

**SICAK DUMANLAMA ve TUZLAMA İŞLEMLERİNİN
KADİFE BALIĞI (*Tinca tinca* L., 1758)'NİN
BESİNSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Levent İZCİ

Danışman: Prof.Dr. Ö. Osman ERTAN

**Doktora Tezi
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLERİ
ANABİLİM DALI**

ISPARTA-2004

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SICAK DUMANLAMA VE TUZLAMA İŞLEMLERİNİN
KADİFE BALIĞI (*Tinca tinca* L., 1758)'NİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Levent İZCİ

Danışman: Prof. Dr. Ö. Osman ERTAN

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

ISPARTA 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	vi
Simgeler ve Kısaltmalar.....	viii
Şekiller Dizini.....	ix
Çizelgeler Dizini.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	5
2.1. Kadife Balığı (<i>Tinca tinca</i> L., 1758)'nın Genel Özellikleri.....	5
2.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi.....	6
2.2.1. Dumanlama Yöntemleri.....	7
2.2.1.1. Soğuk Dumanlama.....	7
2.2.1.2. Sıcak Dumanlama.....	7
2.2.2. Dumanlanmış Ürüne Etki Eden Faktörler.....	8
2.2.3. Dumanlanmış Balıkların Kalitelerinde Meydana Gelen Değişimler....	10
2.2.3.1. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler.....	10
2.2.3.2. Protein İçeriğindeki Değişimler.....	13
2.2.3.3. Yağ ve Yağ Asitleri İçeriğindeki Değişimler.....	14
2.2.3.4. Tuz ve İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler.....	19
2.2.3.5. pH Değerindeki Değişimler.....	20
2.2.3.6. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerindeki Değişimler.....	23
2.2.3.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerindeki Değişimler.....	25
2.2.3.8. Mikrobiyolojik Değişimler.....	26
2.3. Tuzlanmış Ürün Teknolojisi.....	27
2.3.1. Balık Tuzlama Yöntemleri.....	29
2.3.2. Tuzun Ete Girme Hızını Etkileyen Faktörler.....	30
2.3.3. Tuzlanmış Balıkların Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler.....	32
2.3.3.1. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler.....	32
2.3.3.2. Protein İçeriğindeki Değişimler.....	38

2.3.3.3. Yağ ve Yağ Asitlerindeki Değişimler.....	39
2.3.3.4. Tuz ve İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler.....	43
2.3.3.5. pH Değerindeki Değişimler.....	46
2.3.3.6. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerindeki Değişimler.....	49
2.3.3.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerindeki Değişimler.....	52
2.3.3.8. Mikrobiyolojik Değişimler.....	53
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	56
3.1. Materyal.....	56
3.2. Yöntem.....	56
3.2.1. Balıkların Avlanması ve Taşınması.....	56
3.2.2. Çalışmada Uygulanan İşleme Teknolojileri.....	56
3.2.2.1. Sıcak Dumanlama Teknolojisi.....	56
3.2.2.2. Kuru Tuzlama Teknolojisi.....	57
3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	58
3.2.3.1. Biyometrik Ölçümler.....	58
3.2.3.2. pH Tayini.....	58
3.2.3.3. Kimyasal Bileşim Analizleri.....	58
3.2.3.4. Tuz Miktarı Tayini.....	58
3.2.3.5. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Tayini.....	59
3.2.3.5. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Tayini.....	59
3.2.3.6. Taze ve İşlenmiş Balıkların Toplam Lipit Ekstraksiyonu.....	59
3.2.3.7. Toplam Lipitlerin Sabunlaştırılması ve Toplam Yağ Asitlerinin Elde Edilmesi.....	60
3.2.3.8. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması.....	60
3.2.3.9. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizleri.....	61
3.2.3.10. Toplam Mikro Protein Analizi.....	63
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler.....	64
3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması.....	64
3.2.4.2. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri (TMA) Sayısı.....	64
3.2.4.3. Toplam Psikrofilik Aerob Bakteri (TPA) Sayısı.....	64
3.2.4.4. Toplam Psikrotrof Aerob Bakteri (TPsA) Sayısı.....	64
3.2.4.5. Koliform Grubu Mikroorganizmaların Sayısı.....	65

3.2.4.6. <i>Staphylococcus</i> – <i>Micrococcus</i> Sayısı.....	65
3.2.4.7. Maya ve Küf Sayısı.....	65
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	65
4. BULGULAR.....	68
4.1. Kadife Balığı (<i>T. tinca</i>)’nın Et Verimi ve Fire Oranları.....	68
4.2. Taze ve İşlenmiş Balıkların Bazı Besin bileşenleri.....	69
4.3. Sıcak Dumanlama Teknolojisi Uygulanan <i>T. tinca</i> Örneklerinde Muhafaza Süresince Ortaya Çıkan Değişimler.....	70
4.4. Kuru Tuzlama Teknolojisi Uygulanan <i>T. tinca</i> Örneklerinde Muhafaza Süresince Ortaya Çıkan Değişimler.....	75
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	89
5.1. Kadife Balığı’nın Et Verimi, Fire Oranları ve Genel Besin Bileşenleri...	89
5.2. Sıcak Dumanlanmış Ürünlerdeki Değişim.....	92
5.3. Tuzlanmış Ürünlerdeki Değişim.....	105
6. KAYNAKLAR.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	127

ÖZET

Bu araştırmada, Beyşehir Gölü'nde yaşayan kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojilerine uygunluğu ile işleme sonrası besinsel özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

Sıcak dumanlanarak ve kuru tuzlanarak 4 ± 1 °C'de depolanan örnekler 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde analize alınmıştır. Her analizde örneklerin su, toplam lipit, toplam yağ asitleri, inorganik madde, tuz, TBA, TVB-N, pH değerleri ve mikrobiyolojik değişimler ile yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri yapılmıştır. Taze ve işlenmiş örneklerin genel besinsel özellikleri ile et veriminin yanında fire oranları da incelenmiştir.

T. tinca'nın et verimi $55,077\pm 0,707$ olarak saptanmıştır. En yüksek fire oranı $33,040\pm 0,406$ 'le sıcak dumanlanan *T. tinca*'da belirlenirken en fazla su kaybının da kuru tuzlanan örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Lipit değerindeki en yüksek oranın sıcak dumanlanan örneklerde olduğu, toplam yağ asitleri değerinin tüm gruplarda düzensiz değiştiği belirlenmiştir. Toplam mikro protein değeri tüm gruplarda (sıcak dumanlanmışta 28. gün dışında ve kuru tuzlanmışta 14. gün dışında) düzenli olarak azalmıştır. En fazla inorganik madde ($18,116\pm 0,377$) ve tuz ($17,633\pm 0,253$) içeriği kuru tuzlanmış örneklerde, maksimum pH düzeyi ($7,069\pm 0,001$) sıcak dumanlanmış örneklerde saptanmıştır. TBA ve TVB-N düzeyleri her iki teknolojide de depolama süresince artmıştır.

Gaz kromatografik analizlere göre *T. tinca*'nın taze örneklerinin $24,755\pm 1,515$ oranında doymuş yağ asidi (Σ DYA), $15,670\pm 0,270$ oranında bir çift bağlı doymamış yağ asidi (Σ BDMYA) ve $30,755\pm 1,715$ oranında da aşırı doymamış yağ asidi (Σ ADMYA) içermektedir. Genel olarak her iki teknolojiyle işlenmiş örneklerde depolama boyunca Σ DYA artmış, Σ DmYA azalmıştır.

Bu çalışmanın sonuçlarından sıcak dumanlanmış ve kuru tuzlanmış ürünlerin 28 günlük depolama süresince tüketilebilirliklerini koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kadife balığı, *Tinca tinca*, sıcak dumanlama teknolojisi, kuru tuzlama teknolojisi, besinsel özellikler

ABSTRACT

In this study, the changes in the nutritional characteristics after applying hot smoking and dry salting technologies to find out the suitability of these processing techniques of tench (*Tinca tinca* L., 1758) living in Beyşehir Lake were determined.

Samples that were hot smoked, dry salted and stored at 4 ± 1 °C were analysed 1, 7, 14, 21 and 28 days after the experiments started. At each analysis session, samples were analysed their water, total lipid, total fatty acids, inorganic matter, salt, TBA, TVB-N and pH values and microbiological changes with fatty acids were analysed gas chromatographically. General nutrition components and besides weight loss in fresh and processed samples were also studied.

Meat yield of *T. tinca* was determined $55,077\pm 0,707\%$. Maximum weight loss ($33,040\pm 0,406\%$) was measured in hot smoked of *T. tinca* whereas maximum water loss was determined in dry salted fish samples. Maximum lipid value were found in hot smoked samples. Total fatty acid value in all of groups changed irregularly. Total micro protein levels changed regularly decrease during storage time in all of groups (hot smoked excluded 28th and dry salted excluded 14th). Maximum inorganic matter ($18,116\pm 0,377\%$) and salt contents ($17,633\pm 0,253\%$) were found in dry salted samples and the highest pH values ($7,069\pm 0,001$) were measured in hot smoked samples. TBA and TVB-N levels increased during storage time both technology.

According to results of gas chromatographic analysis revealed that fresh *T. tinca* contained $24,755\pm 1,515\%$ saturated fatty acids (Σ SFA) and $15,670\pm 0,270\%$ mono unsaturated fatty acids (Σ MUFA) and $30,755\pm 1,715\%$ polyunsaturated fatty acids (Σ PUFA). During the storage in both processed products were observed an increase in Σ SFA and a decrease in Σ UFA.

According to results of this study have determined unspoiled of hot smoked and dry salted products on 28th day.

Key Words: Tench, *Tinca tinca*, hot smoking technology, dry salting technology, nutritional characteristics.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Ülkemiz gerek denizlere olan kıyıları, gerekse içsu potansiyeline bakıldığında su ürünleri açısından oldukça zengin bir coğrafyadadır. Çağımızın en önemli sorunlarından biri olan dengeli beslenme; balık tüketimi, doymamış yağ asidi, sindirilebilir protein temini yönleriyle önemi vurgulanması gereken bir konudur. Bilinçli beslenmenin yükselmesi, toplumun özellikle genç nüfusuna, artan eğitime koşut bir şekilde su ürünleri ve bunların işlenmiş şekillerinin tanıtılması konuya ilgiyi ve istemi artıracaktır.

Avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri, öncelikle taze olarak tüketilmekte, bunu tuzlanmış, dondurulmuş ve diğer işleme teknikleri ile elde edilen ürünler (dumanlama, konserve, marinat, kurutma vb.) izlemektedir. Bir su ürününün hangi işleme yöntemine uygunluğu ve ürünün besinsel bileşiminde, işleme sonrası depolanma sırasında oluşabilecek değişimlerin saptanması insan beslenmesi yönünden oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'na sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak besin bileşenleri ve et veriminde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, sözü edilen su ürününün tüketim açısından tek düzelikten kurtarılması, tüketimin mevsime ve yöreye bağlılığının ortadan kaldırılarak yaygınlaştırılması, böylece daha ekonomik bir ürün haline getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmayı yöneten ve her konuda yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Ö. Osman ERTAN'a, fikir ve görüşlerinden yararlandığım Prof. Dr. M. Yaşar AKSOYLAR'a ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN'a, 632 nolu araştırmama maddi katkıda bulunan S.D.Ü. Bilimsel Araştırma Proje Yönetim Birimi Başkanlığı'na, çalışmalarımda destek olan araştırma görevlileri Dr. Şengül BİLGİN ve Ali GÜNLÜ'ye, gaz kromatografisi analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Okutman Mustafa YILMAZER'e, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Eğirdir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, mikrobiyolojik analizlerde

yardımcı olan Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Soner SAVAŞER'e, sıvı azot temininde Tarım İlçe Müdürlüğü Veteriner Sağlık Teknisyenleri'nden Mustafa SÜRÜCÜ'ye, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Eğirdir 2004

Levent İZCİ

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

ADmYA	Aşırı doymamış yağ asitleri
BDmYA	Bir çift bağlı doymamış yağ asitleri
D	Sıcak dumanlanmış balık örnekleri
DmYA	Doymamış yağ asitleri
GLC	Gaz likit kromatografi cihazı
İn. Mad.	İnorganik madde
K	Kontrol grubu
kob	Koloni oluşturan bakteri
MA	Malonaldehit
<i>Mic.-Staf.</i>	<i>Micrococcus-Staphylococcus</i>
T	Kuru tuzlanmış balık örnekleri
TF	Tuzla fermente edilmiş örnekler
TBA	Tiyobarbiturik asit
T. Lipit	Toplam lipit
TMA	Toplam mezofilik aerob mikroorganizma
TMP	Toplam mikro protein
TPA	Toplam psikrofilik mikroorganizma
TPsA	Toplam pikrotrof mikroorganizma
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TVB-N	Toplam uçucu bazik azot
TYA	Toplam yağ asitleri
Σ	Toplam

Şekiller Dizini

	Sayfa
Şekil 3.1. Sıcak dumanlama uygulanan örneklere ait yağ asiti kromotogramı.	66
Şekil 3.2. Kuru tuzlama uygulanan örneklere ait yağ asiti kromotogramı.....	67
Şekil 4.1. Kadife balığı (<i>T. tinca</i>)'nın et verimi ve fire oranları (%).	69
Şekil 4.2. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin su içeriğindeki değişimler (%) (K: taze örneklere aittir).	79
Şekil 4.3. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin lipit içeriğindeki değişimler (%).	80
Şekil 4.4. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin TYA içeriğindeki değişimler (%).	80
Şekil 4.5. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin protein içeriğindeki değişimler (%).	81
Şekil 4.6. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin TMP içeriğindeki değişimler ($\mu\text{g/ml}$).	81
Şekil 4.7. Sıcak dumanlama ve Kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin inorganik madde miktarındaki değişimler (%).	82
Şekil 4.8. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin tuz miktarındaki değişimler (%).	82
Şekil 4.9. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin pH düzeyindeki değişimler.	83
Şekil 4.10. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin TBA düzeyindeki değişimler (mgMA/kg).	83
Şekil 4.11. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanarak	

4±1°C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin TVB-N düzeyindeki değişimler (mg/100g).....	84
Şekil 4.12. Sıcak dumanlanarak 4±1 °C'de koruma altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin yağa asiti kompozisyonu (%)......	84
Şekil 4.13. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin TMA sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	85
Şekil 4.14. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin TPA sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	85
Şekil 4.15. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin TPsA sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	86
Şekil 4.16. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de koruma altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin koliform sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	86
Şekil 4.17. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin <i>Micrococcus-Sataphylococcus</i> sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	87
Şekil 4.18. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin maya-küf sayısındaki değişimler (log10 kob/g).....	87
Şekil 4.19. Kuru tuzlanarak 4±1 °C'de muhafaza altına alınan <i>T. tinca</i> örneklerinin yağ asiti kompozisyonu (%)......	88

Çizelgeler Dizini

	Sayfa
Çizelge 2.1. Taze ve sıcak dumanlanmış <i>C. gariepinus</i> 'un bazı bileşenleri (%) (Bilgin vd., 2001).....	11
Çizelge 2.2. Taze ve sıcak dumanlanmış <i>S. gairdneri</i> 'nin bazı bileşenleri (%) (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).....	11
Çizelge 2.3. %15 oranında tuzlanarak dumanlanmış ve 7 ± 2 °C'de 6 hafta depolanmış yılan balığı (<i>A. vulgaris</i>)'ndaki bazı değişimler (Salama ve Khalafall, 1993).....	12
Çizelge 2.4. Sıcak dumanlanarak $4\pm 0,5$ °C'de depolanan <i>S. trutta macrostigma</i> 'nın besin bileşenleri (%) (Bilgin, 2003).....	13
Çizelge 2.5. Sıcak dumanlanmış ve 4 °C'de 28 gün depolanmış sudak balığı (<i>Stizostedion lucioperca</i> L.,1758)'nin yağ asidi metil esteri kompozisyonu (%) (Ünlüsayın vd., 2001).....	17
Çizelge 2.6. Sıcak dumanlanmış $4\pm 0,5$ °C ve -18 ± 1 °C'de depolanan <i>S. trutta macrostigma</i> örneklerinin yağ asidi bileşenleri (µg/g) (Bilgin, 2003).....	18
Çizelge 2.7. 60 gün süreyle buzdolabı koşullarında depolanan sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (<i>S. gairdneri</i>)'nda tuz ve TVB-N değişimleri (Gökoğlu ve Varlık, 1992).....	20
Çizelge 2.8. Sıcak dumanlanmış eğrez balıkları (<i>V. vimba tenella</i>)'nin depolama süresince kimyasal analiz bulguları (Diler vd., 2002).....	21
Çizelge 2.9. Sıcak dumanlama sonucu <i>S. trutta macrostigma</i> 'nin $4\pm 0,5$ °C'de depolanması süresince pH, TBA ve TVB-N değerindeki değişimler (Bilgin, 2003).....	22
Çizelge 2.10. Sıcak dumanlanmış <i>C. auratus</i> 'un 4 °C'deki raf ömrüne bağlı pH, TBA ve TVB-N değerindeki değişimler (Ünlüsayın vd., 2003)..	22
Çizelge 2.11. Sıcak dumanlamanın 4 ± 1 °C'de ve -18 ± 1 °C'de depolanan gökkuşağı alabalığı (<i>S. gairdneri</i>)'nin pH ve TVB-N değerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).....	23
Çizelge 2.12. Dumanlanmış eğrez balıkları (<i>V. vimba tenella</i>)'nin depolama süresince mikrobiyolojik analiz bulguları (Diler vd.,	

