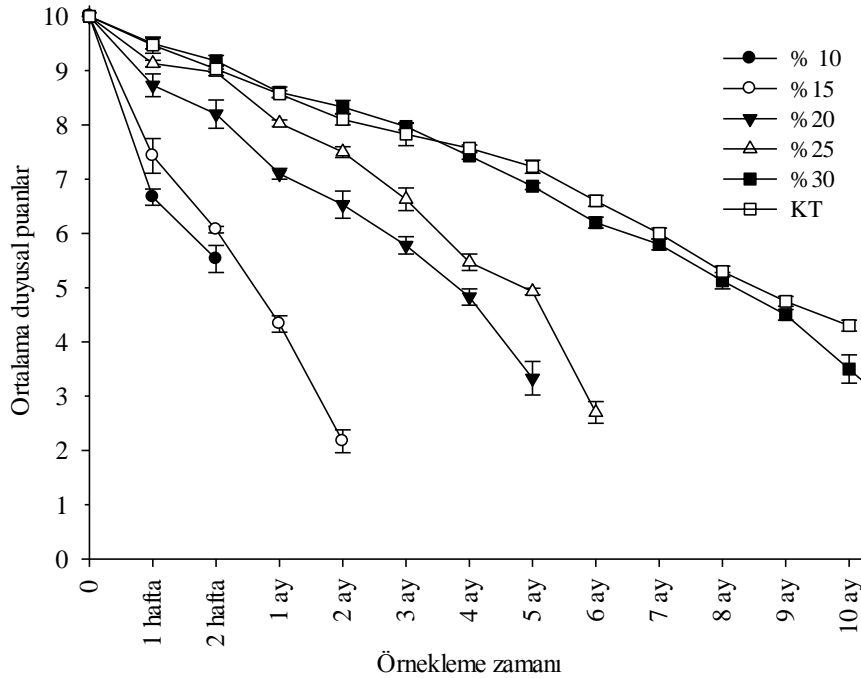
Zaman	Örnek Cinsi	Görünüş	Koku	Doku	Ortalama
Başlangıç		10.00	10.00	10.00	10.00
1. Hafta	%10	6.70±0.28 ^a _A	6.80±0.48 ^a _A	6.50±0.38 ^a _A	6.67±0.15 ^a _A
	%15	7.20±0.40 ^b _A	7.30±0.30 ^b _A	7.80±0.38 ^b _A	7.43±0.32 ^b _A
	%20	8.80±0.14 ^c _A	8.50±0.20 ^c _A	8.90±0.30 ^c _A	8.73±0.21 ^c _A
	%25	9.20±0.25 ^d _A	9.10±0.38 ^d _A	9.10±0.32 ^c _A	9.13±0.06 ^d _A
	%30	9.60±0.15 ^d _A	9.40±0.35 ^d _A	9.50±0.45 ^c _A	9.50±0.10 ^d _A
	KT	9.50±0.25 ^d _A	9.30±0.15 ^d _A	9.60±0.25 ^c _A	*9.47±0.15 ^d _A
2. Hafta	%10	3.30±0.60 ^a _B	3.30±0.35 ^a _B	3.10±0.55 ^a _B	3.23±0.12 ^a _B
	%15	6.10±0.55 ^b _B	6.00±0.80 ^b _B	6.10±0.35 ^b _B	6.07±0.06 ^b _B
	%20	8.50±0.22 ^c _A	8.00±0.18 ^c _B	8.10±0.30 ^c _B	8.20±0.26 ^c _B
	%25	9.00±0.20 ^d _A	9.00±0.38 ^d _A	8.90±0.20 ^d _A	8.97±0.06 ^d _B
	%30	9.30±0.48 ^d _A	9.10±0.28 ^d _A	9.15±0.22 ^d _A	9.18±0.10 ^d _B
	KT	9.10±0.28 ^d _A	9.00±0.18 ^d _A	9.00±0.32 ^d _A	*9.03±0.06 ^d _B
1. Ay	%15	4.50±0.35 ^a _C	4.20±0.20 ^a _C	4.30±0.15 ^a _D	4.33±0.15 ^a _D
	%20	7.00±0.20 ^b _C	7.10±0.28 ^b _C	7.20±0.28 ^b _C	7.10±0.10 ^b _D
	%25	8.00±0.25 ^c _C	8.10±0.25 ^c _B	8.00±0.15 ^c _C	8.03±0.06 ^c _D
	%30	8.70±0.25 ^d _B	8.50±0.15 ^d _B	8.60±0.25 ^d _B	8.60±0.10 ^d _C
	KT	8.60±0.15 ^d _B	8.60±0.35 ^d _B	8.50±0.25 ^d _B	*8.57±0.06 ^d _C
2. Ay	%15	2.40±0.15 ^a _D	2.00±0.20 ^a _D	2.10±0.25 ^a _E	2.17±0.21 ^a _E
	%20	6.30±0.25 ^b _D	6.80±0.15 ^b _C	6.50±0.30 ^b _D	6.53±0.25 ^b _E
	%25	7.50±0.15 ^c _D	7.60±0.25 ^c _C	7.40±0.20 ^c _D	7.50±0.10 ^c _E
	%30	8.40±0.28 ^d _C	8.20±0.32 ^d _{BC}	8.40±0.20 ^d _B	8.33±0.12 ^d _D
	KT	8.00±0.18 ^d _C	8.10±0.22 ^d _{CD}	8.20±0.28 ^d _{BC}	*8.10±0.10 ^d _D
3. Ay	%20	5.60±0.35 ^a _E	5.90±0.45 ^a _D	5.85±0.32 ^a _E	5.78±0.16 ^a _F
	%25	6.40±0.15 ^b _E	6.80±0.25 ^b _D	6.70±0.20 ^b _E	6.63±0.21 ^b _F
	%30	8.20±0.35 ^c _{CD}	7.90±0.25 ^c _{CD}	8.00±0.30 ^c _{BC}	7.97±0.06 ^c _E
	KT	7.60±0.25 ^c _D	7.90±0.15 ^c _D	8.00±0.22 ^c _C	*7.83±0.21 ^c _{DE}
4. Ay	%20	4.70±0.20 ^a _F	4.80±0.32 ^a _F	5.00±0.50 ^a _F	4.83±0.15 ^a _G
	%25	5.30±0.35 ^b _F	5.60±0.55 ^b _E	5.50±0.35 ^a _F	5.47±0.15 ^b _G
	%30	7.50±0.55 ^c _D	7.40±0.25 ^c _D	7.40±0.35 ^b _C	7.43±0.06 ^c _F
	KT	7.50±0.25 ^c _D	7.60±0.15 ^c _{DE}	7.60±0.35 ^b _D	7.57±0.06 ^c _E
5. Ay	%20	3.40±0.40 ^a _G	3.60±0.62 ^a _G	3.00±0.50 ^a _F	3.33±0.31 ^a _H
	%25	4.90±0.15 ^b _F	5.00±0.35 ^b _E	4.90±0.28 ^b _F	4.93±0.06 ^b _H
	%30	6.90±0.30 ^c _{DE}	6.80±0.28 ^c _{DE}	6.90±0.35 ^c _{CD}	6.87±0.06 ^c _H
	KT	7.10±0.15 ^c _E	7.30±0.35 ^d _E	7.30±0.15 ^d _E	7.23±0.12 ^d _F
6. Ay	%25	2.90±0.25 ^a _G	2.50±0.18 ^a _F	2.70±0.35 ^a _G	2.70±0.20 ^a _I
	%30	6.30±0.45 ^b _E	6.20±0.55 ^b _E	6.10±0.35 ^b _D	6.20±0.10 ^b _I
	KT	6.70±0.30 ^b _{EF}	6.60±0.45 ^b _{EF}	6.50±0.22 ^b _F	6.60±0.10 ^c _G

Tablo 23'ün devamı

7. Ay	%30	5.90±0.38 ^a _E	5.80±0.45 ^a _E	5.70±0.35 ^a _{DE}	5.80±0.10 ^a _I
	KT	6.10±0.20 ^a _F	6.00±0.35 ^a _F	5.90±0.15 ^a _G	6.00±0.10 ^a _H
8. Ay	%30	5.10±0.25 ^a _F	5.30±0.35 ^a _F	5.00±0.25 ^a _F	5.13±0.15 ^a _J
	KT	5.40±0.28 ^a _G	5.40±0.28 ^a _G	5.40±0.12 ^a _G	5.40±0.10 ^a _I
9. Ay	%30	4.50±0.35 ^a _G	4.60±0.25 ^a _G	4.40±0.15 ^a _G	4.50±0.10 ^a _K
	KT	4.70±0.22 ^a _{GH}	4.85±0.28 ^a _H	4.70±0.36 ^a _H	4.75±0.09 ^a _I
10. Ay	%30	3.20±0.45 ^a _H	3.70±0.35 ^a _H	3.60±0.25 ^a _H	3.50±0.26 ^a _L
	KT	4.20±0.35 ^b _H	4.30±0.25 ^b _I	4.40±0.15 ^b _{HI}	4.30±0.10 ^b _J
11. Ay	KT	2.10±0.25 _I	2.70±0.55 _I	2.60±0.55 _I	2.47±0.32 _K

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p < 0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p < 0.05$, *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistiki karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistiki açıdan fark olduğunu belirtir ($p < 0.05$).

Kuru tuzlanmış grupta depolama boyunca elde edilen puanlar %30'luk salamura ile tuzlanan grubun puanlarıyla istatistiki olarak karşılaştırıldığında 5., 6. ve 10. aylar hariç farkın önemsiz, diğer gruplarla karşılaştırıldığında ise tüm aylarda önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 14. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin buzdolabı ortamındaki muhafazası esnasındaki duyuşsal parametrelerin puansal değişimleri

Aynı tuz konsantrasyonu ile tuzlandıktan sonra oda ve buzdolabı koşullarında depolanan grupların depolama boyunca aynı örnekleme zamanında aldıkları ortalama duyusal puanlar istatistiki açıdan karşılaştırıldığında kuru tuzlanmış gruplarda ilk üç ay hariç tüm gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

3.3.2. Yüzde Su, Tuz ve WPS, pH ve Su Aktivitesi Parametrelerindeki Değişimler

Salamura ve kuru tuzlama yöntemiyle tuzlanıp oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsi örneklerine ait % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w analizlerinin sonuçları Tablo 24-25 ve Şekil 15'te verilmiştir. Taze hamsinin % su, % tuz, % WPS, pH, a_w değerleri sırası ile 76.12, 0.78, 1.04, 6.38 ve 0.996 olarak gözlenmiştir. Oda koşullarında depolanan gruplara uygulanan tuz miktarının artışıyla ters orantılı olarak bütün gruplarda ilk iki hafta % su miktarlarında istatistiki olarak önemli düşüşler tespit edilmiş ($p<0.05$), ikinci haftadan sonra ise elde edilen değerler bütün gruplarda sabit bir seyir göstermiştir. Oda koşullarında depolanan örneklerde en yüksek % su miktarı %10'luk salamura ile tuzlanan grupta birinci haftada %72.13 olarak belirlenirken en düşük ise kuru tuzlanmış grupta 5. ayda %50.42 olarak belirlenmiştir.

Oda sıcaklığında depolanan tuzlanmış hamsi örneklerinde depolamanın birinci aya kadar balık etine tuz geçişi devam etmiş ve bu andan itibaren düzensiz artış ve azalmalar gözlenmiştir. Gruplar arasında kullanılan tuz miktarı ve yöntemine göre farklılıklar gözlenmiş olup beklenildiği üzere en düşük tuz miktarı %10'luk salamura grubunda birinci haftada %4.53 olarak tespit edilirken en yüksek değer kuru tuzlanmış grupta 1. ayda %20.58 olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplarda tuz miktarlarında depolama süresine bağlı değişim sadece birinci aya kadar olan sürede istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). Grupların % WPS miktarları da % tuz miktarındaki değişime benzer bir eğilim göstermiştir. Su fazlı tuz miktarları tuz oranının artışına bağlı istatistiki açıdan önemli bir ölçüde yükselmiştir ($p<0.05$). Salamura örneklerinde %10'luk grupta 1 haftada %5.91, %30'luk salamura ve kuru tuzlanmış gruplarında 6. ay sırası ile %23.59 ve 29.77 değerleri bulunmuştur. Oda koşullarında depolanan grupların pH değerlerinde %10'luk salamura grubu hariç diğer gruplarda istatistiki açıdan önemli düşüşler görülmüştür ($p<0.05$). Salamura örneklerin %10'luk grubunda ise 1. haftada bozulmaya bağlı olarak pH'daki hızlı bir yükselişle 7.42 değeri tespit edilmiştir.

Tablo 24. Oda sıcaklığında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler

Zaman	Örn. Cinsi	%			pH	a_w
		Su	Tuz	WPS		
0	Taze Ham	76.12±0.26	0.78±0.06	1.04±0.08	6.38±0.02	0.996±0.001
1. Hafta	%10	72.13±0.21 ^a _A	4.53±0.08 ^a _A	5.91±0.10 ^a _A	7.42±0.06 ^a _A	0.982±0.001 ^a _A
	%15	71.16±0.14 ^b _A	6.12±0.06 ^b _A	7.91±0.12 ^b _A	6.32±0.02 ^b _A	0.964±0.001 ^b _A
	%20	70.86±0.08 ^c _A	7.88±0.04 ^c _A	10.01±0.06 ^c _A	6.30±0.04 ^b _A	0.952±0.001 ^c _A
	%25	69.12±0.15 ^d _A	8.23±0.12 ^d _A	10.63±0.14 ^d _A	6.20±0.02 ^c _A	0.928±0.000 ^d _A
	%30	64.36±0.09 ^e _A	10.62±0.16 ^e _A	14.16±0.12 ^e _A	*6.06±0.03 ^d _A	0.886±0.002 ^e _A
	KT	59.18±0.22 ^f _A	12.86±0.10 ^f _A	17.85±0.16 ^f _A	*6.08±0.04 ^d _A	0.774±0.001 ^f _A
2. Hafta	%15	69.36±0.09 ^a _B	8.48±0.04 ^a _B	10.89±0.09 ^a _B	6.74±0.04 ^a _B	0.930±0.001 ^a _B
	%20	68.12±0.10 ^b _B	10.36±0.18 ^b _B	13.20±0.10 ^b _B	6.58±0.02 ^b _B	0.920±0.002 ^b _B
	%25	65.28±0.18 ^c _B	12.62±0.07 ^c _B	16.20±0.06 ^c _B	6.22±0.02 ^c _A	0.890±0.000 ^c _B
	%30	62.24±0.16 ^d _B	16.88±0.04 ^d _B	21.33±0.08 ^d _B	6.17±0.01 ^d _B	0.853±0.001 ^d _B
	KT	54.88±0.18 ^e _B	18.02±0.08 ^e _B	24.72±0.06 ^e _B	6.12±0.02 ^e _B	0.764±0.002 ^e _B
1. Ay	%20	69.75±0.18 ^a _C	11.50±0.06 ^a _C	14.15±0.18 ^a _C	6.93±0.02 ^a _C	0.911±0.002 ^a _C
	%25	64.71±0.24 ^b _C	13.82±0.05 ^b _C	17.38±0.20 ^b _C	6.50±0.01 ^b _B	0.882±0.001 ^b _C
	%30	58.10±0.24 ^c _C	18.12±0.04 ^c _C	23.77±0.12 ^c _C	*6.11±0.02 ^c _C	0.838±0.000 ^c _C
	KT	51.48±0.23 ^d _C	21.86±0.14 ^d _C	29.81±0.14 ^d _C	6.06±0.02 ^d _A	0.752±0.001 ^d _C
2. Ay	%25	63.48±0.14 ^a _D	14.44±0.04 ^a _D	18.53±0.08 ^a _D	6.86±0.04 ^a _C	0.878±0.001 ^a _D
	%30	58.12±0.14 ^b _C	18.32±0.18 ^b _C	23.97±0.06 ^b _C	*6.08±0.02 ^b _A	0.830±0.001 ^b _D
	KT	51.02±0.09 ^c _D	21.12±0.10 ^c _D	29.28±0.09 ^c _C	*6.00±0.01 ^c _C	0.750±0.000 ^c _D
3. Ay	%30	57.86±0.10 ^a _E	18.56±0.06 ^a _D	24.29±0.16 ^a _D	6.14±0.03 ^a _C	0.831±0.002 ^a _D
	KT	51.86±0.20 ^b _C	20.98±0.16 ^b _D	28.80±0.08 ^b _D	*6.02±0.01 ^b _C	0.748±0.001 ^b _E
4. Ay	%30	58.28±0.08 ^a _D	18.22±0.04 ^a _D	23.82±0.14 ^a _C	6.32±0.04 ^a _D	0.835±0.002 ^a _C
	KT	51.26±0.12 ^b _C	21.22±0.14 ^b _D	29.28±0.08 ^b _C	*6.08±0.03 ^b _A	0.747±0.001 ^b _E
5. Ay	%30	58.00±0.09 ^a _D	18.68±0.08 ^a _D	24.36±0.15 ^a _D	*6.47±0.03 ^a _E	0.838±0.000 ^a _C
	KT	50.42±0.06 ^b _E	21.90±0.12 ^b _C	30.28±0.18 ^b _C	*6.06±0.02 ^b _A	0.749±0.000 ^b _D
6. ay	%30	58.36±0.10 ^a _D	18.02±0.09 ^a _D	23.59±0.10 ^a _C	6.76±0.04 ^a _F	0.840±0.001 ^a _E
	KT	50.62±0.08 ^b _E	21.46±0.15 ^b _D	29.77±0.22 ^b _C	6.10±0.04 ^b _B	0.752±0.001 ^b _C
7. Ay	KT	51.82±0.10 _C	20.66±0.10 _D	28.50±0.15 _D	6.12±0.03 _B	0.755±0.001 _E
8. Ay	KT	51.02±0.08 _C	21.06±0.08 _D	29.22±0.16 _C	6.18±0.02 _C	0.753±0.001 _C
9. Ay	KT	51.62±0.12 _C	20.94±0.10 _D	28.86±0.12 _D	*6.24±0.02 _D	0.755±0.001 _C
10. Ay	KT	52.02±0.28 _C	20.58±0.12 _D	28.35±0.20 _D	6.38±0.04 _E	0.758±0.001 _E

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a.b.c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A.B.C.D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$), *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Depolamanın 2. haftasından itibaren pH değerinde düşme görülen gruplardaki düşük tuz içeriğine sahip olanların bozulmaya başlaması ile birlikte pH değerleri tekrar yükselise geçmiştir. Ancak kuru tuzlanmış grupta 7. aya kadar düzensiz artış ve azalışlardan sonra depolamanın sonuncu ayında 6.38 değeri tespit edilmiştir.

Tablo 25. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	%			pH	a_w
		Su	Tuz	WPS		
0	Taze Hamsi	76.12±0.26	0.78±0.06	1.04±0.08	6.38±0.02	0.996±0.001
1. Hafta	%10	74.56±0.34 ^a _A	4.17±0.12 ^a _A	5.30±0.23 ^a _A	6.22±0.03 ^a _A	0.989±0.001 ^a _A
	%15	72.46±0.14 ^b _A	4.80±0.08 ^b _A	6.21±0.11 ^b _A	6.17±0.03 ^b _A	0.970±0.000 ^b _A
	%20	71.38±0.12 ^c _A	6.92±0.18 ^c _A	8.85±0.07 ^c _A	6.16±0.01 ^b _A	0.964±0.002 ^c _A
	%25	70.08±0.07 ^d _A	7.30±0.05 ^d _A	9.43±0.06 ^d _A	6.12±0.02 ^c _A	0.932±0.001 ^d _A
	%30	66.80±0.20 ^e _A	8.89±0.15 ^e _A	11.74±0.18 ^e _A	*6.06±0.03 ^d _A	0.902±0.001 ^e _A
	KT	63.85±0.24 ^f _A	10.62±0.17 ^f _A	14.40±0.21 ^f _A	*6.02±0.02 ^d _A	0.805±0.001 ^f _A
2. Hafta	%10	73.78±0.15 ^a _B	6.05±0.06 ^a _B	7.58±0.11 ^a _B	6.64±0.04 ^a _B	0.950±0.001 ^a _B
	%15	71.29±0.24 ^b _B	7.15±0.10 ^b _B	9.12±0.17 ^b _B	6.27±0.02 ^b _B	0.947±0.001 ^b _B
	%20	69.48±0.12 ^c _B	10.02±0.04 ^c _B	12.60±0.08 ^c _B	6.20±0.02 ^c _B	0.938±0.000 ^c _B
	%25	68.05±0.21 ^d _B	10.22±0.08 ^d _B	13.06±0.15 ^d _B	6.16±0.04 ^d _A	0.932±0.001 ^d _B
	%30	64.13±0.36 ^e _B	14.28±0.14 ^e _B	18.21±0.25 ^e _B	6.11±0.03 ^e _B	0.870±0.001 ^e _B
	KT	56.23±0.20 ^f _B	16.73±0.20 ^f _B	22.97±0.20 ^f _B	6.04±0.04 ^f _A	0.778±0.002 ^f _B
1. Ay	%15	69.12±0.21 ^a _C	9.65±0.04 ^a _C	12.25±0.13 ^a _C	6.35±0.05 ^a _C	0.930±0.001 ^a _C
	%20	67.92±0.23 ^b _C	12.01±0.06 ^b _C	15.03±0.15 ^b _C	6.17±0.03 ^b _A	0.903±0.002 ^b _C
	%25	65.63±0.10 ^c _C	14.80±0.06 ^c _C	18.40±0.08 ^c _C	6.14±0.02 ^c _A	0.890±0.001 ^c _C
	%30	61.30±0.17 ^d _C	17.32±0.10 ^d _C	22.03±0.14 ^d _C	*6.12±0.04 ^b _B	0.849±0.000 ^d _C
	KT	53.72±0.12 ^e _C	20.50±0.09 ^e _C	27.62±0.11 ^e _C	6.01±0.02 ^d _A	0.767±0.001 ^e _C
2. Ay	%15	69.05±0.07 ^a _C	10.21±0.14 ^a _D	12.88±0.11 ^a _D	6.79±0.02 ^a _D	0.926±0.001 ^a _D
	%20	67.35±0.27 ^b _C	13.02±0.09 ^b _D	16.20±0.18 ^b _D	6.48±0.04 ^b _C	0.889±0.000 ^b _D
	%25	65.32±0.14 ^c _C	14.78±0.16 ^c _C	18.25±0.15 ^c _C	6.24±0.02 ^c _B	0.864±0.001 ^c _D
	%30	61.02±0.09 ^d _C	17.42±0.12 ^d _C	22.19±0.11 ^d _C	*6.08±0.02 ^d _A	0.848±0.001 ^d _C
	KT	54.45±0.16 ^e _D	19.38±0.25 ^e _D	26.25±0.21 ^e _D	*6.02±0.01 ^e _A	0.769±0.001 ^e _C
3. Ay	%20	67.02±0.19 ^a _D	13.47±0.09 ^a _E	16.73±0.14 ^a _E	6.59±0.04 ^a _D	0.880±0.002 ^a _E
	%25	64.86±0.13 ^b _D	15.02±0.07 ^b _D	18.80±0.10 ^b _C	6.35±0.03 ^b _C	0.854±0.001 ^b _E
	%30	61.23±0.30 ^c _C	17.25±0.10 ^c _C	21.96±0.20 ^c _C	6.08±0.02 ^c _A	0.850±0.001 ^c _C
	KT	53.92±0.23 ^d _C	20.23±0.19 ^d _C	27.28±0.21 ^d _C	*6.04±0.05 ^c _A	0.765±0.001 ^d _C

Tablo 25'in devamı

4. Ay	%20	67.22±0.08 ^a _D	13.22±0.12 ^a _D	16.43±0.10 ^a _E	6.72±0.02 ^a _E	0.882±0.003 ^a _E
	%25	64.50±0.17 ^b _D	15.32±0.17 ^b _E	19.19±0.17 ^b _D	6.47±0.02 ^b _D	0.858±0.001 ^b _F
	%30	61.00±0.07 ^c _C	17.86±0.14 ^c _C	22.62±0.11 ^c _D	6.18±0.02 ^c _C	0.845±0.000 ^c _D
	KT	54.02±0.16 ^d _C	20.03±0.20 ^d _C	27.05±0.18 ^d _C	*6.07±0.01 ^d _B	0.766±0.002 ^d _C
5. Ay	%20	67.05±0.09 ^a _D	13.53±0.11 ^a _E	16.79±0.10 ^a _E	6.89±0.02 ^a _F	0.880±0.001 ^a _E
	%25	64.70±0.21 ^b _D	15.05±0.15 ^b _E	18.87±0.18 ^b _C	6.58±0.05 ^b _E	0.859±0.002 ^b _F
	%30	60.86±0.19 ^c _C	17.47±0.17 ^c _C	22.26±0.18 ^c _D	6.20±0.02 ^c _C	0.850±0.001 ^c _C
	KT	54.20±0.13 ^d _C	19.78±0.20 ^d _C	26.74±0.17 ^d _D	*6.08±0.01 ^d _B	0.768±0.001 ^d _C
6. Ay	%25	64.80±0.13 ^a _D	15.15±0.09 ^a _E	18.95±0.11 ^a _C	6.74±0.03 ^a _F	0.855±0.000 ^a _E
	%30	60.42±0.14 ^b _C	17.72±0.16 ^b _C	22.63±0.15 ^b _D	*6.24±0.02 ^b _C	0.847±0.002 ^b _C
	KT	53.86±0.10 ^c _C	20.32±0.08 ^c _C	27.39±0.09 ^c _C	6.11±0.01 ^c _C	0.765±0.001 ^c _C
7. Ay	%30	60.23±0.16 ^a _C	17.83±0.16 ^a _C	22.80±0.16 ^a _D	6.43±0.02 ^a _D	0.845±0.000 ^a _D
	KT	53.92±0.32 ^b _C	20.12±0.08 ^b _C	27.17±0.20 ^b _C	6.05±0.01 ^b _A	0.765±0.003 ^b _C
8. Ay	%30	61.20±0.19 ^a _C	17.57±0.07 ^a _C	22.23±0.13 ^a _D	6.50±0.02 ^a _E	0.848±0.002 ^a _C
	KT	54.45±0.23 ^b _C	19.68±0.13 ^b _C	26.55±0.18 ^b _D	6.08±0.01 ^b _B	0.767±0.002 ^b _C
9. Ay	%30	60.89±0.18 ^a _C	17.40±0.07 ^a _C	22.32±0.13 ^a _D	6.52±0.02 ^a _E	0.849±0.001 ^a _C
	KT	54.05±0.30 ^b _C	20.13±0.10 ^b _C	27.14±0.20 ^b _C	*6.20±0.05 ^b _C	0.769±0.003 ^b _C
10. Ay	%30	60.70±0.15 ^a _C	17.57±0.12 ^a _C	22.36±0.14 ^a _D	6.68±0.02 ^a _F	0.849±0.002 ^a _C
	KT	53.48±0.09 ^b _C	20.23±0.15 ^b _C	27.64±0.12 ^b _C	6.15±0.01 ^b _C	0.767±0.002 ^b _C
11. Ay	KT	53.80±0.10 _C	20.18±0.17 _C	27.28±0.14 _C	6.17±0.03 _C	0.765±0.001 _C

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a.b.c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A.B.C.D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$), *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Su aktivitesi değerleri de balık etine geçen tuz konsantrasyonu artışıyla ters orantılı olarak istatistikî açıdan önemli düşüşler göstermiştir ($p<0.05$). Birinci haftada en yüksek değer 0.982 ile %10'luk salamura tuzlama örneğinde bulunurken en düşük değer ise kuru tuzlama örneğinde 0.774 olarak gözlenmiştir.

Depolama süresinin artışına paralel olarak bütün gruplarda a_w değerlerinde istatistikî olarak önemli düşüşler gözlenmesine rağmen ($p<0.05$) bazı grupların bozulma sürecinde yapılarında sulanma olması nedeniyle bu esnadan itibaren bozulma gösteren örneklerde a_w değerlerinde artışlar tespit edilmiştir.

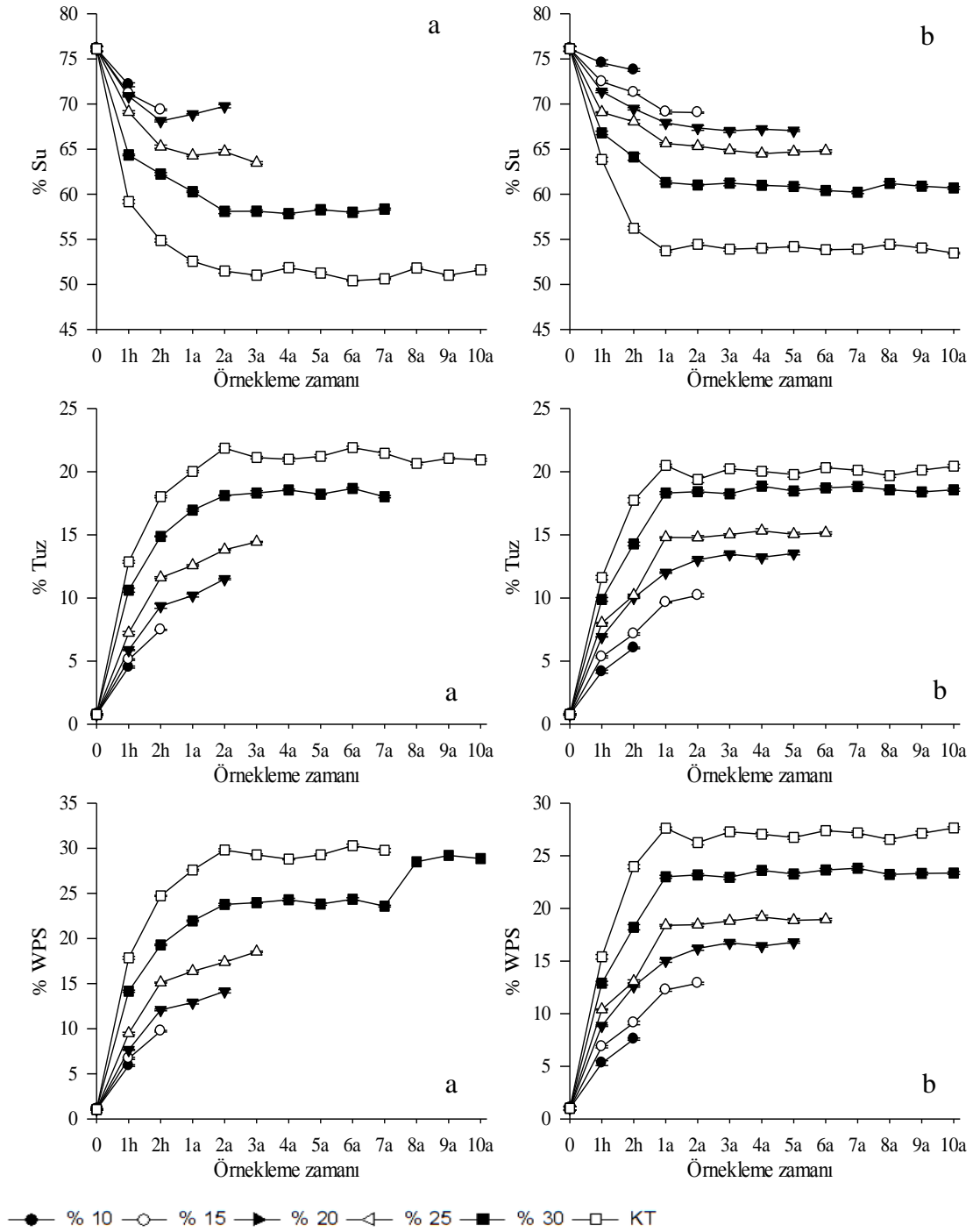
Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda depolama sıcaklığının düşük olması nedeniyle tuz geçişi oda koşullarında depolanan gruplara nazaran daha yavaş ve daha düşük miktarlarda olmuştur. Buna bağlı olarak % su miktarları da oda koşullarında depolanan örnekler göre daha yüksek bulunmuştur. Bu gruplardan %10'luk salamura grubunda 1. hafta % su miktarı %74.56 bulunurken bu değer kuru tuzlanmış grupta aynı

haftada %63.85 olarak tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan bütün grupların % su miktarı 1. ayın sonuna kadar istatistiki açıdan önemli düşüşler göstermiştir ($p<0.05$). Ancak ete tuz geçişinin de yavaşlaması ile beraber % su miktarları bu zamandan sonra yatay bir seyir izlemiştir (Şekil 15).

Grupların % WPS miktarları etteki nem ve tuz oranına göre değişim göstermiş ve etteki tuz miktarı fazla olan gruplarda daha yüksek değerler gözlenmiştir. Su fazla tuz değerleri %10'luk salamura grubunda 1 haftada %5.30 olarak tespit edilirken %30'luk salamura ve kuru tuzlanmış gruplarında ise 10. ayda sırası ile %22.36 ve 27.64 olarak belirlenmiştir. Elde edilen %WPS değerleri depolama süresinin artışına bağlı olarak depolamanın 2. ayına kadar olan sürede istatistiki olarak önemli değişimler göstermiştir ($p<0.05$).

Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda pH değeri ete geçen tuz miktarının artmasıyla ters orantılı olarak 1. haftanın sonunda istatistiki açıdan önemli düşüşler göstermiştir ($p<0.05$). pH miktarları taze balıkta 6.38 iken 1. haftanın sonunda gruplar arasında uygulanan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak 6.02-6.22 arasında değişmiştir. Grupların su aktivitesi değerleri ete geçen tuz miktarının artışıyla ters orantılı olarak düşüş göstermiştir. Birinci hafta en yüksek değer 0.989 ile %10'luk salamura tuzlama örneğinde, en düşük değer ise kuru tuzlama örneğinde 0.805 olarak bulunmuştur. Bütün gruplarda depolamanın 1. ayına kadar istatistiki açıdan önemli düşüşler kaydedilmiş ($p<0.05$) ancak ete tuz geçişinin yavaşlaması ile beraber a_w değerlerinde Şekil 15'den de görüleceği üzere sabit bir seyir gözlenmiştir ($p<0.05$).

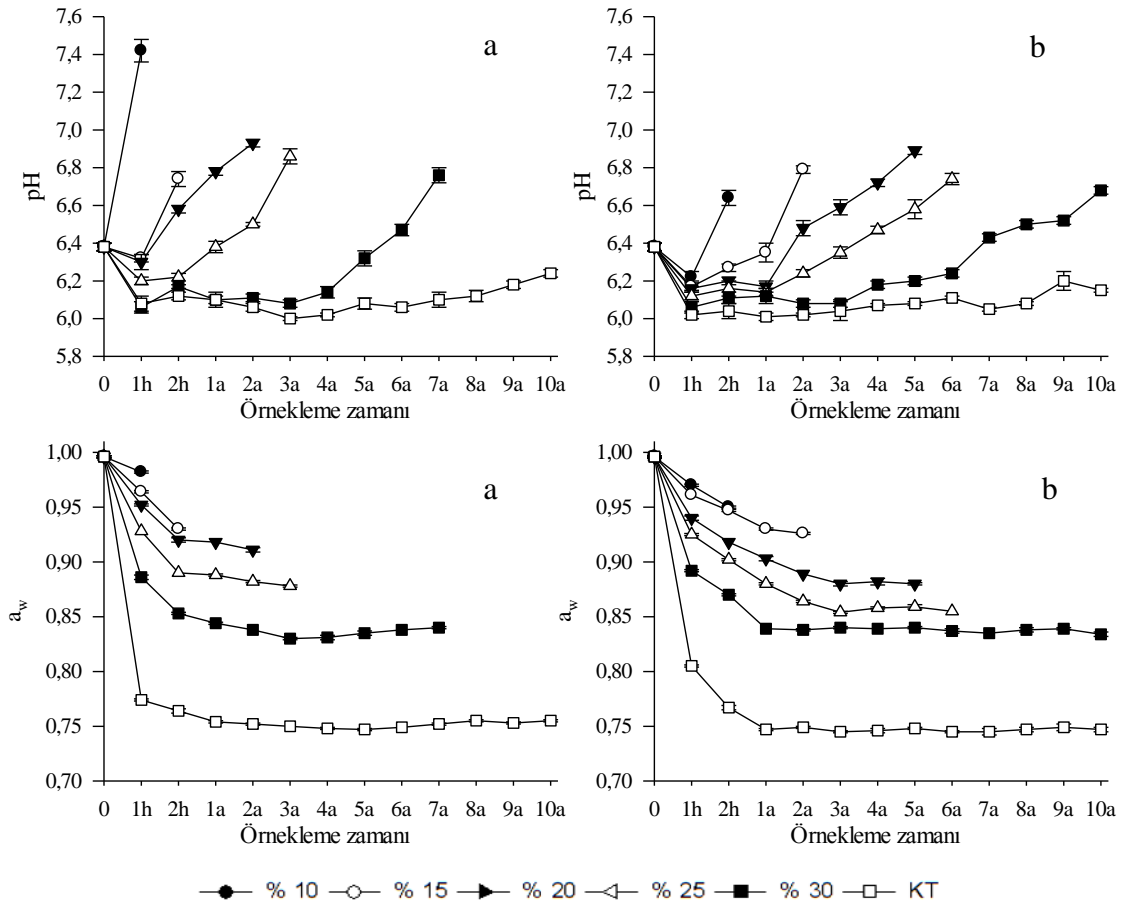
Aynı tuz konsantrasyonu ile tuzlandıktan sonra oda ve buzdolabı koşullarında depolanan grupların aynı örnekleme zamanında analizi yapılan tüm gıda güvenliği parametrelerinden elde edilen veriler istatistikî açıdan karşılaştırıldığında, depolama boyunca % su, % tuz, % WPS ve a_w miktarları arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilirken pH kriterinde ise %30'luk salamura grubunda 1. hafta, 1. ve 2. ayda elde edilen değerler hariç istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu kritere göre kuru tuzlanmış grupta ise sadece 2. hafta, 7., 8., ve 10. ayda elde edilen veriler arasındaki farkların istatistiki açıdan önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).



a: Oda koşullarında depolanan gruplar, b: Buzdolabı koşullarında depolanan gruplar

Şekil 15. Oda ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerindeki değişimler

Şekil 15'in devamı



3.3.3. Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerindeki Değişimler

Salamura ve kuru tuzlama yöntemiyle tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsi örneklerine ait TVB-N, TBA ve TMA analiz sonuçları Tablo 26-27, ve Şekil 16'da verilmiştir. Taze hamsinin başlangıç TVB-N, TBA ve TMA değerleri sırası ile 9.26 mg/100g, 0.36 mg malonaldehit/kg ve 0.68 mg/100g olarak bulunmuştur.

Oda koşullarında depolanan gruplarda bu parametrelere ait değerler özellikle düşük tuz miktarına sahip olan gruplarda depolanma süresinin artışına paralel olarak istatistiki açıdan önemli artışlar göstermiştir ($p < 0.05$). Salamura örneklerde, %10 ve 15'lik gruplarda sırasıyla 1. ve 2. haftalarda TVB-N için kabul edilen limit değeri olan 35 mg/100g'ı aşarak bozuldukları tespit edilmiştir. Bu haftalarda TVB-N miktarları ilgili gruplarda sırasıyla 89.14 ve 57.18 mg/100g olarak belirlenmiştir. Diğer gruplardan %20, 25, 30'luk salamura ve kuru tuzlanmış örneklerde ilgili sınır değeri sırasıyla 1., 2., 6. ve 10. aylarda aşarak bu kritere göre bozuldukları belirlenmiştir. TVB-N miktarları bozulmanın izlendiği ilgili

örnekleme zamanlarında sırasıyla 48.10, 54.10, 42.25 ve 36.10 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresinde aynı örnekleme zamanlarında gruplar arasında istatistiki karşılaştırma yapıldığında da önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$).

Oda koşullarında depolanan gruplara ait elde edilen TBA değerlerinde tuz konsantrasyonunun yüksekliğine ve zamana bağlı olarak istatistiki açıdan önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0.05$). Salamura örneklerde 1. haftadaki TBA değerleri %10, 15, 20, 25 ve 30'luk gruplarda sırasıyla 0.49, 0.58, 0.66, 0.78, 0.84 ve 0.96 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Kuru tuzlanmış örneklerde ise en yüksek TBA değeri gözlenmiş olup 10. ayda 6.68 mg malonaldehit/kg değerine ulaşmıştır. Ancak bu değer TBA kriteri için tüketilebilir sınır değeri olan 7-8 mg malonaldehit/kg değerinin altında kalmıştır. Bu gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak elde edilen değerler ve aynı örnekleme zamanında gruplar arasında istatistiki olarak karşılaştırma yapıldığında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Oda koşullarında depolanan grupların TMA değerleri düşük tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde daha fazla bulunmuştur. Birinci haftada en düşük değer kuru tuzlanmış grupta 1.54 mg/100g olarak tespit edilirken en yüksek değer ise %10'luk salamura grubunda 6.12 mg/100g olarak bulunmuştur. Diğer örneklerde duyusal değerlendirmede bozulmanın olduğu zamanlarda ise sırası ile %15'lik salamura grubunda 6.98, %20'lik salamura grubunda 10.74, %25'lik salamura grubunda 5.92, %30'luk salamura grubunda ise 5.12 mg/100g değerleri bulunmuştur. Depolama süresince hiçbir grup TMA kriteri için izin verilen limit değeri olan 12 mg/100g'ı aşmamıştır.

Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda TVB-N, TBA, TMA kriterlerine göre gözlenen artışların oda koşullarında depolanan gruplara göre daha düşük oranlarda olduğu gözlenmiştir. Ancak bu gruplarda da depolama süresinin artışına paralel olarak istatistiki açıdan önemli artışlar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Salamura örneklerden %10'luk salamura grubu 48.70 mg/100g'lık bir değerle TVB-N için kabul edilen limit değerini 2. haftanın sonunda aşarak bozulduğu tespit edilmiştir. Diğer gruplardan %15, 20, 25, ve 30 tuz konsantrasyonlarıyla tuzlanan örneklerde ilgili sınır değeri sırasıyla 2., 5., 6. ve 10. aylarda aşarak bu kritere göre bozuldukları belirlenmiştir. TVB-N miktarları bozulmanın izlendiği zamanlarda sırasıyla 42.10, 35.80, 36.90 ve 37.15 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Kuru tuzlama grubunda ise 11. ayda 29.70 mg/100g değeri bulunmuş ve bu kriter için limit değerinin altında kaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 26. Oda sıcaklığında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	TVB-N	TBA	TMA
0	Taze Hamsi	9.26±0.30	0.36±0.06	0.68±0.12
1. Hafta	%10	89.14±0.35 ^a _A	*0.49±0.08 ^a _A	6.12±0.16 ^a _A
	%15	21.18±0.60 ^b _A	0.58±0.12 ^b _A	4.18±0.21 ^b _A
	%20	16.86±0.12 ^c _A	0.66±0.04 ^c _A	3.21±0.08 ^c _A
	%25	*12.25±0.15 ^d _A	0.78±0.06 ^d _A	2.10±0.08 ^d _A
	%30	*11.00±0.30 ^e _A	0.84±0.08 ^e _A	1.76±0.10 ^e _A
	KT	*10.86±0.28 ^e _A	0.96±0.10 ^f _A	1.54±0.12 ^f _A
2. Hafta	%10	158.35±2.75 ^a _B	0.64±0.04 ^a _B	11.24±0.06 ^a _B
	%15	57.18±0.30 ^b _B	0.78±0.09 ^b _B	6.98±0.16 ^b _B
	%20	23.96±0.15 ^c _B	1.08±0.12 ^c _B	5.12±0.10 ^c _B
	%25	20.45±0.35 ^d _B	1.16±0.07 ^d _B	2.88±0.16 ^d _B
	%30	15.25±0.15 ^e _B	1.34±0.14 ^e _B	2.12±0.09 ^e _B
	KT	12.86±0.10 ^f _B	1.52±0.10 ^f _B	1.88±0.08 ^f _B
1. Ay	%20	48.10±0.70 ^a _C	1.76±0.07 ^a _C	10.74±0.28 ^a _C
	%25	30.28±0.35 ^b _C	1.90±0.10 ^b _C	4.62±0.10 ^b _C
	%30	22.70±0.45 ^c _C	2.16±0.14 ^c _C	2.98±0.14 ^c _C
	KT	18.10±0.30 ^d _C	2.40±0.16 ^d _C	2.50±0.10 ^d _C
2. Ay	%25	54.10±0.30 ^a _D	2.26±0.08 ^a _D	5.92±0.09 ^a _D
	%30	24.50±0.15 ^b _D	2.38±0.14 ^b _D	3.26±0.12 ^b _D
	KT	21.50±0.20 ^c _D	2.68±0.09 ^c _D	3.04±0.06 ^c _D
3. Ay	%30	27.20±0.15 ^a _E	2.52±0.08 ^a _E	3.68±0.08 ^a _E
	KT	24.70±0.35 ^b _E	2.88±0.10 ^b _E	3.18±0.18 ^b _E
4. Ay	%30	30.25±0.25 ^a _F	2.80±0.16 ^a _F	4.28±0.14 ^a _F
	KT	26.10±0.15 ^b _F	3.26±0.12 ^b _F	3.46±0.10 ^b _F
5. Ay	%30	34.25±0.10 ^a _G	3.14±0.16 ^a _G	4.78±0.12 ^a _G
	KT	27.38±0.18 ^b _G	3.78±0.09 ^b _G	3.78±0.07 ^b _G
6. Ay	%30	42.35±0.70 ^a _H	3.86±0.06 ^a _H	5.12±0.08 ^a _H
	KT	28.70±0.25 ^b _H	4.28±0.20 ^b _H	4.06±0.08 ^b _H
7. Ay	KT	29.45±0.15 _I	4.90±0.10 _I	4.48±0.12 _I
8. Ay	KT	31.70±0.35 _I	5.48±0.14 _I	5.20±0.08 _I
9. Ay	KT	34.35±0.20 _J	6.14±0.12 _J	5.89±0.12 _J
10. Ay	KT	36.10±0.35 _K	6.68±0.10 _K	6.18±0.16 _K

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a.b.c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A.B.C.D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$), *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistiki karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistiki açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Tablo 27. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	TVB-N	TBA	TMA
0	Taze Hamsi	9.26±0.30	0.36±0.06	0.68±0.12
1. Hafta	%10	17.35±0.30 ^a _A	*0.40±0.06 ^a _A	2.78±0.12 ^a _A
	%15	15.00±0.20 ^b _A	0.46±0.08 ^b _A	2.32±0.10 ^b _A
	%20	13.40±0.10 ^c _A	0.49±0.04 ^c _A	2.26±0.08 ^c _A
	%25	*12.20±0.30 ^d _A	0.56±0.10 ^d _A	1.68±0.14 ^d _A
	%30	*10.85±0.15 ^e _A	0.68±0.08 ^e _A	1.04±0.06 ^e _A
	KT	*10.70±0.10 ^e _A	0.76±0.09 ^f _A	0.86±0.06 ^f _A
2. Hafta	%10	48.70±0.70 ^a _B	0.44±0.08 ^a _A	3.72±0.16 ^a _B
	%15	22.40±0.20 ^b _B	0.68±0.05 ^b _B	3.56±0.10 ^b _B
	%20	16.10±0.10 ^c _B	0.80±0.04 ^c _B	2.43±0.09 ^c _B
	%25	15.05±0.15 ^d _B	0.96±0.12 ^d _B	2.12±0.07 ^d _B
	%30	11.85±0.10 ^e _B	1.22±0.08 ^e _B	1.50±0.10 ^e _B
	KT	11.40±0.30 ^e _B	1.48±0.06 ^f _B	1.08±0.06 ^f _B
1. Ay	%15	33.20±0.10 ^a _C	1.12±0.06 ^a _C	6.38±0.12 ^a _C
	%20	23.90±0.18 ^b _C	1.40±0.07 ^b _C	3.56±0.18 ^b _C
	%25	20.20±0.08 ^c _C	1.66±0.10 ^c _C	3.06±0.10 ^c _C
	%30	14.95±0.12 ^c _C	1.78±0.04 ^c _C	2.42±0.15 ^c _C
	KT	14.20±0.15 ^e _C	2.04±0.14 ^e _C	1.86±0.09 ^e _C
2. Ay	%15	42.10±0.10 ^a _D	1.94±0.08 ^a _D	6.92±0.14 ^a _D
	%20	26.45±0.14 ^b _D	2.14±0.07 ^b _D	3.96±0.10 ^b _D
	%25	23.78±0.16 ^c _D	2.58±0.10 ^c _D	3.32±0.06 ^c _D
	%30	18.30±0.30 ^d _D	2.66±0.04 ^d _D	2.74±0.16 ^d _D
	KT	17.05±0.15 ^D _D	2.88±0.04 ^D _D	2.16±0.09 ^D _D
3. Ay	%20	29.60±0.10 ^a _E	2.44±0.05 ^a _E	4.64±0.22 ^a _E
	%25	30.28±0.15 ^b _E	3.06±0.12 ^b _E	3.32±0.09 ^b _E
	%30	21.20±0.35 ^c _E	3.16±0.04 ^c _E	3.12±0.08 ^c _E
	KT	17.85±0.25 ^d _E	3.38±0.08 ^d _E	2.28±0.14 ^d _E
4. Ay	%20	32.20±0.15 ^a _F	3.18±0.07 ^a _F	5.22±0.18 ^a _F
	%25	30.30±0.18 ^b _F	3.56±0.10 ^b _F	3.68±0.06 ^b _F
	%30	22.25±0.10 ^c _F	3.70±0.05 ^c _F	3.06±0.10 ^c _E
	KT	18.10±0.12 ^d _E	3.96±0.12 ^d _F	2.42±0.08 ^d _F
5. Ay	%20	35.80±0.30 ^a _G	3.74±0.14 ^a _G	6.18±0.22 ^a _G
	%25	32.85±0.16 ^b _G	4.12±0.09 ^b _G	3.98±0.08 ^b _G
	%30	24.40±0.10 ^c _G	4.22±0.16 ^c _G	3.36±0.12 ^c _F
	KT	18.86±0.15 ^d _F	4.38±0.10 ^c _G	2.86±0.06 ^d _G
6. Ay	%25	36.90±0.30 ^a _H	4.42±0.13 ^a _H	4.36±0.14 ^a _H
	%30	26.30±0.14 ^b _H	4.75±0.05 ^b _H	3.88±0.08 ^b _G
	KT	20.10±0.15 ^c _G	5.05±0.10 ^c _H	3.02±0.09 ^c _H
7. Ay	%30	27.90±0.35 ^a _I	5.14±0.08 ^a _I	4.08±0.16 ^a _H
	KT	21.15±0.20 ^b _H	5.62±0.12 ^b _I	3.24±0.10 ^b _I
8. Ay	%30	30.20±0.25 ^a _I	5.70±0.06 ^a _I	4.48±0.09 ^a _I
	KT	22.70±0.16 ^b _I	5.96±0.14 ^b _I	3.50±0.10 ^b _I

Tablo 27'nin devamı

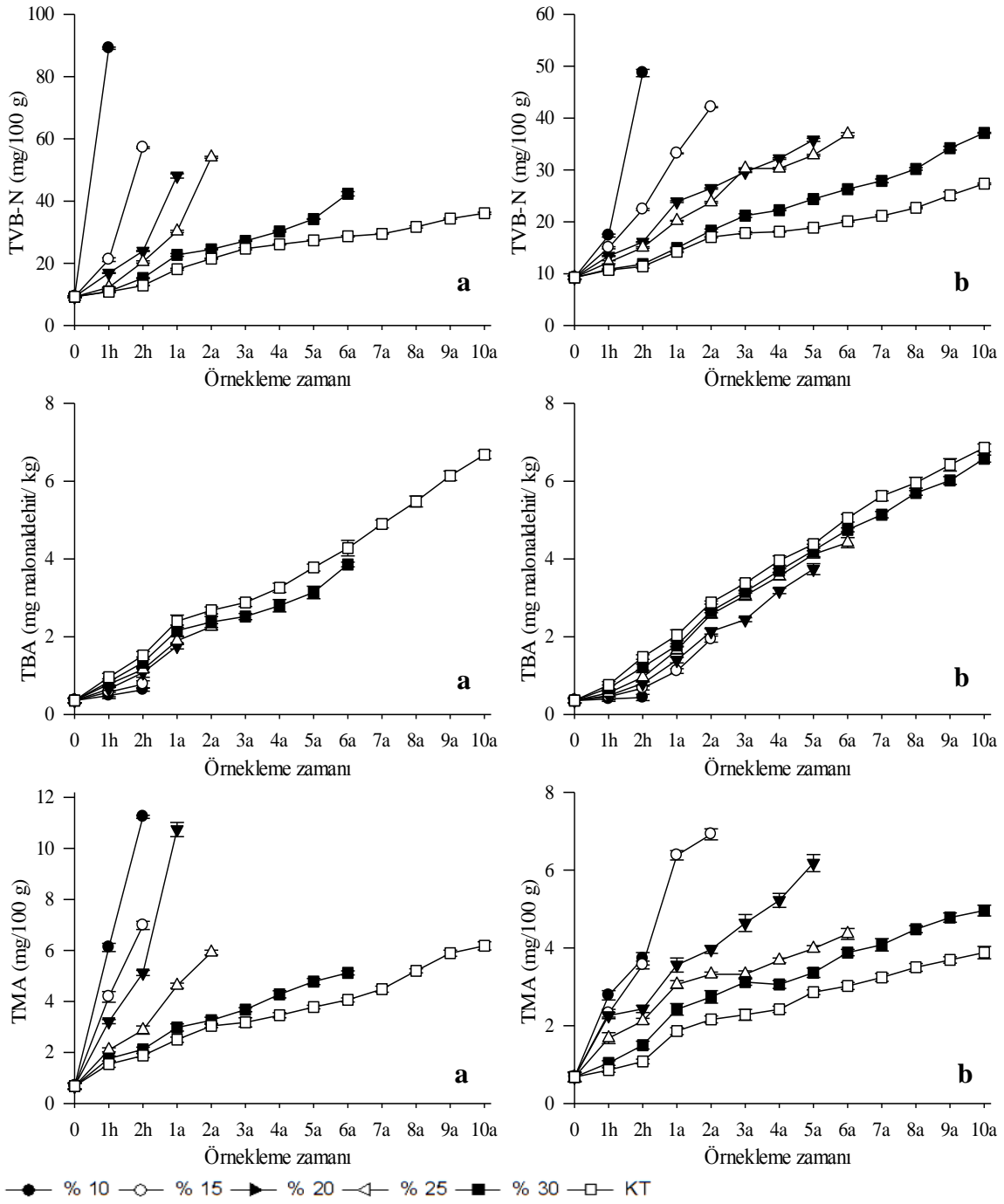
9. Ay	%30	34.20±0.35 ^a _J	6.02±0.10 ^a _J	4.78±0.12 ^a _J
	KT	25.10±0.70 ^b _J	6.42±0.16 ^b _J	3.69±0.08 ^b _J
10. Ay	%30	37.15±0.10 ^a _K	6.58±0.09 ^a _K	4.96±0.14 ^a _J
	KT	27.35±0.15 ^b _J	6.86±0.10 ^b _K	3.88±0.16 ^b _K
11. Ay	KT	29.70±0.35 _K	7.22±0.08 _L	3.96±0.06 _L

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c..) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir (p<0.05). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,..) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir (p<0.05), *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir (p<0.05).*

Tüm gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak elde edilen değerler istatistikî olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. (p<0.05). Ayrıca depolama süresince aynı örnekleme zamanında gruplar arasında istatistikî karşılaştırma yapıldığında da %30'luk salamura ve kuru tuzlama gruplarında 1. ve 2. haftada elde edilen değerler hariç diğer örnekleme zamanlarında elde edilen değerlerdeki farkın önemli olduğu gözlenmiştir (p<0.05).

Buzdolabı koşullarında depolanan grupların TBA değerleri depolama boyunca artış göstermiş olup en fazla 11. ayda kuru tuzlama örneğinde 7.22 mg malonaldehit/kg değerine ulaşmıştır. Grupların duyusal değerlendirmeye göre bozulma olduğu zamanlardaki TBA değerleri %10'luk salamura grubunda 2. hafta 0.44, %15'lik salamura grubunda 2. ay 1.94, %20'lik salamura grubunda 5. ayda 3.74, %25'lik salamura grubunda 6. ayda 4.42, %30'luk salamura grubunda 10. ayda 6.58 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Depolama boyunca hiçbir grup TBA kriteri için tüketilebilir sınır değeri olan 7-8 mg malonaldehit/kg değerini aşmamıştır. Bu gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak elde edilen değerler ve aynı örnekleme zamanında gruplar arasında istatistikî olarak karşılaştırma yapıldığında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05).

Buzdolabı koşullarında depolanan grupların TMA değerleri düşük tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde daha fazla bulunmuştur. Birinci haftada en düşük değer kuru tuzlanmış grupta 0.86 mg/100g, en yüksek değer ise %10'luk salamura grubunda 2.78 mg/100g olarak bulunmuştur. Diğer örneklerde duyusal bozulmanın izlendiği zamanlarda sırası ile %10'luk salamura grubunda 2. haftada 3.72, %20'lik salamura grubunda 5. ayda 6.18, %25'lik salamura grubunda 6. ayda 4.36, %30'luk salamura grubunda ise 10. ayda 4.96 mg/100g değerleri bulunmuştur.



a: Oda koşullarında depolanan gruplar, b: Buzdolabı koşullarında depolanan gruplar

Şekil 16. Oda ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde TVB-N, TBA ve TMA parametrelerindeki değişimler

Kuru tuzlanmış grupta ise 11. ayda 3.96 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince hiçbir grup TMA kriteri için izin verilen limit değeri olan 12 mg/100g'ı aşmamıştır. Aynı tuz konsantrasyonuna sahip örnek grupları için farklı depolama

şartlarında (oda ve buzdolabı koşulları) elde edilen TVB-N, TBA ve TMA sonuçları her bir örnekleme zamanı için karşılaştırıldığında; TVB-N için sadece ilk hafta %25, %30 ve kuru tuzlanmış gruplara ait değerler hariç tüm gruplarda, TBA için yine ilk hafta %10'luk salamura grupları hariç tüm gruplarda, TMA için ise depolama süresince tüm gruplarda her bir örnekleme zamanında elde edilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).

3.3.4. Mikrobiyolojik Kalite Parametrelerindeki Değişimler

Salamura ve kuru tuzlama yöntemleriyle tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsi örneklerine ait bakteri (TAMB, TAPB, HÜB ve THB) analiz sonuçları Tablo 28 ve 29'da verilmiştir. Oda koşullarında depolanan gruplara TAPB analizi yapılmamıştır. Taze hamsinin başlangıç TAMB, TAPB, HÜB sayıları sırası ile 2.74, 2.26, 2.12 log kob/g bulunmuş olup taze hamsi örneğinde THB analizi yapılmamıştır.

Oda koşullarında depolanan gruplardan %10, %15, %20 tuz konsantrasyonuna sahip gruplarda mikrobiyolojik parametrelere ait elde edilen değerlerde istatistiki açıdan önemli artışlar gözlenirken ($p<0.05$) diğer gruplardan (%25, %30 ve KT) elde edilen değerlerde yine istatistiki açıdan önemli düşüşler tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ancak ilgili değerler %25 ve %30'luk salamura ile tuzlanan gruplarda 1. aydan sonra tekrar yükselişe geçmişlerdir. Oda koşullarında depolanan grupların duyuşsal ve kimyasal kriterlerden TVB-N analizine göre bozulmanın olduğu zamanlardaki TAMB, HÜB, THB sayıları sırası ile %10'luk salamura grubunda 1. hafta 7.21, 5.88, 2.94, 15'lik salamura grubunda 2. hafta 5.26, 4.68, 4.47, %20'lik salamura grubunda 1. ayda 5.36, 4.82, 5.77, %25'lik salamura grubunda 2. ayda 4.36, 3.86, 3.98, %30'luk salamura grubunda 6. ayda 4.86, 3.76, 3.96 log kob/g olarak bulunmuştur. Kuru tuzlanmış grupta ise 1. aydan sonra yapılan tüm bakteri ekimlerinde üreme gözlenmemiştir. Kuru tuzlanmış grup haricindeki diğer gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak elde edilen değerler istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca depolama süresince aynı örnekleme zamanında gruplar arasında istatistiki karşılaştırma yapıldığında elde edilen değerler arasında önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 28. Oda koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde analiz edilen mikrobiyolojik parametrelere ait değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	Log kob/g		
		TAMB	HÜB	THB
0	Taze Hamsi	2.74±0.14	2.12±0.08	AE
1. Hafta	%10	7.21±0.28 ^a	5.88±0.18 ^a	2.94±0.30 ^a
	%15	3.98±0.14 ^b _A	3.34±0.10 ^b _A	2.26±0.08 ^b _A
	%20	3.12±0.08 ^c _A	2.68±0.06 ^c _A	*2.08±0.16 ^c _A
	%25	2.50±0.10 ^d _A	*1.86±0.10 ^d _A	<1.47
	%30	2.38±0.14 ^e _A	*1.56±0.14 ^e _A	<1.47
	KT	2.36±0.06 ^f	<1.47	<1.47
2. Hafta	%15	5.26±0.34 ^a _B	4.68±0.15 ^a _B	4.47±0.20 ^a _B
	%20	3.66±0.17 ^b _B	2.94±0.18 ^b _B	3.45±0.32 ^b _B
	%25	2.48±0.16 ^c _A	*1.81±0.08 ^c _A	3.46±0.20 ^c _A
	%30	2.17±0.14 ^d _B	1.68±0.10 ^d _B	1.57±0.06 ^d _A
	KT	<1.47	<1.47	<1.47
1. Ay	%20	5.36±0.14 ^a _C	4.82±0.18 ^a _C	5.77±0.08 ^a _C
	%25	3.36±0.20 ^b _B	2.18±0.09 ^b _B	3.27±0.18 ^b _B
	%30	2.68±0.12 ^c _C	2.14±0.09 ^c _C	2.26±0.10 ^c _B
	KT	<1.47	<1.47	<1.47
2. Ay	%25	4.36±0.12 ^a _C	3.86±0.16 ^a _C	3.98±0.26 ^a _C
	%30	3.02±0.15 ^b _D	2.56±0.16 ^b _D	2.78±0.18 ^b _C
	KT	*	*	*
3. Ay	%30	3.46±0.14 ^E	2.86±0.14 ^E	3.10±0.08 ^D
	KT	*	*	*
4. Ay	%30	3.86±0.16 ^F	3.14±0.26 ^F	3.22±0.16 ^E
	KT	*	*	*
5. Ay	%30	4.17±0.15 ^G	3.46±0.07 ^G	3.78±0.18 ^F
	KT	*	*	*
6. Ay	%30	4.86±0.22 ^H	3.76±0.10 ^H	3.96±0.12 ^G
	KT	*	*	*
7. Ay	KT	*	*	*
8. Ay	KT	*	*	*
9. Ay	KT	*	*	*
10. Ay	KT	*	*	*

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a.b.c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A.B.C.D...) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$), *:Üreme görülmedi, AE: Analiz edilmedi, <1.47: Petrideki koloni sayısı 25-30 adetten daha az sayılmıştır, TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, TAPB: Toplam aerobik psikrofilik bakteri, HÜB: Histamin üreten bakteri, THB: Toplam halofilik bakteri, *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde 1. haftada sadece %10'luk salamura ile tuzlanan grupta mikrobiyolojik parametrelere ait elde edilen değerlerde artışlar gözlenirken diğer gruplarda edilen verilerde istatistiki açıdan önemli düşüşler tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu düşüş %30'luk salamura ile tuzlanan grup ile kuru tuzlama grubunda devam etmiş ve 2. aydan depolama sürecinin sonuna kadar %30'luk salamura grubunda <1.47 log kob/g değeri gözlenmiştir. Kuru tuzlama grubunda ise ilgili süreçte üreme gözlenmemiştir. Diğer gruplarda duyusal ve kimyasal kriterlerden TVB-N analizine göre bozulmanın olduğu zamanlardaki TAMB, TAPB, HÜB ve THB değerleri %10'luk salamura grubunda 2. haftada 4.49, 7.21, 4.44, 3.06, %15'lik salamura grubunda 2. ayda 3.12, 7.12, 2.86, 3.41, %20'lik salamura grubunda 5. ayda 3.58, 5.88, 3.06, 3.02, %25'lik salamura grubunda 6. ayda <1.47 , 2.74, <1.47 , 2.78 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Tablo 29. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi örneklerinde analiz edilen mikrobiyolojik parametrelere ait değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	Log kob/g			
		TAMB	TAPB	HÜB	THB
0	Taze Hamsi	2.74±0.14	2.26±0.14	2.12±0.08	AE
1. Hafta	%10	3.04±0.24 ^a _A	4.64±0.16 ^a _A	2.86±0.12 ^a _A	2.14±0.15 ^a _A
	%15	2.68±0.08 ^b _A	2.78±0.09 ^b _A	2.46±0.14 ^b _A	2.05±0.08 ^b _A
	%20	2.36±0.10 ^c _A	2.46±0.18 ^c _A	2.26±0.09 ^c _A	*1.98±0.14 ^c _A
	%25	2.20±0.09 ^d _A	1.98±0.10 ^d _A	*1.89±0.10 ^d _A	<1.47
	%30	2.06±0.14 ^e _A	1.76±0.18 ^e _A	*1.66±0.06 ^e _A	<1.47
	KT	1.64±0.08 ^f	1.52±0.15 ^f	<1.47	<1.47
2. Hafta	%10	4.49±0.18 ^a _B	7.21±0.09 ^a _B	4.44±0.12 ^a _B	3.06±0.12 ^a _B
	%15	2.87±0.08 ^b _B	3.33±0.12 ^b _B	2.26±0.07 ^b _B	2.57±0.18 ^b _B
	%20	2.69±0.10 ^c _B	2.50±0.15 ^c _A	2.20±0.16 ^b _A	2.06±0.10 ^c _A
	%25	1.91±0.06 ^d _B	1.86±0.18 ^d _B	*1.76±0.09 ^c _A	<1.47
	%30	1.79±0.14 ^e _B	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
1. Ay	%15	2.96±0.20 ^b _B	5.31±0.12 ^b _C	2.42±0.09 ^b _A	2.77±0.14 ^b _C
	%20	2.07±0.10 ^c _C	3.07±0.14 ^c _B	2.88±0.14 ^c _B	2.30±0.18 ^c _B
	%25	1.80±0.07 ^d _B	2.08±0.14 ^d _C	1.56±0.14 ^d _B	1.77±0.09 ^d _A
	%30	1.72±0.06 ^e _B	1.85±0.14 ^e _A	<1.47	1.51±0.08 ^e
	KT	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47

Tablo 29'un devamı

2. Ay	%15	3.12±0.18 ^a _C	7.12±0.18 ^a _D	2.86±0.10 ^a _C	3.41±0.09 ^a _D
	%20	3.04±0.18 ^b _D	3.44±0.18 ^b _C	2.64±0.12 ^b _C	2.48±0.09 ^b _C
	%25	<1.47	2.26±0.09 ^c _D	<1.47	2.06±0.14 ^c _B
	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
3. Ay	%20	3.36±0.16 _E	4.18±0.10 ^a _D	2.86±0.09 _B	2.55±0.14 ^a _C
	%25	<1.47	2.54±0.10 ^b _E	<1.47	2.20±0.12 ^b _C
	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
4. Ay	%20	3.12±0.18 _D	5.02±0.16 ^a _E	2.92±0.08 _B	2.86±0.15 ^a _D
	%25	<1.47	2.48±0.12 ^b _F	<1.47	2.48±0.10 ^b _D
	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
5. Ay	%20	3.58±0.10 _E	5.88±0.18 ^a _F	3.06±0.12 _B	3.02±0.10 ^a _E
	%25	<1.47	2.78±0.10 ^b _G	<1.47	2.64±0.09 ^b _E
	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
6. Ay	%25	<1.47	2.74±0.08	<1.47	2.78±0.10 _E
	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
7. Ay	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
8. Ay	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
9. Ay	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
10. Ay	%30	<1.47	<1.47	<1.47	<1.47
	KT	*	*	*	*
11. Ay	KT	*	*	*	*

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c..) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$). Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,..) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$, *: Üreme görülmedi, AE: Analiz edilmedi, <1.47: petrideki koloni sayısı 25-30 adetten daha az sayılmıştır, TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, TAPB: Toplam aerobik psikrofilik bakteri, HÜB: Histamin üreten bakteri, THB: Toplam halofilik bakteri, *: oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistiki karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistiki açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Aynı tuz konsantrasyonuna sahip örnek grupları için farklı depolama şartlarında (oda ve buzdolabı koşulları) elde edilen TAMB, HÜB ve THB değerleri her bir örnekleme zamanı için karşılaştırıldığında; HÜB için ilk haftanın %25 ve 30'luk gruplara ait değerler hariç, tüm gruplarda THB için yine ilk haftanın %20'luk salamura grubu değerleri hariç

tüm gruplarda ve TMAB için tüm gruplarda her bir örnekleme zamanında elde edilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$).

3.3.5. Biyojenik Amin Miktarlarındaki Değişimler

Salamura edilmiş ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin oda ve buzdolabı koşullarında depolama sürecinde oluşan biyojenik amin analiz değerleri Tablo 30 ve 31’de verilmiştir. Birinci hafta oda koşullarında depolana gruplarda en düşük histamin miktarı %30’luk salamura ve kuru tuzlanmış grupta <0.84 ppm en yüksek değer ise %10’luk salamura edilmiş grupta 68.98 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu gruplardan düşük tuz içeriğine sahip olanlarda özellikle de %10 ve %15’lik salamura gruplarında birinci haftadan sonra histamin miktarında istatistiki açıdan önemli olan hızlı bir artış görülmüştür ($p<0.05$). İlgili gruplarda duyusal ve TVB-N kriteri açısından bozulmanın olduğu zamanlarda histamin miktarları %10’luk salamura grubunda 1. hafta 68.98, %15’lik salamura grubunda 2. haftada 154.16, %20’lik salamura grubunda 1. ayda 69.78, %25’lik salamura grubunda 2. ayda 21.16 pmm değerleri gözlenmiştir. %30’luk salamura grubunda 4. aya kadar histamin gelişimi gözlenmezken bu aydan sonra hızlı bir artış göstererek 7. ayda 41.70 ppm değeri tespit edilmiştir. Duyusal açıdan bozulmanın olduğu 6. ayda ise 32.02 pmm saptanmıştır. Kuru tuzlanmış grupta ise depolama boyunca <0.84 ppm histamin miktarı bulunmuştur. Grupların bozulma zamanlarında tespit edilen histamin miktarları açısından Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı olan 200 ppm’i geçen grup bulunmamasına rağmen, %10, %15, ve %20 salamura ile tuzlanan grupların Amerika’da FDA’ nın uyguladığı yasal sınırı olan 50 ppm’i geçtikleri tespit edilmiştir.

Analiz edilen diğer aminlerden triptamin değeri taze hamsi örneğinde 4.62 ppm olarak gözlenmiştir. Oda koşullarında depolanan gruplarda depolama süresi boyunca triptamin miktarları 18 ppm’in altında saptanmıştır. Bu gruplarda en yüksek triptamin miktarı 17.26 ppm ile 3. ayda %25’lik salamura grubunda en düşük değer ise 4.72 ppm ile 10. ayda kuru tuzlanmış grupta tespit edilmiştir. Taze hamsi örneğinde feniletilamin miktarı 12.28 ppm olarak belirlenmiştir. Feniletilamin %10’luk salamura grubunda 1. haftadan itibaren istatistiki açıdan önemli bir artış görülmüş ($p<0.05$) ve depolamanın 2. haftasında 46.18 ppm değeri bulunmuştur. Diğer gruplarda ise feniletilamin miktarı 25 ppm’in altında değişim göstermiştir.

Pütresin miktarı taze hamsi örneğinde 4.96 ppm olarak tespit edilmiştir. %10'luk salamura grubunda istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) çok hızlı bir yükseliş göstererek duyusal açıdan bozulmanın izlendiği 1. haftada 160.16 ppm, 2. haftada ise 448.76 ppm, %15'lik salamura grubunda 2. haftada 41.17 ve 1. ayda 78.18 ppm, %20'lik salamura grubunda 1. ay 47.26 ve 2. ayda 562.36 ppm, %25'lik salamura grubunda 2. ayda 32.08 ppm, %30'luk salamura grubunda 6. ayda 54.06 ppm, kuru tuzlanmış grupta ise 10. ayda 4.38 ppm olarak saptanmıştır. Kadaverin miktarı taze hamside 2.58 ppm bulunurken depolamanın birinci haftasında düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan gruplarda (%10, %15, %20) istatistiki açıdan önemli hızlı bir yükseliş göstermiştir ($p<0.05$). Bu gruplarda duyusal ve TVB-N kriteri açısından bozulmanın olduğu zamanlarda kadaverin miktarları sırası ile %10'luk salamura grubunda 1. hafta 258.60, %15'lik salamura grubunda 2. haftada 146.12, %20'lik salamura grubunda 1 ayda 168.24, %25'lik salamura grubunda 2. ayda 178.14, %30'luk salamura grubunda 6. ayda 286.37, kuru tuzlanmış grupta ise 10. ayda 6.02 ppm olarak bulunmuştur.

Tiramin taze hamsi örneğinde 12.40 ppm olarak bulunmuştur. Tiramin miktarları da diğer biyojenik aminlerde olduğu gibi düşük tuz içeriğine sahip gruplarda daha yüksek gözlenmiştir. En yüksek tiramin miktarı %10'luk salamura grubunda 2. haftada 502.12 ppm, en düşük ise aynı örnekleme zamanında kuru tuzlanmış grupta 2.24 ppm olarak tespit edilmiştir. Duyusal bozulmanın gerçekleştiği zamanlara göre tiramin miktarları %10, 15, 20, 25 ve 30 tuz konsantrasyonlarını temsil eden gruplar için sırasıyla 46.72, 4.72, 3.46, 4.62 ve 3.88 ppm olduğu belirlenmiştir. Kuru tuzlanmış grupta ise 10. ayda 3.50 ppm olarak bulunmuştur. Taze hamsi örneğinde başlangıç spermidin ve spermin miktarları sırası ile 112.59 ve <0.71 ppm bulunmuştur. Birinci haftada bütün gruplarda spermidin miktarları istatistiki açıdan önemli düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Birinci haftadan sonra yüksek tuz içeriğine sahip olan gruplarda daha düşük olmakla beraber bütün gruplarda 25 ppm altında seyretmiştir. Duyusal açıdan örneklerin bozulma gösterdiği örnekleme zamanlarına göre spermidin değerleri %10, 15, 20, 25 ve 30 tuz konsantrasyonlarını temsil eden gruplar için sırasıyla 8.12, 16.12, 23.38, 36.44 ve 19.26 ppm olduğu belirlenmiştir. Kuru tuzlanmış grupta ise 10. ayda 9.48 ppm olarak bulunmuştur. Spermin miktarlarında ise bütün gruplarda bazı örnekleme zamanları hariç istatistiki açıdan önemsiz artışlar tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek spermin miktarı kuru tuzlanmış grupta 9. ayda 2.66 ppm olarak bulunmuş diğer gruplarda ise bu değer altında değişim göstermiştir.

Tablo 30. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin oda koşullarında muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PUT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
0	Taze Hamsi	4.62±0.08	12.28±0.09	4.96±0.13	2.58±0.12	<0.84	12.40±0.26	112.59±0.76	<0.71
1. Hafta	%10	6.34±0.20 ^a _A	26.26±1.02 ^a _A	160.16±9.04 ^a _A	258.60±18.46 ^a _A	68.98±2.46 ^a _A	315.18±17.10 ^a _A	19.18±1.80 ^a _A	*<0.71
	%15	6.28±0.44 ^a _A	7.48±0.12 ^b _A	14.26±0.48 ^b _A	54.10±2.84 ^b _A	62.16±2.72 ^b _A	86.29±0.98 ^b _A	17.68±0.88 ^a _A	<0.71
	%20	5.08±0.17 ^b _A	4.12±0.16 ^c _A	12.08±0.98 ^c _A	38.16±1.08 ^c _A	2.12±0.18 ^c _A	56.22±1.04 ^c _A	37.34±0.84 ^b _A	*1.66±0.14 ^a _A
	%25	5.12±0.17 ^b _A	4.48±0.13 ^c _A	5.18±0.16 ^d _A	22.18±0.78 ^d _A	1.14±0.06 ^d _A	34.16±0.89 ^d _A	14.24±0.98 ^c _A	*1.58±0.08 ^a _A
	%30	5.10±0.16 ^b _A	4.12±0.09 ^c _A	7.46±0.28 ^e _A	11.12±0.52 ^e _A	*<0.84	22.16±0.38 ^c _A	12.80±0.36 ^d _A	*1.68±0.17 ^a _A
	KT	5.36±0.78 ^{ab} _A	16.78±1.06 ^d _A	4.68±0.65 ^f _A	7.28±0.18 ^f _A	*<0.84	6.14±0.42 ^f _A	13.46±0.16 ^c _A	2.08±0.08 ^b _A
2. Hafta	%10	14.12±1.46 ^a _B	46.18±1.72 ^a _B	448.76±6.04 ^a _B	516.18±18.56 ^a _B	192.42±4.55 ^a _B	502.12±18.38 ^a _B	*11.68±1.08 ^a _B	*<0.71
	%15	8.98±0.30 ^b _B	6.14±0.42 ^b _B	41.17±1.58 ^b _B	146.12±4.20 ^b _B	154.16±2.56 ^b _B	118.16±2.58 ^b _B	*16.98±0.48 ^b _B	*1.58±0.14 ^a _A
	%20	5.78±0.09 ^c _B	3.68±0.10 ^c _B	34.16±1.68 ^c _B	141.30±0.40 ^b _B	8.38±0.22 ^c _B	82.62±0.94 ^c _B	20.14±0.76 ^c _B	*1.84±0.16 ^a _A
	%25	5.46±0.35 ^c _A	5.88±0.15 ^d _B	5.84±0.26 ^d _A	34.12±0.68 ^c _B	5.18±0.20 ^d _B	66.34±1.45 ^d _B	21.35±0.78 ^c _B	*1.80±0.14 ^a _A
	%30	6.16±0.16 ^d _B	4.60±0.08 ^e _B	15.17±0.40 ^e _B	14.58±0.72 ^d _B	*<0.84	31.14±0.42 ^e _B	14.24±0.42 ^d _B	*1.56±0.24 ^a _A
	KT	5.58±0.08 ^c _A	*13.80±0.10 ^f _B	1.56±0.07 ^f _B	4.08±0.18 ^e _B	*<0.84	2.24±0.09 ^f _B	15.15±0.18 ^d _B	2.32±0.12 ^b _B
1. Ay	%15	7.56±0.18 ^a _C	9.38±0.87 ^a _C	78.18±1.86 ^a _C	274.15±6.12 ^a _C	292.72±5.14 ^a _C	188.28±3.48 ^a _C	14.88±0.62 ^a _B	2.22±0.12 ^a _B
	%20	6.18±0.16 ^b _C	4.68±0.14 ^b _C	47.26±1.86 ^b _C	168.24±0.68 ^b _C	69.78±1.72 ^b _C	94.06±1.78 ^b _C	17.15±0.38 ^b _C	*1.78±0.10 ^b _A
	%25	*5.92±0.12 ^b _A	6.18±0.18 ^c _C	4.78±0.14 ^c _A	38.18±0.34 ^c _C	15.24±0.19 ^c _C	87.02±2.20 ^c _C	23.14±0.18 ^c _C	1.48±0.10 ^c _A
	%30	7.06±0.12 ^c _C	6.68±0.25 ^c _C	38.20±1.07 ^d _C	18.28±0.27 ^d _C	*<0.84	57.18±1.03 ^d _C	17.38±0.32 ^b _C	1.86±0.06 ^b _B
	KT	5.78±0.14 ^b _A	10.28±0.28 ^a _C	1.80±0.10 ^c _B	*3.86±0.09 ^e _B	*<0.84	2.98±0.16 ^c _C	12.48±0.38 ^d _C	1.96±0.09 ^b _A
2. Ay	%20	7.88±0.11 ^a _D	22.86±1.07 ^a _D	562.36±5.48 ^a _D	40.02±0.40 ^a _A	328.16±4.34 ^a _D	468.16±7.32 ^a _D	14.12±0.17 ^a _D	1.96±0.12 ^a _{Aa}
	%25	12.79±0.17 ^b _B	*7.86±0.26 ^b _D	32.08±0.62 ^b _B	178.14±4.16 ^b _D	21.16±0.44 ^b _D	128.14±4.28 ^b _D	17.28±0.24 ^b _D	2.02±0.07 ^a _B
	%30	8.35±0.30 ^c _D	*13.40±0.38 ^c _D	47.15±0.06 ^c _D	22.10±1.05 ^c _D	*<0.84	81.12±0.24 ^c _D	11.12±0.13 ^c _D	1.78±0.26 ^b _B
	KT	6.70±0.12 ^d _B	8.45±0.14 ^b _D	3.78±0.12 ^d _C	4.62±0.16 ^d _C	*<0.84	4.38±0.10 ^d _D	13.68±0.28 ^a _A	*1.80±0.15 ^b _A

Tablo 30'un devamı

	%25	17.26±0.52 ^a _C	17.24±0.74 ^a _E	37.23±0.52 ^a _C	248.18±3.48 ^a _E	27.02±1.25 _E	385.15±7.08 ^a _E	18.68±1.83 ^a _D	2.18±0.18 ^a _C
3. Ay	%30	9.38±0.72 ^b _E	8.22±0.52 ^b _E	50.15±0.38 ^b _E	25.18±0.52 ^b _E	*<0.84	94.12±0.60 ^b _E	12.98±0.62 ^b _A	0.98±0.10 ^b _C
	KT	7.90±0.20 ^c _C	8.08±0.12 ^b _D	4.90±0.25 ^c _A	5.46±0.12 ^c _D	*<0.84	4.86±0.29 ^c _D	14.64±0.26 ^c _B	1.16±0.07 ^b _C
4. Ay	%30	11.68±0.34 ^a _F	14.04±0.64 ^a _D	57.15±0.82 ^a _F	44.15±1.40 ^a _F	1.16±0.13 _A	117.07±2.40 ^a _F	8.28±0.22 ^a _E	1.20±0.16 ^a _D
	KT	9.08±0.16 ^b _D	6.78±0.12 ^b _E	3.08±0.06 ^b _D	2.86±0.16 ^b _E	*<0.84	4.30±0.07 ^b _D	*12.68±0.28 ^b _A	1.02±0.07 ^b _C
5. Ay	%30	10.26±0.28 ^a _E	20.14±0.78 ^a _F	64.14±2.06 ^a _G	62.17±1.58 ^a _G	5.18±0.22 _B	174.45±3.15 ^a _G	5.45±0.27 ^a _F	1.38±0.09 ^a _D
	KT	11.10±0.70 ^a _E	4.56±0.16 ^b _F	2.88±0.04 ^b _E	4.88±0.22 ^b _C	*<0.84	*3.86±0.16 ^b _E	6.28±0.32 ^b _C	1.45±0.09 ^a _D
6. Ay	%30	14.18±0.50 ^a _G	5.88±0.18 ^a _G	54.06±1.06 ^a _H	286.37±5.10 ^a _H	32.02±0.92 _C	222.38±4.27 ^a _H	5.36±0.16 ^a _F	<0.71
	KT	8.80±0.11 ^b _D	5.18±0.14 ^b _G	*3.00±0.03 ^b _D	5.56±0.09 ^b _D	*<0.84	3.98±0.24 ^b _E	8.02±0.80 ^b _D	*1.82±0.10 _A
7. Ay	%30	6.89±0.19 ^a _B	5.20±0.24 ^a _H	51.15±1.78 ^a _E	378.86±4.22 ^a _I	41.70±1.02 _D	374.10±5.18 ^a _I	5.02±0.13 ^a _F	1.42±0.07 ^a _D
	KT	6.54±0.10 ^a _B	3.78±0.07 ^b _H	2.82±0.07 ^b _E	3.46±0.12 ^b _B	*<0.84	*2.68±0.13 ^b _C	7.80±0.20 ^b _D	*2.08±0.08 ^b
8. Ay	KT	7.56±0.25 _C	4.20±0.14 _I	2.78±0.06 _E	*4.68±0.10 _C	*<0.84	*3.22±0.12 _F	10.80±0.18 _E	2.42±0.14 _B
9. Ay	KT	4.96±0.04 _A	5.04±0.06 _G	3.96±0.10 _C	5.46±0.18 _D	*<0.84	*3.55±0.08 _F	12.86±0.22 _A	2.66±0.12 _E
10. Ay	KT	*4.72±0.16 _A	4.78±0.12 _F	4.38±0.16 _F	6.02±0.16 _F	*<0.84	4.38±0.14 _D	15.05±0.75 _B	*2.20±0.09 _A

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$), Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E,F,G) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). < : Analiz limitinin altında, ±: Standart sapma, TRP: Triptamin, FEN: Feniletilamin, PÜT: Pütresin, KAD: Kadaverin, HİS: Histamin, TİR: Tiramin, SPMD: Spermidin, SPR: Spermin, *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistikî karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistikî açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Buzdolabı koşullarında depolanan bütün gruplarda depolama boyunca histamin miktarında herhangi bir artış gözlenmemiş olup <0.84 ppm (analiz limiti) değeri tespit edilmiştir. Bu gruplardaki triptamin miktarlarında bazı örnekleme zamanları hariç istatistiki açıdan önemli ancak düşük miktartlı artışlar gözlenmiş ve en yüksek triptamin miktarı 10. ayda %30'luk salamura grubunda 8.56 ppm olarak saptanmıştır. Feniletilamin miktarları 1. haftadan itibaren bütün gruplarda istatistiki açıdan önemli değişimler (artış ve azalış) gözlenmiş ve bu değişim düşük tuz konsantrasyona sahip gruplarda daha fazla olmuştur ($p<0.05$). En yüksek feniletilamin miktarı kuru tuzlanmış grupta 3. ayda 15.40 ppm olarak tespit edilmiştir. Pütresin miktarı 1. haftada sadece %10'luk salamura grubunda yükselmiş, diğer gruplarda ise düşüş gözlenmiştir. Bu haftada tespit edilen artışlar ve düşüşler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Pütresin miktarı en fazla 3. ayda %25'lik salamura grubunda 6.78 ppm olarak tespit edilmiştir. Kadaverin miktarı depolamanın 1. ve 2. haftasında %10'luk salamura grubunda ani ve istatistiki açıdan önemli bir yükselişle ($p<0.05$) 2. haftada 302.26 ppm değerine ulaşmıştır. Diğer gruplardaki yükseliş daha düşük seviyelerde seyretmiş ve 1. haftada en fazla kuru tuzlanmış grupta 5.88 ppm olarak bulunmuştur. Depolama süresince en fazla kadaverin miktarı %25'lik salamura örneğinde 6. ayda 38.20 ppm olarak bulunmuştur. Depolama sürecindeki değişimler ve diğer gruplarla aynı gündeki elde edilen değerler arasındaki istatistiki açıdan fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Duyusal açıdan örneklerin bozulma gösterdiği zamanlarda kadaverin değerleri %10, 15, 20, 25 ve 30'luk gruplar için sırasıyla 186.28, 6.40, 5.94, 24.22 ve 7.68 ppm olduğu belirlenmiştir. Kuru tuzlanmış grupta ise 10. ayda 4.28 ppm olarak bulunmuştur.

Buzdolabı koşullarında depolanan grupların tiramin miktarları sadece %10'luk salamura grubunda istatistiki açıdan önemli artış, diğer gruplarda ise düşüşler gözlenmiştir ($p<0.05$). Birinci haftada %10'luk salamura grubunda 46.72 ppm, diğer gruplarda ise en yüksek %25'lik salamura grubunda 4.78 ppm olarak bulunmuştur. İkinci haftada ise tiramin miktarı %10'luk salamura grubunda 81.65 ppm tespit edilmiştir. Aynı haftadaki diğer gruplarda ve takip eden depolama süresince bütün gruplarda tiramin değerleri 6 ppm'in altında seyretmiştir. Birinci haftada bütün gruplarda spermidin miktarları istatistiki açıdan önemli ölçüde düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Özellikle düşük tuz içeriğine sahip olan gruplarda daha fazla düşüş olmakla beraber bütün gruplarda 36 ppm altında gözlenmiştir.