2002).....	27
Çizelge 2.13. <i>O. mykiss</i> 'te tuzlama yöntemi ve depolama süresine göre meydana gelen bazı değişimler (Turan ve Erkoyuncu, 1997).....	32
Çizelge 2.14. Salmon balıkları (<i>S. salar</i>)'nda tuzlama yöntemi ve depolama süresine göre meydana gelen bazı değişimler (Turan ve Erkoyuncu, 1997).....	33
Çizelge 2.15. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak $4\pm 0,5$ °C'de depolanan <i>S. trutta macrostigma</i> 'nın besin bileşenleri (%) (Bilgin, 2003).....	34
Çizelge 2.16. %18 ve %22 oranlarında kuru tuzlanmış hamsi (<i>E. enrasicholus</i>)'lerde depolamaya bağlı olarak meydana gelen bazı değişimler (% kuru madde) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997).....	35
Çizelge 2.17. Tuzlanmış (%20) gökkuşağı alabalığı (<i>S. gairdneri</i>)'nin depolamaya bağlı olarak bazı bileşenlerindeki değişimler (Koruyucu ilave edilen örnekler) (Tömek ve Yapar, 1990).....	36
Çizelge 2.18. Tuzla konserve edilmiş (%22'lik) Sardalya (<i>S. pilchardus</i>) balıklarının kimyasal analiz sonuçları (Ürküt ve Yurdagel, 1985)....	36
Çizelge 2.19. Farklı tuz derişimlerinde kuru tuzlama (%12 ve %22) uygulanan eğrez (<i>V. vimba tenella</i>) balıklarında meydana gelen kimyasal değişimler (Işıklı, 2000).....	37
Çizelge 2.20. Kuru tuzlama ve Salamura yapılan $4\pm 0,5$ °C'de 180 gün depolanan <i>S. trutta macrostigma</i> örneklerinin yağ asidi bileşimleri ($\mu\text{g/g}$) (Bilgin, 2003).....	41
Çizelge 2.21. Taze ve tuzlanmış <i>S. acanthias</i> 'in yağ asidi bileşimleri (%) (Yang vd., 1981).....	42
Çizelge 2.22. Taze ve fermente edilmiş kefal balıkları (<i>M. cephalus</i>)'nin yağ asidi kompozisyonu (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989).....	43
Çizelge 2.23. Farklı tuzlama teknikleri (%20) uygulanan gökkuşağı alabalığı (<i>S. gairdneri</i>)'ndaki bazı kimyasal ve fiziksel değişimler (Kuru madde , tuz ve yağ %20 oranında tuz içeren örneklerde yapılmıştır) (Yapar, 1989).....	45
Çizelge 2.24. Kuru tuzlama işlemi uygulanan <i>S. trutta macrostigma</i> 'nın	

4±0,5 °C'de depolanması süresince pH, TBA ve TVB-N değerindeki değişimler (Bilgin, 2003).....	47
Çizelge 2.25. Gökkuşığı alabalığı (<i>O. mykiss</i>) lakerdasının depolanması sırasında bazı değişimler (Gökoğlu vd., 1994).....	48
Çizelge 2.26. Antioksidan ilavesi yapılmadan farklı tuzlama teknikleri (%25'lik kuru tuzlama ve %20'lik salamura) uygulanan palamut balıkları (<i>S. sadra</i>)'nda meydana gelen kimyasal değişimler (Tömek vd., 1989).....	50
Çizelge 2.27. Farklı tuzlama teknikleri uygulanan eğrez balıkları (<i>V. vimba tenella</i>)'nda depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik değişimler (kob/g) (Işıklı, 2002).....	55
Çizelge 3.1. Analizi yapılan yağ asitleri.....	63
Çizelge 4.1. Kadife balığı (<i>T. tinca</i>) örneklerinin et verimi ve fire oranları.....	68
Çizelge 4.2. Taze ve işlenmiş <i>T. tinca</i> 'nın bazı besin bileşenleri (N=3).....	70
Çizelge 4.3. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerindeki değişimler (N=3).....	71
Çizelge 4.4. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin yağ asidi oranlar (%).....	73
Çizelge 4.5. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin mikroorganizma sayıları (log10 kob/g).....	75
Çizelge 4.6. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerindeki değişimler (N:3).....	76
Çizelge 4.7. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin yağ asidi yüzdeleri.....	78
Çizelge 4.8. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan <i>T. tinca</i> örneklerinin mikroorganizma sayıları (log10 kob/g).....	80

1.GİRİŞ

Hayvansal proteinler insan beslenmesinde yadsınamaz bir gereksinimdir. Temel besinlerin zamandan ve yerden bağımsız bir şekilde, istenilen nitelikte ve nicelikte elde edilmesi bir zorunluluktur. Kaynak ve besinde çeşitlilik sağlıklı beslenme açısından yararlı olduğu gibi, ekonomik de olabilir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayileşmeyle birlikte hazır besin yapımı ve farklı besin maddelerinin üretimi önem kazanmıştır. Su ürünleri sektörünün asıl amacı, canlı kaynaklardaki sürekliliği aksatmadan sağlıklı, nitelikli, güvenilir ürünlerin üretimi, pazarlanması, yurt içi tüketimin artırılması ve küresel ölçütlere uygun bir şekilde bu ürünlerle dünya pazarlarına girilmesidir (Bilgin, 2003).

Ülkemiz gerek denizlere olan kıyıları, gerekse içsu potansiyeline bakıldığında su ürünleri açısından oldukça zengin bir coğrafyadadır. Su ürünleri üretimimiz 2001 yılı temel alındığında 600 bin ton dolayındadır (Anonim, 2001). Ülkemizde su ürünleri tüketiminin 1999 yılı verilerine göre kişi başına 6,7 kg (Çelikkale vd., 1999a), 2000 yılı verilerine göre 8,2 kg (Anonim, 2000a), 2001 yılı verilerine göre ise 7,5 kg (Anonim, 2001) olduğu bildirilmektedir. Diğer ülkelerin kişi başına düşen yıllık su ürünleri tüketimi, Danimarka'da 51,7, İngiltere'de 17,7, Yunanistan'da 17,4, Portekiz'de 36,5, İspanya'da 33,1, ABD'de 21,3, Tunus'ta 10,2, İtalya'da 20,1, Fransa'da 31,1, İzlanda'da 100 ve Japonya'da 110 kg'dır (Anonim, 1989 ; Çelikkale vd., 1999b). Bu değerlerden ülkemizdeki su ürünü tüketiminin oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır. Dünyada avlanan balıkların %59'luk bölümü besin endüstrisinde çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Ülkemiz bu yönüyle de dünyadaki düzeyin altında olup, avlanan balıkların % 14'ü besin endüstrisinde kullanılmaktadır (Ürküt ve Yurdagel, 1985).

Avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri, öncelikle taze olarak tüketilmekte, bunu dondurulmuş ve diğer işleme teknikleri ile işlenmiş ürünler (dumanlama, tuzlama, konserve, marinat, kurutma vb.) izlemektedir. Çağımızın en önemli sorunlarından biri olan dengeli beslenmenin önemi düşünüldüğünde, bilinçli beslenmenin yükselmesi, toplumun genç kesimine, artan eğitime koşut bir

şekilde su ürünleri ve bunların işlenmiş şekillerinin tanıtılması konuya ilgiyi ve istemleri artıracaktır (Ünal, 1995).

Ülkemiz su ürünleri işleme ve değerlendirme endüstrisinde özellikle son yıllarda olumlu gelişmeler görülmektedir. Dünya ve Avrupa ölçütlerine uyulması yönünden kurallarda yapılan değişikliklerle birlikte su ürünleri sektöründe yetişmiş eğitilmiş elemanların bu alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir (Anonim, 2000b).

Su ürünlerinin işlenerek tüketilmesi; ürünün korunması ve saklanması, üründen daha fazla yararlanılması (yem, gübre vb.), tüketiciye kolaylık sağlanması, ürüne farklı bir damak tadı verilmesi ve su ürünlerinden daha ekonomik şekilde yararlanılması açısından gereklidir.

Su ürünleri, içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddesidir. Su ürünlerinden balık eti; temel besin bileşenleri olarak protein, su ve yağ içermektedir. Karbohidrat, mineral maddeler, vitaminler, enzimler ve hormonları az miktarda bileşiminde bulundurur. Balık etindeki protein miktarı ayrımlı türler arasında çok fazla sapmalar göstermez. Balık eti temel amino asitleri (Treonin, valin, arginin, histidin, lizin, triptofan, lösin, izolösin ve methionin) en uygun oranda içermektedir. Balık eti proteinden başka protein olmayan azotlu maddeleri de bulundurmaktadır. Bu maddeler hem lezzet hem de bozulma olaylarından sorumludurlar. Balık yağı özellikle yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) yönünden oldukça varsıldır. Balık eti aynı zamanda vitamin B₁ (Tiamin), vitamin B₂ (Riboflavin), vitamin B₆ (Pridoksin) gibi B- kompleksi vitaminleri de bulundurmaktadır. Vitamin C (L-Askorbik asit)'nin ise önemli miktarda bulunmadığı bildirilmiştir. Balık etinde iyot, fosfor ve çinko diğer minerallere göre daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenlerle balık eti biyolojik değeri oldukça yüksek bir besin maddesidir (Burt, 1988a ; Burt, 1988b).

Su ürünlerinin diğer etlere oranla kolay bozulan bir ürün olması nedeniyle, avlanmalarından tüketime kadar niteliğini kaybetmeden tüketiciye sağlıklı bir

besin olarak ulaştırılması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için seçilen uygun av aracı ile avlandıktan sonra korumaya alınarak taşınmalı ve işlenmelidir.

Su ürünleri işleme teknolojilerinden dumanlama, kışın yaprağını döken sert ağaçların odun ve talaşıyla elde edilen duman içerisinde belirli tekniklerle tuzla muamele edilmiş balıkların uygun sıcaklık aralığında belirli bir süre bekletilmesiyle gerçekleştirilir. Dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi Uzak Doğu ülkeleri, Kanada, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ile İskandinav ülkelerinde oldukça gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Ülkemizde ise dumanlama teknolojisi ve dumanlanmış ürün tüketimi adı geçen ülkelere göre çok daha sınırlı düzeydedir. Ancak son yıllarda bazı su ürünleri işleme tesislerinin bu teknolojiye ilgileri artmıştır. Bu işleme teknolojisini kullanarak elde ettikleri ürünleri gerek yurt içine gerekse yurt dışına daha ekonomik koşullarda pazarlama olanağı bulmaktadırlar. Balıkların dumanlanması, ürünün depolama sürecinin uzatılması yanında ürüne ayrımlı bir aroma ve lezzet kazandırmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada uygulanan işleme teknolojilerinden biri de tuzlamadır. Balıkların tuzlanarak saklanması en eski koruma yöntemlerinin başında gelmektedir (Gökoğlu vd., 1994; Yapar, 1999). Tuzlama, balığın tuzla (NaCl) işlem görmesidir. Bu yöntemin su yitimine etkisi çok yüksektir. Böylece etteki su oranı azalmaktadır. Klor ve sodyum iyonları salamuradan ete, su dipolleri de etten dış ortama taşınır. Bu işlemin hızı tuzlamanın başlangıç safhasında en yüksek iken olgunlaşma aşamasında iyice yavaşlar. Bu olayın belirleyicisi tuz derişimidir. Ayrıca ortam sıcaklığı, tuzlanan balığın kalınlığı, deri ve pullarının alınıp alınmadığı, balıkların tuzlama sırasında ölüm sertliğinde olup olmadığı, balığın kimyasal bileşimi, tuzlama yöntemi, kullanılan tuzun arılığı vb. etmenler olayda işlevseldir (Merritt, 1988; El-Sebaiy ve Metwalli, 1989; Kolsarıcı ve Candoğan, 1997; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Tuzun ete geçişi balığın içinde bulunduğu sıvı ile balıktaki tuz dengeye geldiğinde sona erer (Voskresensky, 1965). Tuzlama teknolojisi hemen uygulanmayacaksa balıkların işleninceye kadar soğuk ortamda bekletilmesi elde edilecek ürünün niteliği için önem arz etmektedir (Connel, 1995; Yapar, 1999).

Balık etinin besin bileşenlerinin balığın türüne, beslenme şekline, mevsimlere, yaşına, cinsiyetine ve yaşadığı habitata göre değişiklik gösterdiği gibi (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Gökoğlu, 2002), balıklara uygulanan dumanlama, tuzlama, dondurma, marinat, kurutma ve konserve gibi işleme yöntemlerine göre de ayrımlılık gösterir (Dyer ve Dingle, 1961; Boyd vd., 1967; Botta vd., 1973; Anonymous, 1978; El- Sebaiy vd., 1987; Aitken vd., 1982; Khuntia vd., 1993; Başar vd., 1997; Horner, 1997; Hall ve Ahmad, 1997, Garthwaite, 1997; Love, 1997; Mackie, 1997; Vishwanath vd., 1998; Hoke vd., 2000; Anelich vd., 2001; Bilgin, 2003). Dumanlanmış ve tuzlanmış ürünlerde su oranının azaldığı çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (Ünal, 1995; Kolsarıcı ve Özkaya, 1998; Bilgin vd., 2001).

Kadife balığı (*Tinca tinca* L.,1758) ülkemiz içsularında yaygın olarak bulunan ve Göller Bölgesi'ndeki su ürünleri işleme tesislerinde yoğun bir şekilde taze olarak işlenen ve pazarlanan bir üründür. Bu türün işlenmesine yönelik ülkemizde şu ana kadar herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada söz konusu açığın giderilmesi için kadife balığının su ürünlerine uygulanan işleme yöntemlerinin başında gelen dumanlama ve tuzlama teknolojilerine uygunluğu ile bu işlemler sonucunda balıkta oluşan bazı besin bileşenlerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK BİLGİSİ

2.1. Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın Genel Özellikleri

Avrupa ve ülkemiz içsularının özellikle kuzey bölgelerinde yayılış gösteren kadife balığı son yıllarda ülkemizin bir çok göl ve baraj gölüne de balıklandırma çalışmaları sonucu dağılmıştır (Geldiay ve Balık, 1996; Kuru, 1996; Yılmaz, 2002).

Kalınca yapılı ve yuvarlak şekilli olan vücut, deri içerisine iyice gömülmüş çok küçük pullarla örtülüdür. Kuyruk sapı kısa ve çok kalın olup aşağı yukarı boyu yüksekliğine eşittir. Yeşil sazan ve ot sazanı olarak da adlandırılırlar. Ağız uçta hafif yukarı kıvrıktır. Ağızın her iki yanında kısa birer adet olmak üzere bir çift bıyık bulunur. Farenks dişleri yanlardan iyice yassılaştırmış ve uçları hafif kıvrıktır. Genellikle bütün yüzgeçlerinin serbest kenarları yuvarlak, kuyruk yüzgeci çok az içe doğru girintilidir. Ventral yüzgeçlerin ikinci ışınları erkeklerde daha iyi gelişmiş olup, bu özellik sayesinde erkek ve dişi bireyleri 2 yaşından itibaren morfolojik olarak ayırt etmek mümkündür. Vücut rengi, genellikle yaşadığı ortama göre oldukça değişir. Genellikle sırt koyu yeşil veya kahverengi, yan tarafları sarı-yeşil, karın bölgesi ise sarı görünüştedir (Geldiay ve Balık, 1996).

Yavaş akan nehirlerde ve durgun sularda yaşayan bu balıklar, dibi çamurlu ve otlu bölgeleri tercih eder. Özellikle göllerin su bitkileri ile kaplı kıyı bölgelerinde oldukça sık rastlanırlar. Yumurtadan çıkışı izleyen üç yıl içerisinde 300 g ağırlığa ulaşmaktadırlar (Demirsoy, 1996; Geldiay ve Balık, 1996).