Tablo 31. Salamura ve kuru tuzlanmış hamsi örneklerinin buzdolabı koşullarında muhafazası esnasında biyojenik amin miktarlarındaki değişimler

Zaman	Örnek Cinsi	Biyojenik amin miktarı (ppm)							
		TRP	FEN	PUT	KAD	HİS	TİR	SPMD	SPR
0	Taze Hamsi	4.62±0.08	12.28±0.09	4.96±0.13	2.58±0.12	<0.84	12.40±0.26	112.59±0.76	<0.71
1. Hafta	%10	4.78±0.06 ^a _A	6.34±0.15 ^a _A	28.26±0.80 ^a _A	186.28±3.02 ^a _A	<0.84	46.72±1.86 ^a _A	8.12±0.32 ^a _A	*<0.71
	%15	4.08±0.12 ^b _A	4.20±0.18 ^b _A	0.72±0.05 ^b _A	5.20±0.12 ^b _A	<0.84	4.12±0.07 ^b _A	13.02±0.26 ^b _A	1.22±0.12 ^a _A
	%20	4.46±0.46 ^a _A	4.86±0.36 ^c _A	1.12±0.12 ^c _A	5.68±0.34 ^b _A	<0.84	2.78±0.12 ^c _A	14.36±0.13 ^c _A	*1.44±0.14 ^a _A
	%25	4.34±0.18 ^a _A	7.18±0.66 ^d _A	2.28±0.14 ^d _A	5.38±0.96 ^b _A	<0.84	4.78±0.40 ^d _A	20.88±0.48 ^d _A	*1.60±0.40 ^a _A
	%30	4.36±0.14 ^a _A	10.78±0.56 ^e _A	<0.56	5.56±0.18 ^b _A	*<0.84	3.98±0.34 ^b _A	16.80±0.18 ^c _A	*1.56±0.24 ^a _A
	KT	4.56±0.06 ^a _A	9.12±0.28 ^e _A	<0.56	5.88±0.24 ^b _A	*<0.84	4.28±0.10 ^b _A	18.10±0.74 ^f _A	1.70±0.06 ^a _A
2. Hafta	%10	5.90±0.08 ^a _B	2.54±0.35 ^a _B	47.03±1.90 ^a _B	302.26±13.72 ^a _B	<0.84	81.65±2.65 ^a _B	*11.12±0.43 ^a _B	*<0.71
	%15	4.34±0.08 ^b _A	5.30±0.08 ^b _B	0.92±0.15 ^b _B	6.40±0.10 ^b _B	<0.84	4.72±0.09 ^b _B	*16.12±0.68 ^b _B	*1.40±0.10 ^a _A
	%20	4.78±0.12 ^c _A	5.68±0.26 ^b _B	<0.56	5.48±0.17 ^c _A	<0.84	2.68±0.14 ^c _A	15.42±0.13 ^b _B	*1.62±0.16 ^b
	%25	4.54±0.18 ^b _A	9.68±0.26 ^c _B	<0.56	7.36±0.78 ^d _B	<0.84	3.50±0.18 ^d _B	24.68±0.28 ^c _B	*1.78±0.12 ^b
	%30	4.48±0.72 ^b _A	11.46±0.84 ^d _A	<0.56	5.66±0.56 ^c _A	*<0.84	3.78±0.60 ^d _A	26.02±1.25 ^c _B	*1.78±0.28 ^b
	KT	4.76±0.46 ^c _A	*12.32±0.58 ^d _B	0.98±0.04 ^b _A	2.98±0.15 ^c _B	*<0.84	3.80±0.20 ^d _A	14.30±0.14 ^d _B	1.84±0.08 ^b _A
1 Ay	%15	4.86±0.10 ^a _B	7.12±0.12 ^a _C	<0.56	6.89±0.08 ^a _B	<0.84	3.40±0.16 ^a _C	24.24±0.22 ^a _C	1.28±0.05 ^a _A
	%20	4.26±0.21 ^b _B	7.48±0.34 ^a _C	0.98±0.09 ^{ab} _A	5.94±0.42 ^b _B	<0.84	3.46±0.16 ^a _B	23.38±0.46 ^a _C	*1.56±0.15 ^b
	%25	*5.78±0.16 ^c _B	11.68±0.34 ^b _C	0.72±0.18 ^a _B	22.98±0.24 ^c _C	<0.84	4.38±0.14 ^b _A	34.12±0.76 ^b _C	1.78±0.08 ^b _A
	%30	5.18±0.22 ^d _B	16.34±0.78 ^c _B	<0.56	9.50±0.50 ^d _B	*<0.84	4.88±0.64 ^b _B	33.78±1.04 ^b _C	2.58±0.68 ^c _B
	KT	5.06±0.16 ^e _B	12.02±0.28 ^b _B	1.08±0.14 ^b _A	3.78±0.10 ^e _C	*<0.84	3.98±0.26 ^c _A	8.78±0.24 ^c _C	1.68±0.18 ^b _A
2 Ay	%15	4.82±0.16 ^a _B	9.03±0.10 ^a _D	1.36±0.09 ^a _C	4.28±0.13 ^a _C	<0.84	3.65±0.08 ^a _C	34.20±0.68 ^a _D	1.24±0.12 ^a _A
	%20	4.68±0.10 ^a _A	9.78±0.37 ^b _D	1.72±0.13 ^b _B	6.66±0.32 ^b _B	<0.84	3.45±0.08 ^b _B	24.28±0.36 ^b _C	1.52±0.10 ^b _A
	%25	6.32±0.36 ^b _C	*7.56±0.36 ^c _A	2.86±0.20 ^c _C	24.22±0.38 ^c _D	<0.84	4.62±0.16 ^c _A	36.44±1.36 ^a _C	1.84±0.18 ^c _A
	%30	5.68±0.72 ^c _B	*14.26±0.86 ^d _C	<0.56	4.78±0.50 ^a _A	*<0.84	4.46±0.52 ^c _B	32.02±1.26 ^c _C	2.12±0.32 ^d _B
	KT	5.24±0.46 ^c _B	10.16±0.28 ^b _C	1.78±0.08 ^b _B	5.34±0.68 ^d _A	*<0.84	2.86±0.16 ^d _B	11.78±0.42 ^d _D	*1.72±0.16 ^c _A

Tablo 31'in devamı

3 Ay	%20	4.92±0.46 ^a _C	9.50±0.28 ^a _D	1.86±0.20 ^a _B	6.80±0.26 ^a _C	<0.84	3.60±0.23 ^a _B	23.52±0.32 ^a _B	1.59±0.12 ^a _A
	%25	5.96±0.28 ^b _B	8.78±0.62 ^b _B	6.78±0.86 ^b _D	33.12±1.02 ^b _E	<0.84	4.98±0.24 ^b _A	34.50±0.46 ^b _C	1.72±0.18 ^b _A
	%30	5.56±0.28 ^b _B	12.84±0.94 ^c _A	1.46±0.22 ^c _A	5.68±0.26 ^c _A	*<0.84	4.14±0.36 ^c _A	24.30±0.88 ^a _B	1.86±0.25 ^b _A
	KT	5.16±0.09 ^a _B	15.40±0.32 ^d _D	1.58±0.22 ^c _B	5.12±0.18 ^c _A	*<0.84	2.98±0.10 ^d _B	16.56±0.60 ^c _A	2.56±0.08 ^c _B
4 Ay	%20	4.86±0.12 ^a _C	6.68±0.16 ^a _E	0.86±0.16 ^a _A	6.48±0.55 ^a _C	<0.84	3.86±0.25 ^a _B	24.86±0.24 ^a _C	1.59±0.18 ^a _A
	%25	5.86±0.52 ^b _B	4.76±0.78 ^b _D	1.46±0.64 ^b _E	36.32±1.24 ^b _F	<0.84	4.80±0.28 ^b _A	32.68±1.12 ^b _C	1.64±0.46 ^a _A
	%30	6.12±0.29 ^c _C	8.12±0.18 ^c _D	3.52±0.22 ^c _B	4.88±0.34 ^c _A	<0.84	4.58±0.24 ^b _B	33.18±0.38 ^b _C	1.58±0.16 ^a _A
	KT	5.72±0.28 ^b _B	9.02±0.22 ^d _A	2.76±0.10 ^d _C	5.58±0.28 ^c _A	*<0.84	3.20±0.16 ^c _B	*12.18±0.26 ^c _D	2.08±0.14 ^b _A
5 Ay	%20	4.96±0.18 ^a _C	6.88±0.22 ^a _E	1.06±0.26 ^a _A	6.88±0.42 ^a _C	<0.84	3.78±0.15 ^a _B	23.56±0.30 ^a _C	1.86±0.28 ^a _B
	%25	7.68±0.56 ^b _C	1.78±0.22 ^b _E	3.85±0.38 ^b _F	34.98±0.86 ^b _F	<0.84	3.48±0.72 ^a _B	36.56±1.34 ^b _C	1.48±0.58 ^b _A
	%30	6.34±0.35 ^c _C	12.08±0.34 ^c _A	1.68±0.28 ^c _A	7.22±0.30 ^c _C	<0.84	2.88±0.24 ^b _C	32.42±0.78 ^c _C	1.70±0.28 ^a _A
	KT	5.02±0.34 ^d _B	8.80±0.16 ^d _E	3.48±0.20 ^b _D	5.84±0.56 ^d _A	*<0.84	*3.46±0.26 ^a _B	10.88±0.14 ^d _E	1.68±0.17 ^a _A
6 Ay	%25	5.86±0.88 ^a _B	1.48±0.24 ^a _E	2.56±0.68 ^a _C	38.20±0.86 ^a _G	<0.84	3.78±0.48 ^a _B	18.78±0.88 ^a _D	1.88±0.34 ^a _A
	%30	7.48±0.28 ^b _D	8.46±0.18 ^b _D	0.96±0.28 ^b _C	7.68±0.38 ^b _C	<0.84	3.88±0.25 ^a _A	19.26±0.42 ^a _D	1.78±0.34 ^a _A
	KT	5.38±0.15 ^a _B	8.20±0.24 ^b _F	*3.00±0.17 ^c _D	5.24±0.22 ^c _A	*<0.84	2.80±0.10 ^b _B	10.96±0.12 ^b _E	*1.70±0.10 ^a _A
7 Ay	%30	7.28±0.48 ^a _D	10.22±0.46 ^a _A	1.46±0.46 ^a _A	9.46±0.46 ^a _B	<0.84	4.02±0.26 ^a _A	22.88±0.68 ^a _E	2.14±0.20 ^a _B
	KT	4.76±0.16 ^b _B	12.36±0.32 ^b _B	1.78±0.17 ^b _B	4.78±0.21 ^b _D	*<0.84	*2.66±0.15 ^b _C	9.98±0.22 ^b _E	*2.12±0.09 ^a _A
8 Ay	%30	7.96±0.46 ^a _D	14.88±0.80 ^a _C	1.86±0.64 ^a _D	10.22±0.55 ^a _B	<0.84	5.58±0.44 ^a _D	28.56±0.24 ^a _B	1.88±0.12 ^a _A
	KT	5.28±0.25 ^b _B	12.86±0.12 ^b _B	1.90±0.20 ^a _B	*4.35±0.41 ^b _D	*<0.84	*3.02±0.05 ^b _B	8.60±0.14 ^b _C	1.98±0.06 ^a _A
9 Ay	%30	7.88±0.38 ^a _D	14.02±0.24 ^a _C	2.28±0.18 ^a _E	9.02±0.14 ^a _B	<0.84	4.82±0.18 ^a _D	33.26±1.12 ^a _C	1.66±0.22 ^a _A
	KT	5.38±0.08 ^b _B	15.78±0.14 ^b _G	2.10±0.09 ^a _B	4.28±0.08 ^b _D	*<0.84	*3.42±0.10 ^b _B	7.68±0.24 ^b _F	2.28±0.15 ^b _B
10 Ay	%30	8.56±0.18 ^a _E	12.78±0.14 ^a _A	2.46±0.28 ^a _E	9.88±0.24 ^a _B	<0.84	5.46±0.48 ^a _D	32.08±0.72 ^a _C	1.86±0.12 ^a _A
	KT	*4.86±0.09 ^b _B	10.86±0.36 ^b _A	2.52±0.06 ^a _C	4.28±0.12 ^b _D	*<0.84	3.50±0.32 ^b _B	9.48±0.06 ^b _E	*2.02±0.10 ^a _A
11 Ay	KT	5.56±0.20 _B	9.86±0.18 _A	3.98±0.07 _E	4.78±0.19 _D	<0.84	3.62±0.08 _B	9.98±0.11 _E	1.98±0.12 _A

Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) aynı gündeki gruplar arasındaki farkı belirtir ($p<0.05$), Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A,B,C,D,E,F,G) farklı günde aynı grup içindeki farkı belirtir ($p<0.05$). <:Analiz limitinin altında, ±:Standart sapma, TRP:Triptamin, FEN:Feniletilamin, PÜT:Pütresin, KAD:Kadaverin, HIS:Histamin, TİR:Tiramin, SPMD:Spermidin, SPR:Spermin, *:oda ve buzdolabı koşullarında depolanan aynı grupların aynı örnekleme zamanında yapılan istatistiki karşılaştırmada fark olmadığını belirtir. İlgili işarete sahip olmayan örnekleme zamanlarında ise istatistiki açıdan fark olduğunu belirtir ($p<0.05$).

Spermin miktarlarında ise bütün gruplarda bazı gruplar hariç istatistiki açıdan önemli artışlar tespit edilmemiştir. En yüksek spermin miktarı 1. ayda %30'luk salamura grubunda 2.58 ppm olarak bulunmuş diğer gruplarda ise bu değerin altında değişim göstermiştir.

Aynı tuz konsantrasyonu ile tuzlandıktan sonra oda ve buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda aynı örnekleme zamanında histamin analizinden elde edilen veriler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında %10, 15, 20 ve 25'lik salamura ile tuzlanan gruplarda depolama boyunca, %30'luk salamura gruplarında 3. aydan sonra gözlenen değişimler farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Kuru tuzlanmış gruplar arasında ise depolama boyunca depolama sıcaklığına bağlı olarak istatistiki açıdan fark gözlenmemiştir ($p<0.05$).

4. TARTIŞMA

Bilindiği üzere geleneksel yöntemlerle ile işlenen balık ürünleri, kullanılan balık türü, eklenen tuz ve asit, diğer katkı maddelerinin miktarları, uygulanan olgunlaştırma ve/veya işleme sıcaklıkları nedeniyle çok farklılıklar göstermektedir. Ürün çeşitliliği ve bileşimindeki farklılıklar ülkeden ülkeye değişmekle birlikte aynı ülkenin farklı üreticileri arasında da değişiklik gösterebilmektedir (Knochel, 1983; Pons-Sanchez-Cascado vd., 2003; OECD, 2008; Köse, 2010). Bu nedenle geçmişten günümüze kadar bu tür ürünlerin geleneksel ürün adı altında ülkeye ya da bölgeye özgü üretimi sürdürülmektedir. Ancak gıda sanayindeki gelişen teknolojiler, tüketici profilindeki değişimler ve günümüzde zorunlu hale gelen gıda güvenliği yasaları bu tür ürünlerin bileşiminde ya da üretiminde farklılıklara neden olmuştur. Geleneksel ürünlerdeki bu farklılıklar ürünlerin % tuz, % su, pH ve a_w içeriklerini de doğrudan etkilemektedir. Tuzlama, marinasyon ve fermente gibi ürünlerin olgunlaşma ve depolama esnasında uygulanan işlemler, ürünlerde biyojenik amin oluşumuna yol açan bakterilerin etkinliklerinin yavaşlatılmasına veya hızlandırılmasına, durdurulmasına veya yok edilmesine yol açabilir. Benzer şekilde bu tür ürünlerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi (örn. tütsüleme teknolojisi) de söz konusu bakterilerin ve enzimlerin yapısının bozulmasına neden olarak biyojenik amin oluşumunun işleme aşamasında engellenmesine sebep olur.

Erkan vd. (2009) tuzlanmış balık ürünlerini üç kategoriye ayırmışlardır. Bu ürünlerin ilki %4-10 tuz oranı ile hafif tuzlanmış ürünler, ikincisi %10-14 tuz içeriğine sahip normal tuzlanmış ürünler ve üçüncüsü ise %14'den fazla tuz içeren ürünlerdir. İlgili araştırmacılar ayrıca fermente balık, fermente havyar, balık sosisi, balık ezmesi ve kreması, gibi ürünlerin de tuzlanmış ürün grubuna dahil edildiklerini bildirmişlerdir.

Ülkemizde geleneksel yöntemlerle balık ürünlerinin işlenmesi için kullanılan en yaygın yöntem tuzlama olup, tuzlanmış hamsi ve palamuttan üretilen lakerda ise en yaygın ürünlerdir. Tablo 9'dan da görüldüğü gibi bu ürünlerden çiroz ve ançüez balık ürünleri her üç tuzlanmış ürün kategorisine, kuru tuzlanmış balık ürünlerinden bir örnek hariç yüksek tuzlanmış ürün kategorisine, lakerda balık örnekleri ise bir örnek hariç hafif ve normal tuzlanmış ürün kategorisinde oldukları gözlenmiştir. Bu tür ürünler sadece fabrikasyon değil daha çoğunlukta evlerde ve küçük balıkçı işletmelerinde üretilmektedir.

Diğer geleneksel ürünler arasında ise tütsülenmiş balık ürünü, gravad balık (yarı fermente ve tütsülenmiş) ve marinat balık ürünleri gelmektedir (Köse, 2010). Ülkemizde üretilip tüketime sunulan farklı geleneksel yöntemlerle işlenmiş 96 adet örneğin tuz, su, a_w , pH değerlerinden de anlaşılacağı üzere (Tablo 9) aynı işleme yöntemiyle farklı üretici grupları tarafından üretilen ürünlerin bileşimleri arasında farklılıklar mevcuttur. Bu tür ürünlerin bileşimindeki %WPS, a_w ve pH değerleri ürünlerdeki bakteri gelişimi, önceden oluşturulan bakteriyel enzim aktivitesinin desteklenmesi veya engellenmesi biyojenik amin oluşumunu da hızlandırabilir veya engelleyebilir (Köse, 2010).

Bilindiği üzere a_w değerinin 0.85'in altında olduğu durumlarda genellikle bakteriyel gelişme yavaşlar (Tunail, 2009; Köse, 2010). Sade marine hamsi ve salamura örnekleri (ilk beş örnek) incelendiğinde a_w değerlerinin (<0.802) bakteriyel gelişmeyi engelleyici düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Biyojenik amin değerleri incelendiğinde ise histamin miktarları <36 ppm ve diğer aminler içinde en yüksek değer ise 84.7 ppm ile kadaverin miktarı olduğu tespit edilmiştir. Oda koşullarında depolananlar dahil tüm örneklerin biyojenik amin miktarlarının düşük olması özellikle düşük a_w değerlerinin ve bu değerlerin düşük olmasını destekleyen yüksek düzeyde %WPS miktarlarının yol açmış olabileceği söylenebilir. Bunun yanında fabrikasyon olarak işlenip piyasaya sürülen 3 farklı baharat soslu hamsi örneklerinden birinde 3.29 ppm gibi çok düşük histamin miktarı tespit edilmesine rağmen, iki örnekte ise histamin değerleri (ülkemiz dahil mevcut yasaların izin verdiği limitlerin üstünde) 227.10 ve 413.43 ppm olarak saptanmıştır. Histamin miktarı yüksek olan baharat soslu ürünlerden birinde %WPS ve a_w değerleri sırasıyla %26.53 ve 0.777, diğerinde ise %8.58 ve 0.985 bulunmuştur. Buna göre baharat soslu ürünlerin ilkinde özellikle olgunlaştırma ve depolama esnasındaki tuz ve a_w değerlerinin biyojenik amin oluşumunu engellenmiş ya da yavaşlatmış olduğundan histamin miktarının uygun olmayan hammadde kullanımından kaynaklandığı ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Baharat soslu ürünün ikincisinde ise pH değeri 4.5 olarak tespit edilmiştir. Düşük pH değerlerinde bakteriyel aktivitenin gelişmediği veya yavaşladığı bildirilmiştir (ICMSF, 1996; Topal, 1996; Tunail, 2009; Köse, 2010). Ancak Gökoğlu vd. (2003; 2004) yürüttükleri çalışmada düşük pH'ın marinatlarda histamin oluşumunu desteklediğini ortaya koymuştur. Ancak ilgili ürünün soğuk muhafazada depolanması biyojenik amin oluşumunu yavaşlatmış olacağından histamin ve kadaverin miktarlarının yüksek bulunmasının sebebi olarak uygun olmayan hammadde kullanımından kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Salamura yöntemiyle tuzlanmış ve oda koşullarında depolanmış sardalya, palamut ve lüfer

örneklerinde ise biyojenik amin miktarları düşük tespit edilmiştir. En yüksek biyojenik amin değeri histamin için gözlenmiş olup 36.14 ppm olarak salamura palamut örneğinde tespit edilmiştir. Bu örneklerdeki % WPS değerleri %17.99-56.74 arasında gözlenmesine rağmen bir örnek hariç a_w değerleri 0.808 ve altında tespit edilmiştir. Yüksek a_w değerine sahip örneğin diğer örneklerle göre daha düşük % WPS ve tuz değerlerine sahip olduğu görülmektedir. İlgili örneğin yüksek a_w değeri ve oda koşullarında depolanması dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin çoğalmasını destekleyeceği için histamin ve diğer biyojenik aminlerin oluşumuna yol açabileceği söz konusudur. Ancak ilgili örnekteki %17.99'luk WPS değerinin ya da diğer faktörlerin biyojenik amin oluşumunu yavaşlattığı düşünülmektedir.

Salamura olarak tuzlanmış örneklerde bakteri analizleri yapılamamıştır. Ancak Üzen (2008) Karadeniz bölgesinde evlerde, perakende satış yapan balıkçılarda (KOBİ) ve laboratuvar koşullarında üretilmiş toplam 51 adet tuzlanmış (kuru tuzlama, salamura, baharat soslu ve lakerda) balık örneğini mikrobiyolojik ve kimyasal yönden incelemiştir. Çalışma sonucunda özellikle bir aylık ürünlere ait koliform, fekal koliform sayılarının diğer örneklerden fazla olduğunu tespit etmiştir. Bu ürünlerden izole ettiği bakteri türleri arasında histamin üreten bakteri türlerinden *E. cloacae*, *M. morgani*, *Lactobacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Citrobacter spp.* ve *C. freundii* gibi türlerin olduğunu rapor etmiştir. Aynı çalışmada 14 adet salamura örneğinin a_w değerlerinin 0.746-0.942, pH değerlerinin 5.41-7.23, %WPS değerinin ise 18.62-34.61 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Halofilik bakteri sayımları ise kullanılan %tuz oranlarına göre 0 (üreme yok) - 6.07 log kob/g olarak rapor etmiştir. Ayrıca en yüksek a_w sahip örnekte maya ve küfe rastlandığı bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen a_w , pH ve tuz değerleri Üzen (2008) tarafından aynı bölgeden temin edilen salamura örneklerin değerlerini desteklediği gözlenmiştir.

Salamura tuzlanmış örneklerde gıda güvenliği ile ilgili parametreler ve biyojenik aminlerin tespitine yönelik çalışmaların çoğu laboratuvar koşullarında üretilen ürünlerden yapılmış olduğundan, işleme fabrikalarındaki üretim koşullarını tam olarak yansıtmadığı düşünülmektedir. Ancak pek çok çalışmada salamura balık ürünlerinde toplam bakteri sayılarının ve biyojenik amin miktarlarının kullanılan tuz miktarı, depolama sıcaklığı ve süresine göre değişkenlik gösterdiği ortaya koyulmuştur (Del Vale vd., 1973; Ishida vd., 1976; Villar vd., 1985; Yamanaka vd., 1985; Karnop, 1988; Stratton vd., 1991; Yatsunami ve Echigo, 1991; Rodriguez-Jerez vd., 1993; Srikar vd., 1993; Beutling, 1994; Hernandez-

Herrero vd., 1999; Yapar, 1999; Kongpun, 2000; Karaçam vd., 2002; Lakshmanan vd., 2002; Turan vd., 2006; Dalgaard vd., 2008). Bu çalışmalardan Beutling (1994) dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin tuza karşı hassas oldukları ve tuz konsantrasyonunun %5'ten fazla olması durumunda histamin oluşumunun azaldığını ifade etmiştir. Ayrıca, Lakshmanan vd. (2002) %10'un üzerindeki tuzlulukta amin üreten bakterilerin inhibe olduğunu belirtmişlerdir.

Veciana-Nogues vd. (1997) İspanya'da ticari olarak satılan yarı korunmuş az tuzlu hamsi örneklerini 20°C ve 8-10°C'deki depolanması süresinde biyojenik amin ve mikrobiyal gelişimini incelemişlerdir. Depolama süresince spermin, spermidin, kadaverin ve pütresin miktarlarında önemli değişim izlemezlerken her iki sıcaklıkta da histamin, tiramin, triptamin ve feniletilamin miktarlarında önemli ölçüde artış rapor etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre oda koşullarında depolanan tuzlanmış hamsilerin histamin, tiramin, triptamin ve feniletilamin açısından kolaylıkla risk taşıyacak düzeye ulaşabileceğini ortaya koymuşlardır. Bunun yanında, soğuk depolamanın amin oluşumunu azaltmasına rağmen tamamen engellemediğini de belirtmişlerdir.

Çalışmamızda 11 farklı balık türünden kuru tuzlama yöntemiyle üretilen ürünlere ait 31 adet örnekte histamin miktarlarının <0.84 ile 105.84 ppm arasında değiştiği gözlenmiştir. İlgili örneklerden sadece sardalya örneğinde yüksek miktarda (105.84 ppm) histamin tespit edilmiştir. Histamin miktarının diğer kuru tuzlanmış örneklerde ise 20 ppm'in altında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca kadaverin miktarı kuru tuzlanmış tirs örneklerinde 91.04-106.84 ppm arasında değişmiştir. Diğer biyojenik amin değerleri ise 90 ppm'in altında tespit edilmiştir. İlgili örneklerin tümünün ev ya da küçük balıkçı işletmelerinde üretilip oda koşullarında muhafaza edilmesi biyojenik amin oluşum riskini düşündürse de bu örneklerin kuru tuzlama yöntemiyle tuzlanması, su aktivitesinin 0.823 değerinin altında gözlenmesi ve %WPS miktarının %22.47-35.48 arasında bulunması biyojenik amin riskinin azalması durumunu açıklamaktadır. Bu nedenle yüksek histamin içeren kuru tuzlanmış sardalya örneğindeki histamin miktarının hammadde kaynaklı olacağı sonucuna varılmıştır. Buna rağmen bu örnekte tespit edilen değer ülkemiz ve AB yasalarının tuzlanmış ürünler için izin verilen yasal limitin altında ancak FDA'nın belirlediği yasal sınırın üzerindedir. pH değerleri ise 4.73-6.18 arasında değişkenlik göstermiş olduğundan bakteri faaliyetlerini sınırlayacak düzeyde bulunmamıştır (URL-4, 2012).

Üzen (2008) Karadeniz bölgesinden temin ettiği kuru tuzlanmış ürünlerde benzer şekilde değişen oranda tuz, a_w , pH ve bakteri sayıları tespit etmiştir. Ancak ilgili çalışmada 3 örnekteki a_w değeri bu çalışmada tespit edilen değerlerden yüksek, yine 3 farklı örnekteki %WPS değeri ise bu çalışmada elde edilen verilerinden düşük gözlenmiştir. Diğer değerler ise bu çalışmada elde edilen bulguları desteklemektedir.

Ülkemiz piyasasında satılan tuzlanmış örnekler için bir başka çalışma Patır vd. (2006) tarafından yürütülmüştür. İlgili araştırmacılar marketlerden ve evlerden temin ettikleri 35 adet kuru tuzlanmış inci kefali örneğini incelemiş ve bu örneklerde sırası ile ortalama toplam mezofilik aerob bakteri, koliform grubu bakteri, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, psikrofil bakteri, maya ve küf sayılarını 3.94, 3.20, 3.35, 3.38, 3.35, 3.02, ve 3.24 log kob/g olarak bulmuşlardır. Halofilik grubu mikroorganizmaların sayılarının ise sırasıyla <1.00-4.08 log kob/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Örneklerin tamamında *Staphylococcus aureus* ve % 3'ünde ise *Escherichia coli* bakterilerini tespit etmişlerdir. Ürünlerdeki ortalama nem, tuz, pH ve TVB-N miktarlarını sırasıyla % 42.96, % 24.63, 5.79 ve 55.40 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Tuzlanmış balık ürünleri üzerine farklı ülkelerde de pek çok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalardan Kanki vd. (2004) Japonya'da tüketilen *Iwashi mariboshi* adlı kurutulmuş sardalya ürününde 2002 yılında meydana gelen histamin zehirlenme vakasını bildirmişlerdir. Zehirlenme vakasına neden olan ürünün lokantada kalan kısmı ve aynı fabrikanın ürettiği bir ürünü marketten temin etmişler ve bu örneklerde 3000 ve 1700 mg/kg histamine rastlandığını rapor etmişlerdir.

Diğer bir çalışma Wootton vd. (1989) tarafından yürütülmüş olup Asya da tüketilen geleneksel yöntemlerle tuzlanmış, kurutulmuş ve fermente ürünlerde yüksek miktarda histamin bulunduğunu bildirmişlerdir. Kurutulmuş balık ürünlerinde pütresin ve kadaverin miktarlarını sırasıyla 2200 ve 3300 ppm, histamin miktarını ise 800 ppm olarak tespit etmişlerdir. Tuzlandıktan sonra yağ içerisinde muhafaza edilen uskumru balıklarında 70-160 ppm, tuzlanarak kurutulmuş ringa balıklarında ise 210 ppm histamin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Auerswald vd. (2006) Güney Afrikada satışa sunulan kurutulmuş ton balığında 8000 ppm histamin bulunduğunu bildirmişlerdir. Tsai vd. (2005) market ve süpermarketlerde satılan 33 adet tuzlanmış uskumru örneğinde histamin ve histamin üreten bakteriler üzerine yaptıkları çalışmada, 33 örnekten 2'sinde 70.1 ve 120.2 ppm histamine rastlandığını, diğer örneklerde ise ortalama 30 ppm histamin bulunduğunu bildirmişlerdir. Histamin üreten

bakterileri türlerini ise *Pantoea sp.*, *Pantoea agglomerans* ve *E. cloacae* olarak belirlemişlerdir.

Kung vd. (2007) marketlerde satılan balık ürünleri üzerine yaptıkları bir araştırmada ortalama tuz miktarının % 6.1, toplam bakteri sayısının 2.1 ile 9.1 log kob/g arasında olduğunu ve örneklerin hiçbirinde *E. coli* bulunmadığını belirtirken bu örneklerdeki ortalama histamin miktarlarının ise 102 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Park vd. (2010) Kore’de marketlerden temin ettikleri 23 adet tuzlanmış uskumru örneklerinde düşük düzeylerde histamin bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre bu ürünlerdeki agmatin, triptamin, feniletilamin, pütresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin miktarları sırasıyla, TE(Tespit Edilemedi)–19.8, TE–7.3, TE, TE, TE–12.1 TE–16.5, TE–20.4, TE–18.8 ve TE–5.1 ppm olarak tespit edilmiştir.

Zhai vd. (2012) Çin’de ticari olarak satılan 13 farklı balık türünden toplam 117 örneğin (taze ve 49 adet tuzlanmış, fermente ve konserve örnek) biyojenik amin (histamin, triptamin, pütresin, 2-feniletilamin, kadaverin, triamin, spermidin ve spermin) miktarlarını araştırmışlardır. Tuzlanmış ve fermente örneklerde histamin değerini en yüksek 35.08 ppm olarak bulmuşlardır.

Tuzlanmış ürün grubu içerisinde bulunan çiroz örneklerinde histamin miktarı 2.21 ppm’den daha az bulunmasına rağmen ançüz örneklerinden birinde 229.11 ppm değeri tespit edilmiştir. Diğer biyojenik amin miktarları her iki tip örnekte düşük miktarlarda izlenmiştir. Bu örnekler işleme fabrikalarında üretilip soğuk muhafaza koşullarında satışa sunulmaktadır. Yüksek miktarda histamin içeren ançüz örneğinde a_w değerinin yüksek olması histamin oluşumuna neden olabileceği düşünülmeye rağmen %WPS değerinin %18.58 olması histamin riskinin hammadde kaynaklı olma ihtimalini güçlendirmektedir.

Yu-Ru vd. (2010) Tayvan’da satılan 46 adet kurutulmuş balık ürününde histamin ve histamin üreten bakterilerin varlığını araştırdıkları çalışmada, test edilen örneklerin % 30.4’ünün 50 ppm fazla histamin içerdiğini, dokuz örnekte ise histamin miktarının 63.10 ile 479.00 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Örneklerden 13 adet histamin üreten bakteri türü izole edilmiş ve bunların triptik soy broth (% 1 L-histidin) besiyerinde histamin üretimlerinin 8.7-531.2 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Erkan vd. (2009) pişirilmeden tüketilen bir ürün olan lakerda ürünlerinin ülkemizde ve Yunanistan’da üretildiğini, tipik olarak pH 5-6 ve %15 civarında tuz içermesiyle karakterize edildiğini bildirmişlerdir. Bu tez çalışması kapsamında lakerda grubundaki tüm örneklerde %tuz miktarı Erkan vd. (2009) tarafından belirtilen değerden çok düşük

gözlenmiştir. Ancak pH değerleri ise bir örnek hariç önerilen tipik değerlerin içinde kalmıştır. Ticari lakerda ürünlerindeki düşük tuz değerlerinin tüketici profilinin yıllar itibariyle değişim gösterdiğini ve daha az tuz tercih etmelerinden kaynaklanabileceğini gösterir. Buna rağmen bu ürünlerin gıda emniyeti açısından bozulmalara ve biyojenik amin gelişimine uygun olabileceği söylenebilir.

Lakerda balık ürünlerinden 17 adet örnekten 3'ünde izin verilen limit değerlerinin (200 ppm) üzerinde histamin tespit edilmiştir. Diğer örneklerde ise histamin miktarı 17.11 ppm'in altında bulunmuştur. Ayrıca dört farklı örnekte yüksek miktarlarda feniletülin, kadaverin ve tiramin belirlenmiştir. Yüksek histamin miktarı içeren örneklerin biri hariç küçük balıkçı işletmeleri tarafından üretilip oda sıcaklıklarında depolanmışlardır. Bu örneklerin %WPS ve diğer kalite parametreleri incelendiğinde biyojenik amin üreten bakteri gelişmesini destekleyen koşulların bir örnek hariç uygun olduğunu göstermiştir. Diğer örnekteki histamin oluşumu ise işleme öncesi hammadde depolama koşullarına bağlı olabileceği düşünülebilir. Köse vd. (2010) Yunanistan'da marketten temin ettikleri iki adet lakerda örneğinde <18 ppm histamin tespit etmişlerdir.

Üzen (2008) Karadeniz bölgesinden temin ettiği iki farklı lakerda örneğinde a_w değerlerini 0.762 ve 0.864, pH değerlerini 5.52 ve 5.63, %WPS değerlerini %21.25 ve 23.36, halofilik bakteri sayılarını ise 0 (Üreme yok)-6.08 log kob/g olarak tespit etmiştir. İlgili çalışma sonuçları bu çalışmadaki değerlerin içinde gözlenmiş olup bu tez çalışmasında ilgili parametrelere ait sonuçlarını desteklemiştir.

Erkan vd. (2009) laboratuvar koşullarında ürettikleri lakerda örneklerinde başlangıç pH değerinin olgunlaşma süresince 11-12. haftalara kadar düşüş gösterdiğini, daha sonra ise yağda ve salamurada depolanan örneklerde pH'ın tekrar yükselişe geçtiğini saptamışlardır. Bu tez çalışmasında elde edilen pH değerleri bir örnek haricinde Erkan vd. (2009) belirttiği değerler içinde gözlenmiştir.

Farklı çalışmalarda lakerda ürünlerinin mikrobiyolojik kalite düzeyleri araştırılmıştır. Erkan vd. (2009) laboratuvar koşullarında ürettikleri lakerda örneklerinde toplam mezofilik bakteri sayıları 2.36-3.75 log kob/g olarak bulmuşlar ve bu değerlerin ICMF (1996) tarafından bildirilen kabul edilebilir limit (6 log kob/g) içinde kaldığını ifade etmişlerdir. Tez çalışmasına konu olan lakerda örneklerinin farklı katkıları (yağda ve salamura solüsyonları) ile beraber farklı paketleme tipleri (vakum, cam kavanoz, plastik paket vb.) ile satışa sunuldukları gözlenmiştir. Bu ürünlerdeki toplam mezofilik, halofilik ve histamin üreten bakteriler sayılarının bu paketleme koşullarından etkilendiğine dair bir sonuç

izlenmemiştir. Erkan vd. (2009) lakerda örneklerinde başlangıç toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayılarını sırasıyla <2 ve $3.76 \log \text{ kob/g}$ olarak tespit etmişlerdir. İlgili çalışmada ürünlerin depolama ve paketlenme koşullarına bağlı olarak bakteri sayılarında artış gözlenmiştir. Aynı çalışmada yağda ve soğuk depoda (4°C) muhafaza edilen lakerda örneklerinin kabul edilen bakteri sınır değerini ($6 \log \text{ kob/g}$) 11. haftada mezofilik ve psikrofilik bakteriler için aştığını belirtmişlerdir. Salamura ve vakum paketli ürünlerde ise mezofilik bakteriler için 16. haftada bile bu değer altındayken kaldığını, toplam psikrofilik bakteri sayılarının ise 13. haftada vakum paketli ürünlerde $4.82 \log \text{ kob/g}$ 'a ulaştığını belirlemişlerdir. Turan vd. (2006) laboratuvar koşullarında ürettikleri palamut lakerdası örneklerinde toplam mezofilik sayılarını $4.6 \times 10^2 \text{ kob/g}$ olarak bulmuşlar ancak depolama süresinin artışına bağlı olarak bu değer $<10^1 \text{ kob/g}$ 'a düştüğünü ifade etmişlerdir. Bu çalışmada analiz edilen lakerda örneklerinde en yüksek toplam histamin üreten ve halofilik bakteri sayıları 3.60 ve $3.39 \log \text{ kob/g}$ olarak bulunmuştur. Lakerda balık ürünlerinde histamin üreten bakteri miktarları üzerine daha önce yapılmış çalışma mevcut olmadığından bir karşılaştırma yapılamamıştır.

pH değerinin mikrobiyal gelişmeyi etkilediği bilindiği için asitle muamele etmek balık dahil birçok ürünün muhafazası için kullanılmaktadır (Sallam vd., 2007). Organik asitler ve tuzun ortak etkisi ile çoğu patojenik ve bozulmaya neden olan bakterinin gelişimi marine balık ürünlerinde engellenmiş olur (Kılınç ve Çaklı, 2004). Ancak daha önceki bölümlerde marine edilmiş balık ürünlerinde histamin oluşumuna çeşitli faktörlerin olumlu yönde etki edebileceği belirtilmiştir (Gökoğlu, 2003; Gökoğlu vd., 2004). Bu faktörler arasında amino asit dekarboksilaz aktivitesinin asidik ortamlarda daha yüksek olacağı ve ilgili bakterilerce bu tip enzimlerin üretiminin hızlandırılacağı ve proteinlerin peptid ve amino asitlere parçalanmasında etkili olan doku katepsinlerinin asidik ortamlarda iyi çalışacağı gelmektedir (Gökoğlu, 2003; Gökoğlu vd., 2004). Mah ve Hwang (2009) histidin dekarboksilaz aktivitesi için optimum pH'ın $2.5 - 6.5$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle bu tip ürünlerin 2°C ve altındaki sıcaklıklarda üretilip pazarlanması tavsiye edilmiştir (Köse, 2010; Köse vd., 2010).

Ülkemizde marine, tütsü ve ezme balık ürünleri tamamiyle fabrikasyon olarak üretilip tüketime sunulmakta olup tümü soğuk muhafaza koşullarında depolanmaktadır. Marine ürün grubundaki 12 adet örnekten 3'ünde histamin miktarları $93.77-157.90 \text{ ppm}$ arasında olduğu gözlenmiştir. FDA'nın yasasına göre bu üç örneğin izin verilen limiti aştığı ancak AB ve ülkemiz yasalarına göre halen kabul edilir seviyede oldukları

belirlenmiştir. Diğer örneklerde ise histamin değerleri genellikle 4 ppm'in altında gözlenmiştir. En yüksek histamin değeri sarımsaklı marine hamsi örneğinde 157.90 ppm, bunu takiben sade marine hamsi ve Akdeniz usulü bitki soslu marine hamsi örneklerinde saptanmıştır. Histamin dışındaki biyojenik amin miktarları ise 90 ppm'in altında tespit edilmiştir. Marine ürünlerdeki pH değerinin 4.55'in altında, a_w değerinin 0.914 ve %WPS değerlerinin %9.48 olması biyojenik amin oluşumunu destekleyecek düzeyde olmasına rağmen soğuk muhafazada depolanmaları bu ürünlerdeki biyojenik amin oluşumunu yavaşlatacağı önceki çalışmalar ışığında düşünülmektedir. Bu nedenle bu ürünlerdeki yüksek amin değerlerinin uygun olmayan hammadde kullanımından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Pechanek et al. (1983) ticari olarak piyasaya sunulan marine balık ürünlerinde <0.1-132 ppm değişen oranlarda histamin miktarı tespit etmişlerdir. Farklı araştırmacılar laboratuvar ortamlarında marine edilmiş farklı tip balık ürünlerinde pH miktarlarında değişen değerler rapor etmişlerdir (Gökoğlu, 2003; Özden ve Baygar, 2003; Sallam vd., 2007). Olgunoğlu (2007) laboratuvar koşullarında üretilip soğuk depoda muhafaza edilen hamsi marinatlarında düşük düzeyde histamin tespit etmiştir. Gökoğlu (2003) yine laboratuvar koşullarında üretilen iki farklı sardalya marinatlarında histamin ve diğer biyojenik aminlerden bazılarının oda koşullarında ($25\pm 2^\circ\text{C}$) insan sağlığını açısından tehlikeli miktarlara bir gün içinde ulaşabileceğini göstermişlerdir. Bu nedenle soğuk depolamanın bu tip ürünler için önemli olduğunu vurgulamışlardır. Gökoğlu vd. (2004) marine edilmiş sardalyaların buzdolabı koşullarında depolanması esnasında biyojenik amin gelişimini araştırmışlardır. İlgili çalışmada tiramin, pütresin ve histamin değerlerinde ilk 2-3 ay süresince düşüşe rastlandığını ancak bu aylardan sonra bu amin miktarlarında artışlar görüldüğünü tespit etmişlerdir.

Pons-Sanchez-Cascado vd. (2005) sirkede marine edilmiş hamsilerde depolama süresince biyojenik aminlerin (tiramin, serotonin, pütresin, kadeverin ve histamin) arttığını bildirmiş ve depolama süresi boyunca histamin seviyesinin ancak 1.37 ± 0.63 ppm'in üzerine kadar çıkabildiğini, spermidin ve spermin seviyelerinin ise depolama süresince sabit kaldığını ortaya koymuşlardır.

Tütsülenmiş örneklerde en fazla histamin miktarına 98.71 ppm ile tütsülenmiş palamut-2 örneğinde rastlanmıştır. Diğer örneklerde histamin değeri 8 ppm'in altında tespit edilmiştir. Marine-tütsü ve marine-tütsü kurutulmuş örneklerde histamin miktarları 2 ppm'in altında gözlenmiştir. Histamin açısından marine ve tütsü grubunda bulunan 30 adet örnekte Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı geçen örnek bulunmamasına

rağmen, 6 örnekte (% 20) Amerika da FDA'nın uyguladığı yasal sınırın geçildiği tespit edilmiş olup bu tür ürünlerin pazarlanmasını bu yasayı uygulayan ülkelere engelleyecek düzeydedir. Tütsüleme teknolojisinin uygun sıcaklık ve depolama şartları uygulandığında biyojenik amin riskini azalttığı ortaya koyulmuştur. Ancak pek çok üründe olduğu gibi kullanılan hammaddede yüksek histamin miktarlarının varlığı ve işlenen ürünlere artarak devam edeceğini kanıtlayan pek çok çalışma mevcuttur. Ürünlerde var olan histaminin yüksek sıcaklıklarda, düşük ya da yüksek asitli ortamlarda veya yüksek tuz konsantrasyonlarında yok edilemeyeceği bilinmektedir. Yüksek histamin miktarı içeren tütsülenmiş palamut örneğinde spermidin ve spermin miktarı hariç diğer aminler de yüksek miktarlarda saptanmıştır. Bu aminlerden triptamin, feniletülin, pütresin, kadaverin ve tiramin değerleri sırasıyla 187.00, 132.39, 211.71, 1862.0 ve 783.66 ppm olarak belirlenmiştir. İlgili örnekte pH, %WPS ve a_w değerleri ise sırasıyla %7.53, 6.21 ve 0.959 olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu parametrelerin biyojenik amin oluşumunu artıracak bilimsine rağmen soğuk muhafaza koşullarında depolamanın biyojenik amin oluşumunu engellediği sonucuna varılmıştır. Ancak bu ürünlerdeki yüksek histamin miktarına uygun hammadde kullanmama veya işleme sürecindeki uygun olmayan koşulların neden olabileceği düşünülmektedir. Tütsülenmiş ve marine edilmiş uskumru çiroz örneklerinde ise biyojenik amin miktarları düşük oranlarda tespit edilmiştir.