Gerek ülkemizde ve gerekse yurt dışında sevilerek tüketilen ekonomik önem taşıyan bir türdür.

2.2. Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi

Dumanlama ilk çağlardan beri kullanılan geleneksel bir işleme ve koruma yöntemidir. Avcılık yoluyla besinlerini temin eden ilk insanlar ateşi keşfettikten kısa bir süre sonra avladıkları hayvanları açık odun ateşi üzerinde pişirerek tüketmeye başladıklarında bu yöntemin hem besinlerine lezzet verdiğini hem de dayanma süresini arttırdığını gözlemlemişlerdir (Gökoğlu, 2002).

Günümüz koşullarında çok yaygın işleme teknolojilerinden biri olan dumanlama, kışın yaprağını döken reçinesiz sert ağaçların (meşe, kayın, çınar, gürgen vb.) odun ve testere talaşları kullanılarak yapılan duman içerisinde, ayrımlı tekniklerle tuzlanmış taze balıkların bekletilmesi ile gerçekleştirilir (Ünlüsayın vd., 1997; Ünlüsayın, 1999; Ertaş, 2000).

Dumanlama işlemi, dumandan gelen kimyasal bileşiklerin ve kurutmanın etkisi ile ürünün dayanıklılığını artıran bir yöntemdir. Önemli koruyucu özelliğe sahip olmakla beraber genellikle bu yöntemin kullanılmasındaki asıl amaç ürüne hoş bir koku, lezzet ve görünüm vermektir. Çoğu kez koruma süresinin uzatılması ikinci sırada kalmaktadır (Gökoğlu, 2002). Çünkü dumanlanmış ürün, görüntü ve lezzet bakımından önemli, seçenekli bir tüketim maddesidir (Bilgin, 2003).

Dumanlamanın koruyucu işlevi, dumanlama öncesi yapılan tuzlama, dumanlama sırasında uygulanan ısıtma, kurutma işlemleri ve duman bileşimindeki antibakteriyel ve antioksidant özellikli bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Burt, 1988a; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002).

Dumanlanmış balığın raf ömründe çeşitli faktörler etkindir. Bunlar; balığın türü, tazeliği, dumanlama yöntemi, dumanlanmış ürünün su ve tuz oranı, paketlenme ve depolama şeklidir. Dumanlanmış ürünlerin raf ömürleri 7 gün ile 6 ay arasında değişmektedir (Gülyavuz ve Altınkurt, 1991).

Dumanlama teknolojisi, özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde oldukça gelişmiştir. Dumanlanmış ürünün en çok üretildiği ülkeler; İngiltere, Hollanda, Norveç, Kanada, Almanya ve Japonya olup Hindistan, Endonezya, Malezya, Filipinler, Polonya ve Tayland ise su ürünlerini dumanlayan diğer ülkelerdir. Ülkemizdeki su ürünleri işleme tesislerinin bir kısmında uygulanan dumanlama teknolojisi ile elde edilen ürünler genellikle yurt dışına bir kısmı ise yurt içinde turistik tesislere pazarlanmaktadır. Genellikle su ürünlerine soğuk ve sıcak dumanlama teknolojileri uygulanmaktadır.

2.2.1. Dumanlama Yöntemleri

2.2.1.1. Soğuk Dumanlama

Günümüz teknolojik gelişmeleriyle tam kontrollü dumanlama dolaplarının yapılmasıyla birlikte soğuk dumanlama işlemi daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. Bu yöntemde tuzlama işlemi için kuru tuzlama ve salamura yöntemleri tercih edilir. Kuru tuzlamada; % 33,3'lük oranda kuru tuzlanan balıklar 4°C'de 18 saat bekletildikten sonra su ile dikkatlice yıkanarak 14-15 °C'de 30 dk dumanlama öncesi bekletilir. Dumanlama işlemi ise 22 °C'de 8 saatte yapılmaktadır (Birkeland vd., 2004). Salamura ile tuzlananlarda; örnekler %26'lık tuz derişimide 12 °C'de 6 saat tutulur ve daha sonra dikkatli şekilde su ile yıkanarak 2 °C'de dumanlama öncesi bekletilir. Dumanlama 20-30 °C'de 2m/sn'lik hava akımında 2,5 saat tutularak yapılır (Espe vd., 2001). Bu yöntemde tuzlama işlemi ürünün kalitesi için oldukça önemlidir (Martin, 1994).

2.2.1.2. Sıcak Dumanlama

Sıcak dumanlama balığın 50-80 °C'de 3-8 saat duman içerisinde pişirilmesi işleminden oluşmaktadır (Martin, 1994; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002). Bu yöntemde ürünün yüksek sıcaklıkta pişmesi ve duman aromasını kazanması önceliklidir. Tuz oranı az, su oranı fazla olduğu için soğuk depolarda saklanmalıdır. Soğuk dumanlama yağ oranı % 5-10 olan balıklara, sıcak

dumanlama %10-15 yağ içerenlere uygulanır (Martin, 1994; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Sıcak dumanlanmış ürünler soğuk dumanlanmışa göre daha lezzetlidir.

2.2.2. Dumanlanmış Ürüne Etki Eden Faktörler

Dumanlanmış su ürünleri; tuz içeriği yüksek olmadıkça ve sabit bir nem düzeyine kadar kurutulmadıkça bozulmaya karşı duyarlıdır. Bu nedenle elde edilen ürünler soğukta ve nem düzeyi düşük ortamlarda saklanmalıdır (Gökoğlu, 2002).

Dumanlanmış ürünün kalitesinde, kullanılan tuz, ısıtma-kurutma ve duman olmak üzere üç faktör etkilidir.

Tuzlama, dumanlama işleminden önce materyale uygulanan ve son ürünün kalitesinde önemli rol oynayan ön işlemlerden biridir (Gökoğlu, 1991; Bilgin, 2003). Tuzlama sırasında balık etine tuz girerken, balık eti su kaybeder, Gerek tuzun antiseptik etkisi, gerekse balık etinin su kaybetmesi nedeniyle mikroorganizma etkinliği yavaşlar. Ayrıca tuzlu ortamda oksijen çözünürlüğü azalacağından aerobik bakteri etkinliği olumsuz yönde etkilenir. Doğal olarak tuz besinlere bir lezzet kazandırır. Dumanlanacak balık etine giren tuz miktarı, balığın cinsine, yağ oranına, tazeliğine, ortam sıcaklığına ve tuz derişimine bağlıdır (Ünlüsayın, 1999).

Bayat dondurulmuş balıklarda etin yapısını oluşturan proteinlerin kısmen bozulması nedeniyle tuz girişi yavaşlar. Tuz derişimi ile balık etine giren tuz miktarının doğru orantılı olduğu, derişim arttıkça tuz girişinin arttığı saptanmıştır (Ünlüsayın, 1999). Tuz derişimi %10-12'nin altında iken, balık etine giren tuz miktarı az olacağından proteinlerin çözünürlüğü artar. Bu durumda balık eti bir miktar su soğurur. Su kaybı olmadığından da ağırlık artışı olur. Tuz derişimi %12'nin üzerine çıktığında balık etine giren tuz miktarı da artacağından balık eti su kaybetmeye başlar. %20-22 oranında tuz derişimi uygulandığında balık etine giren tuz miktarı artışına bağlı olarak da su yitimi de artar (Gülyavuz ve

Ünlüsayın, 1999). Kısa süreli tuzlamalarda %18-22'lik derişimin sıcak dumanlamada en uygun oran olacağı bildirilmiştir (Ünlüsayın, 1999; Bilgin, 2003).

Isıtma-kurutma ile su oranı daha da düşürülürken, ürün yüzeyinde hafif bir kabuk tabakası oluşturarak mikroorganizma geçişi engellenir. Dumanlamada kurutma önemli bir işlem basamağı olup, nitelik üzerinde etkilidir. Kurutma ile balık üzerindeki su azalmış olur. Mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşturan su biyokimyasal tepkimelerde bir çözücü olarak iş görmektedir (Bilgin, 2003).

Dumanın konserve edici ve renk verici olmak üzere iki önemli etkisi vardır. Konserve edici etkisi duman içerisindeki maddelerin mikrobiyosid ve mikrobiyostatik etkileri ve yine duman içeriğindeki bileşiklerin antioksidatif etkileri ile gerçekleşmektedir. Renk verici etkisi ise renkli duman ögelerinin alımı, duman ögelerinin polimerizasyon ve oksidasyonu, duman içeriğindeki maddelerin proteinlerle tepkimeye girmesi, asitlerle rengin fiksasyonu, fenollerle diğer duman bileşimindeki maddelerin tepkimeleri şeklinde gerçekleşmektedir (Gökoğlu, 1991; Gökoğlu, 2002).

Duman hem gaz hem de toz zerrecikleri içermektedir. Dumanın yapısında formaldehit, furfuraldehit, fenol, asetik asit, formik asit, butirik asit, kaprilik asit, metil alkol, etil alkol, progallol, xilenol, akrolein gibi bileşikler bulunur. Dumanın antioksidant etkisi fenollerden kaynaklanır. Fenolik bileşikler balık yağını oksidasyona karşı korurlar. Peroksit ve aldehitlerin ilk basamak tepkimelerinin durdurulması ile oluşan kimyasal olayların yanında biyolojik ve enzimatik yağ acılaşması da fenolik antioksidantlarca engellenir. Formaldehit ve asetik asit gibi duman bileşenleri ürün yüzeyinde bakteri ve küf gelişimini engeller. Genel olarak duman balık yüzeyini ince bir zar gibi örter ve mikroorganizmaların ete geçişini önler (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Ertaş, 2000; Gökoğlu, 2002).

2.2.3. Dumanlanmış Balıkların Kalitelerinde Meydana Gelen Değişimler

Dumanlanmış balıklardaki değişimler, balığın türüne, tazeliğine, yağ oranına, dumanlama yöntemine, dumanlama işlemi öncesi yapılan tuzlamaya, kullanılan talaşın niteliğine, dumanlama süresi ve sıcaklığına göre ayrımlılık gösterir.

2.2.3.1. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler

Dumanlanmış balıklarda, ısıtma ve kurutmaya bağlı olarak su kaybının gerçekleşmesi beklenen bir sonuçtur. Birçok araştırmacı da bunu yaptığı çalışmalarla ortaya koymuştur. Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792)'nin ayrımlı tuz derişimleri kullanarak yaptığı sıcak dumanlama sonucunda başlangıçtaki %72,12'lik su içeriğinin %6'lık tuz derişimi ile işlem görmüşlerde %65,17, %21'lik tuz derişimi ile işlem görmüşlerde %64,23'e düştüğünü belirlemiştir. Bu araştırmacıya göre dumanlama sırasında sıcaklık nedeniyle doku suyunda azalma olmaktadır.

Sazan balığının ayrımlı ön tuzlama işlemlerinden (%15, %24) sonra soğuk dumanlaması yapılmıştır. Bu çalışmada tuzlanıp güneş altında belirli bir süre bekletilerek kurutulan balıkların dumanlanması sonucu su oranının kullanılan tuz derişimi ile koşut olarak azaldığı vurgulanmaktadır. Başlangıçtaki su oranı % 78,23±0,55 iken, % 15'lik tuzlama sonrası %74,02±0,79'a, %24'lük tuzlama yapılanlarda ise %71,18±0,49'a düştüğü ve güneş altında bekletilen ve %15'lik derişimle tuzlanan balıklarda %75,16±0,35'e, %24'lük oranda tuzlanan balıklarda ise %72,28±0,37'e düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca 12 saat soğuk dumanlananlarda tuz derişim sırasına göre su içeriğinin %51,32±0,70 ve %50,45±0,15 olduğu saptanmıştır (Hassan, 1988).

Ünlüsayın vd., (2001) gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*), yılan balığı (*Anguilla anguilla* L., 1766) ve sudak (*Sander lucioperca* Kottelat 1997) balıklarına uyguladıkları sıcak dumanlama sonrasında üç türün de dumanlama sonrasında su kaybettiğini saptamışlardır.

Bilgin vd., (2001), kara yayın (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) türünün sıcak dumanlamasından sonra; su içeriğinin % 75,44'ten %66,38'e değin azaldığını belirlemiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Taze ve sıcak dumanlanmış *C. gariepinus*'un bazı bileşenleri (%) (Bilgin vd., 2001)

Örnek	Kuru Madde	Protein	Yağ	Kül	Tuz
Taze Balık	24,56	16,58	5,38	1,21	-
Sıcak Dumanlanmış Balık	33,62	22,58	7,18	3,65	-

Kolsarıcı ve Özkaya (1998). *S. gairdneri*'nin raf ömrüne dumanlama yöntemlerinin etkisini araştırmış, taze örneklerde %29,05±0,75 olan kuru madde miktarının (% 70,95 su) sıcak dumanlanmış örneklerde %43,65±0,45 (%56,35 su)'e yükseldiğini belirtmiştir (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Taze ve sıcak dumanlanmış *S. gairdneri*'nin bazı besin bileşenleri (%) (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998)

Örnek	Kuru Mad. x±SH	Protein x±SH	Yağ x±SH	Kül x±SH	Tuz x±SH
Taze Balık	29,05±0,75	19,05± 0,05	8,45± 0,65	1,31± 0,11	0,10± 0,04
Sıcak Dumanlanmış Balık	43,65±0,45	25,60±1,00	11,23±1,27	4,70±0,10	3,68±0,05

Holland vd., (1991), su oranının uskumru balıklarında dumanlama sonrasında %64,0'dan %47,1'e, Atlantik salmon balıklarında ise %68'den %64,9'a düştüğünü bulmuşlardır. Sigurgisladdottir vd., (2000) tarafından, dumanlama işlemi sonucu balıklarda dehidrasyon meydana gelebileceği belirtilmiştir.

Vishwanath vd., (1998) *Monopterus albus* türünde su içeriğinin sıcak dumanlama ile %77,0±0,08'den %45,7±0'a düştüğünü bildirmiştir. Motohiro, (1988) ise dumanlama sırasında balık etinde su kaybı olduğunu saptamıştır.

Yılan balığı (*Anguilla vulgaris*)'nda dumanlama ve depolama sırasında %15'lik oranda tuzlama yapılan örneklerde 6 haftalık depolama boyunca (7±2 °C) su içeriğinin %56,58'den %51,13'e düştüğü görülmüştür (Çizelge 2.3.) (Salama ve Khalafalla, 1993).

Çizelge 2.3. % 15 oranında tuzlanarak dumanlanmış ve 7±2 °C'de 6 hafta depolanmış yılan balığı (*A. vulgaris*)'ndaki bazı değişimler (Salama ve Khalafalla, 1993).

Süre (Hafta)	Su (%)	Lipit (%)	Tuz (NaCl) (%)	TBA (mgMA/kg)
0	56,58	20,42	6,01	0,9248
1	55,73	20,77	6,90	0,2896
2	54,86	21,00	7,70	0,4210
4	52,66	21,41	8,60	0,1613
6	51,13	21,81	9,80	0,2271

Ünlüsayın vd., (2003) havuz balığı (*Carassius auratus* L.,1758)'nin sıcak dumanlama sonrası su oranının erkek bireylerde %77,40±1,32'den %67,75±2,10'a, dişi bireylerde %75,58±0,34'ten %62,75±1,92'ye değin azaldığını belirlemiştir.

Farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858)'nin kimyasal yapısındaki değişimlerin incelendiği bir araştırmada, taze örneklerdeki % 78,901±1,001 olan su değeri sıcak dumanlama işleminden sonra 4±0,5 °C'de depolanan örneklerde 7. günde %50,813±0,095'e düşmüş ve daha sonraki günlerde hafif bir yükselme göstermiştir (Çizelge 2.4.) (Bilgin, 2003).

Çizelge 2.4. Sıcak dumanlanarak $4\pm 0,5$ °C’de depolanan *S. trutta macrostigma*’nın besin bileşenleri (%) (Bilgin, 2003)

Gün	Su x±SH	T. Lipit x±SH	Top. Yağ Asidi x±SH	İnor. Mad. x±SH	Tuz x±SH
K	78,901±1,001	2,551±0,157	80,178±0,235	1,330±0,020	0,830±0,020
1	50,862±0,994	5,255±0,020	64,193±0,007	2,010±0,050	1,950±0,009
7	50,813±0,095	5,599±0,202	55,139±0,268	2,6820,253	2,409±0,100
14	51,421±0,111	5,710±0,185	76,880±6,582	3,3890,010	2,576±0,433
21	51,087±0,095	8,800±0,070	84,576±2,007	2,940±0,02 0	2,175±0,025
28	53,755±0,247	9,550±0,110	68,825±2,521	2,803±0,279	2,1490,020
36	53,677±0,286	6,860±0,755	77,474±0,987	3,972± 0,004	2,908±0,090
51	53,702±0,294	4,105±0,030	56,874±0,374	3,314±0,010	2,846±0,116

2.2.3.2. Protein İçeriğindeki Değişimler

Isıl işlem uygulanan ürünlerin protein yapılarında bozulma söz konusudur. Denaturasyon sıcaklığının balık türüne, protein çeşidine, balığın yaşadığı ortamın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Genellikle proteinlerin %90’nı 60-65 °C’de bozulurken, %10’u 100 °C’ye kadar bozulmadan kalabilmektedir. Proteinlerde bozulma uzun süreli düşük sıcaklıkta depolama (dondurma) sırasında da görülebilmektedir (Opstvedt, 1988).

Havuz balığının sıcak dumanlama sonrası kimyasal bileşenlerinin tespiti ve raf ömrünün incelendiği araştırmada protein içeriği erkek balıkta %17,34±1,72’den %21,65±1,01’e, dişi balıkta %16,69±1,01’den %20,34±0,69’a yükseldiği saptanmıştır. Çalışmada protein oranında bu artışın nisbi bir artış olduğu, su içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı bildirilmiştir (Ünlüsayın vd., 2003).

Atlantik salmonların taze örneklerinde %18,4 olan protein oranının dumanlanmış örneklerde %25,4’e yükseldiği saptanmıştır (Holland vd., 1991).

C. gariepinus'a uygulanan farklı işleme teknolojilerinden sıcak dumanlama ile protein içeriğinin %16,58'den %22,58'e yükseldiği bulunmuştur (Bilgin vd., 2001).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlanmış gökkuşağı alabalığı örneklerinde protein oranının tazeye göre %6,55'lik bir artışın gerçekleştiğini saptamıştır.

Dumanlanmış yılan balığı etlerinin kimyasal yapısı üzerine yapılan bir araştırmada da taze örneklerde %40,62 olan protein içeriğinin %46,07'ye yükseldiği tespit edilmiştir (İkiz vd., 1994). Salama ve Khalafalla (1993), dumanlanmış *A. vulgaris*'lerdeki değişimleri incelemiş ve protein içeriğinin depolama (7 ± 2 °C) süresince artış gösterdiğini kaydetmiştir.

2.2.3.3. Yağ ve Yağ Asitleri İçeriğindeki Değişimler

Balık etindeki yağ oranı; balığın türüne, beslenme alışkanlığına, büyüklüğüne, uygulanan işleme teknolojilerine, depolama şekline ve saklama sıcaklığına göre farklılıklar gösterir.

Balık eti doymamış yağ asitlerince oldukça varsıldır. Su ürünleri yağlarının yaklaşık %20'si doymuş, %80'ni doymamış yağ asitlerini içerdiği 18, 20, 22 karbonlu yağ asitlerinin çoğunlukta olduğu kaydedilmiştir. Balıklarda yağın kaslarda, karın ve kuyruk bölgesinde, deri altında ve karaciğerde depolandığı görülmektedir (Ünlüsayın, 1999). Doymamış yağ asitleri genellikle sıvı yağlar olup yüksek karbonlu yağ asidi bileşimini içerir (Lee ve Sinnhuber, 1972; Ünlüsayın, 1999). Yüksek karbonlu, bir ve birden fazla çift bağ bulunduran bu yağ asitleri kolayca oksitlenerek balık etinin kalitesini bozar, rengini koyulaştırır, tadını ve kokusunu ağırlaştırır. Balıktaki su oranı ile ters orantılı olduğu bildirilen bu yağların oksitlenmesini sıcaklık, ışık, tuz ve hava ile temas gibi faktörler artırır (Ünlüsayın vd., 1997).

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığının dumanlanması ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada %6'lık tuz derişiminde taze balıktaki %3,62'lik yağ oranının %4,79'a, %21,2'lik tuz derişimi ile ön işleme tabi tutulanlarda bu oranın %3,82'ye çıktığını belirlemiştir.

Dumanlanarak 7 ± 2 °C'de 6 hafta boyunca depolanan yılan balıkları (*A. vulgaris*)'nın yağ içeriğinde % 1,39'luk bir artış saptanmıştır (Salama ve Khalafalla, 1993).

Havuz balığının sıcak dumanlanması ve raf ömrünün belirlenmesine yönelik Ünlüsayın vd., (2003)'nin yaptıkları çalışmada erkek ve dişi balıkların yağ içeriklerinin dumanlama sonrası arttığı belirlenmiştir.

Gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine dumanlama yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının etkisi konulu çalışmada, taze örneklerdeki %8,45±0,65'lik yağ içeriğinin sıcak dumanlama sonunda %11,23±1,27'ye yükseldiği tespit edilmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Bilgin vd., (2001), *C. gariepinus*'a uyguladıkları sıcak dumanlama teknolojisi ile taze balıktaki %5,38'lik orandaki yağ miktarının %7,18'e yükseldiğini bulmuştur. Bazı araştırmacılar, balık yağları üzerine ısıl işlemin olumsuz yönde etkili olduğunu, özellikle doymamış yağ asitlerinin bu etkiye duyarlı bir yapıda olduklarını ve dumanlama işleminin balıkların yağlarında değişimlere yol açabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar balık etine uygulanan ısıl işlemin aşırı doymamış yağ asitlerinde (ADmYA) oksidasyonuna neden olabileceğini, bu yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (22:5n-3) ile dokosahekzaenoik asit (22:6n-3)'in oksidasyona eğilimli olduklarını açıklamıştır (Bligh vd., 1988).

Ünlüsayın vd., (2001)'nin bazı tatlısu balıklarının dumanlama sonrası yağlarındaki değişimleri inceledikleri çalışmada, değerlendirilen her üç türün dumanlama işlemi sonucu yağ oranlarında artış olduğunu belirlemiştir. Araştırmacılar balık etinde bulunan doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine

göre oksidasyona daha duyarlı olduklarını; doymuş tuz çözeltisi ile ön işleme tabi tutulmasının, oksitlenmeyi hızlandırmasına rağmen, su içindeki tuzun oksijenin çözünürlüğünü engelleyerek oksitlenmeyi yavaşlattığı, dumanlamanın antioksidant etkisinin tuzun etkisine göre daha fazla olduğunu saptamışlardır. Çalışmada, taze yılan balıklarında %16,09 doymuş (DYA), %67,30 doymamış (BDmYA), %16,61 aşırı doymamış yağ asidi (ADmYA), taze gökkuşığı alabalığında %19,79 DYA, %57,77 BDmYA, %4,14 ADmYA, sudakta ise %40,14 DYA, %41,31 BDmYA, %17,97 ADmYA bulunmuş olup, dumanlama sonrası genel olarak doymamış yağ asitlerinde azalma, doymuşlarda oransal bir artış saptanmıştır (Çizelge 2.5).

Holland vd., (1991) farklı türdeki deniz balıklarına dumanlama teknolojisi uygulayarak yağ asitlerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bu çalışmada; salmon balığının taze örneklerinde 2,2 g/100g DYA, 5,1 g/100g BDmYA, 3,4 g /100 g ADmYA, dumanlanmış örneklerde 0,8 g/100g DYA, 1,9 g /100g BDmYA, 1,3 g/100g ADmYA, uskumru balıklarının taze örneklerinde ise 3,3 g/100g DYA, 8,0 g/100g BDmYA, 3,3 g/100g ADmYA bulunurken dumanlanmışlarda 6,3 g/100g DYA, 15,1 g/100g BDmYA, 6,3g /100g ADmYA saptanmıştır.

Çizelge 2.5. Sıcak dumanlanmış ve 4 °C'de 28 gün depolanmış sudak balığı (*Stizostedion lucioperca*. L.,1758)'nin yağ asidi metil esterleri kompozisyonu (%) (Ünlüsayın vd., 2001)

GÜNLER	0 (KONTROL)	1	7	14	28
Yağ Asidi					
DOYMUŞ					
8:0	-	-	11,59	-	-
10:0	2,83	-	6,99	-	-
12:0	4,56	-	-	-	-
14:0	0,32	1,34	-	2,96	2,02
16:0	13,91	16,83	-	17,91	16,42
18:0	2,83	0,94	-	1,48	0,29
20:0	3,51	0,83	1,99	0,91	0,26
24:0	-	-	2,30	-	-
Diğer	12,18	20,74	18,60	14,07	20,72
Toplam	40,14	40,68	41,47	37,33	39,71
DOYMAMIŞ					
12:1	2,83	-	-	-	-
14:1	2,83	-	-	3,06	-
16:1	6,64	5,72	-	3,89	1,57
18:1	3,92	8,27	-	15,09	17,65
20:1	5,64	2,40	1,81	2,18	2,73
Diğer	19,45	21,48	-	17,02	19,74
Toplam	41,31	37,87	1,81	41,24	41,69
AŞIRI DOYMAMIŞ					
16:2 Trans	-	-	-	1,27	-
16:2 Cis	-	-	-	1,43	-
18:2 Trans	2,83	3,34	3,33	5,13	2,82
18:2 Cis	6,35	5,79	-	2,84	3,03
20:2 Trans	-	1,66	2,53	-	-
Diğer	8,79	7,95	12,65	8,74	11,88
Toplam	17,97	18,74	18,51	19,41	17,73

Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nin sıcak dumanlama sonrası yağ oranının yükseldiğini, bu yükselişin 4±0,5 °C'de depolanan balıklarda depolama süresince 28. güne kadar arttığını ve daha sonra tekrar azaldığını belirlemiştir. Toplam yağ asitleri 7. güne kadar azalmış, 14. günden sonra düzensiz bir değişim göstererek 51. günde yeniden düştüğü saptanmıştır. Sıcak dumanlama işlemiyle birlikte DYA'de artış görülürken, BDmYA ve ADmYA'de azalış tespit edilmiştir. (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. Sıcak dumanlanarak, $4\pm 0,5$ °C ve -18 ± 1 °C’de depolanan *S. trutta macrostigma* örneklerinin yağ asidi bileşimleri ($\mu\text{g/g}$) (Bilgin, 2003).

Yağ asidi		Süre (Gün)													
		K	DÖ	1	7	14	21	28	36	51	60	90	120	150	180
16:0	DF	102,1	101,0	101,4	101,9	101,8	102,4	104,3	106,2		106,9	106,8	107,0	107,3	107,8
	DS	102,1	101,0	101,5	103,1	105,2	107,4	109,0	111,1	112,0					
18:0	DF	25,18	25,27	25,29	26,41	27,02	27,12	26,79	26,80		26,68	28,80	29,50	29,15	29,0
	DS	25,18	25,27	25,44	26,42	27,81	27,52	27,50	29,51	29,95					
Σ DYA	DF	127,2	126,2	126,6	128,3	128,8	129,5	131,0	133,0		133,5	135,6	136,5	136,4	136,8
	DS	127,2	126,2	126,9	129,5	133,0	134,9	136,5	140,6	141,9					
18:1 ω - 9	DF	122,1	122,4	122,3	122,4	122,8	121,9	121,0	124,1		122,0	120,4	120,1	119,2	117,5
	DS	122,1	122,4	122,2	122,4	123,8	120,8	118,3	117,5	114,2					
20:1 (9)	DF	18,87	19,05	19,49	19,57	19,87	20,11	20,01	19,66		18,37	18,24	17,99	16,53	15,38
	DS	18,87	19,05	20,00	20,63	20,90	20,84	19,03	17,32	14,43					
22:1 (13)	DF	12,97	12,66	11,78	11,76	10,72	10,68	10,35	10,02		9,837	9,530	9,350	9,000	7,373
	DS	12,97	12,66	12,79	10,78	10,68	10,47	9,293	8,000	6,733					
Σ DmYA	DF	153,9	154,1	153,5	153,7	153,3	152,6	151,3	153,7		150,2	148,1	147,4	144,7	140,2
	DS	153,9	154,1	154,9	153,8	155,3	152,1	146,6	142,8	135,3					
18:2 ω - 6	DF	7,161	7,210	7,392	7,238	7,923	7,718	7,736	7,632		7,435	7,450	7,394	6,345	6,107
	DS	7,161	7,210	7,284	6,335	6,381	6,351	6,513	6,447	6,199					
18:3 ω - 3	DF	5,654	5,659	5,666	5,686	5,681	5,678	5,649	5,617		5,593	5,543	5,559	5,531	5,500
	DS	5,654	5,659	5,635	5,681	5,693	5,638	5,519	5,503	4,484					
20:4 ω - 6	DF	3,212	3,001	3,132	2,795	2,653	2,299	2,026	1,871		1,780	1,495	1,441	1,214	1,108
	DS	3,212	3,001	3,184	2,618	2,412	2,083	1,802	1,777	1,757					
22:4 ω - 6	DF	2,060	2,073	2,075	2,104	2,152	2,176	2,157	2,116		2,118	2,111	2,006	2,220	1,208
	DS	2,060	2,073	2,084	2,107	2,134	2,173	2,218	1,265	1,264					
20:5 ω - 3	DF	70,96	70,55	70,39	70,83	70,29	70,82	69,62	70,25		69,19	69,20	68,91	68,88	68,79
	DS	70,96	70,55	70,11	68,12	67,96	67,64	67,17	65,09	65,05					
22:5 ω - 6	DF	10,43	10,50	10,62	11,00	11,18	11,54	11,95	12,49		12,61	12,18	11,61	11,47	11,32
	DS	10,43	10,50	10,63	10,94	11,20	11,73	12,09	12,64	12,87					
22:5 ω - 3	DF	11,74	11,78	11,78	11,74	11,65	11,51	11,51	11,48		11,49	11,47	11,31	11,29	11,31
	DS	11,74	11,78	11,79	11,64	11,57	11,58	11,49	11,49	11,49					
22:6 ω - 3	DF	51,23	50,99	51,19	51,07	49,79	49,42	49,01	48,65		48,08	47,91	47,85	47,58	47,51
	DS	51,23	50,99	51,14	49,65	49,26	48,94	48,51	48,05	47,69					
Σ DmYA	DF	162,4	161,7	162,2	162,4	161,3	161,1	159,6	160,1		158,2	157,3	156,0	154,5	152,8
	DS	162,4	161,7	161,8	157,0	156,6	156,1	155,3	152,2	150,8					

DÖ: Dumanlama öncesi, DS: $4\pm 0,5$ °C’de ve DF: -18 ± 1 °C’de depolanan örnekler

2.2.3.4. Tuz ve İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler

Dumanlanmış balıklarda tuz ve inorganik madde (kül) içeriğinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada *C. gariepinus*'ların tuzlanıp sıcak dumanlanması sonucu inorganik madde miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Taze balıktaki inorganik madde miktarı %1,21 iken dumanlanmış örneklerde bu oran %3,65'e yükselmiştir (Bilgin vd., 2001).

Hassan (1988), sazan (*C. carpio*) balıklarının 12 saat soğuk dumanlanması sonrasında taze örneklerdeki tuz oranını, % 15'lik derişimle tuzlanan örneklerde %10,6±0,42, %24'lük derişimle tuzlananlarda ise %12,3±0,38 olarak tespit etmiştir.

Salama ve Khalafalla (1993), *A. vulgaris*'e uyguladıkları sıcak dumanlama teknolojisi sonucu inorganik madde miktarının %1,31±0,11 (taze)'den %4,70±0,10'e (dumanlanmış); tuz içeriğinin de %0,10±0,04 (taze)'ten %3,68±0,05'e (dumanlanmış) yükseldiğini saptamıştır.

Ünal (1995), %6 ve %21 oranlarında tuzladıkları gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*)'nin inorganik madde içeriğinin tuz oranıyla doğru orantılı olarak arttığını tespit etmiştir. Taze balıklarda inorganik madde miktarı %1,43, tuz %0,46 iken, %6 oranında tuzlanarak dumanlanan örneklerde bu değerler sırasıyla %3 ve %3,06 olarak bulunmuştur. %22 oranında tuzlanarak dumanlananlarda ise inorganik madde miktarı %3,76 ve tuz %4,21 olarak belirlenmiştir.

Ünlüsayın vd. (2001), taze yılan balığında %1,25±0,21, gökkuşığı alabalığında %1,80±0,14, sudakta %2,02±0,01 olan inorganik madde miktarının dumanlama sonrası sırası ile %2,30±0,16, %3,52±0,11 ve %4,47±0,21'e yükseldiğini tespit etmiştir.

Sıcak dumanlama yönteminin uygulandığı bir çalışmada gökkuşığı alabalıkları 5-6 °C'de 60 gün depolanarak ürünün raf ömrü belirlenmeye çalışılmıştır. Depolama

süresince tuz içeriğinde çok önemli değişimler gözlenmemiştir (Çizelge 2.7) (Gökoğlu ve Varlık,1992).