Ülkemizde ticari olarak piyasaya sürülen tütsülenmiş ürünlere gıda emniyeti parametreleri ve biyojenik amin değerleri üzerine daha önce yapılmış çalışma mevcut değildir. Bu konuda diğer ülkelerde yürütülen bazı çalışmalara rastlanmakla birlikte bu çalışmaların çoğunun laboratuvar koşullarında yürütüldüğü gözlenmiştir. Auerswald vd. (2006) Güney Afrika da piyasaya sürülen tütsülenmiş kolyoz balıklarında 50 ppm'den yüksek histamin tespit ettiğini bildirmiştir.

Vosikisa vd. (2008) Yunanistan'da marketlerde satılan 125 adet taze ve işlenmiş (konserve, dondurulmuş, tütsü, tuzlama) balıklarda (ton, sardalya, kılıç balığı, uskumru, hamsi, ringa) histamin içeriğininin 2.7-220 ppm arasında değişmekte olduğunu ve en yüksek histamin miktarına hamsi ve ringa balıklarında tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Dondero vd. (2004) ve Montiel vd. (2012) laboratuvar koşullarında tütsülenmiş balıklar üzerine yürüttükleri çalışmalarda tütsülenmiş morina ve somon balığı türlerinde düşük miktarlarda biyojenik amin tespit etmişlerdir. Ancak biyojenik amin değerlerinin farklı depolama sıcaklıklarında zamana bağlı olarak artış gösterdiklerini saptamışlardır. Jørgensen vd. (2000) vakum paketli soğuk depolanmış somon balığındaki biyojenik amin

değişimi ile üründe bozulmadan kaynaklanan istenmeyen tatlar arasında bir korelasyon kurmuşlardır.

FDA (2012) *Clostridium botulinum* riskini azaltmak için oksijeni azaltılmış (vakum paketli, modifiye atmosfer paketli) ambalajlarda soğukta depolanan tütülenmiş ya da tütüsü aromalı balık ürünlerinde minimum %3.5 WPS veya 100 ppm sodyum nitrit eklenmiş olmasını yasal sınır olarak belirtmiştir. Bu tez kapsamında analiz edilen tüm örneklerin vakum paketli olması nedeniyle %WPS değerleri botulinum riski açısından da önemlidir. Ancak analiz edilen tüm örneklerdeki % WPS miktarları izin verilen sınır değerlerinin çok üzerinde tespit edilmiş olup bu ürünlerin botulinum riski açısından güvenli gruba girdikleri söylenebilir.

Jørgensen vd. (2000) tütülenmiş somon balıklarında a_w ve %WPS değerleri ile yakın bir ilişki gözlemlemiş ve basit a_w analizinin tuz analizlerinin yerini alabileceğini vurgulamıştır. Yine aynı araştırmacılar soğuk tütülenmiş somon balıklarında %WPS ve a_w değerlerini sırasıyla % 3.0-12.6 ve 0.92-0.98 arasında gözlemlemişlerdir. pH değerlerini ise 6.00-6.16 olarak tespit etmişler ve bu değerlerin depolama süresince 5.93-6.10 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ah-Weng vd. (1985) 13 adet tütülenmiş balık ürünüde a_w değerlerinin 0.56-0.96 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Goulas ve Kontominas (2005) tütüleme yöntemine göre %su miktarlarının değiştiğini ve bu değerlerin %56.7 - 56.9 arasında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada tütülenmiş örneklerde TAMB, HÜB ve THB değerleri sırasıyla <1.47-3.98, <1.47-3.85 ve <1.47 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Al-Bulushi vd. (2009) mezofilik bakteri sayılarının 6-7 log kob/g olduğu durumda 50 ppm histamin üretebileceğini saptamışlardır. Bu sonuçlar ışığında çalışmada elde edilen mezofilik bakteri değerlerimiz histamin oluşumu açısından risk oluşturmamasına rağmen bu duruma çok farklı faktörlerin de etki gösterebileceği göz önüne alınmalıdır. Örneğin Dondero vd. (2004)'nin soğuk tütülenmiş somon balıkları üzerine yaptıkları çalışmada yüksek oranda toplam bakteri sayısı tespit etmelerine rağmen bu örneklerde düşük düzeyde histamin oluştuğunu bildirmişlerdir. Ayrıca diğer biyogenik aminlerden kadaverin ve pütresin değerlerinde de zamana ve sıcaklığa bağlı değişim olduğunu bildirmişlerdir.

González-Rodríguez vd. (2002) tütüleme işleminin bazı bakteriler üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini ancak tütülemeyi takiben depolama sürecinde hayatta kalan bakterilerin çoğalıp üründe bozulmaya neden olabileceğini belirtmişlerdir. Çeşitli araştırmacılar tütülenmiş balık ürünlerinde histamin üreten ve ürünü bozan bakterilerin

gelişimi üzerine çalışmalar yürütmüşlerdir (Fletcher vd., 1998; Da Silva vd., 2002; Dondero vd., 2004; Emborg vd., 2005). Dondero vd. (2004) soğuk tütüleme esnasında sıcaklığının 28°C'yi aşmayacağını bu nedenle bu tür balık ürünlerinde histamin dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin çoğalmasına izin verileceğini vurgulamışlardır. FDA (2012) sıcak tütülemenin ürünü bozan ve patojenik bakterilerin sayısının azaltmasına yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Ülkemizde sadece bir firmanın balık ezmesi ürünü ürettiği tespit edilmiş olup bu firmanın ürünlerinin pazarlandığı farklı süpermarketlerden üç farklı zamanda temin edilen örneklerin 2'sinde yüksek miktarda histamin tespit edilmiştir (191.66 ve 165.91 ppm). Diğer örnekte ise 2.44 ppm olarak bulunmuştur. Yüksek histamin içeren örneklerde pH 5.86 ile 6.26, WPS %18.10 ile 8.26 ve a_w miktarları ise 0.845 ile 0.814 arasında tespit edilmiştir. Balık ezmesi ürünlerinin soğuk muhafaza koşullarında satışa sunulduğu gözlenmiştir. Diğer biyojenik amin miktarları ise bu ürünlerde 68 ppm'in altında ve genelde düşük düzeylerde saptanmıştır. Köse vd. (2010) İtalya da üretilmiş ezme balık ürünlerinde histamin miktarlarını 2.0-71.0 ppm, Danimarka ve Almanya'da üretilen ezme balık ürünlerinde ise <5 ppm histamin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu tez kapsamında analiz edilen örneklerin yüksek miktarda histamin içermesine neden olarak; üreticilerin uygun koşullarda muhafaza edilmemiş hammadde kullanması, işleme esnasında HACCP kurallarına uyulmaması yada diğer gıda güvenliği kontrol sistemlerinde yapılan hatalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Su ürünleri işleme sanayinde kullanılan hammaddenin kalitesi işleme sürecini ve son üründeki kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kullanılacak hammaddenin işleme öncesi depolama koşullarının kaliteyi en iyi şekilde koruyacak şekilde olması büyük önem arz etmektedir. Zira kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan kötü kalitede hammadde kullanımı ürünün işlenme ve buna bağlı olarak olgunlaşma sürecinde kalite kayıplarına ve özellikle biyojenik aminlerin gelişimine neden olacaktır.

Balıkların taze olarak saklanmasında en çok kullanılan yöntem soğuk muhafazadır. Bu yöntemde, buz, soğutulmuş deniz suyu, buz -su karışımı ve kuru buz kullanılarak, ürünlerin dondurulmadan muhafazaları sağlanmış olur. Ancak soğuk muhafazada depolama süresi ve koşulları çok önemli bir faktördür (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992). İnal (1992) balıkların genellikle avlandıktan sonra buz ile depolanması sonucu 12 gün sonra tazelik özelliklerini yitirdiklerini, buzsuz depolamada ise bu sürenin 4-6 gün kadar düştüğünü bildirmektedir. Alperden (1993) balıkların tazeliğini 0°C'de 9 gün, 3°C'de 4-6

gün ve 5°C’de 3 gün korunduğunu bildirmiş ve taze balıkta raf ömrünün artması için düşük sıcaklık derecelerinde muhafaza edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Ancak balıkların türü, cinsiyeti, boyu, avlanma şekli, avlandığı mevsim, avlandığı ortamın ve balığın mikrobiyolojik yükü ve avlandıktan hemen sonra bekletildiği ortam sıcaklığı gibi faktörlerde bozulma sürecinde etkili olmaktadır (Huss, 1998).

Önceki bölümlerde işlenmiş balık ürünlerinde biyojenik amin oluşumuna kullanılan hammaddenin uygunsuz koşullarda depolanmasının etkili olduğu belirtilmiştir. Bilindiği üzere ülkemiz geleneksel su ürünleri işleme sanayinde hammadde olarak en fazla kullanılan türler arasında hamsi ve palamut balıkları gelmektedir (Köse vd., 2010). Hamsi balığının geleneksel yöntemlerden genellikle salamura ve kuru tuzlama, palamut balığı ise genelde lakerda yapımında kullanıldığı bilinmektedir. Bulgular ve tartışma bölümünün önceki kısımlarında biyojenik amin oluşumunu engelleyecek koşullarda üretilmelerine rağmen bazı geleneksel ürünlerde yüksek miktarda histamin ve diğer biyojenik aminlerin tespit edildiği ve bu sonucun ise hammadde kaynaklı olabileceği belirtilmiştir. İşleme tekniklerinde kullanılan yüksek sıcaklık, tuzluluk ve asitlik bu aminlerin azaltılmasında etkili olmamaktadır. Bu nedenle işleme öncesi hammaddede biyojenik amin oluşumunu engelleyecek veya yavaşlatacak soğuk muhafazada bekletilmesi ve soğuk zincire uyulması önem taşımaktadır. Hammaddenin soğuk muhafazasında uygulanan farklı koşulların ve depolama sürecinin biyojenik amin oluşumuna etkisinin diğer kalite parametreleri ile incelenmesi bu aminlerin son ürünlerdeki miktarının tahmin edilmesi ve bu konuda önlem alınması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle bu tez kapsamında, geleneksel ürün işleminde ülkemiz işletmeleri ve halkımızca yaygın olarak kullanılan hamsi ve palamut balıklarının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında biyojenik amin oluşumu kalite değişimleri ile birlikte incelenmiştir. Bu amaçla bu balıklarda farklı depolama koşullarında zamana bağlı olarak biyojenik amin, duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Araştırmanın duyuşsal analiz sonuçlarına göre hamsi balıklarının buzsuz olarak depolanan grubu (BS) 4. gün, buzlu olarak depolanan grubu (BL) 8. gün, su-buz karışımı ile depolana grubu (SBL) ise 9. günde bozulmuşlardır. Bu grupların depolanması esnasında sıcaklık değerleri sırası ile BS grubunda 4.1 °C, BL grubunda 1.8 °C ve SBL grubunda ise 1.2 °C olarak bulunmuştur. Buzla veya su-buz karışımı ile depolamadaki sıcaklık farkının duyuşsal parametrelere etkisinin pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Buzsuz olarak depolanan grupta sıcaklığın diğer gruplara nazaran daha yüksek ve ek olarak havayla

temasının da daha fazla olması nedeni ile yüzeyde kuruma ve buna bağlı olarak ta balık rengine kararmalar gözlenmiştir. Bu sonuçtan dolayı bu grubun diğer gruplara nazaran duyuşal açıdan daha kısa sürede bozulduğu düşünölmektedir. Taze balıkların soğuk muhafazası esnasında buz veya su-buz karışımı kullanmanın hem sıcaklığı düşürmede hem de yüzeydeki kurumunun önlenmesinde etkili olduğu, buna bağlı olarak ta raf ömründe artacağı farklı çalışmalarda bildirilmiştir. Bu çalışmalardan Özogul vd. (2006) soğuk muhafaza koşullarında buzla depolanan yılan balıklarının 12-14 gün, 3°C' de buzsuz olarak depolananların ise 5-7 gün duyuşal raf ömrünün olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen verilere benzer olarak Duyar vd. (2010) buzdolabı koşullarında (4±0.5°C) buzlu ve buzsuz olarak depolanan hamsi balığının duyuşal analizlere göre raf ömrünün buzlu olan grupta 10 gün, buzsuz olanda ise 4 gün olduğunu bildirmişlerdir. Köse ve Erdem (2004) hamsi balığını buzsuz olarak oda ve buzdolabı koşullarında depolamışlar ve duyuşal açıdan oda koşullarında depolanan hamsilerin 1 gün, buzdolabı koşullarında depolanan hamsilerin ise 2 gün raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda buzsuz olarak depolanan hamsilerin duyuşal açıdan raf ömrü Köse ve Erdem (2004)'in bulduğu raf ömründen 2 gün daha fazladır. Bunun nedeni olarak balıkların avlandığı andan itibaren uygulanan soğuk muhafaza ve hijyen koşullarının farklılığı gösterilebilir.

Palamut balıklarından oluşturulan gruplarda ise bütün buzsuz olarak depolanan grup (BBS) 7. gün, bütün buzlu olarak depolanan grup (BBL) 10. gün, fileto olarak buzsuz depolanan grup (FBS) 10. gün, fileto olarak buzlu depolanan grup (FBL) 15. günde duyuşal olarak bozulmuşlardır. Bu grupların depolanması esnasında yapılan sıcaklık ölçümlerinde sırası ile BBS grubunda 3.9 °C, BBL grubunda 1.9 °C, FBR grubunda 3.6 °C ve FBL grubunda ise 1.4 °C olarak tespit edilmiştir. Palamut gruplarında buz kullanımı duyuşal yönden raf ömrünü 3 gün artırırken fileto olarak depolamada aynı şekilde raf ömrünü 3 gün artırmıştır. Fileto balıkların buz içinde depolanması ise raf ömrünü 7-8 gün daha artırmıştır. Balıklarda bakteriyel yoğunluğun iç organlar ve solungaçlarda toplandığı bilinmektedir (Fernandez-Salguero ve Mackie, 1987). Balığın temizlenmesi ile bakteri miktarının azalacağı ve dolayısıyla temizlenmiş balıkların daha uzun raf ömrüne sahip olacıkları düşünölmektedir. Ancak Erkan ve Özden (2008) temizlenmiş ve temizlenmemiş sardalya balıklarını buz içerisinde 4°C'de depolamışlar ve bu iki grupta duyuşal açıdan 7 gün raf ömrü olduğunu ve duyuşal puanları aralarında istatistiki bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Farklı araştırmacılar soğuk muhafaza koşullarında buzlu olarak depolamanın

raf ömrünü uzattığını rapor etmişlerdir (Varlık ve Heperkan, 1990; Özyurt vd., 2011; Duyar vd., 2012). Çalışmada farklı soğuk muhafaza koşullarında depolanan hamsi ve palamut balıklarının duyusal analizler sonucunda tespit edilen raf ömürlerinin literatürle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir (Köse ve Erdem, 2004; Duyar vd., 2011).

Su ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel yöntemler kullanılmaktadır. Kimyasal yöntemlerden ise TVB-N, TMA, TBA ve histamin miktarı yaygın olarak kullanılan parametrelerdir. Kimyasal kriterlerden TVB-N değerlerine göre kalite sınıflandırılmasında 25 mg/100g bulunan örnekler çok iyi, 30 mg/100g bulunan örnekler iyi, 30-35 mg/100g bulunan örnekler pazarlanabilir, 35 mg/100g'dan fazla bulunan örnekler bozulmuş olarak kabul edilmektedir (Huss, 1988; Varlık vd., 1993).

Çalışmada taze hamsi ve palamut balıklarının başlangıç TVB-N değeri sırası ile 12.26, 14.36 mg/100g olarak bulunmuştur. Hamsi ve palamut balığının buzdolabı koşullarında depolanması üzerine yapılan farklı araştırmalarda bu çalışmadaki TVB-N bulgularına yakın değerlere rastlanmıştır (Çetinkaya, 2011; Duyar vd., 2008; Duyar vd., 2010; Erdem vd., 2009).

Buzsuz olarak depolanan hamsi grubunda sıcaklığın diğer gruplara nazaran daha yüksek olması nedeni ile bu gruptaki TVB-N miktarındaki artışın daha fazla olacağı beklendiği üzere bu kritere için tavsiye edilen sınır değerini 4. günde aşarak bozulmuş olarak kabul edilmişlerdir. Buzlu depolanan grupta (BL) ise depolama sonunda 30 mg/100g değerini altında kalarak bu kritere göre iyi kalite, su-buz karışımı ile depolanan grup ise 25 mg/100g değerinin altında kalarak yine bu kritere göre çok iyi kalitede tespit edilmiştir. Buzsuz olarak depolanan grupta duyusal ve TVB-N değerine göre aynı günde bozulma olmuş ancak diğer gruplarda duyusal yönden bozulmanın olduğu zamanlarda TVB-N için izin verilen limit değerinin altında bulunmuştur. Bu gruplarda buz ve su-buz uygulamasının sıcaklığı daha da düşürerek mikrobiyal gelişmeyi yavaşlattığı buna bağlı olarak ta TVB-N oluşumunu yavaşlattığı sonucuna varılmıştır. Farklı balık türlerinin soğuk muhafazası esnasında buzla muamele edilmesi sonucu bu çalışma bulgularına yakın değerler rapor edilmiştir. Buzda depolanan sardalya balıklarının 9 günlük depolama sonunda duyusal yönden bozulduğu ancak TVB-N değerinin 29.30 mg/100g olduğu rapor edilmiştir (Erkan ve Özden, 2008). Hamsi balığının buzlu olarak soğuk muhafaza koşullarında depolanması üzerine yapılan başka bir çalışmada ise duyusal yönden bozulmanın olduğu 10. günde TVB-N değeri 25.10 mg/100g olarak tespit edilmiştir

(Duyar vd., 2010). Aynı çalışmada buzdolabı koşullarında buzsuz olarak depolanan hamsilerde TVB-N miktarının 4. günde 57.83 mg/100g olduğu belirtilmiştir.

Palamut balıklarında depolamanın 10. gününde sadece fileto olarak buzsuz depolanan grupta (FBS) TVB-N miktarı 39.92 mg/100g olarak bulunmuş ve bu kriter için izin verilen limit değerinin aşıldığı saptanmıştır. Diğer gruplarda ise depolama boyunca 28 mg/100g değeri aşılmamıştır. Aynı balık türünün farklı koşullarda soğuk muhafazası üzerine yapılan çalışmalarda bu çalışmada elde edilen bulgulara yakın değerler gözlenmiştir. Alak vd. (2010) palamut fileto larını farklı paketleme teknikleri ile paketleyerek buzdolabı koşullarında depolamışlar ve kontrol grubunda 12. gündeki TVB-N miktarını 44.65 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Depolama sonunda ise TVB-N için izin verilen limit değerinin aşıldığını belirtmişlerdir. Erdem vd. (2009) farklı av araçları (uzatma ve çevirme ağları) ile yakalanan palamut balıklarının buzdolabı koşullarında 10. günde TVB-N miktarının 34.46 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Balık etinde bulunan yağlar yağ asitlerine ve hidroperoksitlere, daha sonra peroksitler de oksitlenerek aldehit ve ketonlara dönüşmektedirler. Balık yağlarının oksidasyon miktarının belirlenmesinde kullanılan TBA miktarı balıklarda acılaşıma derecesi hakkında bilgi vermektedir (Köse ve Erdem, 2004). Tiyobarbitürik asit sayısının çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 7-8 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993). Çalışmada taze hamsi ve palamut balıklarının başlangıç TBA değeri sırası ile 0.46 ve 0.54 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Hamsi ve palamut balığının buzdolabı ortamında depolanması üzerine yapılan farklı araştırmalarda bu çalışma bulgularına yakın TBA değerlerine rastlanmıştır (Yapar, 1999; Koral, 2006; Duyar vd., 2008; Yerlikaya ve Gökoğlu, 2010). Ancak bazı çalışmalarda aynı balıklar için daha yüksek TBA miktarları bildirilmiştir (Erdem vd., 2009; Duyar vd., 2010; Çetinkaya, 2011). Aradaki farklılıkların balıkların yağ içeriğinin mevsimsel ve cinsiyete bağlı olarak değişmesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Palamut balıklarında yağ oranının yaz aylarında (%1.13-4) düşük kış aylarında (%13-17.37) ise daha yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Balçık-Mısır, 2010; Özden, 2010). Hamsi balıklarında da yağ oranındaki değişim benzer şekilde gözlenmekte ve toplam yağ oranı nisan ayında %7.72 iken bu değer kış ayında %14.78 olduğu rapor edilmiştir (Tufan vd., 2011). Buzsuz olarak depolanan hamsi ve palamut balıklarının depolama sürecinde hava ile teması diğer gruplara nazaran daha fazla olmasından dolayı bu gruplarda yağlardaki oksitlenmenin de

daha fazla olması beklenmektedir. Buzsuz olarak depolanan hamsi balığı grubunda (BS) duyuusal yönden bozulmanın olduğu 4. gündeki TBA değeri 5.57 mg malonaldehit/kg bulunurken, bu değer buzlu grupta 9. günde 6.17, su-buz karışımı ile depolanan grupta ise aynı gün 4.57 mg malonaldehit olarak tespit edilmiştir. Palamut balıklarının depolanması esnasında da buz sız olarak depolanan gruplarda TBA miktarı buzlu olan gruplara göre daha fazla artış göstermiştir. Köse ve Erdem (2004) taze hamsinin başlangıç TBA miktarının 0.81 mg malonaldehit olduğunu buz sız olarak oda ve buzdolabı koşullarında 3 gün depolamadan sonra bu değerin sırası ile 8.88 ve 8.58 mg malonaldehit/kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir.

Avlandıktan sonra balık kasında bulunan trimetilamin oksit (TMAO) mikroorganizmaların enzim aktiviteleri ile trimetil amin (TMA)'e indirgenmekte, TMA ise dimetilamin (DMA) ve formaldehit (FA)'e dönüşmektedir (Hisar vd., 2004). Balıkların içerdiği TMA miktarı, balığın yakalandığı mevsim ve bölge, tür, kas tipi ve işleme tekniklerine bağlı olarak değişmektedir (Varlık, 1994). Soğutulmuş balık kasında hızla birikmesi ve duyuusal değişikliklere neden olmamasından dolayı TMA, buzda depolanan balığın kalitesini değerlendirmede önemli bir bileşik olup buzda depolanan balıklar için kalite indeksi olarak kullanılmaktadır (El-Marrakchi vd., 1990; Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Tüketime uygun su ürünlerinde TMA değeri <12 mg/100g olmalıdır. Bu değerin üzerindeki su ürünleri bozulmuş olarak değerlendirilir (Varlık vd., 1993). Çalışmada taze hamsi ve palamut balıklarının başlangıç TMA değeri sırası ile 0.73, 0.87 mg/100g olarak bulunmuştur. Duyar vd. (2008) benzer şekilde taze hamsi balıklarının TMA değerinin 0.70 mg/100g olduğunu tespit etmişlerdir. Taze palamut balıklarındaki TMA miktarını Yerlikaya ve Gökoğlu (2010) 0.72 mg/100g, Alak vd. (2010) ise 0.85 mg/100g olarak bildirmişlerdir. Her iki balık türü için zamana bağlı olarak buz sız olarak depolanan gruplarda TMA miktarlarındaki artış buzlu depolanan gruplara göre daha fazla bulunmuştur. Balıkların soğuk muhafaza koşullarında buz sız olarak depolanmasının TMA miktarındaki artış üzerinde etkili olduğu farklı çalışmalarda da ifade edilmiştir. Varlık (1994) buz sız olarak buzdolabı koşullarında depolanan sardalyalarda TMA-N miktarının hızla arttığını, depolamanın başlangıcında 2.40 mg/100g olan TMA-N miktarının 7 günlük depolamanın sonunda, 31.30 mg/100g ulaştığını saptamıştır. El-Marrakchi vd (1990), buzda depolanan sardalyalarda başlangıç TMA değerinin 0.16 mg/100g, 9 gün sonra ise bu değerin 4.84 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Balıklarda, mikrobiyolojik kalite ve kontaminasyon düzeyi, ortamda bulunan dekarboksilaz pozitif mikroorganizma miktarı, balıktaki serbest amino asit miktarı, pH, sıcaklık değeri gibi faktörlerin biyojenik aminlerin oluşumunda önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Masson vd., 1997). Balıkların depolanma sıcaklığı en önemli faktörlerden biri olup bu konuda bir çok araştırmacı düşük sıcaklıklarda depolamanın biyojenik aminleri gelişimini yavaşlattığı bildirmişlerdir. Veciana-Nouges vd. (1990) biyojen amin oluşumunun 4-6 °C'lerde saklamada 18-22 °C'lerde saklamaya oranla daha uzun ve yavaş şekillendiğini ancak buzdolabında saklamanın amino asit dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların gelişimini engelleyemediğini bildirmiştir. Bununla birlikte daha yakın tarihlerde yapılan çalışmalarda psikrofil karakterli ve dekarboksilaz aktiviteye sahip bakterilerin soğuk muhafaza koşullarında (0-4°C) histamin üretebilecekleri vurgulanmıştır (Emborg vd., 2005; Dalgaard vd., 2006; Emborg ve Dalgaard, 2008).

Taze hamsi ve palamudun başlangıç histamin miktarı sırası ile 1.12 ve <0.84 ppm olarak bulunmuştur. Farklı araştırmacılar taze hamside farklı histamin miktarları tespit etmişlerdir (Karaçam vd., 2002; Olgunoğlu, 2007). Bu farklılığın balıkların avlanmasından itibaren uygulanan muhafaza ve taşıma koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresine bağlı olarak özellikle buzsuz olarak depolanan hamsilerde histamin miktarları buzlu olan gruplara göre daha fazla saptanmıştır. Buzsuz olarak soğuk muhafaza edilen hamsi grubunda (BS) 4. günde 26.55 ppm, 6. günde ise izin verilen yasal limit (100 ppm) değerini aşarak 342.86 ppm değerine ulaştığı gözlenmiştir. Ancak bu değer depolamanın 9. gününde buzlu olarak depolanan grupta (BL) 13.29 ppm, su-buz karışımı ile depolanan grupta ise 3.85 ppm olarak tespit edilmiştir. Hamsi balıklarının soğuk muhafaza koşullarında buz veya su-buz karışımı ile muamele edilmesi sonucu depolama sıcaklığını daha fazla düşürdüğü bu nedenle histidin dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin faaliyetlerinin yavaşlaması ile doğru orantılı olarak histamin oluşumunun da yavaşlatıldığından sözedilebilir. Farklı araştırmacıların farklı balık türleri üzerine yaptıkları depolama çalışmalarında bu çalışmada elde edilen bulguları desteklediği görülmüştür. Wendakoon vd. (1990) uskumrunun buzda depolanması süresince amin üretiminin çok fazla olmadığını, 20°C'lik depolamada ise histamin, putresin, kadaverin ve tiraminin miktarlarında artışlar olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca çalışmada buzsuz olarak depolanan grupta elde edilen histamin miktarına benzer olarak Köse ve Erdem (2004) buzsuz olarak soğuk muhafaza koşullarında (4 °C) depolanan hamsi balıklarında histamin miktarının 5. günde 333.90 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda palamut balıklarından oluşturulan grupların histamin miktarları duyuusal yönden bozulmanın olduğu günlerde BBS grubunda 113 ppm, FBS grubunda 767.13 ppm, BBL grubunda 147.27 ppm ve FBL grubunda ise 56.13 ppm olarak bulunmuştur. FBL grubu hacrinde diğer gruplarda duyuusal yönden bozulmanın olduğu günlerde histamin açısından da yasal limitin geçildiği gözlenmiştir. Fileto olarak depolanan gruplarda histamin miktarı bütün olarak depolanan gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Bu sonucun nedeni olarak balıklarda bakteri yükünün iç organ ve solungaçlarda balık yüzeyine göre fazla olması ve dolayısıyla histidin dekarboksilaz enzim miktarında da artış beklenmektedir. Bu durum bütün balıklarda fileto edilmiş gruba göre daha yüksek miktarda histamin oluşumuna neden olacağı bilinmektedir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda da ortaya koyulmuştur. Özogul vd. (2002) iç organları çıkarılmış ringa balıklarını buzlu ve buzsuz olarak soğukta muhafaza koşullarında depolamışlar ve histamin içeriğinin depolama süresince artış gösterdiğini 16 günlük depolama sonunda buzlu grupta buzlu gruba göre daha fazla histamin miktarı tespit ettiklerini rapor etmişlerdir.

Kadaverin ve pütresin balık ve balık ürünlerinde bakteriyel bozulma başlar başlamaz sürekli olarak artış göstermektedir. Bu nedenle özellikle kadeverin balık kalitesi için kullanılan bir gösterge olarak kullanılabilir (Al Bulushi vd., 2009). Ayrıca bu aminlerin histamin toksisitesini artırdığı da bilinmektedir (Köse, 2010). Bu çalışmada hamsi ve palamut balıklarında kadeverin miktarı özellikle buzsuz olarak depolanan gruplarda hızlı bir yükseliş göstermiştir. Buzlu olarak depolanan gruplarda ise bu değer 40 ppm'in altında bulunmuştur. Bu gruplardaki pütresin miktarı ise kadeverine göre daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Veciana-Nogues vd. (1995) skombroid ve skombroid olmayan iki farklı balık türünü vakum paketleyerek 2 ve 10 °C'lerde depolamışlar ve bu iki türün benzer oranlarda histamin içerdikleri bildirmişlerdir. Ancak kadaverin oranının, skombroid balık türünde çok daha yüksek oranda olduğunu ve bunun da histamin toksisitesini arttırabileceğini rapor etmişlerdir.

Fernandez-Salguero ve Mackie (1987) iç organları temizlenen ve 12 gün süre ile buzda depolanan ringa balıklarında kadaverin ve pütresin miktarını sırasıyla 14.90 ppm ve 147.70 ppm olarak bulmuşlardır. Özogul vd. (2002) buzsuz olarak soğuk muhafaza (2±2°C) edilen ringa balıklarında pütresin ve kadaverin miktarının depolama süresince arttığını belirterek 16 günlük depolamada sonrasında sırasıyla 74.20 ppm ve 329.30 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Tiramin ve feniletilaminde balıklarda kalite indikatörü olarak kullanılabilenlerdir. Gıdalarda bulunan 100-800 ppm tiramin veya 30 ppm feniletilaminin toksik etki gösterebileceği rapor edilmiştir (Kim vd., 2009). Hamsi balıklarında tiramin ve feniletilamin miktarları depolama süresince buzsuz olarak depolanan grupta diğer gruplara nazaran daha fazla artış gözlenmiştir. Özellikle SBL grubunda depolamanın son gününde tiramin miktarı 2.58 ppm, feniletilamin miktarı ise tespit limitinin altında bulunmuştur. Palamut balıklarının depolama çalışmasında benzer bir seyir gözlenmiştir. Çetinkaya (2011)'nin taze hamsi balıklarının soğuk muhafazası üzerine yaptığı çalışmada da depolama sonuna doğru bu iki amin miktarında düşüşler olduğu belirtilmiştir. Alak vd. (2010) palamut balıklarını modifiye atmosferde paketlenerek soğuk muhafaza koşullarında depolamış ve 15 gün sonunda tiramin ve feniletilamin miktarlarını sırası ile 1.89, 1.15 ppm olarak bulmuştur.

Taze hamsi ve palamut balıklarında bulunan triptamin miktarı depolamanın başlangıcından itibaren çok az düşmüş daha sonrada yatay bir seyir izlemiştir. Hamsi balığının soğuk muhafaza koşullarında depolanması üzerine yapılan başka bir çalışmada da benzer bulgulara rastlanmıştır (Çetinkaya, 2011).

Spermidin ve spermin balıkta önemsiz miktarlarda bulunabilen bir bileşik olduğu bildirilmiştir (Ritchie ve Mackie, 1980). Mackie vd. (1997) spermin ve spermidin miktarlarının 10 ppm'den daha düşük olduğunu, fakat bu değer balık türlerine, kaslardaki serbest aminoasit miktarına ve bakterilerin bulunma durumuna bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak Ababouch vd. (1991) oda koşullarında depolanan sardalyalarda spermidin ve spermin miktarlarının arttığını bildirmişlerdir. Taze hamsi balığında başlangıç spermidin ve spermin miktarları sırası ile 15.39 ve 2.67 ppm olarak bulunmuştur. Spermidin miktarı buzlu olarak depolana gruplarda 4. güne kadar artış, daha sonra düşüş, spermin miktarlarında ise çok az bir artış saptanmıştır. Taze palamut balığında spermidin miktarı 162.59 ppm bulunmasına rağmen depolama boyunca bütün gruplarda hızlı düşüşler kaydedilmiştir. Taze palamuttaki spermin miktarı ise 1 ppm civarında olup zamana bağlı olarak bütün gruplarda yükselmesine rağmen genelde 10 ppm civarında tespit edilmiştir. Ben-Gigirey vd. (1998) dondurulmuş beyaz ton balığında spermin miktarının depolama süresince arttığını, -18°C ve -25°C'de 9 aylık depolama sonucunda sırası ile 9.50 ve 10.27 ppm'e ulaştığını belirtmişlerdir. Spermidin miktarı ise 9 aylık depolama sonunda aynı sırayla 93.71 ve 81.89 ppm olarak belirlemişlerdir.

Biyojen aminlerin taze veya işlenmiş balık ürünlerinin hijyen ve kalitesinin belirlenmesinde çok önemli bir parametre olduğu, farklı indeksler (BAI ve QI) kullanılarak hammadde veya işlenmiş ürünlerin kalitesi ve hijyeni hakkında yorum yapılabileceği farklı araştırmalarda rapor edilmiştir (Mietz ve Karmas, 1977; Malle vd., 1996). Hamsi ve palamut balıklarının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında elde edilen biyojenik amin verileri ile BAI ve QI indekleri hesaplanarak Tablo 32 ve 33'te gösterilmiştir. Taze balıklar için bu değerin <10 olması önerilmektedir (Mietz ve Karmas, 1977; Veciana-Nogues vd., 1997). QI değeri BS grubunda 4. gün 12.63 olarak bulunmuştur. Bu grupta duyuşal ve TVB-N kriterine göre bozulma 4. günde gerçekleşmiştir. Bu açıdan buzsuz olarak soğuk muhafaza koşullarında depolanan hamsiler için bu indeksin kullanılmasının uygun olacağı bulunmuştur.

Tablo 32. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki BAI ve QI indekleri değışimi

Gün	Örnek Tipi	BAI	QI
0	Taze Hamsi	12.11	0.52
1	BS	28.00	1.28
	BL	15.56	2.21
	SBL	12.84	2.16
2	BS	18.72	0.87
	BL	14.42	0.67
	SBL	17.09	0.91
3	BS	32.76	1.69
	BL	15.45	0.83
	SBL	23.60	1.35
4	BS	164.71	12.63
	BL	26.06	1.65
	SBL	25.01	1.63
5	BS	331.08	24.22
	BL	30.04	1.45
	SBL	30.24	2.39
6	BS	841.77	102.33
	BL	40.82	3.33
	SBL	38.39	3.19
7	BS	1200.99	138.52
	BL	34.01	2.77
	SBL	33.69	3.62
8	BS	1384.22	162.90
	BL	50.25	5.23
	SBL	30.31	3.57
9	BS	1825.90	200.19
	BL	65.55	5.76
	SBL	28.52	3.98

BAI: Biyojenik amin indeksi, QI: Kalite indeksi

Ancak diğer gruplarda (BL ve SBL) duyuşal yönden bozulmanın olduğu zamanlarda (8. ve 9. gün) QI değerleri sırası ile 5.23 ve 3.98 olarak tespit edilmiş ve bu indeksin buzlu veya su-buz karışımı ile soğuk depolamada kalite hakkında yorum yapmada kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır. Taze hamsi balığının BAI indeksi 12.11 ppm olarak bulunmuş ve bu indeks için önerilen değer aşılmıştır. Bu bağlamda bu depolama çalışmasında BAI'ı üzerinden bir değerlendirme yapmak mümkün olamayacağı sonucuna varılmıştır.

Taze palamut balıklarından oluşturulan gruplarda duyuşal analiz sonuçlarının bozulma kriteri olarak değerlendirildiğinde sadece FBS grubunda QI ile paralellik görüldüğu ve kalite değerlendirilmesinde kullanılabileceği, diğer gruplarda ise bu indeks ile duyuşal değerlendirme sonuçları arasında bir ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu açıdan farklı balık türlerinin farklı koşullarda depolanması sürecinde bu indekslerin yeniden değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Palamut balıklarında da hamsi balıklarında olduğu gibi taze plamautta BAI için önerilen değer aşılmış ve bu indeksin kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır.

Tablo 33. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasındaki BAI ve QI indeksleri değişimi

Günler	Örnek Cinsi	BAI	QI
0	Taze	28.64	0.04
	BBS	31.26	0.09
2	BBL	24.31	0.05
	FBS	25.00	0.05
	FBL	19.63	0.03
4	BBS	51.29	0.36
	BBL	33.22	0.15
	FBS	36.14	0.21
	FBL	17.37	0.05
7	BBS	273.33	2.96
	BBL	75.99	0.63
	FBS	46.40	0.29
	FBL	13.43	0.06
10	BBL	290.05	2.52
	FBS	878.47	11.04
	FBL	28.76	0.22
13	FBS	1686.21	25.06
	FBL	86.67	1.41
15	FBL	102.59	1.82

BAI: Biyojenik amin indeksi, QI: kalite indeksi

Gıdalardaki mikrobiyolojik çoğalma aktiviteleri sonucu meydana gelen bozulma, ürünün duyuşal özelliklerini etkileyerek gıdanın insanlar için tüketilemez hale dönüşmesine neden olmaktadır (Gram ve Huss, 1996; Gram ve Dalgaard, 2002). Balıkların başlangıç bakteri yükü avlandığı sahaya, avlama metoduna, işleme ve depolama yöntemine göre değişmektedir (Banwart, 1987). Bakteriyel gelişmenin engellenmesi veya yavaşlatılması için balıklar avlandıktan hemen sonra hızlı bir şekilde soğutulmalı, tüketime kadar ya da diğer işlemlere kadar soğuk muhafazada depolanmalıdırlar. Ancak sadece soğutma ile mikrobiyolojik gelişmeyi engellemek her zaman mümkün değildir. Psikrofil karaktere sahip bakteriler düşük sıcaklıklarda da muhafaza edilen gıdalarda gelişebilmektedir (Çaklı ve Kışla, 2003). İyi kalitedeki balık için toplam bakteri sayısı 5 log kob/g'ın altında olmalıdır (Varlık vd., 1993). Taze balıkta toplam mezofilik bakteri için izin verilen limit değeri ise 6 log kob/g dır (ICMSF, 1992).

Yapılan çalışmada taze hamsi ve palamut balıklarının başlangıç mezofil ve psikrofil bakteri sayıları sırası ile 3.42, 2.93 log kob/g ve 3.11, 2.04 log kob/g olarak bulunmuştur. Farklı araştırmalarda taze hamsideki başlangıç mezofil ve psikrofil mikrobiyolojik yükün 3 ve 4 log kob/g arasında değişkenlik gösterebileceği vurgulanmıştır (Perez-Villareal ve Pozo, 1992; Fuselli vd., 1994; Pons-Sanchez-Cascado vd., 2006b). Literatürde aynı balık türleri için rapor edilen mezofil ve psikrofil bakteri sayıları çalışmada elde edilen veriler ile uyum göstermektedir (Mbarki vd., 2008; Çetinkaya, 2011). Ancak bazı çalışmalarda ise aynı balık türleri için daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir (Köse ve Erdem, 2004; Olgunoğlu, 2007; Alak vd., 2010). Bu farklılığın balıkların avlandığı saha, avlamadan hemen sonra balıklara soğutma uygulanıp uygulanmadığı ve taşıma esnasındaki farklılardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Depolama süresinin artışı ile hamsi ve palamut balıklarındaki bütün gruplarda mezofil ve psikrofil bakteri sayılarının arttığı ve özellikle buzsuz olarak depolanan gruplarda bu artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak buzsuz olarak depolanan gruplarda psikrofil bakteri sayısındaki artış mezofillere göre daha fazla olmuştur. Bunun nedeni olarak mezofil bakterilerin soğuk muhafaza koşullarında üreme faaliyetlerinin daha yavaş olması gösterilebilir. Benzer bulgulara farklı araştırmalarda da rapor edilmiştir. Chotimarkorn (2011) hamsi balığını buzsuz ve buzsuz olarak buzdolabı koşullarında depolamış ve başlangıç psikrofilik ve mezofilik bakteri sayılarını sırasıyla 2.00 ve 1.30 log kob/g olduğunu, depolamanın 7. gününün de buzsuz grupta psikrofilik ve mezofilik bakteri miktarını sırasıyla 6.1 log kob/g ve 3.1 log kob/g, buzsuz grupta ise 8.0 ve 4.1 log kob/g

olarak rapor etmiştir. Bu gruplarda duyuşal yönden bozulmanın olduğu zamanlardaki mezofil ve psikrofil bakteri sayıları sırası ile BS grubunda 4. gün 5.19 ve 5.60, BL grubunda 8. gün 4.26 ve 6.20, SBL grubunda ise 3.92 ve 4.27 log kob/g olarak bulunmuştur. Gruplarda tespit edilen mezofil bakteri sayıları bu kriter için izin verilen limit değerinin (6 log kob/g) altında kaldığı saptanmıştır. Çetinkaya (2011) vakum paketli hamsi balığında buzdolabı koştullarında toplam aerobik mezofilik bakteri miktarını depolama başlangıcında 3.45 log kob/g, duyuşal yönden bozulmanın olduğu 5. günde ise 5.71 log kob/g olarak bulunmuştur. Pons-Sanchez-Cascado vd. (2006a) buza depolanan hamsi balığında 7. günde toplam mezofil bakteri sayısını 6 log kob/g olarak bildirmişlerdir.

Palamut balıklarında duyuşal yönden bozulmanın olduğu zamanlardaki mezofil ve psikrofil bakteri sayıları sırası ile BBS grubunda 7. gün 6.41 ve 5.56, BBL grubunda 10. gün 4.36 ve 5.08, FBS grubunda 10. gün 6.43 ve 6.40, FBL grubunda ise 15. gün 8.08 ve 8.18 log kob/g olarak bulunmuştur. BBL grubu haricindeki gruplardaki mezofil bakteri sayıları bu kriter için izin verilen limit değerini aşmıştır. Bu grupların duyuşal ve mikrobiyolojik açıdan raf ömürleri benzer bulunmuştur. Alak vd. (2010) taze palamut balığı filetolarında toplam mezofil ve psikrofil bakteri sayısını sırası ile 2.75 ve 4.18 log kob/g olarak belirtmişlerdir. İlgili araştırcılar farklı yöntemlerle (vakum, MAP, kitosan ile kaplama) paketlenmiş ve buzdolabı koştullarında depolamış palamut filetolarında kontrol grubunun 6. gününde toplam mezofil ve psikrofil bakteri miktarını sırası ile 6 ve 7 log kob/g değerinin üstünde olduğunu ifade etmişlerdir. Sardalya balıkları üzerine yapılan bir çalışmada depolamanın 9. gününde bütün ve i oranları çıkartılmış gruplarda sırası ile toplam mezofilik ve psikrofilik bakteri sayıları 5.25, 5.32, 6.00 ve 5.37 log kob/g olarak bulunmuşlardır (Erkan ve zden, 2008).

Birçok çalışmada mezofilik bakteri sayısı ile histamin miktarı arasında yüksek korelasyon olduğu ifade edilmiştir (Kim vd., 2001; Al-Bulushi vd., 2009). Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 6-7 log kob/g aralığında iken histamin miktarının FDA'nın toksik limit olarak belirlediği 50 ppm'e ulaştığı ortaya koyulmuştur (Du vd., 2002). Literatürle uyumlu olarak çalışmada elde edilen mezofilik bakteri sayıları 6 log kob/g değerini aştığında histamin seviyesinin de 50 ppm'den fazla olduğu gözlenmiştir.

Balıklarda bakteriler tarafından biyojen amin üretimi öncelikle serbest amino asitlerin, dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin ve mikrobiyolojik gelişmeye uygun Şartların varlığına bağlı bulunmakla beraber oluşan aminin tipi ve miktarı da bakterilerin özelliğine göre değişmektedir. Çalışmada her iki balık türünde depolama süresinin artışına

bağlı olarak mezofil ve psikrofil histamin üreten bakteri sayılarında artışlar tespit edilmiştir. Özellikle buzsuz gruplarda histamin üreten bakteri miktarının artışına paralel olarak histamin miktarlarının da arttığı gözlenmiştir. Taze hamsi ve palamut balıklarında toplam mezofil histamin üreten bakteri sayıları sırası ile 2.62, 2.43 log kob/g olarak bulunmuştur. Gruplarda sayılan toplam histamin üreten mezofil ve psikrofil bakteri miktarları ile toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri miktarları arasında fazla fark olmadığı bulunmuştur. Benzer şekilde Joshi ve Bhoir (2011) taze uskumru ve sardalya balıklarında ortalama toplam mezofil bakteri sayılarını ile ortalama histamin üreten bakteri sayılarının benzer olduğu aralarında sadece 10^1 kadar fark olduğunu ifade etmişlerdir.

Hamsi ve palamut balıklarının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi amacı ile analizi yapılan kalite parametreleri arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için bu parametreler arasında regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34 ve 35'te gösterilmiştir.

Hamsi balıklarından oluşturulan gruplarda duyu analizi sonuçları ile histamin miktarları arasında BS ($R^2=0.57$) ve SBL ($R^2=0.78$) gruplarında bir ilişki tespit edilemezken BL ($R^2=0.91$) grubunda negatif yönlü çok kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur (Tablo 34). BL ve SBL gruplarında duyu analizi sonuçları ile TVB-N, TBA ve TMA analizlerinden elde edilen sonuçlar arasında negatif yönlü çok kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. BS grubunda ise duyu analizi sonuçları ile TMA analizi sonuçları arasında çok kuvvetli bir ilişki varken, TVB-N ve TBA analizi sonuçları ile zayıf bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Bu gruplarda histamin miktarı ile TVB-N, TBA ve TMA analizlerinden elde edilen sonuçlar arasında regresyon analizi yapılmıştır. BS grubunda histamin ve TVB-N arasında çok kuvvetli bir ilişki, histamin-TBA arasında kuvvetli bir ilişki olduğu bulunurken, histamin-TMA arasında ise ilişki tespit edilmemiştir. BL ve SBL gruplarında ise histamin ve TVB-N, TBA ve TMA sonuçları arasında kuvvetli bir ilişki düzeyi olduğu bulunmuştur. Bu gruplarda elde edilen histamin miktarları ile analizi yapılan mikrobiyolojik parametreler arasında yapılan regresyon analizi sonucunda, BS grubunda histamin ile TAPB arasında çok kuvvetli, diğer parametreler arasında ise kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. BL grubunda histamin ile TAPB ve MHÜB arasında çok kuvvetli, diğer parametrelerle ise kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. SBL grubunda ise histamin ve diğer bütün parametreler arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 34. Hamsi balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında analizi yapılan kalite parametreleri arasındaki ilişkiler

Kalite Parametreleri	BS	BL	SBL
Duyusal-Histamin	$R^2= 0.57$ $y=-0.008x+5.876$	$R^2= 0.91$ $y=-0.0641x+9.419$	$R^2= 0.78$ $y=-1.610x+11.822$
Duyusal-TVB-N	$R^2 = 0.721$ $y=-6.201x+64.098$	$R^2 = 0.96$ $y=-2.126x+32.626$	$R^2 = 0.96$ $y=-2.111x+31.918$
Duyusal-TBA	$R^2 = 0.87$ $y=-1.152x+10.778$	$R^2 = 0.98$ $y=-0.756x+7.747$	$R^2 = 0.98$ $y = -0.728x+7.367$
Duyusal-TMA	$R^2 = 0.92$ $y=-0.491x+6.4081$	$R^2 = 0.93$ $y=-0.243x+3.154$	$R^2 = 0,96$ $y = -0,276x + 3,289$
Histamin-TVB-N	$R^2 = 0.91$ $y = 0.076x+21.23$	$R^2 = 0,86$ $y = 1,344x + 12,69$	$R^2 = 0,78$ $y = 3,446x + 6,816$
Histamin-TBA	$R^2 = 0,85$ $y = 0,012x+3,262$	$R^2 = 0,89$ $y = 0,483x + 0,629$	$R^2 = 0,80$ $y = 1,195x - 1,312$
Histamin-TMA	$R^2 = 0,37$ $y = 0,003x+3,679$	$R^2 = 0,79$ $y = 0,150x + 0,893$	$R^2 = 0,70$ $y = 0,427x + 0,076$
Histamin-TAMB	$R^2 = 0,86$ $y = 0,004x + 4,449$	$R^2 = 0,84$ $y = 0,078x + 3,485$	$R^2 = 0,85$ $y = 0,171x + 3,184$
Histamin-TAPB	$R^2 = 0,93$ $y = 0,008x + 4,469$	$R^2 = 0,97$ $y = 0,384x + 2,395$	$R^2 = 0,72$ $y = 0,363x + 2,351$
Histamin-MHÜB	$R^2 = 0,88$ $y = 0,003x + 3,268$	$R^2 = 0,93$ $y = 0,115x + 2,554$	$R^2 = 0,79$ $y = 0,197x + 2,328$
Histamin-PHÜB	$R^2 = 0,86$ $y = 0,004x + 3,890$	$R^2 = 0,84$ $y = 0,105x + 3,055$	$R^2 = 0,82$ $y = 0,275x + 2,541$

BS: Buzsuz, BL: Buzlu, SBL: Su-buz karışımı

Palamut balıklarından oluşturulan gruplarda duyusal analiz sonuçları ile histamin miktarları arasında BBS ($R^2=0.53$) ve FBS ($R^2=0.56$) gruplarında orta düzeyde bir ilişki tespit edilirken BBL ($R^2=0.81$) ve FBL gruplarında negatif yönlü kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur (Tablo 35). Bu gruplarda duyusal analiz sonuçları ile TVB-N, TBA ve TMA analizlerinden elde edilen sonuçlar arasında yapılan regresyon analizi sonucunda, BBS grubunda duyusal ve TMA sonuçları arasında çok kuvvetli, duyusal ve diğer parametreler arasında ise kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. BBL grubunda duyusal analiz sonuçları ile TVB-N ve TBA parametreleri arasında çok kuvvetli, duyusal ve TMA arasında ise kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. FBS grubunda duyusal analiz sonuçları ile TBA ve TMA analiz sonuçları arasında çok kuvvetli, TVB-N ile orta düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. FBL grubunda ise duyusal ve TBA parametreleri arasında çok kuvvetli diğer parametreler ile kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Tablo 35. Palamut balığının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında analizi yapılan kalite parametreleri arasındaki ilişkiler

Kalite Parametreleri	BBS	BBL	FBS	FBL
Duyusal	$R^2 = 0,53$	$R^2 = 0,81$	$R^2 = 0,56$	$R^2 = 0,80$
Histamin	$y = -0,038x + 7,15$	$y = -0,035x + 8,04$	$y = -0,003x + 6,75$	$y = -0,08x + 8,03$
Duyusal	$R^2 = 0,82$	$R^2 = 0,96$	$R^2 = 0,65$	$R^2 = 0,83$
TVB-N	$y = -0,438x + 14,98$	$y = -0,676x + 19,23$	$y = -0,103x + 8,765$	$y = -1,21x + 26,05$
Duyusal	$R^2 = 0,88$	$R^2 = 0,96$	$R^2 = 0,91$	$R^2 = 0,95$
TBA	$y = -3,355x + 10,42$	$y = -2,737x + 10,67$	$y = -0,998x + 9,109$	$y = -1,27x + 9,57$
Duyusal	$R^2 = 0,93$	$R^2 = 0,81$	$R^2 = 0,94$	$R^2 = 0,75$
TMA	$y = -4,483x + 12,94$	$y = -3,745x + 13,07$	$y = -2,936x + 11,54$	$y = -4,47x + 13,74$
Histamin	$R^2 = 0,84$	$R^2 = 0,70$	$R^2 = 0,97$	$R^2 = 0,64$
TVB-N	$y = 0,101x + 17,40$	$y = 0,048x + 16,70$	$y = 0,031x + 18,72$	$y = 0,05x + 15,07$
Histamin	$R^2 = 0,82$	$R^2 = 0,77$	$R^2 = 0,64$	$R^2 = 0,83$
TBA	$y = 0,013x + 0,909$	$y = 0,0126 + 0,976$	$y = 0,003x + 2,330$	$y = 0,06x + 1,20$
Histamin	$R^2 = 0,76$	$R^2 = 0,42$	$R^2 = 0,51$	$R^2 = 0,36$
TMA	$y = 0,010x + 1,244$	$y = 0,006x + 1,460$	$y = 0,001x + 1,661$	$y = 0,011x + 1,38$
Histamin	$R^2 = 0,88$	$R^2 = 0,75$	$R^2 = 0,73$	$R^2 = 0,94$
TAMB	$y = 0,026x + 3,493$	$y = 0,007x + 3,306$	$y = 0,002x + 3,96$	$y = 0,076x + 3,58$
Histamin	$R^2 = 0,89$	$R^2 = 0,51$	$R^2 = 0,66$	$R^2 = 0,71$
TAPB	$y = 0,029x + 2,417$	$y = 0,016x + 2,92$	$y = 0,002x + 3,505$	$y = 0,08x + 3,56$
Histamin	$R^2 = 0,40$	$R^2 = 0,92$	$R^2 = 0,62$	$R^2 = 0,54$
MHÜB	$y = 0,005x + 2,885$	$y = 0,014x + 2,66$	$y = 0,002x + 3,89$	$y = 0,055x + 3,07$
Histamin	$R^2 = 0,87$	$R^2 = 0,52$	$R^2 = 0,77$	$R^2 = 0,65$
PHÜB	$y = 0,0108x + 3,34$	$y = 0,008x + 3,591$	$y = 0,002x + 3,902$	$y = 0,05x + 3,92$

BBS: bütün buzsuz, BBL: bütün buzlu, FBS: fileto buzsuz, FBL: fileto buzlu

Bu gruplarda histamin miktarı ile TVB-N, TBA ve TMA analizlerinden elde edilen sonuçlar arasında regresyon analizi yapılmış ve BBS grubunda histamin ve bu üç parametre arasında kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. BBL grubunda histamin-TVB-N, TBA arasında kuvvetli bir ilişki olduğu bulunurken, histamin-TMA arasında ise ilişki bulunamamıştır. FBS grubunda ise sadece histamin ve TBA arasında kuvvetli bir ilişki düzeyi olduğu tespit edilmiştir. Palamut balıklarından oluşturulan gruplardan elde edilen histamin miktarları ile analizi yapılan mikrobiyolojik parametreler arasında yapılan regresyon analizi sonucunda, BBS grubunda histamin ile MHÜB arasında ilişki bulunmazken diğer parametreler arasında ise kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. BBL grubunda histamin ve MHÜB arasında çok kuvvetli, TAMB ile kuvvetli diğer parametrelerle orta düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir. FBS grubunda histamin-TAMB ve PHÜB arasında kuvvetli diğer parametrelerle ise orta düzeyde bir ilişki olduğu bulunmuştur. FBL grubunda ise histamin ve TAMB ile çok kuvvetli, TAPB ile kuvvetli diğer parametrelerle ile orta düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Balıkların uzun süre muhafaza edilmesi amacı ile kullanılan en eski yöntemlerden biri tuzlama olup özellikle soğuk muhafaza tekniğinin gelişmediği zamanlarda kullanılan en yaygın muhafaza tekniği olmuştur (Yapar, 1999). Tuzlamada temel amaç, balık etinden suyun bir kısmının ayrılması ve kısmen tuzla yer değiştirerek balıktaki su oranının azaltılmasıdır. Böylece mikrobiyolojik ve enzimatik faaliyetler yavaşlatılarak ürünün daha uzun süre muhafazası sağlanmış olur. Balıkların tuzlanması, hem tüketici alışkanlığı hem de ekonomik nedenlerden dolayı günümüzde gelişmiş ülkelerde bile hala uygulanan bir işleme yöntemidir (Köse, 2010).

Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde yoğun olarak üretilen ve tüketilen yarı korunmuş (tuzlama, marinat, baharat ilaveli) hamsi ürünlerinin histamin açısından risk oluşturduğu, özellikle tuzlanmış hamsilerde amin üreten halofilik bakterilerin bulunduğu bildirilmiştir (Hernández-Herrero vd., 1999). Ülkemizde de tuzlanmış hamsi özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın bir şekilde yapılmakta ve bölge insanı tarafından beğenilerek tüketilmektedir. Ancak ürünün elde edilmesinde standart bir yapım tekniği uygulanmamakta ve kalite tamamen kişisel beceriye bağlı olmaktadır. Bu nedenle üretimin belirli bir tekniğe bağlanarak yapılması gerekmektedir (Yapar, 1999). Bu bağlamda ülkemizde ve özellikle bölgemizde yoğun olarak farklı yöntemlerle tuzlanan ve farklı depolama koşullarında muhafaza edilen tuzlanmış hamsi balığı üretiminde biyojenik amin içeriği açısından risklerin belirlenmesi ve üretici ve tüketici açısından en uygun yöntemin ve depolama şartlarının tespit edilmesi gereklidir. Bu amaçla, farklı oranlardaki tuz konsantrasyonlarıyla hazırlanmış salamura çözeltisi ve doğrudan kuru tuzlama yöntemleriyle tuzlandıktan sonra oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsilerin biyojenik amin oluşumunun yanında bazı kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimleri de araştırılmıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre oda koşullarında muhafaza edilen gruptan özellikle düşük tuz konsantrasyonuna sahip olanlarda zaman artışına bağlı olarak duyusal değerlendirme puanlarında istatistik açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir ($p < 0.05$). Bu gruptan salamura olarak tuzlananlarda duyusal puanlara göre %10 ve 15 salamura gruplarında sırasıyla 1. ve 2. haftalarda, %20, 25 ve 30 gruplarında ise sırasıyla 1., 2. ve 6. aylarda bozulmuşlardır. Kuru tuzlanmış grubun ise duyusal yönden 10. ayın sonunda bozulduğu tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan %10, 15, 20, 25 ve 30 salamura tuzlanmış gruplar ise sırasıyla, 2 hafta, 2., 5., 6. ve 10. aylarda bozulmuşlardır. Kuru tuzlanmış örnek grubunda ise bozulma 11. ayda gerçekleşmiştir. Buzdolabı

koşullarında muhafaza edilen gruplar duyuşal yönden daha fazla beğenilmiş ve oda koşullarında depolana gruplar ile aynı konsantrasyona sahip olan gruplarda raf ömrünün daha fazla olduğu bulunmuştur. Depolama sıcaklığının yüksek olması ete tuz geçişini hızlandırdığını ancak artan sıcaklıkla paralel olarak enzim ve bakteri faaliyetleri de artacağından otolizin de hızlanacağı bildirilmiştir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Bu nedenle düşük tuz konsantrasyonunda tuzlanmış ürünlerin soğuk muhafaza koşullarında depolanmasının duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri açısından çok önemli olduğu farklı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Yapar, 1999; Karaçam vd., 2002). Çalışmada literatürle uyumlu olarak düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanan ürünlerin daha uzun raf ömrüne sahip olması için soğuk muhafaza koşullarında depolamasının gerekliliği tespit edilmiştir. Benzer bulgulara farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda da rastlanmaktadır. Ancak duyuşal açıdan kuru tuzlanmış grupta oda veya buzdolabı koşullarında depolamanın çok önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Karaçam vd. (2002) hamsi balıklarını farklı oranlarda (%14, 18, 22, 26) salamuralar ile tuzlayarak oda ve buzdolabı koşullarında depolamışlar ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen örnekler depolama süresi sonunda (150 gün) duyuşal olarak belirlenen kalite sınırını içinde kalmış ancak oda koşullarında depolanan örneklerden %14, 18, 22, 26 oranında tuz salamurası ile tuzlananlar sırası ile 30., 60., 90. ve 120. günün sonunda duyuşal olarak bozulduğunu ifade etmişlerdir. Karaçam vd. (2002) yaptıkları çalışmada salamura olarak tuzlanan hamsiler için buldukları raf ömrü yapılan çalışmadaki benzer oranda salamura ile tuzlanan gruplara göre daha yüksektir. Farklı balık türlerinin tuzlanarak oda ve soğuk muhafaza koşullarında depolanması üzerine yapılan çalışmalarda da soğuk muhafazanın duyuşal özelliklerin korunmasında etkili olduğu vurgulanmıştır (Tömek vd., 1989; Srikar vd., 1993).

Genel olarak su ürünlerinde su miktarı %66-81 arasında değışmekle birlikte bu oran balıklarda türe, yaşa, cinsiyete, içerdiği yağ miktarına ve yaşadığı bölgeye göre değışkenlik göstermektedir (Varlık vd., 1993). Çalışmada taze hamsinin su miktarı %76.12 olarak bulunmuştur. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan tüm gruplarda uygulanan tuz konsantrasyonun yoğunluğuna bağılı olarak % su miktarlarında istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir ($p < 0.05$). Oda koşullarında depolanan gruplarda tuz geçişinin fazla olması nedeni ile % su miktarları da daha düşük bulunmuştur. Ayrıca kuru tuzlanmış gruplarda salamura tuzlanmış gruplara göre su kaybı daha fazla olmuştur. Ancak depolama sürecinde düşük tuz içeriğine sahip gruplarda bozulmaya paralel olarak % su miktarlarında

artışlar kaydedilmiştir. Diğer gruplarda ise bu değer yatay bir seyir izlemiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde farklı balık türlerinin tuzlanması üzerine yapılan çalışmalarda tuzun ete geçişi ile beraber % su içeriğinde hızlı bir düşüşün olduğu, ancak tuz geçişinin sabitlenmesi ile birlikte % su oranında yatay bir seyir izlediği rapor edilmiştir (Ürküt ve Yurdagel, 1985; Yapar, 1999; Işıklı, 2000; Şengül, 2003). Kutlu (1996) hamsi balıklarının farklı oranlardaki salamuralar ile tuzlayıp oda ve buzdolabı koşullarında depolanmış örneklerle tuz geçişinin 30 gün süre ile devam ettiğini, daha sonra yatay bir seyir izlediğini ifade etmiş ve ayrıca oda koşullarındaki örneklerdeki tuz miktarlarının buzdolabı koşullarında depolanana göre daha fazla bulmuştur. Bu konu üzerine yapılmış başka bir çalışmada morina balıkları %8-10, %10-14 ve %35 olmak üzere üç farklı konsantrasyonu ile tuzlanmış ve her üç grupta su içeriğinin azaldığını, en az bozulma ürününün ise %35'lik tuz çözeltisinde bekletilen örneklerde olduğunu saptamışlardır (Cardin vd., 1961).

Tuzlanmış ürünlerde tuz oranının depolama koşullarının sıcaklığına, tuzlama yöntemine, balığın tazeliğine, balığın türüne ve süreye bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (Connell, 1995). Yapar (1989) tuz oranının kuru tuzlamada salamura tuzlamaya göre daha yüksek olduğunu, kuru tuzlanmış alabalıklarda ortalama %15.74, salamura şeklinde tuzlananlarda ise %11.74 düzeyinde tuz bulunduğu belirtmiştir. Ayrıca balık etine tuz geçişi sıcaklıkla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu konuda yapılmış başka bir çalışmada ise aynı tuz konsantrasyonu ile tuzlanan hamsilerin oda koşullarında depolanana göre tuz içeriğinin buzdolabı koşullarında depolanana göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Kutlu, 1996; Karaçam vd., 2002).

Çalışmada literatürle uyumlu olarak en yüksek tuz miktarı oda koşullarında depolanana göre tespit edilirken en düşük tuz miktarı ise buzdolabı koşullarında depolanana göre tespit edilmiştir. Ayrıca aynı tuz konsantrasyonu ile tuzlanan ve oda koşullarında depolanana göre tuz miktarları tespit edilmiştir.

Etteki su fazlı tuz oranı (WPS) tuzlanmış balıkların soğuk muhafaza koşullarında (7 °C) depolanması esnasında aerobik bakteriler için minimum %5, anaerobik bakteriler için minimum %10 olması, eğer oda koşullarında depolanacaklarsa bu değer minimum %17 olması önerilmektedir (URL-5, 2012). Ayrıca tuzlanmış ürünlerde *S. aureus* bakterisi %10'luk WPS değerinde bile toksin oluşturmakta, %20'lik WPS değerinde ise üreyebilmektedir (Köse, 2010). Her iki koşulda da %30'luk salamura ve kuru tuzlanmış

örneklerin % WPS miktarları %20 değerini geçmiştir. Diğer gruplarda ise % WPS değeri etteki tuz ve su oranına göre değişmekle birlikte %10'luk salamura ile tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde %10'nun altında bulunmuştur. Oda koşullarında depolanan örneklerden %25 ve üzerindeki tuz konsantrasyonlarında tuzlanan salamura örneklerin WPS değeri önerilen %17 değerini geçmiştir. Araştırma bulgularına göre eğer tuzlanmış balıklar oda koşullarında depolanacaksa %25 ve üstü salamura veya kuru tuzlama metodu ile tuzlanarak depolanmaları gerekmektedir.

Gıdalarda mikrobiyolojik aktivite, enzimatik ve kimyasal reaksiyonların oluşabilmesi için temel koşul suyun varlığıdır. Gıdalarda kurutma ya da tuzlama gibi yöntemlerle su aktivitesi düşürebilmekte ve bu sayede kurutulmuş veya tuzlanmış balıklar mikrobiyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklı olmaktadır (Çaklı ve Kışla, 2003). Su aktivitesi gıda güvenliği parametresi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bozulma ve kokuşmadan sorumlu bakteriler 0.91, patojen bakterilerin çoğu 0.90 a_w değerinin altında faaliyet gösterememektedir. Ancak %20 WPS değerine kadar dayanıklı olan *S. aureus* bakterisi için sınırlayıcı değer 0.85'in altı olmaktadır. Tuzlanmış su ürünlerinde a_w değeri düşük olduğundan genelde halofilik bakteriler, küfler ve mayalar faaliyet göstermektedir (Köse, 2010). Taze balıklarda genellikle a_w değerinin 0.98'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir (Abbas vd., 2009). Çalışmada literatürle uyumlu olarak taze hamsi balığının a_w değeri 0.99 olarak bulunmuştur. Gruplara uygulanan tuz konsantrasyonunun artışıyla ters orantılı olarak bütün gruplarda a_w değerlerinde istatistiki olarak önemli bulunan düşüşler kaydedilmiştir ($p < 0.05$). En düşük a_w değeri kuru tuzlanarak oda koşullarında depolanan örnekte 0.74 olarak bulunmuştur. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde 1. aydan sonra %25 ve üzeri salamura konsantrasyonu ile tuzlanan ve kuru tuzlanmış gruplarda a_w değeri 0.90'ın altına inmiştir. Ancak *S. aureus* bakterisi için sınır değeri olan 0.85 değerinin altına sadece %30'luk salamura ve kuru tuzlanmış gruplarda rastlanmıştır. Bu açıdan özellikle oda koşullarında depolama yapılacaksa %25 üzeri salamura ile tuzlama veya kuru tuzlama metodlarının kullanılması gıda güvenliği açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Balıklarda bozulma ve kokuşmanın belirlenmesinde pH değeri kullanılan bir faktör olmasına rağmen tek başına belirleyici bir kriter değildir. Mutlaka kimyasal kalite analizleri ile beraber değerlendirilmelidir (Varlık, 1993). Taze balıklarda pH değeri 7'ye yakındır. Ancak balık dokusunda bozulma ve kokuşma başlarsa pH 7.0-8.0 düzeyine yükselbilmektedir. pH değeri için tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7.0 olarak

bildirilmektedir (Varlık vd., 1993). Keskin (1975) balıklarda başlangıç pH değerinin 6.3-6.5 civarında olduğunu, bazik çürüme ve ayrışmanın meydana gelmesi ile pH değerinin 7.0-8.0 civarına yükselebileceğini bildirmiştir.

Çalışmada kullanılan hamsi balığının başlangıç pH değeri 6.38 olarak bulunmuş ve tuzlamanın etkisi ile oda koşullarında depolanan %10'luk salamura grubu hariç bütün gruplarda istatistiki olarak önemli düşüşler tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan düşük tuz konsantrasyonuna sahip örneklerde depolama süresinin artışına bağlı olarak pH değeri tekrar yükselişe geçmiştir. Literatürde farklı balıklar üzerinde yapılan tuzlama çalışmalarında da benzer bulgulara rastlanmıştır (Yapar, 1989; Serdaroğlu ve Değirmencioğlu, 1998; Işıklı, 2000; Bilgin, 2003). Ayrıca çalışmamızda kullandığınız hamsi balığı üzerine yapılan başka bir araştırmada da benzer bulgular ifade edilmiştir. Yapar (1999) hamsi balıklarını üç farklı (%7.5, %10 ve %15) tuz oranı ile kuru tuzlama yöntemiyle tuzlamış ve pH değeri taze örnekte 6.22 iken bu değer tuz uygulaması ile bütün gruplarda düşüş gösterdiğini ancak depolama süresinin artışına bağlı olarak tekrar yükselişe geçtiğini bildirmiştir. Çalışmada 1. ve 10. hafta pH değerleri sırası ile %7.5 tuz kullanılan grupta 5.98-6.27; %10 tuz kullanılan grupta 6.03-6.26 ve %15'lik grupta ise 5.90-6.39 arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Çalışmada farklı oranlarda salamura ve kuru tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde analizi yapılan bazı gıda güvenliği parametrelerinin (% tuz- a_w , % tuz-% su, % su- a_w) birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi amacı ile bu parametreler arasında regresyon analizleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 36'da verilmiştir.

Oda koşullarında depolanan gruplarda % tuz ve a_w değerleri arasındaki ilişki düzeyi katsayıları 0.94 ile 0.99 arasında bulunmuştur. Bütün gruplarda bu iki parametre arasında negatif yönde çok kuvvetli ilişki olması nedeni ile elde edilen doğru denklemden yararlanılarak bu tür ürünlerde tuz miktarının bilinmesi ile a_w hesaplanması veya tam tersi mümkün olmaktadır (Tablo 36). Benzer şekilde Lupin vd. (1981) salamura tuzlanmış ürünlerde a_w ve % tuz miktarları arasında lineer bir ilişki olduğu ve elde edilen formülden [$a_w = 1.002 - 0.42m$, (m:tuz molaritesi)] a_w miktarının hesaplanabileceği bildirilmiştir. Tuzlanmış ürünlerde tuzlama yöntemine ve tuz konsantrasyonunun yoğunluğuna bağlı olarak balık etinden uzaklaşan su miktarı da değişmektedir. Gruplarda % tuz ve % su miktarları arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile yapılan regresyon analizi sonucunda ilişki düzeyini belirleyen R^2 değeri 0.91- 0.99 arasında bulunmuş olup bu iki parametre arasındaki ilişkinin negatif yönde çok kuvvetli olduğu tespit edilmiştir.

Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda % su- a_w değeri arasındaki ilişki düzeyi kat sayısı ise 0.88-0.99 olarak tespit edilmiş ve sadece %20'lik salamura grubunda ilişkinin pozitif yönde kuvvetli diğer gruplarda ise yine pozitif yönde çok kuvvetli olduğu bulunmuştur. Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda % tuz ve a_w değerleri arasındaki ilişki düzeyi katsayısı 0.98 ile 0.99 arasında bulunmuştur. Oda koşullarında depolanan gruplarda da olduğu gibi bütün gruplarda bu iki parametre arasında negatif yönde çok kuvvetli ilişki olması nedeni ile elde edilen doğru denklemden yararlanılarak bu tür ürünlerde tuz miktarının bilinmesi ile a_w hesaplanması veya tam tersi mümkün olmaktadır.

Tablo 36. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan tuzlanmış hamsilee ait % su, % tuz, % WPS, pH ve a_w parametrelerinin regresyon analizi sonuçları

Örnek tipi	%Tuz- a_w	%Tuz-%Su	%Su- a_w
Oda koşulları			
%15	$R^2=0.94$ $y=-0.0081x+1.005$	$R^2=0.99$ $y=-1.1257x+86.42$	$R^2=0.92$ $y=0.0091x+0.3093$
%20	$R^2=0.97$ $y=-0.0079x+1.0049$	$R^2=0.91$ $y=-1.3331x+102.43$	$R^2=0.88$ $y=0.0104x+0.2014$
%25	$R^2=0.99$ $y=-0.0087x+1.0017$	$R^2=0.99$ $y=-1.1055x+84.86$	$R^2=0.99$ $y=0.0096x+0.2626$
%30	$R^2=0.98$ $y=-0.0088x+0.996$	$R^2=0.96$ $y=-0.9832x+75.595$	$R^2=0.98$ $y=0.0088x+0.321$
KT	$R^2=0.98$ $y=-0.0119x+1.0027$	$R^2=0.99$ $y=-0.8359x+63.916$	$R^2=0.94$ $y=0.0093x+0.2713$
Buzdolabı koşulları			
%10	$R^2=0.99$ $y=-2.2408x+171.33$	$R^2=0.73$ $y=-0.0079x+1.0074$	$R^2=0.70$ $y=0.0175x-0.3303$
%15	$R^2=0.99$ $y=-1.3205x+101.08$	$R^2=0.99$ $y=-0.0076x+1.0031$	$R^2=0.97$ $y=0.0099x+0.243$
%20	$R^2=0.99$ $y=-1.4079x+107.79$	$R^2=0.93$ $y=-0.0095x+1.0157$	$R^2=0.92$ $y=0.0133x+0.0061$
%25	$R^2=0.98$ $y=-1.3071x+99.777$	$R^2=0.93$ $y=-0.0095x+1.0076$	$R^2=0.93$ $y=0.0125x+0.0575$
%30	$R^2=0.98$ $y=-1.1322x+86.393$	$R^2=0.98$ $y=-0.0083x+0.993$	$R^2=0.99$ $y=0.0096x+0.2649$
KT	$R^2=0.99$ $y=-0.8827x+67.579$	$R^2=0.90$ $y=-0.0105x+0.9728$	$R^2=0.92$ $y=0.0094x+0.2547$

Gruplarda % tuz ve % su miktarları arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile yapılan regresyon analizi sonucunda ilişki düzeyini belirleyen katsayı değerleri 0.73-0.98 arasında bulunmuştur. Bu gruplardan sadece %10'luk salamura ile tuzlanan grupta pozitif yönde kuvvetli ilişki ($R^2 = 0.73$), diğer gruplarda ise yine pozitif yönde çok kuvvetli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu gruplarda % su-aw değeri arasındaki ilişki düzeyi kat sayısı ise 0.92-0.99 arasında tespit edilmiş ve bütün gruplarda ilişkinin pozitif yönde çok kuvvetli olduğu bulunmuştur.

Çalışmada taze hamsinin başlangıç TVB-N değeri 9.26 mg/100g olarak bulunmuştur. Taze hamsinin başlangıç TVB-N değeri yine balık türü kullanılarak yapılan farklı araştırmalarda bulunan değerlerle benzerlik göstermektedir (Karaçam vd., 2002; Duyar vd., 2008; Duyar vd., 2010). Farklı konsantrasyonlarda salamura ve kuru tuzlama yöntemi ile tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde depolama süresince istatistiki olarak önemli artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Benzer bulgulara farklı araştırmacıların farklı balıkların tuzlanması üzerine yaptıkları çalışmalarda da rastlanmaktadır (Khuntia vd., 1993; Turan ve Erkoyuncu, 1997; Bilgin, 2003, Turan vd., 2006; Erkan vd., 2009). Oda koşullarında depolanan %10, 15, 20, 25, 30 ve KT gruplarında sırasıyla 1., 2. hafta, 1., 2., 6. ve 10. aylarda, buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise aynı sırayla 2. hafta, 2., 5., 6. ve 10 aylarda TVB-N için kabul edilen limit değeri olan 35 mg/100g'ı aşarak bozuldukları tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan kuru tuzlanmış grupta ise duyuusal yönden bozulmanın olduğu 11. ayda TVB-N değeri belirtilen limit değerinin altında kalmıştır. Her iki depolama koşulunda muhafaza edilen örneklerdeki tuz konsantrasyonunun artmasıyla TVB-N miktarlarının düştüğü gözlenmiştir. Yapar (1999) yüksek tuz konsantrasyonunun ürünün kalitesinin korunmasında etkili olduğunu bildirmiştir. Oda koşullarında depolanan grupların tümü, buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise %15, 20, 25 ve 30'luk salamura grupları TVB-N kriterine göre bozulmanın olduğu zamanlarda duyuusal değerlendirme yönünden de bozuldukları tespit edilmiştir. Oda koşullarında depolanan örneklerin TVB-N miktarları aynı konsantrasyona sahip buzdolabı koşullarında depolananlara göre daha fazla bulunmuştur. Gruplarda depolama sıcaklığının yüksek olması TVB-N miktarındaki artışı hızlandırdığı tespit edilmiştir. Srikar vd.'nin (1993) kuru, salamura ve modifiye tuzlanmış balıklarda yüksek sıcakta depolamanın TVB-N miktarının artışını hızlandırdığını, oda koşullarında depolanan örneklerdeki TVB-N miktarının soğuk muhafazada (2.5°C) depolanan örneklere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Karaçam vd. (2002)'nin

hamsi balıklarının farklı salamura konsantrasyonları ile tuzlayarak oda ve buzdolabı koşullarında depoladıkları çalışmada da benzer bulgulara rastlanmıştır.

Tuzlanmış su ürünleri tuz ve diğer katkı maddelerinin antimikrobiyolojik etkileri nedeniyle mikrobiyolojik bozulmaya karşı dayanıklı olurlar. Ancak, bu tür su ürünleri lipid oksidasyonunun gelişmesine karşı son derece duyarlıdır (Kundakçı ve Ergönül, 2009).

Çalışmada taze hamsi balığının başlangıç TBA değeri 0.36 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuştur. Farklı araştırmalarda taze hamsi balığında benzer TBA miktarlarına rastlanmıştır (Yapar, 1999; Koral, 2006). Her iki depolama koşulunda da depolama süresinin artışına bağlı olarak istatistiki açıdan önemli artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak depolama süresince hiçbir grup TBA için önerilen 7-8 mg malonaldehit/kg değerini aşmamıştır. Yapar (1999) hamsi balıklarını üç farklı tuz oranı ile kuru tuzlama yöntemiyle tuzlamış ve taze hamsinin başlangıç TBA değerinin 0.57 mg malonaldehit/kg olduğunu bu değer depolama süresince bütün gruplarda istatistiki açıdan önemli artışlar gösterdiğini bildirmiştir. Depolamanın sonu olan 10. haftada ise her üç grupta da elde edilen TBA miktarlarının bu kriter için önerilen limit değerinin altında kaldığını ifade etmiştir.

Gruplardaki TBA değerindeki artış tuz konsantrasyonunun ve depolama sıcaklığının artışına paralel olarak daha fazla artış göstermiştir. Çalışmadaki bulgulara benzer şekilde literatürde oda sıcaklığında depolama ve tuz miktarındaki artışın TBA değerinin artışı üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Karaçam vd., 2002; Bilgin, 2003; Bilgin vd., 2007). Ayrıca yine farklı balık türlerinin tuzlanması üzerine yapılan çalışmalarda (Yapar, 1989; Turan ve Erkoyuncu, 1997; Bilgin, 2003) belirtildiği gibi kuru tuzlama metodu ile tuzlanan gruplarda salamura yöntemiyle tuzlanan gruplara göre TBA miktarları daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi olarak kuru tuzlama metodu ile tuzlanan örneklerin tuz içeriğinin fazla olmasının yanı sıra bu grupların havayla temasın salamura örneklere göre daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada taze hamsinin başlangıç TMA değeri 0.68 mg/100g olarak bulunmuştur. Duyar vd. (2008) benzer şekilde taze hamsi balıklarının TMA değerinin 0.70 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Ancak başka bir çalışmada ise taze hamsinin TMA değerinin 0.87 mg/100g olduğu rapor edilmiştir (Yapar, 1999). Aradaki farklılığın balıkların avlandıktan sonraki muhafaza ve hijyen koşullarının farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Oda ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilen gruplarda düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanan örneklerin TMA miktarlarındaki artış daha fazla olmuştur. Bunun nedeni olarak artan tuz konsantrasyonunun TMA oluşumu üzerine negatif bir etki

gösterdiği söylenebilir. Yapar (1999)'ın hamsi balıklarını farklı oranlarda kuru tuzlama metodu ile tuzlayarak buzdolabı koşullarında depoladığı çalışmasında tuz içeriği düşük olan gruplarda TMA miktarının diğer gruplara göre daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca farklı balık türlerinin tuzlanarak kalite değişimlerinin incelendiği farklı çalışmalarda benzer bulgulara rastlanmıştır (Ürküt ve Yurdagel, 1985; Tömek ve Yapar, 1990). Serdaroğlu ve Deniz (2001) yaptıkları çalışmada oda sıcaklığında depolanan balıklarda TMA miktarındaki artışın soğuk muhafaza koşullarında depolama esnasındaki artışlardan daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada benzer olarak aynı tuz konsantrasyonuna sahip örneklerden oda koşullarında depolananların TMA miktarları buzdolabı koşullarında muhafaza edilenlere göre daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni olarak literatürde belirtildiği gibi depolama sıcaklığının yüksek olmasından dolayı mikrobiyolojik faaliyetin daha fazla ve enzimatik aktivitenin daha yüksek olması gösterilebilir.

Tuzlanmış ürünlerde istenilen aroma ve tat, bakteriyal ve enzimatik yıkım işlemlerinin gerçekleştiği olgunlaşma esnasında oluşur. Böylece, bu tür balık ürünleri çok yüksek oranda aminoasit ve protein yıkım ürünleri içerir. Bu nedenle, söz konusu ürünlerin uygun ortamlarda işlenip depolanmadığı ve uygun kalitede ham madde kullanılmadığı durumlarda, biyojenik aminleri içermesi olasıdır (Mah vd., 2002).

Tuzlanmış ürünlerde balık etine tuz geçişi ve buna bağlı olarak olgunlaşma süresi uygulanan tuz konsantrasyonu ve muhafaza koşullarına göre değişmektedir. Olgunlaşma süresi 1 haftadan 1 ay kadar devam edebilir. Tuzlamada düşük tuz konsantrasyonu uygulama ve oda koşullarında depolama sürecinde mikrobiyolojik faaliyete bağlı olarak biyojenik aminlerin gelişebileceği vurgulanmıştır (Veciana-Nogues vd., 1996; Draisci vd., 1998; Karaçam vd., 2002; Pons-Sánchez-Cascado vd., 2005a). Rodriguez vd. (1994) tuzlanmış balıklarda kötü kaliteli hammadde, yetersiz işleme ve depolamaya bağlı olarak yüksek miktarlarda histamin oluştuğu ve bunun da histamin zehirlenmesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca hammadde aşamasında uygunsuz koşullarda depolanan ve işlenen ürünlerde özellikle histamin üretimi olacağı ve daha sonraki aşamalarda ise yok edilemeyeceği bilinmektedir (Köse, 1993; Köse, 2010).

Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi'nin yeni yasasına göre histamin miktarı işlenmiş ürünler için seçilen 9 örnekte 20 mg/100g (200 ppm) olabilir, iki örnekte 20 mg/100g'dan yüksek olmasına izin verilir ancak hiçbir örnekte 40 mg/100g (400 ppm)'ı geçmemelidir. Ancak Amerikan'nın İlaç ve Gıda Kurumu (FDA) fermente ürünler hariç diğer tüm balık

ürünlerindeki yasal sınırı 5 mg/100g (50 ppm), fermente ürünlerden balık sosu için ise 500 ppm olarak belirtmiştir (FDA, 2001; Brillantes ve Samasorn, 2001).

Çalışmada kullanılan taze hamsi balığının başlangıç histamin miktarı <0.84 ppm olarak bulunmuştur. Karaçam vd. (2002) taze hamsi balığında histamin miktarının <0.50 ppm olduğunu belirtirken başka bir çalışmada 8 ppm olduğu ifade edilmiştir (Olgunoğlu, 2007). Aradaki farklılığın balıkların avlandıktan sonra uygulanan soğuk muhafaza ve hijyen koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu araştırmada biyojenik aminlerden en önemlisi olan histamin, sadece oda koşullarında depolanan salamura tuzlanmış örneklerde tespit edilmiştir. Depolama boyunca histamin miktarı oda koşullarında depolanan kuru tuzlama örneği ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün örneklerde <0.84 ppm (tespit limiti) olarak bulunmuştur.

Oda koşullarında depolanan kuru tuzlanmış grupta uygulanan tuz miktarının fazlalığından dolayı su aktivitesi değeri düşmüş bu nedenle halofilik karakterli histamin oluşturan bakterilerin ve enzimlerinin aktivitesinin engellendiğinden dolayı histamin oluşumunun görülmediği düşünülmektedir. Ancak oda koşullarında depolanan örneklerden düşük tuz konsantrasyonuna sahip olan gruplarda yüksek histamin miktarları tespit edilmiştir. Bu gruplarda duyusal ve TVB-N kriteri açısından bozulmanın olduğu zamanlarda histamin miktarları %10'luk salamura grubunda 1. hafta 68.98, %15'lik salamura grubunda 2. haftada 154.16, %20'lik salamura grubunda 1. ayda 69.78, %25'lik salamura grubunda 2. ayda 21.16 ppm değerleri gözlenmiştir. %30'luk salamura grubunda 4. aya kadar histamin gelişimi gözlenmezken bu aydan sonra hızlı bir artış göstererek 7. ayda 41.70 ppm değeri tespit edilmiştir. Grupların bozulma zamanlarında tespit edilen histamin miktarları açısından Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı olan 200 ppm'i geçen grup bulunmamasına rağmen, %10, %15 ve %20 salamura ile tuzlanan grupların Amerika'da FDA'nın uyguladığı yasal sınırı olan 50 ppm'i geçtikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle bu tip ürünlerin FDA'nın izin verdiği limit değerini uygulayan ülkelere pazarlanabilmesi mümkün olmayacaktır. Oda koşullarında depolanan örneklerdeki histamin miktarının artışına halofilik karakterli histamin üreten bakterilerin faaliyetlerinin neden olduğu düşünülmektedir. Bu konuda pek çok histamin üreten halofilik bakteri türü bildirilmiş olup özellikle halofilik gram pozitif türler olan *S. epidermis* ve *T. muriaticus*'un yüksek oranda histamin üretebileceği vurgulanmıştır (Dalgaard vd., 2008).

Literatürde balıkların %26'nın altındaki tuz konsantrasyonlarındaki salamura solüsyonu ile tuzlanarak üretilen ürünlerin oda sıcaklığında depolandıklarında özellikle

histamin açısından risk oluşturdukları bildirilmiştir (Rodriquez-Jerez vd., 1994; Karaçam vd., 2002; Dalgaard vd., 2008). Çalışma sonucunda histamin miktarı açısından elde edilen bulgular farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Karaçam vd. (2002) farklı tuz konsantrasyonları ile tuzlayarak oda ve buzdolabı koşullarında depoladıkları salamura hamsi örneklerinde buzdolabı koşullarında histamin oluşumunun gözlenmediğini ancak oda koşullarında depolanan gruplardan %14 ve 18'lik salamura gruplarının 90. gün, %22 ve 26'lık salamura gruplarının ise 60. günde, ülkemizin, Avrupa Birliği ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)' nin izin verdiği limit değerlerini aştığını belirtmişlerdir. Veciana-Nogues vd. (1989) düşük sıcaklıkta depolanan yarı dayanıklı hamsi ürünlerinde histamin oluşumu gözlenmezken oda koşullarında (18-22°C) 8 ay depolama sonucunda histamin miktarının 210 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacıların yaptığı başka bir çalışmada ise yarı dayanıklı hamsilerin 6 ay oda koşullarında depolanması sonucunda 3000 ppm histamin oluştuğunu rapor etmişlerdir (Veciana-Nogues vd., 1997a).