Çizelge 2.7. 60 gün süreyle buzdolabı koşullarında depolanan sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıkları (*S. gairdneri*)'nda tuz ve TVB-N değişimleri (Gökoğlu ve Varlık, 1992).

Depolama Günleri	Tuz (%)	TVB-N (mg/100g)
0	4	17
5	3,5	21
10	4	22
15	4	22
20	4,5	23
25	4	25
30	3,5	26
35	4	28
40	4	32
45	4	35
50	4,5	43
55	4	50
60	4	62

Bilgin (2003), herhangi bir işleme teknolojisi uygulamadığı dağ alabalığının inorganik madde ve tuz oranını sırasıyla %1,330±0,020 ve %0,830±0,020 olarak bulurken, dumanlama teknolojisi uyguladığı ve 4±0,5 °C'de 51 gün depoladığı balıklarda inorganik madde ve tuz oranlarını, sırasıyla %3,314±0,010 ve %2,846±0,116 olarak tespit etmiştir (Çizelge 2.4).

2.2.3.5. pH Değerindeki Değişimler

pH su ürünlerinin tazelik ölçülerinden biridir. Canlı balıkta pH'nın 7,2-7,3 dolayında olduğu kaydedilmiştir. Balıklarda pH 5,3'ün altına düşmez. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi glikojenin laktik aside dönüşme tepkimesinin dengeye ulaşması, ikincisi oluşan laktik asit tuzlarının tampon oluşturmasıdır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Diler vd. (2002), sıcak dumanlama teknolojisi uyguladıkları eğrez balığı (*Vimba vimba tenella*)'nı 43 gün süreyle $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. Bu çalışmada pH değerinin $7,11\pm 0,10$ 'dan (1. gün), $7,23\pm 0,06$ 'ya (43. gün) yükseldiği saptanmıştır (Çizelge 2.8).

Çizelge 2.8. Sıcak dumanlanmış eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nin depolama süresince kimyasal analiz bulguları (Diler vd., 2002)

Gün	pH x±SH	TVB-N x±SH	TBA x±SH
1	7,11±0,10	19,56±1,00	0,63±0,06
7	6,72±0,08	15,13±1,04	0,70±0,07
14	6,75±0,08	25,50±1,81	0,93±0,06
21	7,06±0,05	25,58±2,32	0,70±0,08
28	7,16±0,09	25,95±3,07	1,13±0,20
43	7,23±0,06	58,60±3,92	1,28±0,15

Ünlüsayın (1999), sıcak dumanlama öncesi ve sonrası yapılan pH ölçümlerinde bu değerlerin sırasıyla yılan balığında 5,72-6,11, gökkuşuğu alabalığında 6,12-6,62, sudakta 6,51-6,95 arasında değiştiğini bulmuştur.

Ünal (1995), farklı tuz konsantrasyonları kullanarak gerçekleştirdiği sıcak dumanlama sonrası ürünleri $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve -33°C 'de depolamıştır. %22 oranında tuzlanarak dumanlanan örneklerin pH değeri buzdolabı koşullarında depolama sırasında değişime uğramıştır. 0. günde 6,05, 5. günde 6,20, 45. günde 6,09, 65. günde 6,25 ve 87. günde 6,26 bulunan pH değerleri, -33°C 'de %22 oranında tuzlanarak dumanlanan örneklerde ise pH Şubat'ta 6,25, Nisan'da 6,33, Kasım'da 6,28 ve Ocak'ta 6,25 olarak belirlenmiştir.

S. trutta macrostigma'nin sıcak dumanlama sonrası $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 51 gün koruma altına alınarak pH değişimlerinin belirlendiği bir çalışmada, başlangıçta $6,605\pm 0,005$ olan pH değerinin depolama sonunda $6,290\pm 0,010$ 'a düştüğü saptanmıştır (Çizelge 2.9) (Bilgin, 2003).

Çizelge 2.9. Sıcak dumanlama sonucu *S. trutta macrostigma*'nın 4±0,5 °C'de depolanması süresince pH, TBA ve TVB-N değerlerindeki değişimler (Bilgin, 2003)

Gün	pH x±SH	TBA(mgMA/kg) x±SH	TVB-N(mg/100g) x±SH
K	6,605±0,005	0,452±0,100	13,968±1,936
1	6,425±0,005	1,087±0,020	19,403±0,503
7	6,500±0,050	1,557±0,006	21,924±0,075
14	6,495±0,005	3,290±0,005	23,354±0,249
21	6,460±0,010	7,353±0,103	26,988±0,011
28	6,510±0,010	7,535±0,090	27,751±0,101
36	6,500±0,100	8,021±0,010	30,463±0,541
51	6,290±0,010	8,063±0,010	34,378±0,432

Ünlüsayın vd. (2003), tarafından sıcak dumanlama sonrası *C. auratus*'un kimyasal bileşenleri ve raf ömrünü araştırıldığı çalışmada, 4 °C'de 28 gün depolama sürecinde pH değerinin 6,26-6,59 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10. Sıcak dumanlanmış *C. auratus*'un 4° C'deki raf ömrüne bağlı pH, TBA ve TVB-N değerindeki değişimler (Ünlüsayın vd., 2003).

Gün	pH x±SH	TBA (mg/Kg) x±SH	TVB-N (mg/100 g) x±SH
1	6,54±0,02	0,15±0,01	21,00±0,10
7	6,59±0,05	2,27±0,14	21,00±0,10
14	6,26±0,11	3,57±0,03	26,60±0,20
21	6,29±0,07	4,28±0,04	32,46±0,10
28	6,43±0,09	6,32±0,08	35,60±0,10

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlama yöntemlerinin ve depolama sıcaklığının gökkuşağı alabalığının raf ömrü üzerine etkilerini çalışmıştır. Çalışmaya göre taze balıkta 6,12 olan pH değeri soğuk ve sıcak dumanlanmış örneklerde önemli artış göstermiştir. Sıcak dumanlanarak 4°C'de depolanan örneklerde 8 günlük depolama sonucunda pH 6,44 değerine ulaşmıştır. 28 günlük depolama sonucunda

pH 6,25, 48 günlük depolama sonunda ise 6,47 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11. Sıcak dumanlamanın, 4 ± 1 °C’de ve -18 ± 1 °C’de depolanan gökkuşacağı alabalığı (*S. gairdneri*)’nın pH ve TVB-N değerlerine etkisi (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Gün	pH		TVB-N (mg/100 g)	
	4 ± 1 °C	-18 ± 1 °C	4 ± 1 °C	-18 ± 1 °C
0	6,12	6,12	17,60	17,60
4	6,56	-	20,20	-
8	6,44	-	21,45	-
12	6,59	-	22,25	-
16	6,49	-	22,95	-
20	6,36	-	23,04	-
24	6,46	-	24,74	-
28	6,25	-	27,57	-
30	-	6,62	-	20,25
32	6,49	-	29,05	-
36	6,56	-	30,39	-
40	6,52	-	31,75	-
44	6,35	-	32,50	-
48	6,47	-	32,72	-
60	-	6,31	-	21,90
90	-	6,56	-	22,52
120	-	6,52	-	23,20
150	-	6,61	-	24,98
180	-	6,57	-	28,36

Taze ve dumanlanmış *M. albus* türünün biyokimyasal, besinsel ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada taze balıkta $6,90\pm 0,07$ olan pH değeri dumanlanmış örneklerde $7,25\pm 0,03$ olarak kaydedilmiştir (Vishwanath vd.,1998).

2.2.3.6. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerindeki Değişimler

Balık etlerindeki oksidasyon düzeyi balığın türüne, yağ içeriğine, diğer kimyasal özelliklerine, uygulanan işleme teknolojisine ve depolama koşullarına göre değişmektedir. Balığın depolama süresini etkileyen faktörlerden biri de yağların hidrolizi ve oksidasyonu sonucu bozulmalarıdır. Yağlardaki acılaşmayı gösteren

parametrelerden birinin tiyobarbitürik asit (TBA) değeri olduğu bildirilmiştir (Bligh vd., 1988; Ünal, 1995).

Diler vd. (2002), sıcak dumanlama yapılarak 4 ± 1 °C'de 43 gün depolanmış eğrez balıklarında TBA değerinin tuzlama işlemi ile birlikte önemli artış ($P<0,01$) gösterdiğini; buna karşın dumanlama sonrası gözlemlenen artışın önemli olmadığını belirlemiştir ($P>0,05$). TBA düzeyleri depolama süresince düzensiz değişim göstermekle birlikte depolamanın başlangıcında 0,63 mgMA/kg iken, 43. günde 1,28 mgMA/kg'a yükselmiştir (Çizelge 2.8).

Sıcak dumanlanmış gökkuşağı alabalıkları ile yapılan çalışmada; yağ oksidasyon ürünü olan malonaldehit bileşiğinin TBA reaktifi ile pembe-kırmızı renk oluşturduğu ve buradan TBA değerinin elde edilerek yağlardaki oksidasyonun belirlenmesinde kullanılan parametrelerden biri olduğu vurgulanmaktadır (Ünal, 1995; Bilgin, 2003).

Ünlüsayın vd. (2003), sıcak dumanlanarak 4 °C'de 28 gün depolanmış *C. auratus*'larda da TBA değerinin artış gösterdiğini ve zamanla balıkların tazeliklerini kaybettiklerini bildirmişlerdir (Çizelge 2.10).

Yılan balıklarında (*A. vulgaris*) dumanlama ve depolama sırasında kimyasal, bakteriyolojik ve duyuşal değişimlerin incelendiği çalışmada TBA değeri düzensiz bir şekilde değişmiştir. %7,5 ve %15'lik oranlarda tuzlama işlemine tabi tutulan balıklarda TBA değerinin 5 haftalık depolama sonucu %7,5'lik tuz oranında en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 2.3) (Salama ve Khalafalla, 1993).

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerine etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada sıcak dumanlanarak 4 °C'de depolanan gökkuşağı alabalığı, palamut, som balığı ve tirsi balıklarının TBA değeri depolama süresince düzenli olarak artmıştır.

Bilgin (2003) sıcak dumanlama teknolojisi uyguladığı dağ alabalıklarında TBA değerinin depolama süresince düzenli olarak arttığını tespit etmiştir (Çizelge 2.9.)

2.2.3.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerindeki Değişimler

Balık ve ürünlerinin tazelik kontrollerinde çok fazla kullanılan kimyasal parametrelerden biridir. Depolama boyunca ürünün TVB-N değeri sürekli artma eğilimindedir (Gökoğlu ve Varlık, 1992; Bilgin, 2003).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlama yöntemleri ve depolama sıcaklığının gökkuşığı alabalığının raf ömrüne etkisini araştırmıştır. Taze örneklerde 17,60 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değeri, sıcak dumanlama yapılarak +4±1 °C'de depolanan örneklerde 8. günde 21,45'e, 28. günde 27,57'ye ve 48. günde ise 32,72 mg/100g'a kadar düzenli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2.11).

Gökoğlu ve Varlık (1992), sıcak dumanlama teknolojisi uyguladıkları gökkuşığı alabalıklarını buzdolabı koşullarında depoladıklarında, taze balıktaki 17 mg/100g olan TVB-N değerinin depolamanın son gününde (60. gün) 62 mg/100g'a ulaştığını bildirmiştir (Çizelge 2.7).

Ünlüsayın vd. (2003)'nın *C. auratus*'un et verimi, sıcak dumanlama sonrası kimyasal bileşenleri ve 4 °C'deki raf ömrünün tespiti konulu çalışmalarında; 28 gün depolanan örneklerde TVB-N değerinin arttığı vurgulanmıştır (Çizelge 2.10).

Kaya (1994), sıcak dumanlanan gökkuşığı alabalığı, som balığı, palamut ve tirsi balıklarının TVB-N değerlerinin depolama süresince düzenli olarak arttığını ve bu olaya koşut bir şekilde nitelik yitirmeye başladığını tespit etmiştir.

Ünal (1995), % 6'lık tuzlamadan sonra sıcak dumanlama teknolojisi uyguladığı ve buzdolabı koşullarında depoladığı gökkuşığı alabalığında 0. gündeki 23,8mg/100g olan TVB-N değerinin depolama sonunda (87. gün) 35,0mg/100g'a, %22'lik tuzlama uyguladıktan sonra sıcak dumanlama teknolojisi kullanarak

depoladığı balıklarda ise depolama sonunda (87.gün) TVB-N değerinin 39,2mg/100g'a ulaştığını saptamıştır. Bu çalışmada ayrıca dumanlanmış balığın TVB-N içeriğinin; hammadde kalitesine, salamura derişimine, dumanlama teknolojisine, elde edilen ürünün paketlenme şekline ve depolama koşullarına göre değişebileceğini vurgulamıştır.

Sıcak dumanlama işlemi uygulanarak $4\pm 0,5$ °C'de 51 gün süreyle koruma altına alınan *S. trutta macrostigma*'larda bozulma parametrelerinden biri olan TVB-N değerinin başlangıçta $13,968\pm 1,936$ mg/100g iken 51. günde $34,378\pm 0,541$ mg/100g'a yükseldiği belirtilmektedir (Çizelge 2.9) (Bilgin, 2003).

2.2.3.8. Mikrobiyolojik Değişimler

İşleme teknolojisi uygulayarak balığın başlangıçtaki mikroorganizma yükü elde edilecek son üründe oldukça önemlidir. Dumanlama teknolojisinde özellikle de sıcak dumanlamada hammaddenin sahip olduğu mikroorganizmaların bir kısmı uygulanan ön işlemlerle (temizleme ve tuzlama) sıcaklığın ve dumanın bakterisid etkisi ile azaltılabilse de tamamen yok edilemez.

Sıcak dumanlamanın eğrez balığı (*V.vimba tenella*)'nın kalitesine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir araştırmada, elde edilen ürün 4 ± 1 °C'de 43 gün süreyle depolanmıştır. Toplam mezofilik aerobik (TMA), toplam psikrofilik aerobik (TPA), koliform grubu ve maya-küf miktarında 43. günde artış saptanmıştır. TMA'da 1. gündeki $4,77 \pm 0,03$ olan değer 43. günde $8,05 \pm 0,02$ 'e, TPA'da ise sırasıyla $4,51 \pm 0,01$ 'dan $8,33 \pm 0,02$ 'ye, koliform grubunda ise sırasıyla $1,10 \pm 0,60$ 'dan $7,63 \pm 0,03$ 'e ve maya-küfte $2,05 \pm 0,06$ 'dan $6,82 \pm 0,03$ 'e log 10 kob/g yükseldiği bildirilmiştir (Çizelge 2.12) (Diler vd., 2002).

Çizelge 2.12. Dumanlanmış eğrez balıkları (*V.vimba tenella*)'nın depolama süresince mikrobiyolojik analiz bulguları (Diler vd., 2002).

Gün	TMA x±SH	TPA x±SH	Koliform x±SH	Maya-küf x±SH
1	4,77±0,030	4,51±0,010	1,10±0,600	2,05±0,060
7	7,39±0,020	7,40±0,040	5,47±0,010	4,15±0,030
14	6,95±0,008	5,71±0,060	4,63±0,030	3,86±0,040
21	8,01±0,060	7,36±0,060	7,08±0,070	6,67±0,040
28	7,81±0,030	6,97±0,290	6,09±0,400	4,81±0,020
43	8,05±0,030	8,33±0,020	7,65±0,030	6,82±0,030

Ünal (1995) gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nı sıcak dumanlayarak 3 ve -33 °C'de muhafaza altına almıştır. Taze örneklerde toplam mikroorganizma sayısı % 6'lık oranda tuzlananlarda $2,07 \times 10^5$, %21'lik tuzlananlarda da $113, \times 10^6$ adet/g bulunmuştur. Depolama koşulları dikkate alındığında buzdolabında depolanan balıklarda sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak mikroorganizma sayısı önemli derecede değişim gösterirken, derin dondurucuda depolanan örneklerde gittikçe düşen değerler sergilediğini belirlemiştir. %6'lık tuz derişimi ile tuzlanarak derin dondurucuda depolanan örneklerde başlangıçtaki toplam mikroorganizma sayısı $2,1 \times 10^4$ adet/g iken, %21'lik tuz derişimi ile tuzlananlarda $89,2 \times 10^4$ adet/g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 7. ayında bu değerini sırasıyla $3,1 \times 10^2$ ve $1,1 \times 10^2$ adet/g düzeyine indiğini belirlenmiştir. Koliform ilk grupta 40 adet/g iken, ikinci grupta değerlendirilen örneklerin genelinde 11 adet/g'dan daha az saptanmıştır.