Çalışmada farklı oranlarda salamura ve kuru tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklere uygulanan duyuşal ve kimyasal analizlerin (TVB-N, TBA, TMA, histamin) birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi amacı ile bu parametreler arasında regresyon analizleri yapılmıştır ve sonuçları Tablo 37'de verilmiştir.

Oda koşullarında depolanan grupların duyuşal analiz sonuçları ile TVB-N analiz sonuçları arasında ilişki düzeyi katsayıları 0.87 ile 0.98 (R^2) arasında bulunmuştur. Bu iki parametre arasında sadece %15'lik salamura grubunda negatif yönde kuvvetli bir ilişki ($R^2=0.70-0.89$) gözlenirken diğer gruplarda negatif yönde daha yüksek oranda bir ilişki ($R^2=0.90-0.98$) olduğu tespit edilmiştir. Gruplarda depolama süresince alınan duyuşal puanlar ve tespit edilen TBA miktarları arasındaki ilişki düzeyi katsayıları 0.96- 0.99 arasında bulunmuş olup bu iki parametre arasındaki ilişkinin negatif yönde çok kuvvetli olduğu tespit edilmiştir. Bu gruplarda depolama süresince elde edilen duyuşal puanlar ile TMA değeri arasındaki ilişki düzeyi katsayıları ise 0.97-0.99 arasında tespit edilmiş ve ilişkinin yine negatif yönde çok kuvvetli olduğu saptanmıştır. Duyuşal puanlar ile histamin miktarlarının ilişki düzeyi katsayıları ise 0.77-0.96 arasında hesaplanmıştır. %15'lik salamura ile tuzlanan grupta bu değer 0.96 olurken %20 ve 25'lik salamuralarda ise sırası ile 0.77 ve 0.91 olarak belirlenmiştir. %20'lik salamura grubunda negatif yönde kuvvetli ilişki varken diğer gruplarda yine negatif yönde çok kuvvetli ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 37. Farklı oranlarda salamura ve kuru tuzlanan grupların oda ve buzdolabı koşullarında depolanması sürecindeki duyuşal ve kimyasal parametrelerin regresyon analizi sonuçları

Örnek tipi	TVB-N- Duyusal	TBA- Duyusal	TMA- Duyusal	Histamin-Duyusal
Oda koşulları				
%15	$R^2=0.87$ $y=-6.826x+73.145$	$R^2=0.99$ $y=-0.061x+0.968$	$R^2=0.99$ $y=-0.9928x+9.886$	$R^2=0.96$ $y=-0.043x+9.585$
%20	$R^2=0.95$ $y=-5.633x+62.123$	$R^2=0.97$ $y=-0.205x+2.33$	$R^2=0.97$ $y=-1.453x+14.629$	$R^2=0.78$ $y=-0.077x+8.240$
%25	$R^2=0.92$ $y=-6.581x+69.394$	$R^2=0.96$ $y=-0.292x+3.250$	$R^2=0.99$ $y=-0.7755x+8.464$	$R^2=0.91$ $y=-0.277x+9.117$
%30	$R^2=0.98$ $y=-4.674x+55.271$	$R^2=0.97$ $y=-0.477x+5.340$	$R^2=0.97$ $y=-0.6219x+7.333$	
KT	$R^2=0.94$ $y=-4.329x+54.258$	$R^2=0.99$ $y=-0.984x+10.386$	$R^2=0.98$ $y=-0.8265x+9.319$	
Buzdolabı koşulları				
%10	$R^2=0.90$ $y=-5.843x+63.867$	$R^2=0.99$ $y=-0.011x+0.478$	$R^2=0.95$ $y=-0.448x+5.365$	
%15	$R^2=0.97$ $y=-4.411x+50.859$	$R^2=0.87$ $y=-0.201x+2.121$	$R^2=0.95$ $y=-0.869x+9.188$	
%20	$R^2=0.97$ $y=-4.300x+52.635$	$R^2=0.96$ $y=-0.570x+5.705$	$R^2=0.99$ $y=-0.813x+9.157$	
%25	$R^2=0.92$ $y=-4.015x+51.964$	$R^2=0.92$ $y=-0.632x+6.815$	$R^2=0.83$ $y=-0.461x+6.194$	
%30	$R^2=0.98$ $y=-4.370x+53.487$	$R^2=0.97$ $y=-1.013x+10.784$	$R^2=0.93$ $y=-0.661x+7.815$	
KT	$R^2=0.97$ $y=-2.803x+38.314$	$R^2=0.93$ $y=-1.019x+11.114$	$R^2=0.90$ $y=-0.486x+5.918$	

Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise duyuşal analiz sonuçları ile TVB-N analiz sonuçları arasında ilişki düzeyi katsayısı 0.91 ile 0.98 arasında bulunmuştur. Bu iki parametre arasında bütün gruplarda negatif yönde çok kuvvetli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gruplarda depolama süresince alınan duyuşal puanlar ve bulunan TBA miktarları arasındaki ilişki düzeyi 0.86-0.99 olarak bulunmuş olup sadece %15'lik salamura grubunda negatif yönde kuvvetli ilişki, diğer gruplarda ise ilişkinin negatif yönde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince elde edilen duyuşal puanlar ile TMA değeri arasındaki ilişki düzeyi ise 0.82-0.98 olarak tespit edilmiş, %25 ve kuru tuzlanmış grupta ilişkinin negatif yönde kuvvetli, diğer gruplarda ise negatif yönde çok kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde depolama süresince histamin gelişimi olmadığı için bu iki parametre arasındaki ilişki düzeyi belirlenememiştir.

Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin duyuşal ve kimyasal analizlerinden elde edilen sonuçların regresyon analizleri sonucunda duyuşal puanlar ile TVB-N sonuçları arasında çok kuvvetli bir ilişki tespit edilmiş olup bu tür ürünlerde raf ömrünün belirlenmesi için TVB-N parametresinin güvenle kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Diğer kimyasal kalite parametrelerinin ise bozulma anında önerilen sınır değerlerini aşmadıklarında dolayı bozulma parametresi olarak kullanılamayacakları tespit edilmiştir. Gruplarda elde edilen duyuşal parametreler ile histamin miktarı arasında kuvvetli bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Farklı tuzlanmış ürün grupları üzerine yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Filsinger vd., 1984; Veciana-Nouges vd., 1990; Hernandez-Herrero vd., 1999).

Oda koşullarında depolanan örneklerde pütresin ve kadaverin miktarları histamin miktarlarının değişimine benzer şekilde bir eğilim göstermiş düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda artışların daha fazla olduğu bulunmuştur. Buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda ise sadece %10'luk salamura grubunda ani bir artış saptanmıştır. Bu aminlerdeki artışın depolama sıcaklığının yüksekliğinden ve düşük tuz konsantrasyonu uygulamasından dolayı artış gösterdiği düşünülmektedir.

Tiramin ve feniletilamin de balıklarda kalite indikatörü olarak kullanılabilirler. Gıdalarda bulunan 100-800 ppm tiramin veya 30 ppm feniletilaminin toksik etki gösterebileceği rapor edilmiştir (Kim vd., 2009). Oda koşullarında salamura olarak tuzlanan bütün gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak tiramin miktarında istatistiki açıdan önemli artışlar tespit edilmiştir. Kuru tuzlanmış grupta ise tiramin miktarı düşüş göstermiş ve depolama sonuna kadar 5 ppm'in altında tespit edilmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise sadece %10'luk salamura ile tuzlanmış grupta artış tespit edilmiş diğer gruplarda 5 ppm'in altında değişim göstermiştir. Oda koşullarında depolanan salamura örneklerin hepsinde duyuşal açıdan bozulma olduğu zamanlarda tiramin açısından toksik etki yapabilecek miktarların oluştuğu gözlenmiştir. Çalışmadaki bulgular ışığında tiramin oluşumunda yüksek tuz konsantrasyonu uygulamanın etkisi olmadığı, sadece yüksek sıcaklıkta depolamanın bu aminin oluşmasında etki gösterdiği bulunmuştur. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün örneklerde sadece %10'luk salamura grubunda feniletilamin miktarı artmış diğer grupların tümünde bu değer 15 ppm'in altında bulunmuştur. Gruplarda tespit edilen feniletilamin miktarı bu amin için önerilen toksik limitlerin altında kalmıştır. Bulgular neticesinde örneklerde feniletilamin oluşumunun engellenmesinde uygulanan tuz

konsantrasyonunun yüksekliği ve düşük sıcaklıkta depolamanın etkisinin olduğu söylenebilir. Buzdolabı koşullarında depolanan bütün örneklerde triptamin miktarı sabit bir seyir izlerken oda koşullarında düşük salamura konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda fazla olmamakla beraber artışlar kaydedilmiştir. Ancak bu gruplarda da triptamin miktarı 20 ppm'in altında bulunmuştur. Her iki yöntemle tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde triptamin oluşumu üzerine hem tuz konsantrasyonunun hemde depolama sıcaklığının etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu tez kapsamında analiz edilen taze hamsi balığında başlangıç spermin miktarının tespit limitin altında gözlenmesine rağmen (<0.71 ppm) yüksek miktarda (112.59 ppm) spermidin tespit edilmiştir. Spermidin miktarı oda ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün gruplarda istatistiki olarak önemli düşüşler göstermiştir ($p < 0.05$). Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün gruplardaki spermin miktarları ise 2.5 ppm altında değişim göstermiştir. Spermin ve spermidin miktarındaki düşüşe balıkların işlenmesinde kullanılan yöntemlerin (salmura tuzlama, marinasyon vb.) etkisinden kaynaklanabileceğini ifade edilmiş ve son üründeki spermidin içeriğinin kullanılan balık ve işlemede kullanılan maddelerin oranına bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir (Hernandez-Javer vd., 1996). Çalışma ile benzer şekilde tuzlanan veya marine edilen balıklarda olgunlaşma ve depolama aşamasında spermin ve spermidin miktarında düşüşler gözlendiği farklı araştırmalarda rapor edilmiştir (Mietz ve Karmas, 1977; Veciana-Nogues vd., 1997a; Gökoğlu, 2003) Başka bir çalışmada ise marine hamsi balığının depolama süresince histamin, pütresin, kadeverin, tiramin miktarında artışlar gözlerken spermin ve spermidin miktarlarının sabit bir seyir gösterdiği bildirilmiş ve bu iki aminin balıklarda hücrenel gelişmede rol oynayan fizyolojik biyojenik aminler olduğu, bakteriyel bozulmayla herhangi bir ilgisi olmadığı rapor edilmiştir (Pons-Sánchez-Cascado vd., 2005a).

Gıdalardaki mikrobiyolojik çoğalma ve aktiviteleri sonucu meydana gelen bozulma, ürünün duyuşal özelliklerini etkileyerek gıdanın insanlar için tüketilemez hale dönüşmesine neden olmaktadır (Gram ve Huss, 1996; Gram ve Dalgaard, 2002). Balıkların başlangıç bakteri yükü avlandığı sahaya, avlama metoduna, işleme ve depolama yöntemine göre değişmektedir (Banwart, 1987). İyi kalitedeki balık için toplam bakteri sayısı 5 log kob/g'in altında olmalıdır (Varlık vd., 1993). Taze balıkta toplam mezofilik bakteri için izin verilen limit değerı ise 6 log kob/g dir (ICMSF, 1992). Tuzlanmış balık ürünlerinde bozulmaya neden olan saprofit bakteriler %6-8 veya daha yüksek tuz konsantrasyonlarında üremeye devam edemezler. Ancak tuza toleranslı halofilik bakteriler yüksek tuz

konsantrasyonlarında (>%10) canlı kalabilmektedirler. *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Pediococcus*, *Vibrio* ve *Corynebacterium* gruplarına ait türler bu grup içerisinde yer almaktadır (Üzen, 2008). Tuzlanmış balık ürünlerinde bu tip bakteriler yüksek sıcaklıkta hızla çoğalarak bozulmaya ve kokuşmaya neden olmaktadır. Ancak soğuk muhafaza koşullarında (2-4°C) depolanan tuzlanmış ürünlerin daha fazla bozulmadan kalabileceği bildirilmiştir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Yapılan çalışmada taze hamsinin TAMB, TAPB ve HÜB sayıları sırası ile 2.74, 2.26 ve 2.12 log kob/g olarak bulunmuştur. Farklı araştırmacılar hamsideki başlangıç mezofil ve psikrofil mikrobiyolojik yükün 3 ve 4 log kob/g arasında değişkenlik gösterebileceğini bildirmişlerdir (Perez-Villareal ve Pozo, 1992; Fuselli vd., 1994; Pons-Sanchez-Cascado vd., 2006b). Literatürde aynı balık tür için bulunan mezofil ve psikrofil bakteri sayıları çalışmada elde edilen veriler ile uyum göstermektedir (Mbarki vd., 2008; Çetinkaya, 2011). Ancak bazı çalışmalarda ise daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir (Köse ve Erdem, 2004; Olgunoğlu, 2007). Bu farklılığın balıkların elde edildiği av sahasının, avlamadan hemen sonra balıklara soğutma uygulanıp uygulanmadığı ve taşıma esnasındaki farklılardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Oda koşullarında depolanan örneklerde tuz konsantrasyonunun yoğunluğuna bağlı olarak 1. haftada %25 ve 30 salamura, ve kuru tuzlama gruplarının TAMB sayılarında düşüş, %10, 15 ve 20'lik salamura gruplarında ise yükseliş tespit edilmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonu ile tuzlamanın ilgili gruplarda bakteri gelişimini engellediği düşünülmektedir. Bu durum farklı kaynaklarda da benzer şekilde ifade edilmiştir (Karaçam vd., 2002; Üzen, 2008). Rodriguez-Jerez vd. (1993) hamsi balığını %25'lik tuz konsantrasyonu ile tuzlamışlar ve 15 °C'de 17 haftalık depolamada sonucunda TAMB ve TAPB sayılarının sırası ile 2.75 ve 3.05 log kob/g olduğunu, başka bir çalışmada ise Karaçam vd. (2002) %26'lık salamura ile tuzlanan hamsilerin 60. gün süre ile oda koşullarında depolanması sonucunda TAMB sayısının 4.14 log kob/g olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada elde edilen TAMB sayıları Karaçam vd. (2002) çalışmasında bulunan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Oda koşullarında depolanan %10'luk salamura grubu 1. haftada TAMB sayısı için önerilen sınır değerini (6 log kob/g) aşmıştır. Bu grupta raf ömrü açısından duyuusal, kimyasal ve mikrobiyolojik değerlerin paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Birçok çalışmada mezofilik bakteri sayısı ile histamin miktarı arasında yüksek korelasyon olduğu bildirilmiştir (Kim vd., 2001; Al-Bulushi vd., 2009). Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 6-7 log kob/g aralığında iken histamin miktarının FDA'nın toksik limit olarak belirlediği 50 ppm'e ulaştığı rapor edilmiştir (Du

vd., 2002). Literatürle uyumlu olarak çalışmada %10'luk salamura grubunda elde edilen mezofilik bakteri sayıları 6 log kob/g'ı geçtiğinde histamin seviyesinin 50 ppm'den fazla olduğu gözlenmiştir. Oda koşullarında depolanan kuru tuzlama grubu hariç diğer gruplarda depolama süresinin artışına bağlı olarak istatistiki açıdan önemli artışlar gözlenmesine rağmen gruplardan elde edilen sayılar önerilen limit değerinin (6 log kob/g) çok altında tespit edilmiştir. Kuru tuzlama grubunda ise 2. haftada <1.47 log kob/g, 2. aydan sonra ise yapılan ekimlerde üreme görülmemiştir. Bu grupta mikrobiyolojik gelişimin görülmemesinin nedeni ise su aktivitesi miktarının 1. aydan sonra mikrobiyolojik gelişimi engelleyecek düzeye inmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerden %10'luk salamura grubu haricindeki bütün gruplarda tuz konsantrasyonundaki artış ve soğuk muhafaza koşullarından dolayı TAMB sayılarında istatistiki açıdan önemli düşüşler gözlenmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca hiçbir grup TAMB için önerilen 6 log kob/g değerini aşmamıştır. Ancak bu gruplardan özellikle düşük tuz konsantrasyonuna sahip olanlarda (%10, 15, 20) TAPB sayılarında istatistiki açıdan önemli artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bunun nedeni olarak soğuk muhafaza koşullarında psikrofil bakterilerin mezofil bakterilere göre daha fazla faaliyet göstermesi olarak ifade edilebilir. Ayrıca çalışmada elde edilen veriler neticesinde uygulanan tuz konsantrasyonundaki artışın toplam mezofil bakterilerin üremesi üzerine negatif etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu konuda yapılmış birçok çalışmada benzer ifadelerle rastlanmaktadır (Srikar vd., 1993; Karaçam vd., 2002). Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999) yüksek tuz derişiminin balıktaki mevcut bozulma mikroflorasının gelişimine engel olduğunu ve kokuşmayı geciktirdiğini bildirmişlerdir. Ancak bu tür ürünlerde tuza dayanıklı (halofilik) bakterilerin bulunduğunu ve %15-20 oranında tuz bulunduran balık etinde bile etkinlik gösterebileceklerini ifade etmişlerdir.

Çalışmanın 1. haftasında %10, 15 ve 20'lik salamura konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda toplam halofilik bakteri sayılarında artış görülmesine rağmen daha yüksek konsantrasyonlarla tuzlanan gruplarda ise <1.47 log kob/g değeri tespit edilmiştir. Depolama süresinin artışına bağlı olarak kuru tuzlama grubu haricindeki diğer gruplarda THB sayılarında artışlar tespit edilmiştir. Kuru tuzlama grubunda ise 1. aydan sonra üreme görülmemiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise 1. hafta oda koşullarında depolanan örneklerdeki gibi bir değişim tespit edilse de depolama sürecine bağlı olarak aynı gruplardan elde edilen sayılar daha düşük bulunmuştur. Kuru tuzlanmış grupta yine 1. aydan sonra yapılan ekimlerde üreme görülmemiştir. Çalışmada oda koşullarında

depolanan örneklerin THB sayılarının daha fazla olduğu gözlemlenmiş ve soğuk muhafaza koşullarında depolamanın halofilik bakterilerin üremesini yavaşlattığı yorumu yapılabilir. Bununla beraber aynı ortam koşullarında depolanan örneklerde tuz konsantrasyonunun artışıyla ters orantılı olarak THB sayılarının da düştüğü gözlenmiş ve tuz konsantrasyonundaki artışın THB sayıları üzerine etkili bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır. Farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda benzer bulgular ifade edilmektedir. Srikar vd. (1993) depolama sıcaklığının tuzlanmış uskumru ve tatlı su levreğindeki kalite değişimlerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 120 günlük depolama sürecinde bütün örneklerde THB sayılarında artış gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Karaçam vd. (2002) yaptıkları çalışmada en yüksek halofilik bakteri miktarını oda koşullarında depolanan %14'lük salamura örneğinde olduğunu, %22 ve 26'lük salamura ile tuzlanarak buzdolabı koşullarında depolanan gruplarda ise <1.47 log kob/g değerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yüksek tuz konsantrasyonu uygulama ve soğukta depolamanın halofilik bakterilerin gelişimini engellediği sonucuna varılmıştır. Araştırmacıların rapor ettiği sonuçlar yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin tuza karşı hassas oldukları ve tuz konsantrasyonunun %5'ten fazla olması durumunda histamin oluşumunun azaldığı ifade edilmiştir (Beutling, 1994). Ababouch vd. (1996) üç ayrı *Proteus* türü bakteri ile yaptıkları çalışmalarda %8 tuz ilavesinin etkili bir şekilde histidin dekarboksilaz aktivitesini azalttığını belirtmektedirler. Başka bir çalışmada ise Lakshmanan vd. (2002) %10 üzerindeki tuzlulukta amin üreten bakterilerin inhibe olduğu bildirilmiştir. Bu negatif etkinin yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle, hücre bölünmesinin azalması veya mikrobiyolojik dekarboksilaz enzimi taşıyan membranlarda meydana gelen hasar olmak üzere iki nedene bağlanabileceği bildirilmiştir (Gardini vd., 2001). Ancak özellikle halofilik gram pozitif türler olan *S. epidermis* ve *T. muriaticus*'un histamin üretebileceği belirtilmiştir (Dalgaard vd., 2008). Ayrıca kuvvetli bir histamin oluşturma aktivitesine sahip *S. capitsin* %10 oranında tuz bulunan besiyeri koşullarında 400 mg/mL histamin üretebildiği bildirilmiştir (Hernandez-Herrero vd., 1999).

Çalışmada oda koşullarında depolanan düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda (%10, 15, 20) 1. haftada histamin üreten bakteri sayılarında artışlar tespit edilirken daha yüksek tuz konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda ise HÜB sayılarında düşüşler gözlenmiştir. Ancak depolama süresinin artışına bağlı olarak kuru tuzlama grubu hariç diğer grupların HÜB sayılarında tekrar artışlar gözlemlenmiştir. Bu gruplarda HÜB

sayıları artışına paralel olarak histamin miktarlarının da arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışa halofilik karaktere sahip histamin üreten bakterilerin dekarboksilaz aktivitelerini devam ettirmelerinin neden olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde farklı araştırmacılar da %26'nın altındaki tuz konsantrasyonlarında üretilen tuzlanmış ürünlerin oda koşullarında depolanması sonucunda histamin açısından risk oluştuğunu bildirmişlerdir (Rodriquez-Jerez vd., 1994; Karaçam vd., 2002; Dalgaard vd., 2008). Başka bir çalışmada ise Kongpun (2000) tuzlanmış İspanyol uskumrusunda artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak histamin üretiminin de arttığını bildirmiş ve en iyi ilişkinin %13-15'lik tuz oranında olduğunu, bu artışa halofilik karakterli bakterileri neden olduğunu belirtmiştir. Her ne kadar bazı histamin oluşturan bakteri türlerinin tuza dayanıklı (halotolerant veya halofilik) olduğu rapor edilmişse de yoğun kuru tuzlamada bu bakterilerin yaşamasına rağmen histamin üretiminin düşük ihtimal olduğu bilinmektedir (Köse, 2010). Kuru tuzlama grubunda ise 1. aya kadar $<1.47 \log \text{ kob/g}$, bu aydan sonra ise yapılan ekimlerde üreme görülmemiştir. Kuru tuzlanmış gruptaki su aktivitesi değerinin çok düşük olmasından dolayı histamin oluşturan bakterilerin ve enzim aktivitelerinin engellendiği düşünülmektedir. Benzer şekilde Köse (2010) kuru tuzlanmış ürünlerdeki şartların histamin oluşturan bakteri, patojen bakteri üretimini ve belki de enzim aktivitesini engellemek için yeterli olacağını ifade etmiştir.

Düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanarak buzdolabı koşullarında depolanan örneklerdeki HÜB sayısı yüksek tuz konsantrasyonları ile tuzlanan gruplara göre daha fazla bulunmuştur. Ancak aynı konsantrasyon ile tuzlanarak oda koşullarında depolanan örneklere göre HÜB sayıları daha az tespit edilmiştir. Bu gruplarda histamin üreten bakteriler tespit edilmesine rağmen depolama süresince hiçbir grupta histamin miktarında artış kaydedilmemiştir. Ancak bu gruplarda pütresin ve kadaverin miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde soğuk muhafaza koşullarında histamin üretebilen bakterilerin engellendiği ve sadece pütresin, kadeverin gibi amin üreten bakterilerin faaliyetlerine devam ettiğinden söz edilebilir. Özellikle %25 ve üzeri salamuralar ile tuzlanan gruplarda HÜB sayısı $<1.47 \log \text{ kob/g}$ olarak bulunmuş kuru tuzlama grubunda ise oda koşullarında olduğu gibi 1. aydan sonra yapılan ekimlerde üreme görülmemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda HÜB açısından kuru tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan gruplar arasında fark olmadığı bakterilerin inhibe edilmesinde tuz konsantrasyonunun yüksekliğinin etkili olduğundan söz edilebilir.

5. SONUÇLAR

Balık ve balık ürünleri, yapısal olarak biyojen amin oluşumunda ve özellikle histamin zehirlenmesinden sorumlu tutulan başlıca gıdalar olarak değerlendirilmektedir. Yurt dışında bir çok ülkede tüketilen geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde biyojenik amin miktarları özellikle de histamin miktarları bir çok araştırmaya konu olmuştur. Ancak ülkemizde üretilen ve ticari olarak satışa sunulan bu tip ürünler konusunda yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan ülkemizde geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen balık ürünlerinde biyojenik amin miktarlarının tespiti ve neden olan faktörlerin araştırılması amacı ile yapılan bu çalışmam neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerindeki biyojenik amin miktarlarının tespiti amacı ile Türkiye genelinde 16 farklı balık türünden evlerde, küçük balıkçı işletmelerinde ve su ürünleri işleme fabrikalarında üretilen toplam 96 (tuzlanmış, tütsülenmiş, marinat, balık ezmesi, ançüez, çiroz, marine-tütsü) adet ürün örneklenmiştir. Bu ürünlerde yapılan biyojenik amin analizleri sonucunda;

Balık ürünleri kaynaklı zehirlenmelerden sorumlu olan histamin açısından tuzlanmış grupta bulunan 66 adet örnekten 6 adeti (%9.1) Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı olan 200 ppm'i, 7 adeti (%10.6) ise Amerika da FDA' nın uyguladığı yasal sınırı olan 50 ppm'i geçtiği tespit edilmiştir. Marine ve tütsü grubunda bulunan 30 adet örnekte ise Avrupa Birliği ve ülkemizde uygulanan yasal sınırı geçen örnek bulunmamasına rağmen, 6 örnekte (%20) Amerika da FDA' nın uyguladığı yasal sınırı geçtiği tespit edilmiştir. Bu örneklerden 2 adedi salamura tuzlanmış, 1 adedi kuru tuzlanmış, 1 adedi ançüez, 3 adedi lakerda, 1 adedi tütsülenmiş, 2 adedi balık ezmesi, 3 adedi ise marine edilmiş ürünlerdir. Histamin açısından risk ihtiva eden örneklerden 4 adeti yerel balıkçı yapımı, 9 adeti ise işleme fabrikası yapımı olduğu tespit edilmiştir. Örneklenen ürünlerin çoğunluğunda histamin oluşumunu etkileyen bazı gıda güvenliği parametreleri (pH, %su, %tuz, %WPS, a_w , TAMB, HÜB, THB) incelenmiştir. Histamin açısından risk ihtiva eden örneklerin gıda güvenliği parametre sonuçları değerlendirildiğinde, risk kaynaklarından en önemlisinin uygun olmayan hammadde kullanımı, ikinci olarak ta ilgili ürünler için önerilen gıda güvenliği limit değerlerine uymama veya uygun olmayan hammadde kullanma ve son olarak ta üretilen ürün grubu

için uygun olmayan depolama koşullarında muhafaza olduğu saptanmıştır. Histamin açısından riskli bulunan örneklerde bu aminin toksik etkisini artıran pütresin ve kadeverin gibi aminlerde de sıklıkla yüksek miktarlar tespit edilmiştir. Örneklenen diğer ürünlerde ise histamin açısından risk tespit edilmemiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında, geleneksel balık işleme metotları ile üretilen ve ticari olarak satışa sunulan ürünlerde riskin ağırlıklı olarak uygun olmayan hammadde kullanımından kaynaklandığı bulunmuştur.

Su ürünleri işleme sanayinde kullanılan hammaddenin kalitesi işleme sürecini ve son ürünlerdeki kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle kullanılacak hammaddenin işleme öncesi depolama koşullarının kaliteyi en iyi şekilde koruyacak yöntemlerin kullanılması büyük önem arz etmektedir. Zira kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan kötü kalitede hammadde kullanımı ürünün işlenme ve buna bağlı olarak olgunlaşma sürecinde kalite kayıplarına ve özellikle de biyojenik aminlerin gelişimine neden olacaktır. Bu nedenle ülkemiz su ürünleri işleme sanayinde en çok kullanılan ve potansiyel biyojenik amin riski bulunan taze hamsi ve palamut balıklarının soğuk muhafazası esnasında uygulanan farklı koşulların mikrobiyolojik ve kimyasal kalite değişimlerine etkisinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada;

Taze hamsi örneklerinin buzsuz, buzlu ve su-buz karışımı ile soğuk muhafaza koşullarında depolanması esnasında buzsuz olarak depolanan grup duyusal ve kimyasal kalite parametreleri açısından 4 gün, buzlu olarak depolanan grup duyusal açıdan 8 gün, su-buz karışımı ile depolanan grubun ise duyusal yönden 9 gün raf ömrüne sahip oldukları bulunmuştur. Buzlu ve su-buz karışımı ile depolanan hamsi örneklerinde depolama sonunda kimyasal kalite parametreleri (TVB-N, TBA, TMA) açısından izin verilen limit değerinin geçilmediği gözlenmiştir. Bütün gruplarda duyusal yönden bozulmanın olduğu zamanlardaki taze balık örnekleri için AB ve ülkemiz yasaları tarafından histamin miktarı açısından izin verilen limit (100 ppm) değerinin altında kaldığı görülmesine rağmen buzsuz olarak depolanan grupta 5. günden sonraki histamin değerindeki (342.86 ppm) çok yüksek artış tespit edilmiştir. Ancak depolamanın son günü olan 9. günde buzlu ve su-buz karışımı ile depolanan gruplarda histamin miktarları sırası ile 13.29 ve 3.85 ppm olarak belirlenmiştir. Bu gruplarda pütresin ve kadeverin miktarları ise histamin miktarlarına benzer şekilde değişim göstermiş buzsuz olarak depolanan gruptaki artışların diğer gruplara nazaran daha fazla olduğu gözlenmiştir. Depolama sürecinde grupların duyusal yönden bozulduğu zamanlarda elde edilen bakteri sayıları mikrobiyolojik kalite açısından izin verilen limit değerinin (6 log kob/g) altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar

açısından taze hamsi balıklarının işleme öncesinde soğuk muhafaza koşullarında depolanmasında kalitenin korunması ve dolayısıyla biyojenik amin gelişiminin engellenmesi ya da yavaşlatılması için mutlaka buz veya su-buz karışımı ile muamele edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Palamut balıklarından oluşturulan gruplardan buzdolabında depolanan örneklerden bütün-buzsuz olan grup 7. günde, bütün-buzlu ve fileto-buzsuz olan grup 10. günde ve fileto-buzlu grup ise 15. günde duyuşal yönden bozulmuşlardır. Duyusal yönden bozulmanın olduğu zamanlarda yapılan kimyasal analizler (TVB-N, TBA, TMA) sonucunda sadece fileto-buzsuz olarak depolanan örneklerin TVB-N parametresi için izin verilen limit değerini (35 mg/100g) aştığı gözlenmiştir. Diğer gruplarda ise kimyasal kalite parametreleri için izin verilen limit değerlerinin aşılmadığı saptanmıştır. Ancak çalışma hedefimiz olan biyojenik amin oluşumu özellikle de histamin gelişimi ile duyuşal ve kimyasal kalite parametreleri arasında paralellik görülmediği tespit edilmiştir. Her bir grubun buzdolabı koşullarında depolanması esnasında duyuşal puanlamalara göre bozulmanın görüldüğü günlerde histamin miktarları fileto-buzlu olan grup hariç AB ve ülkemiz yasalarının belirlediği limit değerini aştığı tespit edilmiştir. Histamin miktarları ilgili gruplar için bozulmanın olduğu günlerde bütün-buzsuz grupta 7. gün 113.78 ppm, bütün-buzlu ve fileto-buzsuz gruplarında 10. gün sırası ile 147.27 ve 767.13 ppm, fileto-buzlu grupta ise 15. gün 56.13 ppm olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda palamut balıklarının işleme öncesi depolanmasında duyuşal ve bazı kimyasal kalite kriterlerine göre işleme açısından kabul edilebilir sonuçlar izlenmesine rağmen histamin ve diğer biyojenik amin değerleri açısından yasal limit değerlerini işleme başlangıç aşamasında aşmış olacağından işlenen ürünlerde de bu aminler açısından risk oluşturacağı da aşıkardır. Bu gruplarda pütresin ve kadeverin miktarlarında ise histamin miktarlarına benzer şekilde değişim göstermiş, buzsuz olarak depolanan gruplardaki artışların diğer gruplara nazaran daha fazla olduğu gözlenmiştir. Depolama sürecinde balıkların duyuşal yönden bozulduğu günlerde fileto-buzlu ve buzsuz gruplarda toplam bakteri değerleri taze balıklar için önerilen mikrobiyolojik kalite üst sınır değerinin (6 log kob/g) aşıldığı, diğer gruplarda ise bu değerlerin altında tespit edildiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde taze palamut balıklarının bütün veya fileto edilerek depolanması esnasında buzsuz olarak depolamaya kıyasla kalitenin daha uzun süre korunması için buzla muamele edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde işleme, olgunlaştırma ve işlenmiş ürünlerin depolanması aşamalarında biyojenik aminlerin özellikle de zehirlenmelere neden olan histaminin oluşabileceği bilinmektedir. Bu bağlamda ülkemizde ve özellikle bölgemizde yaygın olarak farklı yöntemler kullanılarak hamsi balığının tuzlandıkları ve oda koşullarında muhafaza edildikleri gözlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda hamsi örneklerinin farklı tuz konsantrasyonlarıyla salamura tuzlama ve farklı depolama koşullarının histamin ve bazı kalite parametrelerine olan etkisi belirlenmiştir. Bu çalışma ile, önceki çalışmalarda incelenmeyen salamura tuzlama yönteminde histamin dışındaki diğer biyojenik aminlerin oluşumu ve biyojenik amin oluşumunda etkili gıda emniyetiyle ilgili parametrelerinden %WPS ve a_w değerlerinin de araştırılmasını kapsamıştır. Ayrıca benzer faktörlerin de kuru tuzlanmış hamsi işlenmesine de etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, farklı oranlarda salamura (%10, 15, 20, 25, 30) ve kuru tuzlama yöntemi ile tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan hamsi örneklerinde, salamura-buzdolabı grubu örneklerinin duyuşal yönden daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu örneklerin oda koşullarında depolanan örneklerin aynı konsantrasyona sahip olan gruplarıyla karşılaştırıldıklarında daha uzun raf ömrüne sahip oldukları görülmüştür. Duyusal puanlardaki beğeni ise depolanan örneklerde uygulanan tuz konsantrasyonunun artışına bağılı olarak arttığı sonucuna varılmıştır. Ancak duyuşal değerlendirme açısından kuru tuzlanmış grupta oda veya buzdolabı koşullarında depolamanın çok önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin duyuşal yönden bozulmanın olduğu günlerde aynı zamanda kimyasal kalite parametrelerinden TVB-N'e göre de bozuldukları tespit edilmiştir. Bu sonuca göre bu tür ürünlerde raf ömrünün tespitinde duyuşal parametrelere güvenin yetersiz olması durumunda TVB-N analizi ile desteklenebileceği ortaya koyulmuştur. Ancak diğer kimyasal kalite parametreleri açısından hiçbir örnek grubunda TBA (7-8 mg malonaldehit/kg) ve TMA (12 mg/100g) için önerilen değerleri aşmadığı gözlenmiştir.

Çalışmada kimyasal ve mikrobiyolojik kalitenin korunmasında etkili olan bazı gıda güvenliği parametrelerinin (%su, %tuz, % WPS, a_w ve pH) analizleri yapılmıştır. Oda koşullarında depolanan örneklerde yüksek depolama sıcaklığının etkisi ile tuz geçişinin daha hızlı ve fazla olduğu ve tüm gruplarda tuz-su dengesinin yaklaşık 1 ayda kurulduğu belirlenmiştir. Elde edilen bazı gıda güvenliği parametreleri arasında yapılan regresyon analizi sonucunda lineer düzeyde çok kuvvetli bir ilişkinin olması nedeniyle elde edilen doğru denkleminde yararlanılarak bu tür ürünlerde % tuz miktarının bilinmesi ile a_w

hesaplanması veya tam tersinin hesaplanmasının mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır. Biyojenik amin gelişiminin engellenmesi açısından oda koşullarında muhafaza edilecek tuzlanmış ürünlerin üretiminde %25 ve üzeri tuz konsantrasyonlarının kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Düşük salamura konsantrasyonu ile tuzlanarak (%10, 15, 20) oda koşullarında depolanan örneklerde yüksek histamin miktarları tespit edilirken aynı konsantrasyonlarda işlenip buzdolabı koşullarında depolanan örneklerdeki ve her iki depolama sıcaklığında depolanan kuru tuzlanmış örneklerde histamin miktarı <0.84 ppm (tespit limiti) olarak bulunmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonu ile tuzlamanın ve/veya soğuk muhafaza koşullarında depolamanın histamin riskini önlemede etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca gruplardaki pütresin ve kadaverin miktarları histamin miktarlarının değişimine benzer şekilde bir eğilim göstermiştir. Oda koşullarında depolanan grupların duyuşal açıdan bozulduğu zamanlarda tiramin açısından toksik etki yapabilecek miktarların oluştuğı bulunmuş ancak feniletilamin, triptamin ve spermin miktarları sabit bir seyir izlemiştir.

Oda koşullarında depolanan örneklerden %30'luk salamura grubunda kadaverin miktarı 6. ayda 286 ppm, pütresin miktarının ise 54 ppm olarak bulunmasına rağmen kuru tuzlama grubunda her iki amin değeri 6 ppm'in altında bulunmuştur. Bu aminlerdeki artışın depolama sıcaklığının yüksekliğinden ve düşük tuz konsantrasyonu uygulamasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Gıdalarda bulunan 100-800 ppm tiramin veya 30 ppm feniletilaminin toksik etki gösterebileceğı rapor edilmiştir (Kim vd., 2009). Oda koşullarında depolanan salamura örneklerin tümünde duyuşal açıdan bozulduğu zamanlarda tiramin açısından toksik etki yapabilecek miktarların oluştuğı gözlenmesine rağmen bütün gruplar için bulunan feniletilamin miktarları önerilen toksik limitlerin altında kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Buzdolabı koşullarında depolanan bütün örneklerde triptamin miktarı sabit bir seyir izlerken oda koşullarında düşük salamura konsantrasyonu ile tuzlanan gruplarda fazla olmamakla beraber artışlar kaydedilmiştir. Ancak bu gruplarda da triptamin miktarı 20 ppm'in altında bulunmuştur. Her iki yöntemle tuzlanarak oda ve buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde triptamin oluşumu üzerine hem tuz konsantrasyonunun hemde depolama sıcaklığının etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Spermidin miktarı oda ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün gruplarda istatistiki olarak önemli düşüşler göstermiştir ($p<0.05$). Oda ve buzdolabı koşullarında depolanan bütün gruplardaki spermin miktarları ise 2.5 ppm altında değişim göstermiştir.

Çalışmada elde edilen veriler neticesinde, uygulanan tuz konsantrasyonundaki artışın ve soğuk muhafaza koşullarında depolamanın toplam mezofil bakterilerin üremesi üzerine negatif etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. Oda koşullarında depolanan örneklerin THB sayılarının daha fazla olduğu gözlemlenmiş, soğuk muhafaza koşullarında depolama ve tuz konsantrasyonundaki artışın halofilik bakterilerin üremesini ve faaliyetlerin yavaşlattığı sonucuna varılmıştır. Düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanarak oda koşullarında depolanan gruplarda HÜB sayıları artışına paralel olarak histamin miktarlarının da arttığı gözlemlenmiştir. Buzdolabı koşullarında depolanan örneklerden düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlananlarda histamin üreten bakteriler tespit edilmesine rağmen histamin miktarında artış kaydedilmemiştir. Ancak diğer biyojenik aminlerden pütresin ve kadeverin miktarlarında artışlar gözlenmiş ve soğuk muhafaza koşullarında histamin üretebilen bakterilerin engellendiği sadece pütresin, kadeverin gibi amin üreten bakterilerin faaliyetlerine devam ettiği sonucuna varılmıştır.

6. ÖNERİLER

Ülkemizde su ürünleri işleme fabrikaları ve yerel balıkçıların geleneksel yöntemlerle işleyerek ticari olarak satışa sundukları bazı balık ürünlerinde ülkemiz, AB ve FDA'nın izin verdiği limit değerlerinin aşıldığı gözlenmiştir. Bu ürünlerin tüketimi sonucunda zehirlenme vakalarının meydana gelmesi veya ithalat yapan firmaların ürünlerinin geri dönmesi ile ticari olarak zararların oluşması kaçınılmazdır. Bu olumsuzlukların engellenmesi için, üreticilerin işleme için kaliteli hammadde kullanması, üretim sürecinde yaşanabilecek kalite kayıplarının engellenmesi için uygun yöntemlerin ve koşulların seçilmesi ve özellikle gıda güvenliği kontrol sistemlerinin (HACCP, İyi Üretim ve Hijyen Planı) titizlikle uygulanması önerilmektedir.

Ayrıca günümüzde tüketici profilinin değişimiyle geleneksel ürünlerde de özellikle tuzun azaltılması ve/veya yeni katkıların katılması gibi üretimdeki değişiklikler ortaya çıkmıştır. Bu değişikliklerin üründe gıda güvenliği açısından yaratacağı risklerin belirlenip üretim sürecinde oluşabilecek gıda güvenliği ilgili tehlikelerin ve kalite kayıplarının engellenmesi için önlemler alınmalıdır.

İşlenmiş ürünlerin satış yerlerinde gerekli depolama sıcaklık/sürelerine uygun şekilde depolanması ve olası sıcaklık dalgalanmalarının üründe kalite kayıplarına neden olacağı satış personeli tarafından bilinmelidir.

Tüketicilerin bu tür ürünleri alırken ürünün depolama koşullarına, üretim sürecinde gıda güvenliği sistemlerinin kullanıldığına dikkatli olması ve olası olumsuzluklarda ihbar mekanizmasını devreye sokması önerilir.

Su ürünleri işleme sanayinde kullanılan hammaddenin kalitesi işleme sürecini ve son ürünlerdeki kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Balıkların avlanmadan itibaren tekne güvertesinde buzlanarak veya diğer soğutma sistemleriyle soğuk zincire dahil edilmesi ve sonrasında frigofirik araçlarla taşıma yapılması ve hızlı bir şekilde işlenecek fabrikalara ulaştırılması hammadde kalitesinin işleme öncesinde korunması açısından çok önemlidir.

Kalitesiz hammadde kullanımı ürünün işlenme ve buna bağlı olarak olgunlaşma ve depolama sürecinde kalite kayıplarına ve özellikle biyojenik aminlerin gelişimine neden olacağı açıktır. Ayrıca üründeki su kaybına bağlı olarak oransal artışlar, işleme ve depolama sürecinde oluşabilecek artışlar dikkate alınarak kullanılacak hammadde de özellikle histamin için sınır değerleri belirlenmelidir.

Palamut balıklarının farklı koşullarda soğuk muhafazası esnasında duyuusal ve bazı kimyasal kalite parametrelerine göre kabul gören gruplarda izin verilen yasal histamin miktarının çok üstünde değerler saptanmıştır. Bu nedenden dolayı işleme öncesi hammadde depolama sürecinde histamin miktarının titizlikle izlenmesi önerilmektedir. Bu amaçla etkinliği kanıtlanmış ve ticari olarak satılan histamin test kitleri kullanılabilir.

Çalışma neticesinde elde edilen bulgular ışığında taze balıkların işleme öncesinde buz veya su-buz karışımı ile muamele edilerek soğuk muhafaza koşullarında depolanması önerilmektedir. Ayrıca fileto olarak buzda depolamanın raf ömrünü artırdığı gözlenmesine rağmen bu yöntem uygulanmadan önce balığın biyokimyasal içeriğine etkisi belirlenerek yapılması daha uygun olacaktır.