2.3. Tuzlanmış Ürün Teknolojisi

Balıkların tuzlanarak saklanması en eski koruma yöntemlerinden biri olup bu yöntemin M.Ö. 3500-4000 yıllarına kadar dayandığı belirtilmektedir (Gökoğlu vd., 1994). Özellikle soğuk depolama tekniği ve ısıl işlemin gelişmediği yıllarda tuzlanarak balık üretimi ve ticaretinin yaygın bir yöntem olduğu bildirilmektedir (Yapar, 1999). Ancak günümüzde diğer koruma tekniklerinin gelişmesi ve taze

balık dağıtımının yaygınlaşması nedeniyle eskiye göre bir azalma olmuştur (Akçiçek ve Canyurt, 1995).

Balıkların tuzlanması, hem tüketici alışkanlığı, hem de ekonomik nedenlerden dolayı günümüzde gelişmiş ülkelerde hala uygulanan bir işleme yöntemidir (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989; Gökoğlu vd., 1994).

Balıkların tuzlanarak işlenmesi kolay bir teknoloji olup düşük bir maliyetle ürün elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzlama işlemi kurutma ve dumanlama gibi işleme teknolojilerinde bir ön işlem olarak da uygulanmaktadır (Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002; Bilgin, 2003).

Tuzlama işlemi, dokulara tuzun girişi ile oluşan temel bir koruma yöntemidir (Yapar, 1989; Gökoğlu vd., 1994). Tuzlamanın asıl amacı balık etinde suyun bir kısmının uzaklaştırılmasıdır. Böylece ete tuz girişi ile birlikte etin su içeriği düşmüş olur. Tuzlama esnasında etteki su, eti yavaş yavaş terk eder (Aitken vd., 1982; Gökoğlu vd., 1994).

Tuz girişi ve su çıkışı, kuramsal olarak balık eti içindeki tuz derişimi dışarıdaki tuz derişimine eşit olana kadar devam eder. Tuz dezenfektan özelliği olan bir maddedir. Yapısında bulunan Cl⁻ iyonunun sterilizasyon etkisi bakterilerin çoğalmasını engeller. Tuz balık eti içerisine girerek bakteri hücrelerinin yapısını bozar ve bakterinin ölümüne neden olur. Bakterilerin aktifliğini etkileyen tuz oranı balık eti ağırlığının %10'u kadardır. Ancak tuza hoşgörülü bakteriler de vardır. Bu tür bakteriler %15-20 oranında tuz bulunduran balık etinde dahi etkisini gösterir. Tuzun derişiminin fazla olması halinde protein yapısında olan enzimlerin yapısı bozulur. Bu olaydan dolayı otoliz hızı yavaşlar ve kokuşma gecikir. Ancak tuz oksidaz enziminin aktivitesini arttırdığından tuzlanmış ürünlerdeki yağların oksitlenmesi hızlanır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2.3.1. Balık Tuzlama Yöntemleri

Tuzlama; genellikle kuru tuzlama ve salamura olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır (Gökoğlu vd., 1994). Kuru tuzlama kolayca uygulanabilir bir yöntem olduğundan diğer tuzlama yöntemine göre uygulama alanı daha fazladır. Balığın uygun kaplara (fiçı, cam kavanoz, plastik bidon vb.) kuru tuzla ovularak yerleştirilmesi işlemidir.

Kuru tuzlama teknolojisinde; balıklar bütün vücuduyla tuzlanabildiği gibi iç organları ve solungaçları çıkarılarak da tuzlanabilir. Genellikle büyük balıklar iç organları çıkarılarak, küçük balıklar ise iç organları ile birlikte tuzlanır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Kuru tuzlama; balığın üzerine kuru tuz serpilerek geçişimle tuzun ete girmesi, suyun dışarı alınması ve yoğun tuzla koruma yöntemidir. Kuru tuzlamada balığın tüm kısımları tuzla örtüldüğünden ve tuz etin daha kalın kısımlarına serbestçe uygulandığından önemli bir yöntemdir. Kuru tuzlama tuzun balık etine çok hızlı geçişini sağlar. Tuzun ıslak balık eti ile temasa geçtiği yerde tuz balık etindeki suyu çeker. Balık etindeki su geçişim basıncı ile dışarı sızarken, tuz da balık etine girer. Bu yöntemin dehidrasyon etkisi çok fazladır. Tuzun giriş etkisi de çok fazla olduğundan balık eti kısa sürede oluşabilecek bozulmalardan korunmuş olur. (Gökoğlu vd., 1994)

Salamura tuzlama teknolojisi; balığın yoğun tuz çözeltisi içerisine konularak korunması yöntemidir. Salamura işlemi uygun kaplarda (fiçı, cam kavanoz, özel havuzlar vb.) gerçekleştirilir. Tuzun su çekme özelliğine bağlı olarak içinde bol miktarda proteinli maddeler ve kan bulunan bir salamura sıvısı oluşur. Bu yöntemde yağların hava ile oksidasyonu engellenir, tuz geçişi homojendir, tuz çözeltisinin derişimi ayarlanabilir ve dehidrasyon azaltılabilir. Salamura teknolojisi ile yapılan tuzlama, kuru tuzlamayla karşılaştırıldığında ticari olarak daha az önem taşımaktadır (Gökoğlu vd., 1994).

2.3.2. Tuzun Ete Girme Hızını Etkileyen Faktörler

Tuzun girişini (ete giriş) çeşitli faktörler etkiler; balığın kimyasal bileşimi, vücut şekli, türü, tuzlama sırasında ölüm sertliği safhasında olup olmadığı, tuzun derişimi, ortam sıcaklığı, tuzlama yöntemi, kullanılan tuzun arılığı gibi etmenler olayda işlevseldir (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989; Kolsarıcı ve Candoğan, 1997; Gökoğlu, 2002).

Tuzlama sırasında seçilen tuzlama yöntemlerinden kuru tuzlamada balık etinden yoğun bir şekilde su çıkmakta buna karşın ete yoğun bir şekilde tuz girişi olmaktadır. Bu yöntemde ete tuzun girişi yoğun tuz nedeniyle oldukça hızlıdır. Salamura yönteminde ise bu olay daha yavaştır (Voskresensky, 1965; Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Balık kas dokusu yüzeyindeki hücrelerin tuz konsantrasyonu en yüksek noktaya ulaştığında; tuz, kas dokusunun iç katmanlarına doğru yavaş yavaş ilerler. Balık kasındaki suyun özütlenmesi ise geçişim etkisiyle gerçekleşmektedir. Tuz, balık etinin daha derinlerine ilerlediğinde suyun yayılımı da azalır ve en sonunda su çıkışı sona erer. Bu olay, tuzun balık etine girişinin sona ermesinden önce olur (Gökoğlu, 2002).

Tuzlanacak ürünün taze olup olmaması tuzun ete girişini etkileyen önemli bir etmendirdir. Taze balıklarda tuzun girişi kolay olup, balık tazeliğini yitirdikçe bağ doku zayıflar, hücreler parçalanır ve tuz girişi yavaşlar. Yağ oranı yüksek balıklarda su oranı düşük olduğundan suyun çıkışı güç olup tuz girişi yavaştır. Bu tür balıklarda yağ dokusunun fazlalığı, yağın deri altında birikmiş olması nedeniyle su çıkışı ve tuz girişi engellenir. Bu nedenle yağlı balıkların tuzlanmasında tuz derişiminin yüksek olması ve tuzlama süresinin uzun tutulması gerekir. Ayrıca derisi kalın ve pullu balıklarda tuz girişi yavaştır. Tuz girişinde balık büyüklüğü de etkin rol oynar. Bu nedenle büyük balıklar tuzlanırken iç organlarının çıkarılması, iç organ boşluğunun tuzla ovulması, gerekirse de fileto yapılarak tuzlama uygulanmalıdır (Connell, 1995; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Tuzlanmış ürünlerde kullanılan tuzun derişimi ete geçiş hızını etkileyen önemli faktörlerdendir (Tsuchiya, 1961; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Gökoğlu, 2002). Tuz derişimi arttıkça tuzun ete giriş hızı artar. Tuz derişimi %10'un altında ise balığa daha az oranda tuz girer. Tuzun ete girme oranı ilk 1-2 gün oldukça hızlı olup zamanla düşer. Belirli bir zaman sonra da denge oluşur (Tsuchiya, 1961; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Voskensky, 1965).

Tuzlama teknolojisinde kullanılan tuzun niteliği ve arılık derecesi tuzun ete geçişini etkiler. Tuzlama işleminde kullanılan tuzun arılık düzeyi balığa tuz girişinde olduğu kadar üründeki renk oluşumunda da önemlidir. Tuzda kalsiyum, magnezyum, klorit ve sülfat tuzları ete tuz girişini yavaşlatarak üründen acı bir tat oluşmasına neden olur. Diğer taraftan arı tuzla tuzlanan balıklar sarımtırak renkte, yumuşak ve lezzetli iken, kalsiyum, magnezyum bileşiklerini içeren tuz son ürünün daha az beyazımsı (açık) renkte olmasını sağlar. Ancak tüketim beğenisi azalır. Tüketiciler genellikle salamura sirkelerinin beyaz renkte olmasını istediklerinden, kullanılacak tuz içinde bu bileşiklerin çok az miktarda olmasını yeğlerler (Connell, 1995; Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Kolsarıcı ve Candoğan, 1997; Horner, 1997; Bilgin, 2003).

Ortam sıcaklığının artması balık eti içerisine giren tuz oranını arttırır ve su çıkışını kolaylaştırır. Ancak sıcaklığın artışı otoliz hızını ve buna bağlı kokuşmayı hızlandıracağından tuzlama sırasında sıcaklığın yükselmesi istenmez. Genellikle tuzlama 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda yapılmalıdır (Tsuchiya, 1961; Connell, 1995; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2.3.3. Tuzlanmış Balıkların Kalitesinde Meydana Gelen Değişimler

2.3.3.1. Su ve Kuru Madde İçeriğindeki Değişimler

Tuzlama işlemiyle birlikte balık kas dokusuna tuzun girmesiyle balık kasından su çıkışı olur. Bunun sonucunda kuru madde içeriğinde suyun dışlanmasından dolayı artış gerçekleşir.

Farklı tuzlama yöntemlerinin değişik balıklarda kalite ve saklama süresinin etkilerinin belirlenmesine yönelik bir çalışmada, kuru tuzlama ve salamura yöntemleri uygulanarak 4 °C’de depolanmış gökkuşuğu alabalığında başlangıçta %24,35, salmon balığında %29,96 olan kuru madde oranı, depolama süresinin sonunda gökkuşuğu alabalığında kuru tuzlamada %41,91, salamurada %27,58’e, salmon balığında kuru tuzlamada %44,73, salamurada ise %30,74’e yükselmiştir. Bu yükselişin tuzlamayla birlikte örneklerde artan tuz miktarından ve suyun belirli miktarda yitiminden kaynaklandığı belirtilmektedir(Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Çizelge 2.13. *O. mykiss*’te tuzlama yöntemi ve depolama süresine göre meydana gelen bazı değişimler (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Parametre Süre (Gün)	Kuru Madde (%)		Protein (%)		Yağ (%)		Tuz (%)		TVB-N (mg/100g)		TBA (mg/kg)	
	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S
Taze	24,35	24,35	19,27	19,27	3,45	3,45	0,88	0,88	4,20	4,20	0,15	0,15
15	42,95	29,07	18,75	17,71	3,27	2,43	15,34	8,48	8,40	5,60	0,27	0,25
45	42,41	26,51	18,28	17,61	3,00	1,76	17,39	11,40	9,81	7,00	-	0,34
75	43,11	28,26	18,02	17,13	2,08	1,65	17,68	12,13	11,21	8,40	1,01	0,39
105	44,34	29,24	17,82	17,03	1,71	1,48	20,75	14,32	11,21	11,21	1,08	0,89
135	42,73	28,72	17,24	16,93	1,64	1,45	21,33	14,61	12,61	11,56	1,15	1,05
165	41,91	27,58	16,83	15,89	1,62	1,43	21,33	15,05	12,61	12,61	2,20	1,25

KT: Kuru Tuzlama

S: Salamura

Lakerda üretimiyle ilgili bir araştırmada %25’lik kuru tuzlama ve %20’lik salamura teknolojileri uygulanan palamut balıkları (*Sarda sarda*) 9 ay süreyle koruma altına alınmıştır. Kuru madde oranı başlangıçta ortalama %56,27 olarak saptanmıştır. Antioksidant ilavesi yapılmayan örneklerde, zamana bağlı olarak

kuru madde oranındaki değişim kuru tuzlama yönteminde üçüncü aya kadar önemli düzeyde olmamıştır ($P>0,05$). Kuru madde oranı üçüncü ve altıncı aylarda önemli düzeyde ($P<0,05$) azalmalar göstermiştir. Salamura teknolojisinin uygulandığı grupta kuru madde azalması, zamana bağlı olarak hızlı bir şekilde ortaya çımıştır. Taze palamutlarda %56,27 olan kuru madde, kuru tuzlama yapılan örneklerde 1. ayda %53,13, 2. ayda %54,52, 3. ayda %47,65, 9. ayda %44,82 olarak bulunurken salamura örneklerinde bu değer sırasıyla %35,87, %28,03, %33,70 ve %25,06 olarak tespit edilmiştir (Tömek vd., 1989).

Çizelge 2.14. Salmon balıkları (*S. salar*)’nda tuzlama yöntemi ve depolama süresine göre meydana gelen bazı değişimler (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Parametre Süre (Gün)	Kuru Madde (%)		Protein (%)		Yağ (%)		Tuz (%)		TVB-N (mg/100g)		TBA (mg/kg)	
	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S
Taze	29,96	29,96	21,88	21,88	6,04	6,64	0,88	0,88	4,20	4,20	0,09	0,09
15	45,73	31,82	20,83	19,79	4,83	4,55	13,88	8,77	8,40	5,60	0,38	0,23
45	42,36	29,19	20,57	19,22	4,37	3,36	14,47	9,50	8,40	9,81	1,32	1,13
75	42,51	30,11	20,05	19,01	2,56	2,62	18,85	11,69	9,81	11,21	2,65	1,94
105	42,61	30,39	19,90	18,49	2,39	2,52	19,44	12,28	11,21	12,61	2,73	1,99
135	45,67	32,66	18,49	17,19	2,19	2,31	20,16	12,86	11,91	14,01	4,41	3,32
165	44,73	30,74	17,97	16,31	2,12	2,02	20,75	13,30	14,71	16,11	5,11	3,48

KT: Kuru Tuzlama

S: Salamura

Khuntia vd. (1993), pembe levrek balıklarını (*Nemipterus japonicus*) sıradan sofrata tuzu kullanarak yaptıkları salamuraları iki farklı depolama sıcaklığında ($2,5\pm 1^\circ\text{C}$ ve $26,8\pm 3,3^\circ\text{C}$) muhafaza altına alarak, örneklerin bileşenlerindeki değişimleri araştırmışlardır. $2,5\pm 1^\circ\text{C}$ ’de depolanan örneklere göre $26,8\pm 3,3^\circ\text{C}$ ’de depolananlarda su kaybının çok daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Bilgin (2003), farklı işleme yöntemlerine göre dağ alabalığı (*S. trutta, magrostigma*)’nın kimyasal yapısındaki değişimleri incelemiştir. Çalışmada %20 oranında tuz derişimi ile kuru tuzlaması yapılan örnekler $4\pm 0,5^\circ\text{C}$ ’de 180 gün koruma altına alınmıştır. Başlangıçtaki su içeriği $\%78,90\pm 1,001$ olan örneklerde

1. günde $70,054 \pm 0,052$, 14. günde $63,850 \pm 0,186$, 28. günde $58,258 \pm 0,177$ ve 180. günde $53,068 \pm 0,252$ oranlarına gerilemiştir (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.15. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak $4 \pm 0,5$ °C’de depolana *S. trutta macrostigma*’nın besin bileşenleri (%) (Bilgin, 2003)

Gün	Su x±SH	T. Lipit x±SH	Top. Yağ Asidi x±SH	İnor. Mad. x±SH	Tuz x±SH
K	78,901±1,001	2,551±0,157	80,178±0,235	1,330±0,020	0,830±0,020
1	70,054±0,052	3,320±0,155	80,247±0,007	13,202±0,006	11,204±0,006
7	58,920±0,012	3,132±0,020	83,967±0,718	13,168±0,152	11,823±0,047
14	63,850±0,209	3,535±0,245	70,185±0,582	9,841±0,155	8,410±0,105
21	62,034±0,186	2,458±0,318	91,810±0,389	17,701±0,007	16,676±0,080
28	58,258±1,167	2,728±0,108	64,710±1,390	17,926±0,030	16,796±0,020
36	60,181±0,177	2,501±0,010	42,916±2,673	20,403±0,010	19,282±0,004
60	60,634±0,517	2,630±0,340	40,929±1,750	20,846±0,020	19,309±0,040
90	57,000±1,105	2,468±0,268	60,182±0,640	20,949±0,050	19,915±0,040
120	54,479±0,344	2,148±0,010	66,002±2,092	21,037±0,020	19,238±0,020
150	53,251±0,371	1,768±0,070	73,866±0,953	21,353±0,020	19,740±0,020
180	53,068±0,252	1,039±0,030	54,939±1,079	21,470±0,009	19,878±0,010

Squalus acanthias’ın, %25’lik derişimde kuru tuzlama uygulanarak oda sıcaklığında 3 ay süreyle korunması sonucunda su içeriğinin %30 oranında azaldığı belirtilmektedir (Yang vd., 1981).