Geleneksel yöntemlerle işlenmiş balık ürünlerinde işleme, olgunlaşma ve depolama aşamalarında biyojenik aminlerin özellikle de zehirlenmelere neden olan histaminin oluşabileceği bilinmektedir. Düşük tuz konsantrasyonu (<%25) ile tuzlanarak oda koşullarında depolanan örneklerde histamin oluşumuna rastlanmıştır. Bu açıdan düşük tuz konsantrasyonu ile tuzlanan balıkların soğuk muhafaza koşullarında depolanması gereklidir. Ayrıca oda koşullarında depolanan ürünlerde gıda güvenliği parametreleri açısından risk oluşmaması için en az %25'lik ve üzeri tuz konsantrasyonu ile tuzlanması, eğer bu konsantrasyonun altında tuzlama yapılacaksa ürünler soğuk muhafaza koşullarında olgunlaştırılıp depolanmalıdırlar.

Tuzlanmış ürün üretiminde tuz geçişi ile beraber olgunlaşmanın 1 ay kadar sürebileceği ve bu esnada kalite kayıplarının yaşanmaması için soğuk muhafaza koşullarının uygulanması önerilmektedir.

Tuzlanmış ürünlerin oda koşullarında uzun raf ömrüne sahip olmaları için kuru tuzlama metodu ile tuzlanmaları gerekmektedir. Ancak kuru tuzlama ile tuzlanan gruplarda acılaştırmanın daha fazla olduğu görülmüştür. Bu dezavantajın önlenmesi için yüksek tuz konsantrasyonu (%25<) ile salamura tuzlama metodu kullanılabilir.

Yapılan çalışma neticesinde duyuusal özellikler ile kimyasal kalite parametrelerinden TVB-N arasında çok kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bu açıdan bu tür ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde TVB-N analizinin güvenle kullanılabilirliği önerilmektedir.

Tuzlama yapılan bütün gruplarda % tuz ve a_w parametrelerinin arasında negatif yönde çok kuvvetli ilişki olması nedeni ile elde edilen doğru denklemden yararlanılarak bu tür ürünlerde tuz miktarının bilinmesi ile a_w değeri veya a_w değerinin bilinmesi ile % tuz miktarı hesaplanabilir.

7. KAYNAKLAR

- Ababouch, L., Afilal, M. E., Benabdeljelil, H. ve Butsa, F.F., 1991. Quantitative Changes in Bacteria, Amino Acids and Biogenic Amines in Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored at Ambient Temperature (25-28°C) and in Ice, International Journal of Food Science & Technology, 26, 297-306.
- Ababouch, L., Alaoui, M.M. ve Busta, F.F., 1986. Survey of Histamine Levels in Commercially Processed Fish in Morocco, Journal of Food Protection, 49, 904-908.
- Ababouch, L., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M. ve Busta, F., 1996. Quality Changes in Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice and at Ambient Temperature, Food Microbiology, 13, 123-132.
- Abbas, K.A., Saleh, A.M., Mohamed, A. ve Lasekan, O., 2009. The Relationship between Water Activity and Fish Spoilage during Cold Storage: A Review, Journal of Food, Agriculture & Environment, 7, 86-90.
- Afilal, M.A., Daoudi, H., Jdani, S., Asehraou, A. ve Bouali, A., 2006. Study of the Histamine Production in a Red Flesh Fish (*Sardina pilchardus*) and a White Flesh Fish (*Dicentrarchus punctatus*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6, 43-48.
- Ah-Weng, P, Hanson, S.W. ve McGuire, K.J., 1985. Water Activity Data in Relation to Quality Loss for Southeast Asian Cured Fish. In: Spoilage of Tropical Fish and Product Development, FAO Fisheries Report No. 317, 306-314.
- Alak, G., Hisar, S.A., Hisar, O. ve Gençcelep, H., 2011. Biogenic Amines Formation in Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) Fillets Packaged with Modified Atmosphere and Vacuum, Wrapped in Chitosan and Cling Film at 4°C, European Food Research and Technology, 232, 23-28.
- Alperden, I., 1993. Et ve Su Ürünleri Mikrobiyolojisi, Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojisi Bölümü, No: 124, Gebze, Kocaeli, 114-115.
- Al-Bandak, G., Tsironi, T., Taoukis, P. ve Oreopoulou, V., 2009. Antimicrobial and Antioxidant Activity of *Majorana syriaca* in Yellowfin Tuna, International Journal of Food Science & Technology, 44, 373-379.
- Al-Bbulushi, I., Poole, S., Deeth, H.C. ve Dykes, G.A., 2009. Biogenic Amins in Fish: Roles in Intoxication, Spoilage, and Nitrosamine Formation-A Review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49, 369-377.

- AOAC, 1995. Official Method 985.14: Moisture in Meat and Poultry Products In Official Methods of Analysis of AOAC International; Cunniff, P., ed., AOAC International, Arlington, VA.
- Arnold, S.H. ve Brown, D.W., 1978. Histamine Toxicity from Fish Products, Advances in Food Research, 24, 113-154.
- Auerswald, L., Morren, C. ve Lopata, A.L., 2006. Histamine Levels in Seventeen Species of Fresh and Processed South African Seafood, Food Chemistry, 98, 231-239.
- Azudin, M.N. ve Saari, N., 1990. Histamine Content in Fermented and Cured Fish Products in Malaysia. Indo-Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology and Marketing Sess. 7, 19-22 April 1988. FAO Fisheries Report No: 401, Bangkok, Thailand.
- Balçık-Mısıır, G., 2010. Karadeniz Bölgesinde Av Sezonu Boyunca Avlanan Palamut, Tirsi ve Zargana Balıklarında Toplam Yağ ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Banwart, G.J., 1987. Basic Food Microbiology. Secon Edition. Department of Microbiology, The Ohio State University, 749s.
- Baranowski, J.D., Frank, H.A., Brust, P.A., Chongsiriwatana, M. ve Premaratne, R.J. 1990. Decomposition and Histamine Content in Mahimahi (*Coryphaena hippurus*), Journal of Food Protection, 53, 217.
- Basavakumar, K., Karunasagar, I. ve Karunasagar I., 1992. Ability of Fish Associated Bacteria to Produce Amines Suspected to be Involved in Scombroid Poisoning, Indian Journal of Microbiology, 32, 75-79.
- Ben-Gigirey, B., Craven, C. ve An, H., 1998. Histamine Formation in Albacore Muscle Analyzed by AOAC and Enzymatics Methods, Journal of Food Science, 63,2, 210-214.
- Beutling, D., 1994. Biogene Amine in der Ernährung, Archiv für Lebensmittelhygiene, 47, 97-101.
- Bilgin, Ş., 2003. Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, DUMERIL 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler, Doktora Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bilgin Ş., Ertan, O.O. ve Günlü, A., 2007. Farklı Tuzlama Tekniklerinin *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858'nin Kimyasal Bileşimine Etkileri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24, 225-232.
- Bordmer, S., Imark, C. ve Kneubuhl, M., 1999. Biogenic Amines in Foods: Histamine and Food Processing, Inflammation Research, 48, 296-300.

- Boland, F.E. ve Paige, D.D., 1971. Collaborative Study of a Method for the Determination of Trimethylamine Nitrogen in Fish, The Journal of AOAC International, 4,3, 725-727.
- Brillantes, S.; Paknoi, S. ve Totakien, A. 2002. Histamine Formation in Fish Sauce Production, Food and Chemical Toxicology, 67, 6, 2090-2094.
- Brillantes, S. ve Samosorn, W., 2001. Determination of Histamine in Fish Sauce from Thailand Using a Solid Phase Extraction and High-Performance Liquid Chromatography, Fisheries Science, 67, 1163-1168.
- Cardin, A., Bilinski, E., Maltais, F., Bordeleu, M.A. ve Laframboise, A., 1961. Chemical Characteristics of Salted Cod, Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 18,5, 851-858.
- Chandler, R.E. ve McMeekin, T.A., 1989. Modeling the Growth Response of *Staphylococcus xylosum* to Changes in Temperature and Glycerol Concentration/Water Activity, Journal of Applied Bacteriology, 66, 543-548.
- Chotimarkorn, C., 2011. Quality Changes of Anchovy (*Stolephorus heterolobus*) under Refrigerated Storage of Different Practical Industrial Methods in Thailand, Journal of Food Science and Technology, DOI 10.1007/s13197-011-0505-y.
- Codex Alimentarius, 2009. http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp Corrigendum to Regulation (EC, 2004) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004. Laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Section VIII. L226/67.
- Connell, J.J., 1995. Control of Fish Quality. Fishing News Books, a Division of Blackwell Science Ltd. 245s.
- Çaklı, Ş. ve Kışla, D., 2003. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Kökenli Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20,1-2, 239-245.
- Çetinkaya, A., 2011. Timol, Karvakrol, Eugenol ve Alfa Terpineol'un Soğukta Depolanan Vakum Paketlenmiş Hamsi Filetoları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çoban, E.M. ve Patır, B., 2008. Investigation of Histamine Level and Some Chemical Quality Parameters in Fish Consumed in Elazığ City, International Journal of Science & Technology, 3,1, 59-65.
- Dalgaard, P., Emborg, J., Kjølby, A., Sørensen, N.D. ve Ballin, N.Z., 2008. Histamine and Biogenic Amines-Formation and Importance in Seafood, in Improving Seafood Products for the Consumer, Børresen, T., ed., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 292-324.

- Dalgaard, P., Madsen, H.L., Samieian, N. ve Emborg, J., 2006. Biogenic Amine Formation and Microbial Spoilage in Chilled Garfish (*Belone belone belone*)-Effect of Modified Atmosphere Packaging and Previous Frozen Storage, Journal of Applied Microbiology, 101,1, 80-95.
- Da Silva, M.V., Pinho, O., Ferreira, I., Plestilov, L. ve Gibbs, P.A., 2002. Production of Histamine and Tyramine by Bacteria Isolated from Portuguese Vacuum-Packed Cold-Smoked Fish, Food Control, 13, 457-461.
- Del Valle, F.R., Hinojosa, J., Barbera, D. ve Dele Mora, R.A., 1973. Bacterial Counts and Rancidity Estimates of Stored Quick-Salted Fish Cakes, Journal of Food Science, 38, 580-583.
- Doe, P.E., 2002. Safety and Quality Issues in Fish Processing, Fish Drying, Lactic Acid Bacteria in Fish Preservation, Bremner, H.A., ed., Woodhead Publishing Ltd. CRC pres, New York, 350-359.
- Dondero, M., Cisternasi F., Carvajali L. ve Simpson, R., 2004. Changes in Quality of Vacuum-Packed Cold-Smoked Salmon (*Salmo salar*) as a Function of Storage Temperature, Food Chemistry, 87, 543-550.
- Draisci, R., Volpe, G., Lucentini, L., Cecilia, A., Federico, R. ve Palleschi, G., 1998. Determination of Biogenic Amines with an Electrochemical Biosensor and its Application to Salted Anchovies, Food Chemistry, 62, 225-232.
- Du, W.X., Lin, C.M., Phu, A.T., Cornell, J.A., Marshall, M.R. ve Wei, C.I., 2002. Development of Biogenic Amines in Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*): Effect of Storage and Correlation with Decarboxylase-Positive Bacterial Flora, Journal of Food Science, 67,1, 292-301.
- Duyar, H.A., Erdem, M.E., Samsun, S. ve Kalaycı, F. 2008. The Effects of the Different Woods of Hot-Smoking Vacuum Packed Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) Stored at 4°C, Journal of Animal and Veterinary Advances, 7, 1117-1122.
- Duyar, H.A., Gargacı, A. ve Altinelataman, C., 2012. Tirsi (*Alosa tanaica* Grimm, 1901)' nin Kimyasal Kompozisyonu ve Buzdolabı Koşullarında Raf Ömrünün Belirlenmesi, Journal of FisheriesSciences.com, 6,1, 1-8.
- Duyar, H.A., Gargacı, A. ve Keskin, İ., 2010. Buzlanarak Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis engrasicholus*) Buzdolabı Koşullarında (4±1 °C) Raf Ömrünün Belirlenmesi, 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, Haziran, Trabzon, Bildiri Kitabı: 145-147.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E. ve Hirvi, T., 1993. Liquid Chromatographic Determination of Biogenic Amines in Dry Sausages, The Journal of AOAC International, 76,3, 575-577.

- El-Marrakchi, A.E., Bennour, M., Hamama, A. ve Tagafait, H., 1990. Sensory, Chemical and Microbiological Assessments of Moroccan Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice, Journal of Food Protection, 53,7, 600-605.
- El-Sebaiy, L.A. ve Metwalli, M., 1989. Changes in Some Chemical Characteristics and Lipid Composition at Salted Fermented Bouri Fish Muscle (*Mugil ceplalus*), Food Chemistry, 31, 41-50.
- Emborg, J., Laursen, B.G. ve Dalgaard, P., 2005. Significant Histamine Formation in Tuna (*Thunnus albacares*) at 2°C Effect of Vacuum and Modified Atmosphere-Packaging on Psychrotolerant Bacteria, International Journal of Food Microbiology, 101, 263-279.
- Emborg, J. ve Dalgaard, P., 2008. Modelling the Effect of Temperature, Carbon Dioxide, Water Activity and pH on Growth and Histamine Formation by *Morganella psychrotolerans*, International Journal of Food Microbiology, 128,2, 226-233.
- Erdem, M.E., Kalaycı, F., Duyar, H.A. ve Samsun, S., 2009. Shelf Life and Biochemical Composition of Bonito Fish (*Sarda sarda*, Bloch, 1758) Stored at 4°C and Fishing Different Fishing Tools, Journal of Muscle Foods, 20, 242-253.
- Erkan, N., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Dumanlama Teknolojisi, ed: C. Varlık, İ.Ü. Basım ve Yayınevi Md., No:7 İstanbul, 233-274s.
- Erkan, N. ve Özden, Ö., 2008. Quality Assessment of Whole and Guttred Sardine (*Sardine pilchardus*) Stored in Ice, International Journal of Food Science & Technology, 43,9, 1549-1559.
- Erkan, N., Tosun, S.Y., Alakavuk, D.Ü. ve Ulusoy, Ş., 2009. Keeping Quality of Different Packaged Salted Atlantic Bonito “Lakerda”, Journal of Food Biochemistry, 33,5, 728-744.
- Essuman, K.M., 1992. A Study on Processing, Marketing and Consumption Fermented Fish in Africa, FAO, 329, Italy, <http://www.fao.org/DOCREP/T0685E/T0685E00.HTM>.
- EU Directive, 2005. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. L 338/12 EN Official Journal the European Union.
- EU Directive, 2007. Commission Regulation (EC) No 1441/2007 of 5 December 2007. Amending Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs Official Journal the European Union.
- Fardiaz, D. ve Markakis, P., 1979. Amines in Fermented Fish Paste, Journal of Food Science, 445, 1562-1563.

- FDA, 2001. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance. 3rd Edition. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, DC, USA.
- Feier, U. ve Goetsch, P.H., 1993. Inter-Laboratory Studies on Precision Characteristics of Analytical Methods. Determination of Biogenic Amines in Fish and Fish products-HPLC Method, Archiv für Lebensmittelhygiene, 44, 134-135.
- Fernandez-Salguero, J. ve Mackie, I.M., 1987. Technical Note: Preliminary Survey of the Content of Histamine and other Higher Amines in Some Samples of Spanish Canned Fish, International Journal of Food Science & Technology, 22, 409-412.
- Filsinger, B.E., Barassi, C.A. ve Lupin, H.M., 1984. Formación de Nitrógeno Básico Volátil Total durante la Maduración de la Anchoíta (*Engraulis anchoita*), Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos, 24, 524-527.
- Fletcher, G.C., 2011. Research of Relevance to Histamine Poisoning in New Zealand, MAF Technical Paper No: 2011/70. ISBN 978-0-478-38709-4. Auckland, New Zealand.
- Fletcher, G.C., Summers, G. ve Van Veghel, P.W.C., 1998. Levels of Histamine and Histamine Producing Bacteria in Smoked Fish from New Zealand Markets, Journal of Food Protection, 61,8, 1064-1070.
- Flick, G.J., Oria, M.P. ve Douglas, L., 2001. Potential Hazards in Cold-Smoked Fish: Biogenic Amines, Journal of Food Science-Supplement, 66, 1088-1099.
- Foo, L.Y., 1975. Scombroid-Type Poisoning Induced by the Ingestion of Smoked Kahawai, New Zeland Medical Journal, 81,540, 476-477.
- Frank, H.A., 1985. Histamine-Forming Bacteria in Tuna and other Marine Fish, Histamine in Marine Products: Production by Bacteria, Measurement and Prediction of Formation, Pan, B.S. ve James, D., ed., FAO, 252, 2-3, Italy.
- Frank, H.A., Yoshinaga, D.H. ve Nip, W.K., 1981. Histamine Formation and Honeycombing during Decomposition of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*), at Elevated Temperatures, Marine Fisheries Review, 43,10, 9-14.
- Fuselli, S.R., Casales, M.R., Fritz, R. ve Yeannes, M.I., 1994. Microbiology of the Marination Process Used in Anchovy (*Engraulis anchoita*) Production, Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 27,3, 214-218.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Caruso, M.C., Galgano, F., Crudele, M.A., Favati, F., Guerzoni, M.E. ve Suzzi, G., 2001. Effects of pH, Temperature and NaCl Concentration on the Growth Kinetics, Proteolytic Activity and Biogenic Amine Production of *Enterococcus faecalis*, International Journal of Food Microbiology, 64, 105-117.

- Gilbert, R.J., Hobbs, G., Murray, C.K., Cruickshank, J.G. ve Young, S.E., 1980. Scombrototoxic Fish Poisoning: Features of the First 50 Incidents to be in Britain (1976-9), British Medical Journal, 281, 71-72.
- González-Rodríguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A. ve Carcía-López, M.L., 2002. Numbers and Types of Microorganisms in Vacuum-Packed Cold-Smoked Freshwater Fish at the Retail Level, International Journal of Food Microbiology, 77, 161-168.
- Goulas, A.E. ve Kontominas, M.G., 2005. Effect of Salting and Smoking-Method on the Keeping Quality of Chub Mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and Sensory Attributes, Food Chemistry, 93, 511-520.
- Göğüş, A.K. ve Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No: 1243, Ankara, 358s.
- Gökoğlu, N., 2003. Changes in Biogenic Amines during Maturation of Sardine (*Sardina pilchardus*) Marinade, Fisheries Sciences, 69, 823-829.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P. ve Cengiz, E., 2003. Changes in Biogenic Amine Contents and Sensory Quality of Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored at 4°C and 20°C, Journal of Food Quality, 27,3, 221-231.
- Gökoğlu, N., Cengiz, E. ve Yerlikaya, P., 2004. Determination of the Shelf Life of Marinated Sardine (*Sardina pilchardus*) Stored at 4°C, Food Control, 15, 1-4.
- Gram, L. ve Dalgaard, P., 2002. Fish Spoilage Bacteria-Problems and Solutions, Current Opinion in Biotechnology, 13, 262-266.
- Gram, L. ve Huss, H.H., 1996. Microbiological Spoilage of Fish and Fish Products, International Journal of Food Microbiology, 33, 121-137.
- Guizani, N., Al Busaidy, M.A., Al Belushi, I.M., Mothershaw, A. ve Rahman, M.S., 2005. The Effect of Storage Temperature on Histamine Production and the Freshness of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*), Food Reserch International, 38, 215-222.
- Gülyavuz, H ve Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Şahin Matbaası, Ankara, 366s.
- Günerkaya, N., 2006. Bazı Tuzlanmış Su Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kalitenin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Bitirme Çalışması, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Gürgün, V. ve Halkman, A.K., 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği, No:7, Ankara, 146s.

- Halasz, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L. ve Holzapfel, W., 1994. Biogenic Amines and their Production by Microorganisms in Food, Trends in Food Science & Technology, 5, 42-49.
- Halkman, A.K., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358s.
- Hall, G.M., 2002. Lactic Acid Bacteria in Fish Preservation: Safety and Quality Issues in Fish Processing, Bremner, H.A., ed., Woodhead Publishing Ltd. CRC pres, New York, 330-349s.
- Hanson, S.W., Knowles, M.J. ve Al-Kasadi, A.S., 1985. Histamine in South-East Asian Cured Fish and Changes in Histamine Levels during Salting and Drying, FAO Fisheries Report No: 317, Italy, 386-388.
- Henderson, P.B., 1830. Case of Poisoning from Bonito (*Scomber pelamis*), Edinburgh Medical Journal, 34, 317-318.
- Hernandez-Herrero, M.M., Roig-Sagues, A.X., Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J.J. ve Mora-Ventura, M.T., 2002. Influence of Raw Fish Quality on Some Physicochemical and Microbial Characteristics as Related to Ripening of Salted Anchovies (*Engraulis encrasicolus* L.), Journal of Food Science, 67, 2631-2640.
- Hernández-Herrero, M.M., Roig-Sagués, A.X., Rodríguez-Jerez, J.J. ve Mora-Ventura, M.T., 1999. Halotolerant and Halophilic Histamine-Forming Bacteria Isolated during the Ripening of Salted Anchovies, Journal of Food Protection, 62,5, 509-514.
- Hisar, A.Ş., Hisar, O. ve Yanık, T., 2004. Balıklarda Mikrobiyolojik, Enzimatik ve Kimyasal Bozulmalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 35,3-4, 261-265.
- Horner, W.F.A., 1997. Fish Processing Technology, 2nd ed., Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking), Hall, G.M., ed., Blackie Academic and Professional, London, UK, 32-73s.
- Hugas, M. ve Monfort, J.M., 1997. Bacterial Starter Cultures for Food Fermentation, Food Chemistry, 54, 547-554.
- Hungerford, J.M., 2010. Scombroid Poisoning: A Review, Toxicon, 56, 231-243.
- Huss, H.H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes. FAO Fisheries Series, Technical Paper, No: 29 Rome, Italy, 132s.
- Huss, H.H., Ababouch, L. ve Gram, L., 2003. Assessment and Management of Seafood Safety and Quality, FAO, Italy, 444s.

- Hwang, B.S., Wang, J.T. ve Choong, Y.M., 2003. A Rapid Gas Chromatographic Method for the Determination of Histamine in Fish and Fish Products, Food Chemistry, 82, 329-334.
- ICMSF, 1992. Microorganisms in Food in: Sampling for Microbiological Analysis, ed: ICMSF, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- Ishida, Y., Fujii, T. ve Kadota, H., 1976. Microbiological Studies and Salted Fish Stored at Low Temperature-I Chemical and Microbial Changes of Salted Fish during Storage, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 42,3, 351-358.
- İşıklı, B.I., 2000. Farklı Tuzlama Tekniklerinin Eğrez Balıklarının (*Vimba vimba tenella*, Nordman 1840) Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- İnal, T., 1992. Besin Hijyeni ve Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü, Final Ofset, 2. Baskı, İstanbul, 783s.
- Jahncke, M., 2007. A Review: Processing Parameters Needed to Control Pathogens in Cold Smoked Fish, International Smoked Seafood Conference Proceedings, March, Sea Grant, Alaska, Proceeding Book: 15-21.
- Joosten, H.M.L.J., 1988. The Biogenic Amine Contents of Dutch Cheese and their Toxicological Significance, Netherland Milk Dairy Journal, 42, 25-42.
- Jørgensen, L.V., Dalgaard, P. ve Huss, H.H., 2000. Multiple Compound Quality Index for Cold-Smoked Salmon (*Salmo salar*) Developed by Multivariate Regression of Biogenic Amines and pH, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 2448-2453.
- Joshi, P.A. ve Bhoir, V.S., 2011. Study of Histamine Forming Bacteria in Commercial Fish Samples of Kalyan City, International Journal of Current Scientific Research, 1,2, 39-42.
- Kan, K., Ushiyama, H., Shindo, T. ve Saito, K., 2005. Survey of Histamine Content in Seafood on the Market, Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 46,3, 127-132.
- Kanki, M., Ishibashi, M., Yoda, T. ve Tsukamoto, T., 2004. Incidence of Halophilic and Enteric Histamine-Producing Bacteria in Fish Samples Consisting Mainly of Scombroid Fish, Japanese Journal of Food Microbiology, 21, 216-220.
- Karaçam, H., Kutlu, S. ve Köse, S., 2002. Effect of Salt Concentrations and Temperature on the Quality and Shelf Life of Brined Anchovies, International Journal of Food Science & Technology, 37, 19-28.
- Karnop, G., 1988. Histamine in Salted Anchovies. Archiv für Lebensmittelhygiene, 39,3, 67-73.

- Keskin, H., 1975. Gıda Kimyası, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 21, İstanbul, 1046s.
- Keskin, H., 1982. Besin Kimyası, İ.Ü. Kimya Fak. Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 558s.
- Khuntia, B.K., Srikar, L.N., Reddy, G.V.S. ve Srinivasa, B.R., 1993. Effect of Food Additives on Quality of Salted Pink Perch (*Nemipterus japonicus*), Journal of Food Science and Technology, 30,4, 261-264.
- Kim, S. H., Barros-Velazquez, J., Ben-Gigirey, B., Eun, J. B., Jun, S. H., Wei, C. ve An H. 2003. Identification of the Main Bacteria Contributing to Histamine Formation in Seafood to Ensure Product Safety, Food Sciences and Biotechnology,12, 451-460.
- Kim, S.H., Field, K.G., Chang, D.S., Wei, C.I. ve An, H., 2002a. Identification of Bacteria Crucial to Histamine Accumulation in Pacific Mackerel during Storage, Journal of Food Protection, 64,10, 1556-1564.
- Kim, S.H., Price, R., Morrissey, M., Field, K., Wei, C. ve An, H., 2001. Occurrence of Histamine-Forming Bacteria in Albacore and Histamine Accumulation in Muscle at Ambient Temperature, Journal of Food Science, 67, 1515-1521.
- Kim, S.H., Price, R.J., Morrissey, M.T., Field, K.G., Wei, C.I. ve An, H., 2002b. Histamine Production by *Morganella morganii* in Mackerel, Albacore, Mahi-Mahi, and Salmon at Various Storage Temperatures, Journal of Food Science, 67,4, 1522-1528.
- Kim, M.K., Mah, J.H. ve Hwang, H.J., 2009. Biogenic Amine Formation and Bacterial Contribution in Fish, Squid and Shellfish, Food Chemistry, 116, 87-95.
- Kimata, M. ve Kawai, A., 1953. The Freshness of Fish and the Amount of Histamine Presented in the Meat, Research Institute for Food Science, 5, 25-54.
- Klausen, N.K. ve Lund, E., 1986. Formation of Biogenic Amines in Herring and Mackerel, Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 182, 459-463.
- Knochel, S., 1983. Fermented Fish Products in Scandinavia, Korean Journal of Applied Microbiological Bioengineering, 11,4, 347-351.
- Kongpun, O., 2000. Histamine Formation during Salting of Spanish Mackerel (*Scomberomoms commerson*), Journal of Aquatic Food Product Technology, 9, 21-30.
- Koohdar, V.A., Razavilar, V., Motalebi, A.A., Mosakhani, F. ve Valinassab, T., 2011. Isolation and Identification of Histamine-Forming Bacteria in Frozen Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*), Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10,4, 678-688.

- Koral, S., 2006. Taze ve Tütsülenmiş Kefal (*Mugil soiyu*, Basilewski, 1855) ve Palamut (*Sarda sarda*, Bloch, 1838) Balıklarının Oda ve Buzdolabı Koşullarındaki Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köse, S., 1993. Investigation into Toxins and Pathogens Implicated in Fish Meal Production, PhD Thesis, Loughborough University of Technology, Leicestershire, UK.
- Köse, S., 2008. Bitkisel ve Hayvansal Kökenli Histamin Zehirlenmesi ve Histamin Analiz Metodlarının Karşılaştırılması, 19. Biyoloji Kongresi, Haziran, Trabzon, Bildiri Kitabı: 189.
- Köse, S. ve Erdem, M.E., 2004. An Investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Stored at Different Temperatures, Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 28, 575-582.
- Köse, S., Koral, S., Yaşar, A., Yaylı, N., Tufan, B., Üzen, F., Genç, S. ve Boran, M., 2007. Investigating Some Quality Parameters of Salted and Fermented Fish Products of EU and Turkish Origin in Relation to Food Safety, Recent Advances in Food Analysis (RAFA conference), November, Prague, Czech Republic.
- Köse, S., 2010. Evaluation of Seafood Safety Health Hazards for Traditional Fish Products: Preventive Measures and Monitoring Issues, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10, 139-160.
- Köse, S., Koral, S., Pompe, M., Tufan, B. ve Scavnicar, A., 2010. Biogenic Amine Contents of Traditional Fish Products of European and Turkish Origin, 2nd International Congress on Seafood Technology, May 2010, Anchorage, Alaska, USA.
- Krizek, M., Pavlicek, T. ve Vacha, F. 2002. Formation of Selected Biogenic Amines in Carp Meat, Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 1088.
- Kuda, T., Mihara, T. ve Yano, T., 2007. Detection of Histamine and Histamine-Related Bacteria in Wsh-Nukazuke, a Salted and Fermented Wsh with Rice-Bran, by Simple Colorimetric Microplate Assay, Food Control, 18, 677-681.
- Kuda, T. ve Miyawaki, M., 2010. Reduction of Histamine in Fish Sauces by Rice Bran Nuka. Food Control, 21, 1322-1326.
- Kundakçı, A ve Ergönül, B., 2009. Su Ürünlerinde Soğuk Zincir Etkinliğinin Önemi ve Ürün Kalitesi ile Olan İlişkisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4,1, 21-28.
- Kung, H.F., Tsai, H.Y. ve Wei, C.I., 2007. Histamine and other Biogenic Amines and Histamine Forming Bacteria in Miso Products, Food Chemistry, 101, 351-356.

- Kutlu, S., 1996. Salamura Hamsilerde Dayanma Süresi ve Kalite Değişimleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lakshmanan, R., Shakila, R.J. ve Jeyasekaran, G., 2002. Changes in the Halophilic Amine Forming Bacterial Flora during Salt-Drying of Sardines (*Sardinella gibbosa*), Food Research International, 35,6, 541-546.
- Landete, J.M., De Las Rivas, B., Marcobal, A. ve Muñoz, R., 2007. Molecular Methods for the Detection of Biogenic Amine-Producing Bacteria on Foods, International Journal of Food Microbiology, 117, 258-269.
- Lehane, L. ve Olley, J., 1999. Histamine (Scombroid) Fish Poisoning. A Review in a Risk-Assessment Framework. Animal Health Science and Emergency Management Branch, National Office of Animal and Plant Health Canberra, Bib ID: 363989, Australia 80s.
- Lehane, L. ve Olley, J., 2000. Histamine Fish Poisoning Revisited, International Journal of Food Microbiology, 58, 1-37.
- Leroy, F. ve De Vuyst, L., 2004. Functional Lactic Acid Bacteria Starter Cultures for the Food Fermentation Industry, Trends in Food Science and Technology, 15, 67-78.
- Lima, A.S. ve Glória, M.B.A., 1999. Aminas Bioativas Em Alimentos. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 33,1, 70-79.
- Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez Jerez, J.J., Roig Sagues, A.X. ve Mora Ventura, M.T., 1994. Determination of Histamine in Fish Using an Enzymic Method, Food Additives and Contaminants, 10,5, 593-602.
- Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J., Hernandez-Herero, M., Roig-Sagues, A. ve Mora-Ventura, M., 1996. Sensory Quality and Histamine Formation during Controlled Decomposition of Tuna (*Thunnus thynnus*), Journal of Food Protection, 59, 167-174.
- Losikoff, M., 2008. *Clostridium botulinum* Concerns, International Smoked Seafood Conference Proceedings, March, Sea Grant, Alaska, Proceeding Book: 5-7.
- Lupin, H.M., Boeri, R.L. ve Moschiar, S.M., 1981. Water Activity and Salt Content Relationship in Moist Salted Fish Products, Journal of Food Technology, 16, 31-38.
- Mackie, I.M., Pirie, L., Ritchie, A.H. ve Yamanaka, H., 1997. Histamine Formation in Adductor Muscle of Scallop (*Pecten maximus*) and Skeletal Muscle of Mackerel (*Scomber scombrus*) and Herring (*Clupea harengus*) by HPLC, Food Chemistry, 60,3, 291-295.

- Mah, J.H., Han, H.K., Oh, Y.J., Kim, M.G. ve Hwang, H.J., 2002. Biogenic Amines in Jeotkals, Korean Salted and Fermented Fish Products, Food Chemistry, 79, 239-243.
- Mah, J.H. ve Hwang, H.J., 2008a. Inhibition of Biogenic Amine Formation in a Salted and Fermented Anchovy by *Staphylococcus xylosus* as a Protective Culture, Food Control, 20, 796-801.
- Mah J.H. ve Hwang, H.J., 2008b. Effects of Food Additives on Biogenic Amine Formation in Myeolchi-Jeot, a Salted and Fermented Anchovy (*Engraulis japonicus*), Food Chemistry, 114, 168-173.
- Mah, J.H., Han, H.K., Kim, M.G. ve Hwang, H.J., 2009. Inhibitory Effects of Garlic and other Spices on Biogenic Amine Production in Myeolchi-Jeot, Korean Salted and Fermented Anchovy Product, Food Control, 20, 449-454.
- Mah, J.H. ve Hwang, H.J., 2009. Effects of Food Additives on Biogenic Amine Formation in Myeolchi-Jeot, A Salted and Fermented Anchovy (*Engraulis japonicus*), Food Chemistry, 114, 168-173.
- Maijala, R.L., 1994. Histamine and Tyramine Production by a Lactobacillus Strain Subjected to External pH Decrease, Journal of Food Protection, 57,3, 259-262.
- Malle, P., Valle, M. ve Bouquelet, S., 1996. Assay of Biogenic Amines Involved in Fish Decomposition, The Journal of AOAC International, 79, 43-49.
- Marii, H., Izumi, Y., Kasama, K. ve Ishimoto, R., 1994. Factors Influencing Histamin Formation by Psychrotrophic Luminous Bacteria *Photobacterium phosphoreum*, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 60,6, 773-777.
- Marino, M., Maifreni, M., Moret, S. ve Rondinini, G., 2000. The Capacity of Enterobacteriaceae Species to Produce Biogenic Amines in Cheese, Letters in Applied Microbiology, 31, 169-173.
- Marrakchi, A., Bennour, M., Bouchriti, N., Hamama, A. ve Tagafail, M., 1990. Sensory, Chemical and Microbiological Assessment of Moroccan Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Ice, Journal of Food Protection, 53,8, 600-605.
- Masson, F., Lebert, A., Talon, R. ve Montel, M.C., 1997. Effect of Physico-Chemical Factors Influencing Tyramine Production by *Carnobacterium divergens*, Journal of Applied Microbiology, 83, 36-42.
- Mbarki, R., Sadok, S. ve Barkallah, I., 2008. Influence of Gamma Irradiation on Microbiological, Biochemical, and Textural Properties of Bonito (*Sarda sarda*) during Chilled Storage, Food Science and Technology International, 14, 367-373.

- Mendes, R. 1999. Changes in Biogenic Amines of Major Portuguese Bluefish Species During Storage at Different Temperatures, Journal of Food Biochemistry, 23, 33-43.
- Middlebrooks, B.L., Toom, P.M., Douglas, W.L., Harrison, R.E. ve McDowell, S., 1998. Effects of Storage Time and Temperature on the Microflora and Amine Development in Spanish Mackerel (*Scomberomorus maculatus*), Journal of Food Science, 53,4, 1024-1029.
- Mietz, J.L. ve Karmas, E., 1977. Chemical Quality Index of Canned Tuna as Determined by High-Pressure Liquid Chromatography, Journal of Food Science, 42, 155-158.
- Mohamed, R., Simon-Sarkadi, L., Siliha, H., El-Seedy, S. ve El-Badawy, A.A., 2009. Changes in Free Amino Acids and Biogenic Amines of Egyptian Salted-Fermented Fish (Feseekh) during Ripening and Storage, Food Chemistry, 115,2, 635-638.
- Mol, S. ve Özden, Ö., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Tuzlama Teknolojisi, Varlık, C., ed., İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 4465, İstanbul, 181-201s.
- Montiel, R., De Alba, M., Bravo, D., Gaya, P. ve Medina, M., 2012. Effect of High Pressure Treatments on Smoked Cod Quality during Refrigerated Storage, Food Control, 23,2, 429-436.
- Naila, A., Flint, S., Fletcher, G.C., Bremer, P.J. ve Meerdink, G., 2011. Biogenic Amines and Potential Histamine Forming Bacteria in Rihaakuru (A Cooked Fish Paste), Food Chemistry, 128, 479-484.
- Niven, C.F.Jr., Jeffrey, M.B. ve Corlett, D.A.Jr., 1981. Different Plating Medium for Quantitative Detection of Histamine-Producing Bacteria, Applied and Environmental Microbiology, 41, 321-322.
- Norwitz, W., 1970. Drained Weight Determination of Frozen Glazed Fish and other Marine Products, Method of Analysis of the AOAC.
- OECD, 2008. Multilingual Dictionary of Fish and Fish Products, 5th Edition. Wiley-Blackwell, OECD Publications, France, 368s.
- Okuzumi, M., Fukumoto, I. ve Fuji, T., 1990. Changes in Bacterial Flora and Polyamine Contents during Storage of Horse Mackerel Meat, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 56,8, 1307-1312.
- Olgunoğlu, İ.A., 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicholus*) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimleri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Orak, H.H. ve Kayışoğlu, S., 2002. Quality Changes of Whiting (*Gadus euxinus*), Gray Mullet (*Mugil cephalus*), Anchovy (*Engraulis engrasicholus*) Fish Species under Iced Storage, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 8, 587-596.
- Østergaard, A., Embarek, P.K.B., Wedell-Neergaard, C., Huss, H.H. ve Gram, L., 1998. Characterization of Anti-Listerial Lactic Acid Bacteria Isolated from Thai Fermented Fish Products, Food Microbiology, 15, 223-233.
- Özden, Ö., 2004. Su ürünleri İşleme Teknolojisi, Kurutma Teknolojisi, Varlık, C., ed., İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 4465, İstanbul 129-179s.
- Özden, Ö. ve Baygar, T., 2003. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Marine Edilmiş Balıkların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi, Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 24, 899-906.
- Özden, Ö. ve Varlık, C., 2004. Su ürünleri İşleme Teknolojisi, Marinat Teknolojisi, ed: Candan Varlık, İstanbul Üniversitesi, Yayın No. 4465, Su ürünleri Fak. No: 7, İstanbul, 203-232s.
- Özogul, F. ve Özogul, Y., 2006. Biogenic Amine Content and Biogenic Amine Quality Indices of Sardines (*Sardina pilchardus*) Stored in Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging, Food Chemistry, 99, 574-578.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Gökbulut, C., 2006. Quality Assessment of Wild European Eel (*Anguilla anguilla*) Stored in Ice, Food Chemistry, 95, 458-465.
- Özogul, F., Tayloy, K.D.A., Quantik, P. ve Özogul, Y., 2002. Biogenic Amines Formation in Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored under Modified Atmosphere Packaging Using a Rapid HPLC Method. International Journal of Food Science & Technology, 37, 515-522.
- Özogul, F., Polat, A. ve Özogul, Y., 2004. The Effects of Modified Atmosphere Packaging and Vacuum Packaging on Chemical, Sensory and Microbiological Changes of Sardines (*Sardina pilchardus*), Food Chemistry, 85, 49-57.
- Pan, B.S., 1985. Production by Bacteria, Measurement and Prediction of Formation, VI.2, In: Histamine Formation in Marine Products. FAO Fisheries Technical Paper No: 252, Rome, Italy.
- Park, J.S., Lee, C.H., Kwon, E.Y., Lee, H.J., Kim, Y. ve Kim, S.H., 2010. Monitoring the Contents of Biogenic Amines in Fish and Fish Products Consumed in Korea, Food Control, 21, 1219-1226.
- Patır, B., Gürel, A.İ., Öksüztepe, G. ve İlhak, I.I., 2006. Microbiological and Chemical Qualities of Salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811) International Journal of Science & Technology, 1,2, 91-98.

- Pechanek, U., Pfannhauser, W. ve Woidich, H., 1983. Determination of the Content of Biogenic Amines in Four Food Groups of Austrian Marketplace, Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung, 176, 335-340.
- Pedrosa-Menabrito, A.P. ve Regenstein, J.M., 1990. Shelf-Extension of Fresh Fish. A Review Part III. Fish Quality and Methods of Assessment, Journal of Food Quality, 13, 209-223.
- Perez-Villareal, B. ve Pozo, R., 1992. Ripening of the Salted Anchovy (*Engraulis anchoita*): Study of the Sensory, Biochemical and Microbiological Aspects, ed: H. H. Huss, Quality assurance in the fish industry, 157-167s.
- Petaja, E., Eerola, S. ve Petaja, P., 2000. Biogenic Amines in Cold-Smoked Fish Fermented with Lactic Acid Bacteria, European Food Research and Technology, 210, 280-285.
- Plahar, W.A., Nerquaye-Tetteh, G.A. ve Annan, N.T., 1999. Development of an Integrated Quality Assurance System for the Traditional *Sardinella* sp. and Anchovy Fish Smoking Industry in Ghana, Food Control, 10, 15-25.
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Veciana-Nogues, M.T., Bover-Cid, S., Marine-Font, A. ve Vidal-Carou, M.C., 2005a. Volatile and Biogenic Amines, Microbiological Counts, and Bacterial Amino Acid Decarboxylase Activity Throughout the Salt-Ripening Process of Anchovies (*Engraulis encrasicolus*), Journal of Food Protection, 68,8, 1683-1689.
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Sara Bover, C., Veciana-Nogues, M.T. ve Vidal-Carou, M.C., 2005b. Amino Acid-Decarboxylase Activity of Bacteria Isolated from Ice-Preserved Anchovies, European Food Research and Technology, 220, 312-315.
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Veciana-Nogues, M.T., Sara Bover, C., Marine, F.A. ve Vidal-Carou, M.C., 2006a. Use of Volatile and non-Volatile Amines to Evaluate the Freshness of Anchovies Stored in Ice, Journal of Science and Food Agriculture, 86, 699-705.
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Veciana-Nogues, M.T. ve Vidal-Carou, M.C., 2003. Effect of Delayed Gutting on Biogenic Amine Contents during Ripening of European Anchovies, European Food Research and Technology, 216, 489-493.
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M.C., Nunes, M.L. ve Veciana-Nogues, M.T., 2006b. Sensory Analysis to Assess the Freshness of Mediterranean Anchovies (*Engraulis encrasicolus*) Stored in Ice, Food Control, 17, 564-569.
- Prester, L., Macan, J., Varnai, V. M., Orct T, Vukušić, J. ve Kipčić, D. 2009. Endotoxin and Biogenic Amine Levels in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*), Sardine (*Sardina pilchardus*) and Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) Stored at 22°C, Food Additives and Contaminants: Part B, 26,355,62.

- Rauscher-Gabernig, E., Grossgut, R., Bauer, F. ve Paulsen, P., 2009. Assessment of Alimentary Histamine Exposure of Consumers in Austria and Development of Tolerable Levels in Typical Foods, Food Control, 20, 423-429.
- Rawles, D.D. ve Flick, G.J., 1996. Biogenic Amines in Fish and Shellfish, Advances in Food and Nutrition Research, 39, 329-365.
- Rezaei, M., Montazeri, N., Langrudi, H. E., Mokhayer, B., Parviz, M. ve Nazarinia, A. 2007. The Biogenic Amines and Bacterial Changes of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Stored in Ice, Food Chemistry, 103, 150-154.
- Ritchie, A.H. ve Mackie, IM., 1980. Advances in Fish Science and Technology, the Formation of Diamines and Polyamines during the Storage of Mackerel (*Scomber scombrus*), Connell, J.J, ed., Fishing News Books Ltd., Farnham, UK, 489-494s.
- Rodriguez-Jerez, J.J., Lopez-Sabater, E.I., Roig-Sagues, A.X. ve Mora-Ventura, M.T., 1993. Evolution of Histidine Decarboxylase Bacterial Groups during the Ripening of Spanish Semi-Preserved Anchovies, Journal of Veterinary Medicine, Series B, 40,8, 533-543.
- Rodriguez-Jerez J.J., Lopez-Sabater, E.I., Hernandez-Herrero, M.M. ve Mora-Ventura, M.T., 1994. Histamine, Putrescine and Cadaverine Formation in Spanish Salted Semipreserved Anchovies as Affected by Time/Temperature, Journal of Food Science, 59, 993-997.
- Rodtong, S., Nawong, S. ve Yongsawatdigul, J., 2005. Histamine Accumulation and Histamine-Forming Bacteria in Indian Anchovy (*Stolephorus indicus*), Food Microbiology, 22,5, 475-482.
- Rossano, R., Mastrangelo, L., Ungaro, N. ve Riccio, P. 2006. Influence of Storage Temperature and Freezing Time on Histamine Level in the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (L., 1758): A Study by Capillary Electrophoresis, Journal of Chromatography B Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences, 830, 161-164.
- Rubach, K, Offizorz, P. ve Breyer, C., 1981. Determination of Histamine in Fish and Canned Fish by Capillary Isotachopheresis, European Food Research and Technology, 172, 351-354.
- Ruiz-Capillas, C. ve Moral, A. 2001. Production of Biogenic Amines and Their Potential Use as Quality Control Indices for Hake (*Merluccius merluccius*, L.) Stored in Ice, Journal of Food Sciences, 66, 1030-1032.
- Saaïd, M., Saad, B., Hashim, N.H., Ali, A.S.M. ve Saleh, M.I., 2009. Determination of Biogenic Amines in Selected Malaysian Food, Food Chemistry, 113, 1356-1362.

- Saisithi, P., 1994. Fisheries Processing Biological Applications, Traditional Fermented Fish: Fish Sauce Production, Martin, A.M., ed., Chapman & Hall, London, UK, 111-131s.
- Santos-Buelga, C., Marine-Font, A. ve Rivas-Gozalo, J.C., 1986. Changes of Tyramine during Storage and Spoilage of Anchovies, Journal of Food Science, 51,2, 512-513.
- Santos, M.H., 1996. Biogenic Amines: Their Importance in Foods, International Journal of Food Microbiology, 29, 213-231.
- Schulze, K. ve Zimmermann, T., 1982. The Influence of Various Storage Conditions on the Development of Biogenic Amines in Tuna Fish and Mackerel, Fleischwirtschaft, 62, 1-5.
- Serdaroğlu, M. ve Değirmencioğlu, Ö., 1998. Lakerda Üretiminde Tuz Miktarının Azaltılmasının Bazı Kalite Özelliklerine Etkiler, Gıda Müh. Kong., Eylül, Gaziantep, Bildiri Kitabı: 425-433.
- Serdaroğlu, M. ve Deniz, E.E., 2001. Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin ve Dimetilamin Oluşumunu Etkileyen Faktörler, EÜ Su Ürünleri Dergisi, 18, 575-581.
- Şenöz, B., Işıklı, N. ve Çoksöyler, N., 2000. Biogenic Amines in Turkish Sausages (Sucuks), Food Chemistry and Toxicology, 65,5, 764-767.
- Shakila, R.J., Vasundhara, T.S. ve Kumudavally, K.V., 2001. A Comparison of the TLC-Densitometry and HPLC Method for the Determination of Biogenic Amines in Fish and Fishery Products, Food Chemistry, 75, 255-259.
- Shakila, R.J., Vijayalakshmi, K. ve Jeyasekaran, G., 2003. Changes in Amine Forming Bacteria and Histamine in Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Through the Smoking Process, Journal of Aquatic Food Product Technology, 12,3, 43-56.
- Shalaby, A.R., 1996. Significance of Biogenic Amines to Food Safety and Human Health, Food Research International, 29,7, 675-690.
- Shalaby, A.R., 1999. Simple, Rapid and Valid Thin Layer Chromatographic Method for Determining Biogenic Amines in Foods, Food Chemistry, 65, 117-121.
- Smith, G., Hole, M. ve Hanson, S.W., 1992. Assessment of Lipid Oxidation in Indonesian Salted-Dried Marine Catfish (*Arius thalassinus*), Journal of the Science of Food and Agriculture, 51, 193-205.
- Sokal, R.R. ve Rohlf, F.J., 1987. Introduction to Biostatistics, 2nd ed., W.H. Freeman and Company, New York, USA, 363s.

- Srikar, L.N., Khuntia, B.K., Reddy, G.V.S. ve Srinivasa, B.R., 1993. Influence of Storage Temperature on the Quality of Salted Mackerel (*Rastrelliger kangurta*) and Pink Perch (*Nemipterus japonicus*), Journal of Food and Agriculture, 63, 319-322.
- Stołyhwo, A. ve Sikorski, Z.E., 2005. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Fish: A Critical Review, Food Chemistry, 91, 303-311.
- Stratton, J.E., Hutkins, R.W. ve Taylor, S.L., 1991. Biogenic Amines in Cheese and other Fermented Foods:A Review, Journal of Food Protection, 54,6, 460-470.
- Stute, R., Petridis, K., Steinhart, H. ve Biernoth, G., 2002. Biogenic Amines in Fish and Soy Sauces, European Food Research and Technology, 215, 101-107.
- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V., 2000. Biyoistatistik, 9. Baskı, Hatiboğlu Yayınları, No:53, Ankara, 269s.
- Tao, Z., Sato, M., Zhang, H., Yamaguchi, T. ve Nakano, T., 2011. A Survey of Histamine Content in Seafood Sold in Markets of Nine Countries, Food Control, 22, 430-432.
- Tapingkae, W., Tanasupawat, S., Parkin, K.L., Benjakul, S. ve Visessanguan, W., 2009. Degradation of Histamine in Fish Sauce by Free and Immobilized Whole Cell of *Natrinema Gari* BCC 24369, 60th Pacific Fisheries Technologists Annual Meeting, February, Portland, Oregon, USA.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T. ve Dugan, L.R.Jr., 1960. A Distillation Method for the Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. Journal of American Oil Chemists' Society, 37, 44-48.
- Taylor, S.L., 1983. Monograph on Histamine Poisoning, Paper Presented at the Codex Committee on Food Hygiene, 19th Session, , September 1983, Washington, USA.
- Taylor, S.L., 1986. Histamine Poisoning: Toxicology and Clinical Aspects, CRC Critical Review in Toxicology, 17,2, 91-128.
- Taylor, S.L. ve Speckhard, M.W., 1984. Inhibition of Bacterial Histamine Production by Sorbate and other Antimicrobial Agents, Journal of Food Protection, 47,7, 508-511.
- Tekinşen, O. C., Yalçın, S. ve Nizamlıoğlu, M. 1993. Balıkta Muhafaza Süresinin Histamin Miktarına Etkisi, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9, 2, 30-37.
- Teodorovic, V., Buncic, S. ve Smiljanic, D., 1994. A Study of Factors Influencing Histamine Production in Meat, Fleischwirtschaft, 74,2, 181-183.

- Terzi, G. ve Gücükoğlu, A., 2009. Determination Histamine in Salted Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) by ELISA, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 35,2, 41-50.
- Todd, E.C.D., 1997. Seafood-Associated Diseases and Control in Canada. Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics), 16,2, 661-672.
- Topal, Ş., 1996. Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Basımevi, Kocaeli, 5-60s.
- Tömek, S.O. ve Yapar, A., 1990. Tuzlu Alabalık Üretiminde Kaliteyi Koruyucu Bazı Katkıların Etkisi, Ege Üniv. Müh. Fak. Derg., 8,1, 59-68.
- Tömek, O., Saygın, A. ve Serdaroğlu, M.G., 1989. Lakerda Üretiminde Yağın Oksidasyonunu Önleyici Teknikler, I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, Nisan, Bursa, Bildiri Kitabı: 428-437.
- Tsai, Y.H., Kung, H.F., Chen, H.C., Chang, S.C., Hsu, H.H. ve Wei, C.I., 2007. Determination of Histamine and Histamine-Forming Bacteria in Dried Milkfish (*Chanos chanos*) Implicated in a Food-Borne Poisoning, Food Chemistry, 105,3, 1289-1296.
- Tsai, Y.H., Lin, C.Y., Chang, S.C., Chen, H.C., Kung, H.F., Wei, C.I. ve Hwang, D.F., 2005. Occurrence of Histamine and Histamine-Forming Bacteria in Salted Mackerel in Taiwan, Food Microbiology, 22, 461-467.
- Tsai, Y.H., Lin, C.Y., Chien, L.T., Lee, T.M., Wei, C.I. ve Hwang, D.F., 2006. Histamine Contents of Fermented Fish Products in Taiwan and Isolation of Histamine-Forming Bacteria, Food Chemistry, 98,1, 64-70.
- Tufan, B., Koral, S. ve Köse, S., 2011. Changes during Fishing Season in the Fat Content and Fatty Acid Profile of Edible Muscle, Liver and Gonads of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Caught in the Turkish Black Sea, International Journal of Food Science & Technology, 46, 800-810.
- Tunail, N., 2009. Mikrobiyoloji, Danone Enstitüsü Derneği, Pelin Ofset, Ankara, 169-180s.
- Turan, H. ve Erkoyuncu, İ., 1997. Farklı Tuzlama Yöntemlerinin Değişik Balıklarda Kalite ve Saklama Sürelerine Etkileri, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Nisan, İzmir, Bildiri Kitabı: 191-197.
- Turan, H., Kaya, Y., Erkoyuncu, I. ve Sönmez, G., 2006. Chemical and Microbiological Qualities of Dry-Salted (Lakerda) Bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793), Journal of Food Quality, 29,470-478.
- Tülsner, M., 1996. Fischverarbeitung, Bd.2-Fischerzeugnisse und Ihre Herstellung, p. 373, Behr's Verlag, Hamburg, Germany, 189-224s.

Udomsil, N., Rodtong, S., Tanasupawat, S. ve Yongsawatdigul, J., 2010. Proteinase-Producing Halophilic Lactic Acid Bacteria Isolated from Fish Sauce Fermentation and their Ability to Produce Volatile Compounds, International Journal of Food Microbiology, 141,3, 186-194.

URL-1, <http://www.gidacilar.net/biyojen-aminler-t439.html>. 05 Nisan 2012.

URL-2, http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/kodeks_yonetmelik/mikrobiyolojik_kriterler_yonetmelik.html. 05 Nisan 2012.

URL-3, https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/FFP_TR_en.pdf. 05 Nisan 2012.

URL-4, <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Seafood/FishandFisheriesProductsHazardsandControlsGuide/ucm092180.htm>. 24 Mayıs 2012.

URL-5, <http://www.agriculture.ny.gov/FS/industry/fishprocess.html>. 02 Mart 2012.

Ürküt, Y.Z. ve Yurdagel, Ü., 1985. Tuzla Konserve Edilen Sardalya Balıklarının Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler Üzerine Bir Araştırma, S.Ü. Dergisi, 2,7-8, 77-90.

Üzen, F., 2008. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Üretilen Tuzlanmış Balıkların Bakteriyel Tehlikeler Bakımından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Varlık, C., 1994. Soğukta Depolanan Sardalyalarda Histamin Düzeyinin Belirlenmesi, Gıda, 19,2, 119-124.

Varlık, C., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 4465, İstanbul, 491s.

Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği, No: 17, İstanbul, 174s.

Varlık, C. ve Heperkan, D., 1990. Hamsinin Buzda Muhafazası, İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 4,1, 53-58.

Veciana-Nogués, M.T., Albala-Hurtado, S., Marine-Font, A. ve Vidal-Corau, M.C., 1996. Changes in Biogenic Amines during the Manufacture and Storage of Semi-Preserved Anchovies, Journal of Food Protection, 59,11, 1218-1222.

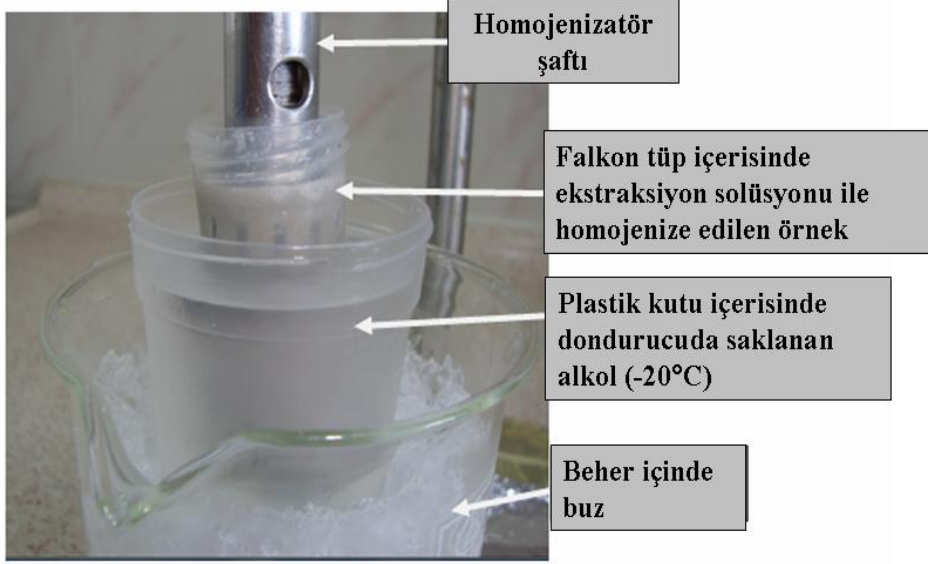
Veciana-Nogués, M.T., Hernandez-Jover, T., Mariné-Font, A., Vidal-Carou, M.C., 1995. Liquid Chromatographic Method for Determination of Biogenic Amines in Fish and Fish Products, The Journal of AOAC International, 78,4, 1045-1050.

Veciana-Nogués, M.T., Mariné-Font, A. ve Vidal-Carou, M.C., 1997a. Changes in Biogenic Amines during the Storage of Mediterranean Anchovies Immersed in Oil, Journal of Food Chemistry, 45, 1385-1389.

- Veciana-Nogués, M.T., Mariné-Font, A. ve Vidal-Carou, M.C., 1997b. Biogenic Amines as Hygienic Quality Indicators of Tuna. Relationships with Microbial Counts, ATP-Related Compounds, Volatile Amines, and Organoleptic Changes, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 45, 2036-2041.
- Veciana-Nogues, M.T., Vidal-Carou, M.C. ve Marine-Font, A, 1989. Histamine and Tyramine in Preserved and Semi-Preserved Fish Products, Journal of Food Science, 54,6, 1653-1655.
- Veciana-Nogués, M.T., Vidal-Carou, M. ve Mariné-Font, A., 1990. Histamine and Tyramine during Storage and Spoilage of Anchovies, *Engraulis encrasicolus*: Relationships with other Fish Spoilage Indicators, Journal of Food Science, 55, 1192-1193.
- Visciano, P., Campana, G., Annunziata, L., Vergara, A. ve Ianieri A. 2007. Effect of Storage Temperature on Histamine Formation in *Sardina pilchardus* and *Engraulis encrasicolus* After Catch, Journal of Food Biochemistry 31,5, 577-588.
- Villar, M., Ruiz Holgado, A.P., Sanchez, J.J., Trucco, R.E. ve Oliver, G., 1985. Isolation and characterization of *Pediococcus halophilus* from Salted Anchovies (*Engraulis anchoita*), Applied Environmental Microbiology, 49, 664-666.
- Vosikisa, V., Papageorgopoulou, A., Economou, V., Frillingos, S. ve Papadopoulou, C., 2008. Survey of the Histamine Content in Fish Samples Randomly Selected from the Greek Retail Market, Food Additives and Contaminants: Part B, 1,2, 122-129.
- Wendakoon, C.N., Murata, M. ve Sakaguchi, M., 1990. Comparison of non-Volatile Amine Formation Between White and Dark Muscles of Mackerel during Storage, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 56, 809-818.
- Wootton, M., Silalahi, J. ve Wills, R.B.H., 1989. Amine Levels in Some Asian Seafood Products, Journal of the Science of Food and Agriculture, 49,4, 503-506.
- Yamanaka, H., Itagaki, K., Shiomi, K., Kikuchi, T. ve Okuzumi, M., 1985. Influences of the Concentration of Sodium Chloride on the Formation of Histamine in the Meat of Mackerel, Journal of the Tokyo University of Fisheries, 72, 51-56.
- Yapar, A., 1989. Değişik Tuzlama Teknikleri Uygulanan Alabalıklarda Bazı Kimyasal ve Fiziksel Değişimlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yapar, A., 1999. Farklı Tuz Konsantrasyonları Kullanılarak Hazırlanan Tuzlanmış Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Örneklerinde Kalite Değişimi, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23,3, 441-445.

- Yatsunami, K. ve Echigo, T., 1991. Isolation of Salt Tolerant Histamine Forming Bacteria from Commercial Rice-Bran Pickle Sardine, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 57, 1723-1728.
- Yatsunami, K., Echigi, T., 1993. Changes in Number of Halotolerant Histamine-Forming Bacteria and Contents of non-Volatile Amines in Sardine Meat with Addition of NaCl, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 59, 123-127.
- Yerlikaya, P. ve Gököğlü, N., 2002. Gıdalarda Biyojen Aminler ve Önemi, Gıda Mühendisliği Dergisi, 12, 24-30.
- Yerlikaya, P. ve Gökoglu, N., 2010. Inhibition Effects of Green Tea and Grape Seed Extracts on Lipid Oxidation in Bonito Fillets during Frozen Storage, International Journal of Food Science & Technology, 45, 252-257.
- Yongjin, H., Wenshui, X. ve Xiaoyong, L., 2007. Changes in Biogenic Amines in Fermented Silver Carp Sausages Inoculated with Mixed Starter Cultures, Food Chemistry, 104, 188-195.
- Yongsawatdigul, J., Choi, Y.J. ve Udornporn, S., 2004. Biogenic Amines Formation in Fish Sauce Prepared from Fresh and Temperature Abused Indian Anchovy (*Stolephorus indicus*), Journal of Food Science, 69,4, 312-319.
- Yoshida, A. ve Nakamura, A., 1982. Quantitation of Histamine in Fish and Fish Product by High Performance Liquid Chromatography, Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 23,4, 339-343.
- Yu-Ru, H., Liu, K.J., Hsieh, H.S., Hsieh, C.H., Hwang, D.F. ve Tsai, Y.H., 2010. Histamine Level and Histamine-Forming Bacteria in Dried Fish Products Sold in Penghu Island of Taiwan, Food Control, 21, 1234-1239.
- Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L. ve Podsevalow, V., 2004. Fish Curing and Processing, Afterword by Adam Starchild, University Press of the Pacific Honolulu, Hawaii, USA, 737s.
- Zarei, M., Najafzadeh, H., Eskandari, M.H., Pashmforoush, M., Enayati, A., Gharibi, D. ve Fazlara, A., 2012. Chemical and Microbial Properties of *Mahyaveh*, a Traditional Iranian Fish Sauce, Food Control, 23, 511-514.
- Zhai, H., Yang, X., Li, L., Xia, G., Cen, J., Huang, H. ve Hao, S., 2012. Biogenic Amines in Commercial Fish and Fish Products Sold in Southern China, Food Control, 25, 303-308.

8. EKLER



Ek Şekil 1. HPLC ile biyojenik amin analizi için soğuk ekstraksiyon metodu



a



b



c



d



e

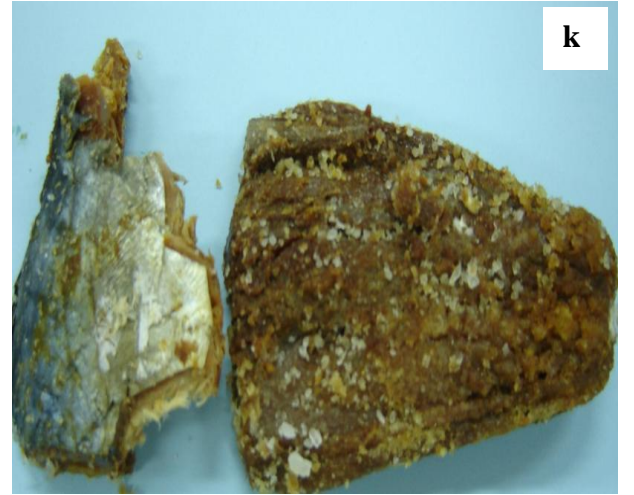


f

Ek Şekil 2. Çalışmada örneklenen ürünlere ait resimler

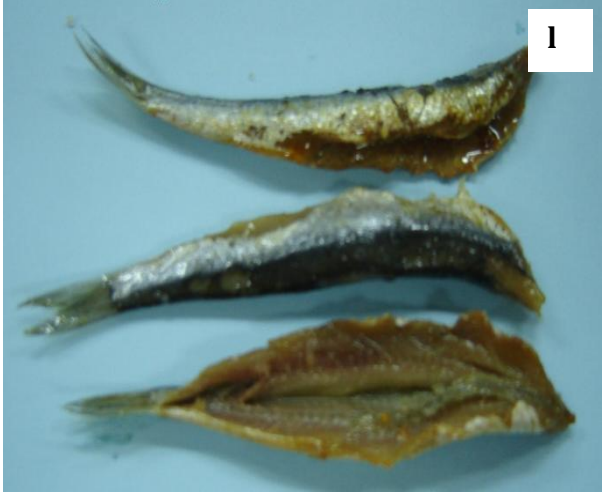
a: KT. Hamsi (Ançuez) (F, SM), b: Balık ezmesi 1 Hamsi, c: T. Hamsi 1 (F, SM)

d: M. Hamsi Zeytinli (F, SM), e: T. Palamut 2 (F, SM), f: TK. Uskumru (Çiroz) (B, SM)



Ek Şekil 2'nin devamı. Çalışmada örneklenen ürünlere ait resimler

g: T. Uskumru (F, SM), h: L. Torik (F, SM), i: M. L. Palamut (B, SM) ve ST. Hamsi baharat soslu (B, OK), i: KT. Palamut (B, OK), j: ST. Palamut 1 (B, OK), k: KT. Palamut (E, OK)



l



m



n



o



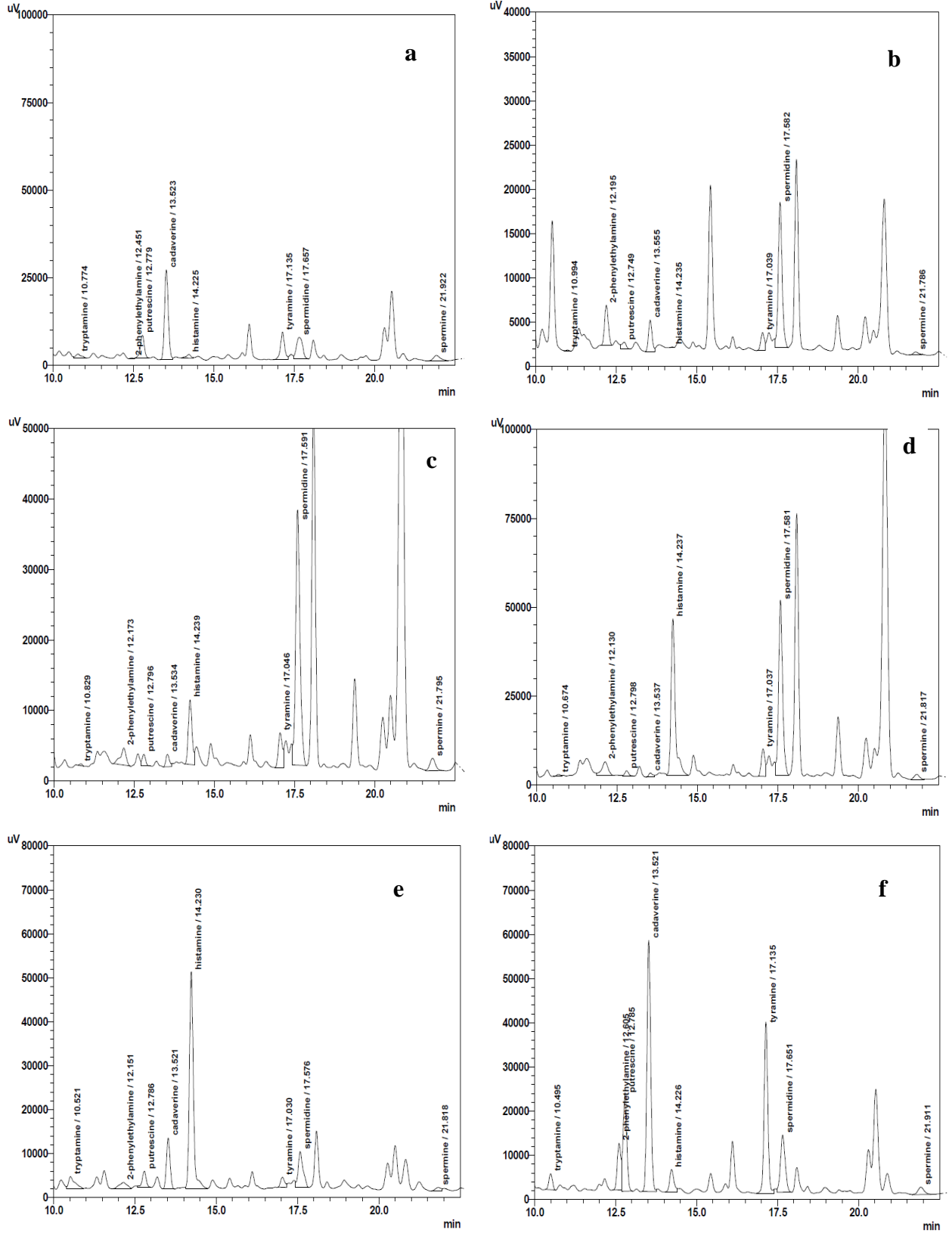
ö



p

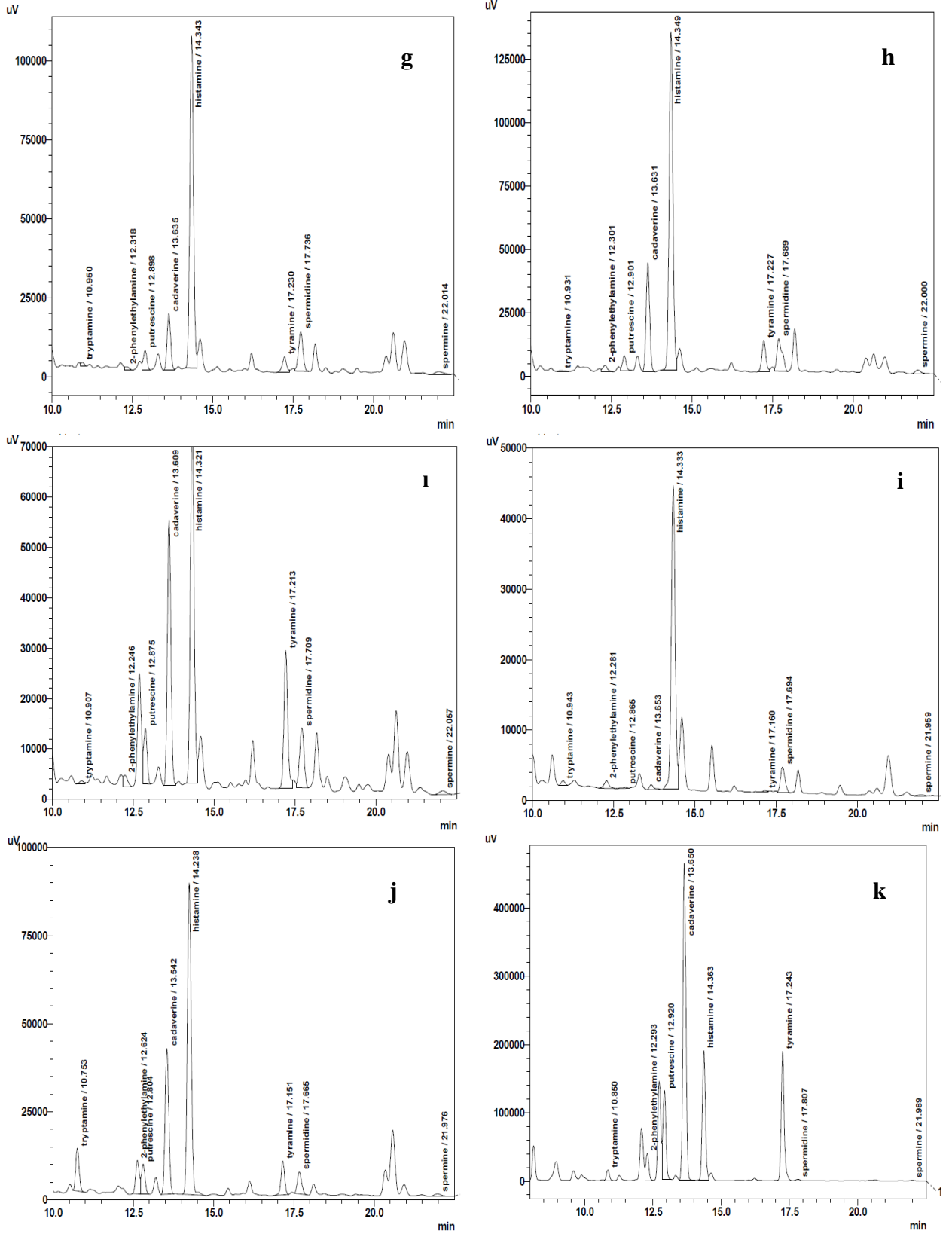
Ek Şekil 2'nin devamı. Çalışmada örneklenen ürünlere ait resimler

l: KT. Hamsi 1 (B, OK), m: KT. Sardalya 1 (B, OK), n: KT. Sargoz 1 (B, OK), o: Balıkçı ve ev yapımı örnekler, ö: ST. Hamsi (B, SM), p: ST. Hamsi 1 (B, OK)



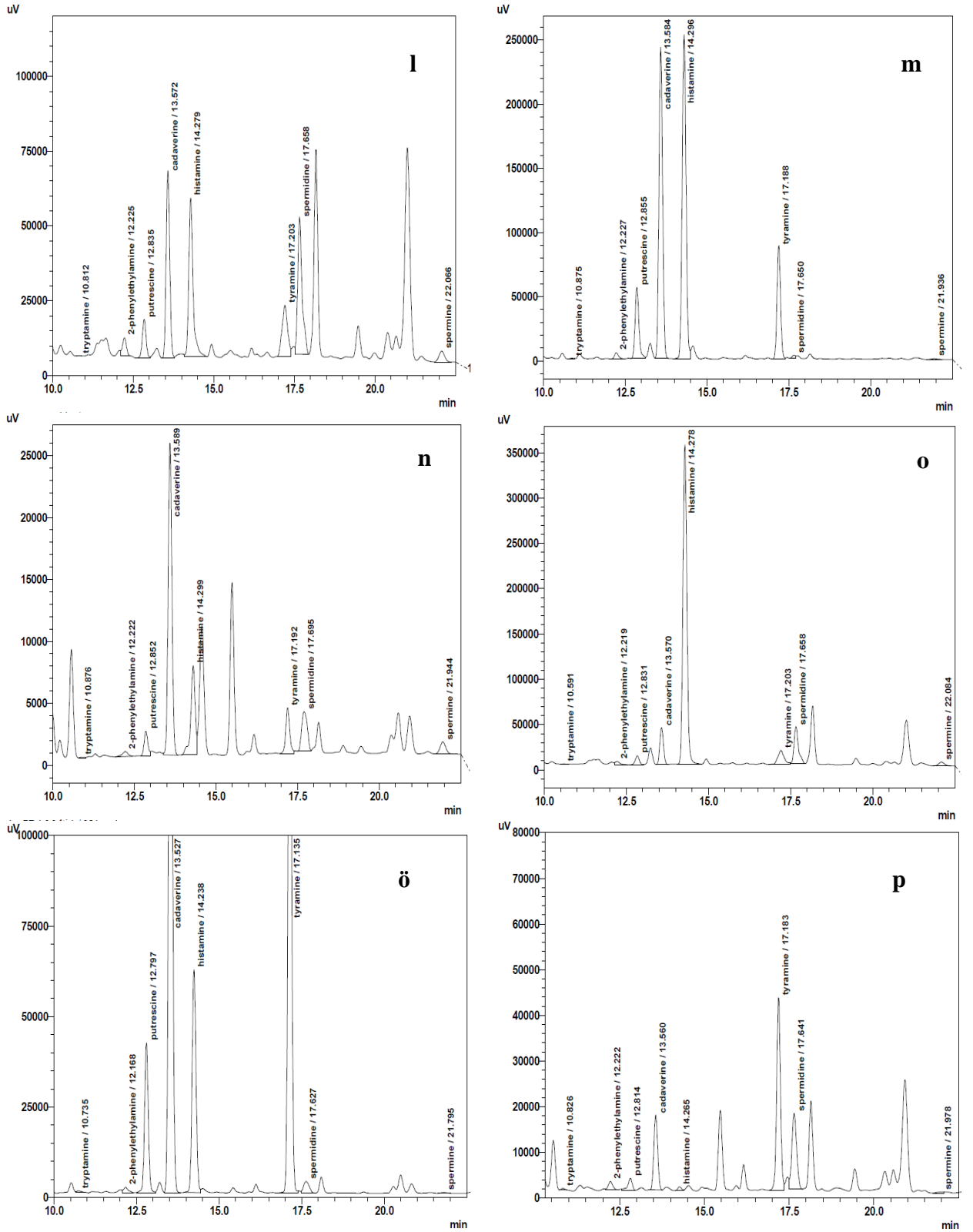
Ek Şekil 3. Çalışmada yapılan biyojenik amin analizine ait HPLC kromotogramlar

a: KT. İstarvit 2 (B, OK), b: KT. Hamsi 3 (E, OK), c: KT. Palamut (E, OK)
d: KT. Palamut (B, OK), e: KT. Sardalya 1 (B, OK), f: KT. Tirsi 2 (B, OK)



Ek Şekil 3'ün devamı

g: KT. Hamsi (Ançüz) (F, SM), h: L. Palamut 9 (F, SM), ı: M. Hamsi Sarmısaklı (F, SM) i: M. Hamsi 3 Akdeniz usulü baharat soslu (F, SM), j: Balık ezmesi 1 Hamsi (F, SM), k: T. Palamut 2 (F, SM)



Ek Şekil 3'ün devamı

l: Bütün buzsuz palamut (7. gün), m: Bütün buzsuz hamsi (7. gün), n: Bütün buzlu hamsi (9. gün), o: Fileto buzsuz palamut (10. gün), ö: Oda koşullarında depolanan %30 salamura tuzlanmış hamsi (8. ay), p: Oda koşullarında depolanan %20 salamura ile tuzlanmış hamsi (2. hafta)

Ek Tablo 1. Çalışmada örneklenen işlenmiş balık ürünlerine ait bazı özellikler

No	Örnek Cinsi	Yapım Şekli	Yapım Yeri	Depolama Şekli	Paket Tipi	Duyusal Durum
Farklı yöntemlerle tuzlanmış ve tuzlanarak kurutulmuş ürünler						
1	ST. Hamsi 1 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
2	ST. Hamsi 2 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
3	ST. Hamsi 3 (B, OK)		Balıkçı, Samsun	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
4	ST. Hamsi 4 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
5	ST. Hamsi (B, SM)		Balıkçı, Rize	SM	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
6	ST. Hamsi 1 baharat soslu (B, OK)	Salamura	Balıkçı, Trabzon	OK	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
7	ST. Hamsi 2 baharat soslu (B, OK)	Tuzlama	Balıkçı, İstanbul	OK	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
8	ST. Hamsi baharat soslu (F, SM)		Fabrika, (F2) İstanbul	SM	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
9	ST. Lüfer, (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
10	ST. Palamut 1 (B, OK)		Balıkçı, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
11	ST. Palamut 2 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
12	ST. Sardalya (F, SM)		Fabrika, (F9) Çanakkale	SM	Metal kutu	Tüketilebilir özellikte
13	KT. Hamsi 1 (B, OK)		Balıkçı, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
14	KT. Hamsi 2 (B, OK)		Balıkçı, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
15	KT. Hamsi 3 (B, OK)		Balıkçı, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
16	KT. Hamsi 4 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
17	KT. Hamsi 1 (B, SM)		Balıkçı, Trabzon	SM	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
18	KT. Hamsi 2 (B, SM)		Balıkçı, Trabzon	SM	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
19	KT. Hamsi 1 (E, OK)	Kuru	Ev, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
20	KT. Hamsi 2 (E, OK)	Tuzlama	Ev, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
21	KT. Hamsi 3 (E, OK)		Ev, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
22	KT. Iskarmoz (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
23	KT. İstarvit 1 (B, OK)		Balıkçı, Samsun	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
24	KT. İstarvit 2 (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
25	KT. İstarvit 3 (B, OK)		Balıkçı, İstanbul	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
26	KT. Kefal (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte

Ek tablo1. devamı

27	KT. Lüfer (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
28	KT. Melanur (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
29	KT. Palamut (B, OK)		Balıkçı, Samsun	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
30	KT. Palamut (E, OK)		Ev, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
31	KT. Sardalya 1 (B, OK)		Balıkçı, Çanakkale	OK	Plastik kavanoz	Tüketilemez özellikte
32	KT. Sardalya 2 (B, OK)		Balıkçı, Çanakkale	OK	Plastik kavanoz	Tüketilemez özellikte
33	KT. Sardalya 3 (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
34	KT. Sargoz 1 (B, OK)	Kuru	Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
35	KT. Sargoz 2 (B, OK)	Tuzlama	Balıkçı, Antalya	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
36	KT. Sarpa 1 (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
37	KT. Sarpa 2 (B, OK)		Balıkçı, Antalya	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
38	KT. Tirsi 1 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
39	KT. Tirsi 2 (B, OK)		Balıkçı, Mersin	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
40	KT. Tirsi 3 (B, OK)		Balıkçı, Rize	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
41	KT. Tirsi 4 (B, OK)		Balıkçı, Sakarya	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
42	KT. Tirsi 1 (E, OK)		Ev, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
43	KT. Tirsi 2 (E, OK)		Ev, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
44	TK. Hamsi 1 (Çiroz) (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
45	MTK. Uskumru (Çiroz) (F, SM)	Çiroz	Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
46	TK. Uskumru (Çiroz) (B, SM)		Balıkçı, İstanbul	OK	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
47	KT. Sardalya (Ançüez) (F, SM)		Fabrika (F7), Balıkesir	SM	Cam kavanoz	Son kullanma tarih geçmemiş
48	KT. Hamsi (Ançüez) karabiberli	Ançüez	Fabrika (F8), İstanbul	SM	Cam kavanoz	Son kullanma tarih geçmemiş
49	KT. Hamsi (Ançüez) (F, SM)		Fabrika (F8), İstanbul	SM	Cam kavanoz	Son kullanma tarih geçmemiş
50	L. Palamut 1 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
51	L. Palamut 2 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
52	L. Palamut 3 (B, OK)	Lakerda	Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
53	L. Palamut 4 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
54	L. Palamut 1 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
55	L. Palamut 2 (F, SM)		Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş

Ek tablo 1. devamı

56	L. Palamut 3 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
57	L. Palamut 4 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
58	L. Palamut 5 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
59	L. Palamut 6 (F, SM)		Fabrika, (F6) İstanbul	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
60	L. Palamut 7 (F, SM)		Fabrika, (F1) Adana	SM	Plastik paket	Son kullanma tarih geçmemiş
61	L. Palamut 8 (F, SM)	Lakerda	Fabrika, (F7) Balıkesir	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
62	L. Palamut 9 (F, SM)		Fabrika, İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
63	L. Palamut (B, SM)		Balıkçı, Trabzon	SM	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
64	L. Torik 1 (B, OK)		Balıkçı, Trabzon	OK	Plastik kavanoz	Tüketilebilir özellikte
65	L. Torik 2 (B, OK)		Balıkçı, İstanbul	OK	Cam kavanoz	Tüketilebilir özellikte
66	L. Torik (F, SM)		Fabrika (F7), Balıkesir	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
Marine, tütsü, marine-tütsü ve marine-tütsü kurutulmuş ürünler						
1	M. Hamsi 1 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
2	M. Hamsi 2 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
3	M. Hamsi 3 (F, SM)		Fabrika (F7), Balıkesir	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
4	M. Hamsi 4 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
5	M. Hamsi 5 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
6	M. Hamsi 6 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
7	M. Hamsi 1 Akd. usülü bitki sos	Marine	Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
8	M. Hamsi 2 Akd. usülü bitki sos		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
9	M. Hamsi 3 Akd. usülü bitki soslu		Fabrika (F7), Balıkesir	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
10	M. Hamsi Zeytinli (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
11	M. Hamsi Sarmısaklı (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
12	M. Uskumru (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Plastik kutu	Son kullanma tarih geçmemiş
13	T. Alabalık (F, SM)		Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
14	T. Hamsi 1 (F, SM)	Füme	Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
15	T. Hamsi 2 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
16	T. Hamsi 3 (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş

Ek tablo 1. devamı

17	T. Palamut 1 (F, SM)		Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
18	T. Palamut 2 (F, SM)		Fabrika (F5), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
19	T. Palamut 3 (F, SM)		Fabrika (F6), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
20	T. Palamut 4 (F, SM)	Füme	Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
21	T. Ringa (F, SM)		Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
22	T. Somon (F, SM)		Fabrika (F4), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
23	T. Uskumru (F, SM)		Fabrika (F2), İstanbul	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
24	MT. Hamsi (F, SM)	Marine-tütsü	Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
25	MT. Uskumru (F, SM)		Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
26	MTK. (çiroz) Uskumru 1	Marine-tütsü kurutulmuş	Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
27	MTK. (çiroz) Uskumru 2		Fabrika (F1), Adana	SM	Vakum paket	Son kullanma tarih geçmemiş
28	Balık ezmesi 1 Hamsi		Fabrika (F3), İstanbul	SM	Metal tüp	Son kullanma tarih geçmemiş
29	Balık ezmesi 2 Hamsi	Balık ezmesi	Fabrika (F3), İstanbul	SM	Metal tüp	Son kullanma tarih geçmemiş
30	Balık ezmesi 3 Hamsi ve sardalya		Fabrika (F3), İstanbul	SM	Metal tüp	Son kullanma tarih geçmemiş

OK: Oda koşulları, SM: Soğuk muhafaza, F: fabrika kodu, F1: Adana 24 adet ürün, F2: İstanbul 7 adet ürün, F3: İstanbul 3 adet, F4: İstanbul 1 adet, F5: İstanbul 1adet, F6: İstanbul 2 adet, F7: Balıkesir 5 adet, F8: İstanbul 2 adet, F9: Çanakkale 1 adet

Ek Tablo 2. Çalışmada elde edilen geri kazanım oranları (ppm)

No	Örnek cinsi	Eklenen histamin miktarı	Eklenmeden önceki histamin değeri	Eklendikten sonraki histamin değeri	% Geri Kazanım Oranı
1	KT. Hamsi 1 (E, OK)	100	<0.84*	91.58	91.58
2	KT. Hamsi 2 (E, OK)	100	<0.84*	90.94	90.94
3	KT. Tirsi 1 (E, OK)	100	<0.84*	90.03	90.00
4	KT. Hamsi 2 (B, OK)	100	4.50	99.23	94.73
5	KT. Palamut (E, OK)	100	19.56	121.95	102.40
6	L. Torik 2 (B, OK)	10	3.43	13.27	98.38
7	KT. Palamut (B, OK)	100	1.20	95.03	93.83
8	T. Palamut 3 (F, SM)	100	2.56	99.53	96.97
9	MTK. (çiroz) Uskumru 1(F, SM)	100	1.86	92.32	90.40
10	M. Hamsi 3 (F, SM)	100	2.87	90.75	87.70
11	M. Hamsi 2 (F, SM)	100	3.19	95.39	92.20
12	ST. Lüfer, (B, OK)	10	12.15	20.23	99.10
13	M. Uskumru (F, SM)	10	1.86	10.99	91.33
14	KT. Lüfer (B, OK)	100	12.07	106.68	95.19
Ortalama Geri Dönüşüm Oranı (%)					94.06

*: tespit limiti,

ÖZGEÇMİŞ

Serkan Koral, 1977 yılında Ankara’da doğdu. İlköğrenim ve Liseyi aynı şehirde tamamladı. 1997 yılında KTÜ Rize Su Ürünleri Fakültesini kazandı ve 2001 yılında bu fakülteden mezun oldu ve aynı yıl başlamış olduğu askerlik görevini 2003 yılında bitirdi. 2004 yılında KTÜ Rize Su Ürünleri Fakültesi’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Yüksek Lisans eğitimini 2006 yılında tamamladı ve aynı yıl KTU Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği anabilim dalında doktora başladı. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır. İngilizce bilmektedir.

Tez çalışmasından yayımlanan makale:

Koral, S. ve Köse, S., 2012. The Effect of Filleting and Ice Application on the Quality and Safety of Atlantic Bonito (*Sarda sarda*) at Refrigerated Storage, International Journal of Food Science & Technology, 47,1, 2