Yoğun tuz kürü uygulanmış hamsi (*Engraulis engrasicholus*) balıklarındaki kimyasal değişimlerin tespitine yönelik yapılan bir çalışmada %18’lik ve %22’lik tuz derişimlerinde kuru tuzlama teknolojisine tabi tutularak 29 hafta soğuk odada depolanmıştır. Tuzlama işleminden sonraki 15 gün içinde hamsilerin su içeriği başlangıçtaki %75,39’lik orandan, %18 oranında tuzlanmış grupta %64,39’a, %22 oranında tuzlanmış grupta ise %59,98’e kadar düşmüştür ($P < 0,01$). İlk 15 gün içinde su-tuz alışverişi gerçekleşerek bir denge salamurası oluşmuş ve korumanın sonraki dönemlerinde balıkların su içeriğinde önemli değişimler olmamıştır. İstatistiki kontroller farklı derişimde tuz kullanımının balıkların su içeriğinde

önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($P<0,01$). Kullanılan tuz derişimindeki artışın balık dokusundaki su miktarını doğru orantılı olarak azalttığı önemle vurgulanmıştır (Çizelge 2.16) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997).

Çizelge 2.16. %18 ve %22 oranlarında kuru tuzlanmış hamsi (*E. encrasicolus*)'lerde depolamaya bağlı olarak meydana gelen bazı değışimler (* % kuru madde) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997).

Depolama Süresi (Hafta)	Su (%)*		Protein (%)*		Yağ (%)*		Kül (%)*		Tuz (%)		TBA (mg MA/kg)	
	%18	%22	%18	%22	%18	%22	%18	%22	%18	%22	%18	%22
Taze	75,39	75,39	65,94	65,94	30,74	30,74	4,40	4,40	0,82	0,82	5,32	5,32
2	64,39	59,98	42,62	35,30	14,83	16,68	42,81	46,00	11,45	12,59	8,93	9,36
3	63,74	58,12	41,55	35,09	14,72	16,94	43,65	46,99	12,04	14,82	7,40	8,27
4	64,97	61,60	42,38	37,83	14,16	17,28	43,72	45,72	13,27	14,49	6,11	6,61
5	65,59	62,91	42,07	37,05	14,05	17,50	44,96	46,19	13,36	14,72	6,24	6,30
7	65,15	62,77	40,99	37,08	14,02	17,67	44,13	46,33	13,71	14,57	6,32	6,67
9	65,06	62,69	40,01	36,20	14,23	17,25	45,23	47,33	13,66	14,38	6,52	6,75
11	64,21	62,13	40,48	37,08	14,58	16,49	45,37	47,11	12,68	13,92	7,12	7,60
13	63,87	61,20	42,48	37,59	14,97	16,09	43,43	46,05	12,65	13,50	6,58	6,79
17	64,08	61,16	42,38	38,03	15,07	16,16	43,20	46,05	12,48	13,47	6,32	6,56
21	63,35	61,56	41,84	38,64	15,83	16,09	43,62	45,73	12,43	13,42	5,80	6,32
29	64,08	61,64	41,14	39,75	15,29	16,05	43,38	45,25	12,34	13,40	5,46	6,12

Tömek ve Yapar (1990), üç farklı tuz derişimi kullanarak (%12, %15 ve %20) kuru tuzlama teknolojisini uyguladıkları alabalıkları (*S. gairdneri*) 5 °C'de 150 gün süreyle depolamıştır. Başlangıçta %27,32 olan kuru madde miktarında genel olarak 45. günden sonra önemli bir artış gözlenmemiştir (Çizelge 2.17)

Palamut balıkları (*Sarda sarda*) %10 ve %20 oranlarında kuru tuzlama işlemine tabi tutularak 4 °C'de korumaya bırakılmıştır. Koruma süresince örneklerin kuru madde miktarlarında önemli artışların olduğu belirlenmiştir. %20'lik tuz derişimi kullanılanlarda başlangıçtaki kuru madde miktarı %27,22 iken 15. günde %28,84'e, 60. günde ise %30,81'e yükselmiştir (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu, 1998).

Çizelge 2.17. Tuzlanmış (%20) gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*)'nın depolanmaya bağlı olarak bazı bileşenlerindeki değişimler (Koruyucu ilave edilen örnekler) (Tömek ve Yapar, 1990).

Süre (Gün)	Kuru madde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Tuz (%)	TBA (mg/kg)	pH
Taze Balık	27,32	21,55	4,41	-	0,15	6,70
3	-	-	-	11,52	-	-
6	-	-	-	12,66	-	-
9	-	-	-	13,59	-	-
12	-	-	-	13,61	-	-
15	34,08	18,17	2,65	14,39	0,76	6,48
18	-	-	-	15,29	-	-
30	34,91	16,74	2,52	15,25	1,01	6,45
45	34,93	17,50	2,22	17,40	1,31	6,53
60	34,68	17,16	2,17	17,53	1,55	6,79
75	34,92	15,54	2,38	17,57	1,79	6,57
90	34,35	16,21	1,52	17,60	1,03	6,50
105	34,38	16,61	1,50	17,47	0,86	6,52
120	35,80	16,28	1,30	15,53	0,78	6,68
135	35,93	15,47	1,21	17,43	0,47	6,65
150	35,97	15,28	1,04	17,27	0,64	6,66

Tuzla konserve edilen sardalya (*Sardinella pilchardus*) balıkları %10, %15, %20 ve %30 oranında tuz kullanılarak 10 ay süreyle depolanmıştır. Başlangıçtaki kuru madde içeriği %31,99 iken; %20 oranında tuzlanarak işlenen ürünlerde 15. günde %44,53 kuru madde içeriği belirlenmiştir. 10. ayın sonunda ise bu değer %47,56 şeklinde değiştiği görülmüştür (Çizelge 2.18) (Ürküt ve Yurdagel, 1985).

Çizelge 2.18. Tuzla konserve edilmiş (%20'lik) sardalya (*S. pilchardus*) balıklarının kimyasal analiz sonuçları (Ürküt ve Yurdagel, 1985).

Depolama Süresi (Aylar)	Kuru Madde (g/100 g)	Tuz / Kuru Madde (g/100 g)	Yağ / Kuru Madde (g/100 g)	TBA (g / kg)
Taze Balık	31,99	1,89	32,46	0,1638
15 gün	44,53	24,35	18,98	0,066
2	44,67	26,74	7,10	0,150
4	42,72	30,32	8,81	0,134
6	43,23	32,95	7,25	0,156
8	45,88	33,88	9,91	0,156
10	47,56	33,25	9,34	0,117

Farklı oranlarda tuzlanmış (%8-10, %10-14 ve %35) morina balıklarının 21 günlük olgunlaştırma sürecinden sonra yapılan analizlerinde su içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Cardin vd., 1961).

Surono vd. (1994) %15 ve doymuş tuz derişiminde tuzlanarak kurutulmuş uskumru (*Scomber scombrus*)'ların işleme ve depolamanın besinsel özelliklere etkilerinin belirlenmesine yönelik araştırmada, tuzun etkisiyle su kaybı meydana gelmiştir. Su kaybıyla birlikte diğeri besin bileşenlerinin oranlarında da değışimlerin olduğu belirtilmektedir.

Farklı tuzlama yöntemlerinin eğrez balıklarına uygulandığı ve kalite değışimlerinin belirlenmesine yönelik bir çalışmada %12 ve %22 oranlarında tuzlanan balıklar 4°C'de 118 gün depolanmıştır. Taze eğrez balıklarında yapılan analizlerde kuru madde miktarı %29,98 iken 28. günde %12 oranında tuzlananlarda %35,29 ve %22 oranında tuzlananlarda ise %41,80 olarak bulunmuştur (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000).

Çizelge 2.19. Farklı tuz derişimlerinde kuru tuzlama (%12 ve %22) uygulanan eğrez (*V. vimba tenella*) balıklarında meydana gelen kimyasal değışimler (Işıklı,2000).

Gün		0	7	14	21	28	43	58	88	118
Kuru Madde (%)	%12	29,98	35,44	32,37	35,12	35,29	35,50	36,33	43,00	46,66
	%22	29,98	41,09	36,04	37,97	41,80	39,83	38,83	43,00	45,53
Protein (%)	%12	21,59	20,12	17,06	15,15	15,09	15,05	14,96	14,31	13,98
	%22	21,59	21,00	16,84	15,96	15,74	15,59	15,18	15,09	14,90
Yağ (%)	%12	6,92	6,52	5,85	2,47	-	2,34	2,09	1,95	1,89
	%22	6,92	6,63	4,46	3,11	-	3,05	2,74	2,01	1,90
Kül (%)	%12	1,45	8,59	8,89	8,91	11,30	11,50	13,66	19,66	19,66
	%22	1,45	12,20	14,32	16,55	17,30	17,16	17,16	20,83	20,80
Tuz (%)	%12	-	7,24	7,89	7,09	9,57	10,21	11,68	11,68	11,70
	%22	-	12,97	11,80	13,96	15,53	15,69	15,93	18,48	19,26
pH	%12	6,99	7,15	7,57	7,01	6,91	7,38	6,89	6,62	6,84
	%22	6,99	6,85	7,46	7,21	6,65	6,73	6,49	6,43	6,61
TBA (mgMA/kg)	%12	1,11	2,21	2,26	2,77	-	2,30	2,22	2,84	2,98
	%22	1,11	1,34	2,17	2,84	-	1,55	1,43	2,02	2,42
TVB-N (mg/100g)	%12	21,70	15,40	21,00	-	30,80	30,80	-	-	-
	%22	21,70	19,60	30,80	32,20	-	28,00	30,80	-	-

Alabalıkların (*S. gairdneri*) tuzlanmasına ilişkin çalışmada üç farklı tuz derişimi (%12, %15 ve %20) kullanılmıştır. 5 °C'de 150 gün boyunca depolanan örneklerden %20 oranında tuzlananlardaki kuru madde miktarının en fazla orana ulaştığı saptanmıştır (Çizelge 2. 23) (Yapar, 1989).

2.3.3.2. Protein İçeriğindeki Değişimler

Tuzlanmış balıklarda protein içeriği; uygulanan tuzlama teknolojisi ve kullanılan tuz derişimine göre değişiklik göstermektedir. Bu değişikliğe proteinleri parçalayan enzimlerin neden olduğu vurgulanmaktadır. Işıklı (2000), eğrez balıklarını % 22'lik derişimlerde kuru tuzlama ve salamura yöntemleriyle tuzlayarak 4 °C'de 118 gün depolamıştır. Her iki tuzlama grubunda proteinlerde bir azalma gözlenmiştir. Başlangıçtaki protein oranının % 21,59'dan, 118. gün sonunda kuru tuzlanmış örneklerde % 14,90 ve salamura örneklerinde % 12,34'e düştüğünü bildirmiştir (Çizelge 2.19).

Turan ve Erkoyuncu (1997), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) ve salmon balığı (*S. salar*)'nı % 25 oranında kuru tuzlama ve % 26,4'lük oranda salamura teknolojisi uygulayarak 165 gün süreyle 4 °C'de depolamıştır. Depolama süresince besin bileşenlerine yönelik yapılan analizlerde, taze örneklerde % 19,27 olan protein oranının kuru tuzlamada 45. günde % 18,28'e, salamurada ise %17,13'e düştüğü saptanmıştır (Çizelge 2.13, 2.14).

Hamsi (*E. enrasicholus*)'nin %18 ve %22 düzeyinde tuzlamasının (kuru tuzlama) yapıldığı bir çalışmada, başlangıçta % 65,94 (kuru madde üzerinden) olan protein miktarının % 18 derişimin uygulandığı hamsilerde 4. haftada % 42,38, %22 derişimde % 37,83'e düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 2.16) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997).

Tömek ve Yapar (1990), üç farklı tuz derişimi (%12, %15 ve %20) ile kuru tuzlanmış alabalıklarda başlangıçta %21,55 oranında olan protein içeriği, sırasıyla % 17,42, %18,07, ve %16,96 ortalama değerlerine gerilemiştir (Çizelge 2.17).

Tuzlama tekniklerinin uygulandığı *S. gairdneri*'deki değişimlerin incelendiği bir araştırmada, tuzlama yönteminin, koruma süresinin protein içeriğine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada başlangıçta % 21,55 olan protein miktarının kuru tuzlama ve salamura yöntemlerinde depolamaya bağlı olarak azaldığı ancak bu azalmanın salamura grubunda daha fazla olduğu bulunmuştur (Yapar, 1989).

2.3.3.3. Yağ ve Yağ Asitlerindeki Değişimler

Balıkların tuzlanması sonrasında en fazla değişime uğrayan besin bileşenlerinden biri de yağlardır. Tuzlama sonrasında yağların oksitlenmesi ile ürünün rengi kahverengileşerek tadı acılaştır. Bu olumsuzluğu en aza indirgeyebilmek için yağ oranı düşük balıkların tuzlanması ve soğuk depolarda korunması gerekmektedir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Bilgin, 2003). Ürküt ve Yurdagel (1985), tuzla konserve edilen sardalya balıkları (*Sardinella pilchardus*)'nın niteliklerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Farklı tuzlama derişimleri (%10, %15, %20 ve %30) ile tuzladıkları sardalyada, başlangıçtaki %32,46 olan yağ miktarının (Kuru madde üzerinden) sırasıyla bahsi geçen tuz derişimlerinde depolamanın 10. ayında %6,45, %8,97, %9,34 ve %6,02'ye düştüğünü bildirmişlerdir (Çizelge 2.18).

Eğrez balıkları (*V. Vimba tenella*)'nın tuzlanmasıyla ilgili bir çalışmada taze örneklerdeki %6,32 olan yağ oranının % 22'lik derişim kullanılarak hazırlanan örneklerde 14. günde % 6,63'e, 118. günde % 1,90'a değin azaldığı saptanmıştır (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000).

Kolsarıcı ve Candoğan (1997), yoğun tuz kürü uyguladıkları çalışmada, taze balık dokusunda kuru maddeden yapılan hesaplamada %30,74 olan yağ miktarının %18'lik tuz derişiminde muhafaza sürecinin başlangıcında düşmüş, sonuna doğru artış göstermiştir. %22'lik tuz derişiminde ise bu değerin 2. hafta %16,68'e, 7.

haftada %17,67'ye ve 29. haftada %16,05'e gerilediği belirlenmiştir (Çizelge 2.16).

Tuzlanmış alabalık (*S. gairdneri*)'taki yağ içeriğinin depolamaya bağlı olarak değişiminin incelendiği bir araştırmada, kontrol grubunun kas dokusundaki % 4,41'lik yağ miktarının ayrımlı tuzlama derişimlerinde (% 12, %15 ve %20) 150. günde sırasıyla % 1,44, %1,39 ve %1,04 olduğu bulunmuştur (Çizelge 2.17) (Tömek ve Yapar, 1990).

Bilgin (2003), dağ alabalığına ayrımlı tuzlama yöntemlerini uygulayarak $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 180 gün depoladığı ürünlerin besin bileşenlerindeki değişimleri belirlediği çalışmada, başlangıçta $2,551\pm 0,157$ olan yağ oranı %20'lik kuru tuzlamaya tabi tutulan örneklerde 14. günde $3,535\pm 0,245$, 28. günde $2,728\pm 0,108$ ve 180. günde ise $1,332\pm 0,119$ olarak belirlemiştir. Taze balıklardaki yağ asidi bileşimlerinin belirlenmesi sonucu toplam doymuş yağ asidi $127,2\mu\text{g/g}$, toplam doymamış yağ asidi içeriği $316,3\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Toplam doymamış yağ asitleri içinde bir çift bağlı doymamış yağ asitlerinin oranı %48,656, aşırı doymamış yağ asitlerinin oranı da %51,353 olarak saptanmıştır (Çizelge 2.20).

Turan ve Erkoyuncu (1997), kuru tuzlama ve salamura teknolojisi uyguladıkları gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ve salmon balığı (*S. salar*)'nda 4°C 'de depolama süresince her iki balık türünün yağ içeriklerinin iki tuzlama grubunda da azalma gösterdiğini, gökkuşığı alabalığında %3,45 (taze) olan yağ miktarının %25'lik kuru tuzlama yapılanlarda depolama sonunda (165. gün) %1,62'ye, %26,4'lük salamurada %1,43'e, salmon balığında ise %6,64 (taze) olan yağ içeriğinin anılan sıraya göre depolama sonunda %2,12 ve %2,02'ye düştüğünü saptamışlardır (Çizelge 2.14).

Çizelge 2.20. Kuru tuzlama ve salamura yapılan, $4\pm 0,5$ °C'da 180 gün depolanan *S. trutta macrostigma* örneklerinin yağ asidi bileşimleri ($\mu\text{g/g}$) (Bilgin, 2003).

Yağ asidi		Süre (Gün)											
		K	1	7	14	21	28	36	60	90	120	150	180
16:0	KT	102,1	103,2	104,5	107,5	108,9	107,6	109,4	110,7	110,9	110,7	110,9	110,3
	S	102,1	102,4	104,6	106,4	107,1	108,6	111,2	111,5	111,3	110,8	110,9	109,6
18:0	KT	25,18	25,33	25,90	26,01	26,71	26,72	26,89	26,59	26,44	25,82	25,85	26,14
	S	25,18	25,23	26,09	27,71	27,87	27,62	27,08	26,95	26,38	27,77	26,70	27,23
Σ DYA	KT	127,2	128,5	130,4	133,5	135,6	134,3	136,2	137,2	137,3	136,5	136,7	136,4
	S	127,2	127,6	130,6	134,1	134,9	136,2	138,2	138,4	137,6	138,5	137,6	136,8
18:1 ω -9	KT	122,1	123,8	123,4	124,3	124,3	124,5	123,9	124,9	122,8	122,2	119,4	119,3
	S	122,1	121,9	122,2	124,3	125,4	124,1	124,4	124,8	121,1	119,7	118,4	118,1
20:1 (9)	KT	18,87	20,89	20,53	21,11	21,45	21,99	22,17	22,94	22,82	21,65	21,91	21,19
	S	18,87	20,29	20,58	20,97	22,36	21,92	22,02	21,14	21,02	20,09	19,02	18,83
22:1 (13)	KT	12,97	12,71	12,71	12,64	12,51	12,42	12,15	11,81	11,32	10,99	10,09	10,81
	S	12,97	12,50	12,26	12,12	11,86	11,41	11,12	10,99	10,85	10,48	10,13	10,00
Σ DmYA	KT	153,9	157,4	156,6	158,0	158,2	158,9	158,2	159,6	156,9	154,8	151,4	151,3
	S	153,9	154,6	155,0	157,3	159,6	157,4	157,5	156,9	152,9	150,2	147,5	146,9
18:2 ω -6	KT	7,161	7,161	7,105	7,108	6,694	6,626	6,578	6,354	6,285	6,217	6,140	6,071
	S	7,161	7,089	7,514	7,396	6,781	6,498	6,462	6,282	6,037	6,038	5,914	5,881
18:3 ω -3	KT	5,654	5,645	5,759	5,714	5,666	5,569	5,693	5,693	5,384	5,320	4,663	4,636
	S	5,654	5,644	5,659	5,663	5,603	5,570	5,565	5,531	5,525	5,507	5,488	4,495
20:4 ω -6	KT	3,212	3,037	2,685	2,737	2,698	2,369	2,172	2,053	1,351	1,095	1,081	0,995
	S	3,212	3,127	2,789	2,628	2,550	2,035	1,914	1,853	1,453	1,023	0,953	0,890
22:4 ω -6	KT	2,060	2,075	2,063	2,086	2,143	2,129	2,185	2,259	2,362	2,457	2,647	2,951
	S	2,060	2,083	2,081	2,097	2,162	2,185	2,227	2,257	2,263	2,264	2,263	2,278
20:5 ω -3	KT	70,96	70,51	69,97	69,55	69,34	69,49	69,00	68,82	68,43	68,40	68,28	68,28
	S	70,96	70,76	69,81	68,48	69,04	68,81	68,60	68,21	68,98	68,50	68,48	68,01
22:5 ω -6	KT	10,43	10,40	10,38	10,42	11,02	11,66	12,01	11,06	11,84	11,81	10,07	10,98
	S	10,43	10,60	10,92	11,42	12,10	12,47	11,60	11,81	11,53	11,43	11,98	10,83
22:5 ω -3	KT	11,74	11,76	11,73	11,68	10,63	10,61	10,59	10,59	10,57	10,51	10,42	9,390
	S	11,74	11,80	11,90	11,93	10,91	10,77	10,69	10,30	10,13	10,09	9,980	9,990
22:6 ω -3	KT	51,23	51,42	50,98	50,85	50,54	50,48	49,79	49,67	49,73	48,61	47,24	47,36
	S	51,23	51,86	50,48	50,13	50,06	49,00	48,43	48,30	48,04	47,66	47,13	46,92
Σ DmYA	KT	162,4	162,0	160,6	160,1	158,7	158,9	158,0	156,4	155,9	154,4	150,5	150,6
	S	162,4	162,9	161,1	159,7	159,2	157,3	155,4	154,5	153,9	152,5	152,1	149,2

KT:Kuru tuzlama, S:Salamura

Yang vd., (1981), *Squalus acanthias*'ın tuzlama yöntemiyle korunması üzerine yaptığı bir çalışmada ürünün raf ömrünü uzatmak için askorbik asit kullanmış ve bu antioksidant maddelerin acılaşmayı 2 hafta geciktirdiğini tespit etmiştir. 8 haftalık koruma süresince yapılan analizlerde yağ asitlerinde bir azalışın olduğunu vurgulamıştır. *S. acanthias*'ın taze kas dokusunda %21,99 oranında DYA, %56,24 oranında BDmYA ve %27,74 oranında ADmYA'nın varlığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.21).

Çizelge 2.21. Taze ve tuzlanmış *S. acanthias*'ın yağ asidi bileşimleri (%) (Yang vd.,1981)

Yağ Asidi	Taze Balık	Tuzlanmış balık 2. Hafta	Tuzlanmış balık 8. Hafta
Σ DYA	21,99	23,93	24,16
Σ BDmYA	56,24	52,45	53,73
Σ ADmYA	22,74	23,78	21,86
Bilinmiyor	-	0,30	0,29

DYA'den palmitik (16:0) ve stearik (18:0) asit, BDmYA'dan eikosaenoic (20:1 ω -9) ve oleik asit (18:1 ω -9), miktarlarında artış görülürken, ADmYA'dan 18:2 ω -6, 18:3 ω -3, 18:4 ω -3, 20:5 ω -3 ve 22:6 ω -3 yağ asitlerinde ise azalış belirlenmiştir. Araştırmacı bazı tatlısu ve deniz türlerinin yağ asitlerinde de aynı tabloyla karşılaşmıştır. ADmYA'deki azalışın tuzlama, sıcaklık ve ortamdaki oksijenden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir.

Mısır'da çok yoğun olarak kullanılan ve yöresel adı "Feseekh" olan, tuzla fermente edilmiş (TF) kefal balığı (*Mugil cephalus*)'nın bazı kimyasal özelliklerinin ve lipit içeriğinin araştırıldığı çalışmada lipit içeriğinin değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. Lipit içeriğinin küçük balıklarda %12,6'dan %11,2'ye, büyük balıklarda ise %7,5'ten %6,3'e kadar azaldığı tespit edilmiştir. Digliserit (DG) ve serbest yağ asitlerinde (SYA) önemli düzeyde artış görülmüş, digliseritlerdeki bu artışın trigliseritlerin hidrolizi sonucu oluşabileceği ifade edilmiştir. Hem trigliseritlerin hem de fosfolipitlerin hidrolizi sonucu SYA artmıştır. Yağ asitleri kompozisyon analizlerinde küçük balıklarda DmYA daha fazla belirlenirken küçük ve büyük boy balıkların yağ asitleri yapılarının aynı olduğu görülmüştür. Balıklarda tuzlama ve fermentasyon sonucu C 16:0'da

önemli bir artış görülürken C 20:4, C 22:5 ve C 22:6'da ise büyük bir azalış belirlenmiştir. DmYA/DYA oranı tuzlama ve fermantasyon işlemi sonucunda azalmıştır (Çizelge 2.22) (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989).

Çizelge 2.22. Taze ve tuzla fermente edilmiş kefal balıkları (*M. cephalus*)'nın yağ asidi kompozisyonu (El-Sebaiy ve Metwalli, 1989)

Yağ Asidi (g/100 g balık yağı)	Küçük Boy Balıklar		Büyük Boy balıklar	
	Taze Balık	TF	Taze Balık	TF
C 14 : 0	4,37	5,99	6,10	8,27
C 15 : 0	2,00	2,10	3,33	3,04
C 16 : 0	9,35	14,5	12,2	16,9
C 17 : 0	3,27	3,93	5,88	6,00
C 18 : 0	4,45	5,66	4,64	5,78
Σ DYA	23,4	32,2	31,1	40,0
C 16 : 1	19,2	19,4	16,6	16,4
C 18 : 1	20,1	19,9	17,6	17,6
C 20 : 1	00,34	eser	0,85	Eser
Σ BDmYA	39,7	39,3	35,1	34,0
C 18 : 2	5,73	5,70	6,44	6,11
C 18 : 3	3,67	3,82	3,26	3,30
C 18 : 4	4,55	4,98	3,95	4,27
C 20 : 4	2,10	0,66	1,44	0,54
C 20 : 5	6,77	5,88	5,87	5,10
C 22 : 5	5,10	3,25	4,69	3,12
C 22 : 6	8,98	4,22	8,12	3,54
Σ ADmYA	36,9	28,5	33,8	26,0
DmYA / DYA	3,27	2,10	2,21	1,50

(TF), Tuzla fermente edilmiş örnekler

(DmYA / DYA) Doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı

2.3.3.4. Tuz ve İnorganik Madde İçeriğindeki Değişimler

Tuzlanmış balıklarda olgunlaşma sırasında tuzun ete geçişi; balığın yağlılık durumu, tazeliği, et kalınlığı ve koruma sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Yapılan çalışmalar, yüksek sıcaklığın tuzun ete geçiş süresini kısalttığını, en iyi tuzlamanın 3-4°C'de yapılabileceğini, bunun da nedeninin yüksek sıcaklıkta ve donma noktasında tuzun ete daha hızlı bir şekilde geçtiğini bildirmektedir (Gökoğlu vd., 1994; Bilgin, 2003).

Eğrez balıklarına farklı derişimlerde ve farklı tuzlama yöntemlerinin uygulandığı bir çalışmada; %12'lik derişim uygulananlarda 7. günde tuz oranı %7,24, 28. günde %9,57 ve 118. günde %11,70 bulunurken, %22'lik derişim uygulananlarda 7. günde %12,97, 28. günde %15,53 ve 118. günde ise %19,26 olarak

bulunmuştur. Depolama süresince balık etindeki tuz miktarındaki artışla doğru orantılı olarak kuru madde miktarının da arttığı belirlenmiştir (Işıklı, 2000).

Kolsarıcı ve Candoğan (1997), yoğun tuz kürü uyguladıkları hamsi balıklarında inorganik madde miktarının depolamaya bağlı olarak arttığını saptamıştır. Taze balıkta %4,40 olan inorganik madde içeriği ete giren tuzun etkisiyle 29 hafta sonunda %18'lik oranda yapılan tuzlamada %43,38, %22'lik oranda yapılan tuzlamada %45,25 olarak tespit edilmiştir.

Farklı tuzlama yöntemlerinin değişik balıklarda neden olduğu kalite değişiminin belirlenmesine yönelik bir araştırmada; %25 oranında kuru tuzlanarak 4 °C'de depolanan *O. mykiss*'te 165. günde tuz miktarı %21,53'e, %26,4 oranında salamura uygulanan kümede ise %15,05'e yükselmiştir. *S. salar*'da ise sırasıyla (%25'lik kuru tuzlama ve %26,4'lük salamura) %20,75 ve %13,30'a değin artmıştır. Her iki türde de başlangıçtaki değer dikkate alındığında tuz içeriği önemli ölçüde yükselmiştir (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Tuzlanarak koruma altına alınan balıklarda tuz miktarının tuzlama oranına göre değiştiği, özellikle de kuru tuzlama teknolojisi uygulananlarda artışın daha fazla olduğu belirtilmektedir. Alabalıklara uygulanan değişik tuzlama teknolojilerinden %20'lik derişime sahip kuru tuzlamada tuz miktarının 150. günde %15,74'e değin arttığı saptanmıştır (Çizelge 2.23) (Yapar, 1989).

Tömek ve Yapar (1990), artan tuz derişimi ile üretim süresinin önemli ölçüde kısaldığını vurgulamışlardır. Farklı tuz oranlarının süreye bağlı olarak tuz içeriği üzerine etkileri değişmektedir. Tuz miktarı %20'lik derişime sahip kümede 150. günde %17,27'ye yükselmiştir. Uygulanan tuz derişimine göre balık dokusunda bulunan tuz miktarında, artan tuz derişimine koşut bir artışın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2.17).

Ürküt ve Yurdagel (1985), sardalya balıklarında tuz miktarının uygulanan tuz oranıyla birlikte artış gösterdiğini belirtmişlerdir. %30 oranında tuzluluk uygulanan sardalya balığında, depolamanın 10. ayında elde edilen tuz miktarı

%32,95 iken (kuru maddede) aynı çalışmada uygulanan %20'lik tuz derişiminde ise %33,25 olarak bulunmuştur (Çizelge 2.18).

Çizelge 2.23. Farklı tuzlama teknikleri (%20) uygulanan gökkuşığı alabalığı (*S. gairdneri*)'ndaki bazı kimyasal ve fiziksel değişimler (Kuru madde, tuz ve yağ %20 oranında tuz içeren örneklerde yapılmıştır) (Yapar, 1989).

Parametreler	Kuru Madde (%)		Protein (%)		Yağ (%)		Tuz (%)		pH		TBA (mg/kg)	
	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S	KT	S
Süre												
0	27,32	27,32	21,55	21,55	4,41	4,41	-		6,70	6,70	0,15	0,15
3	-	-	-	-	-	-	11,52	4,18	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	12,66	4,52	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	13,59	8,82	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	13,61	8,91	-	-	-	-
15	34,07	22,74	19,10	11,95	2,65	2,50	14,39	9,04	6,54	6,62	0,86	0,63
18			-	-			15,29	9,51				
30	34,91	22,88	16,71	9,80	2,52	2,14	15,26	11,77	6,50	6,52	1,28	0,72
45	34,93	21,92	17,50	9,85	2,22	1,99	17,40	14,34	6,53	6,63	1,48	0,86
60	34,68	25,11	17,70	9,74	2,17	1,95	17,53	14,97	6,71	6,86	1,88	0,99
75	34,92	25,54	16,57	9,80	2,38	1,62	17,57	15,03	6,65	6,75	2,26	0,31
90	34,35	22,30	17,14	9,85	1,52	1,35	17,50	14,97	6,56	6,78	2,70	2,10
105	34,38	22,90	17,50	9,71	1,50	1,32	17,47	14,77	6,61	6,72	1,50	0,54
120	35,80	34,92	17,01	9,27	1,30	1,15	15,53	15,07	6,60	6,58	0,98	0,56
135	35,93	25,20	16,19	8,87	1,21	1,07	17,43	15,13	6,60	6,59	0,69	0,46
150	35,97	25,33	15,31	8,68	1,04	0,85	17,27	15,20	6,60	6,57	1,36	0,34
X	33,94	23,84	17,48	10,82	2,08	1,85	15,74	11,74	6,60	6,66	1,38	0,79

KT: Kuru Tuzlama

S: Salamura

Lakerda üretiminde tuz miktarının azaltılmasının kaliteye etkilerinin araştırıldığı çalışmada, olgunlaşma süresince balık kas dokusunda kuru madde miktarında gözlenen artış önemli bulunmuştur ($P<0,01$), (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu, 1998).

Yapar (1999), 3 ayrımlı tuzlama işleminin (%7,5, %10 ve %15) hamsi balıkları (*E. encrasicolus*)'nın etindeki tuz miktarının, kullanılan derişimle birlikte arttığını, %15'lik tuz derişimindeki örnekler 4 ± 1 °C'de depolamanın 2. haftasında %13,92, 10. haftasında %13,55 olarak bulmuş, 2. haftadan başlayarak çok fazla bir değişme olmadığını saptamıştır.

Bilgin (2003), kuru tuzlama teknolojisi (%20'lik derişim) uyguladığı *S. trutta magrostigma* örneklerinin inorganik madde ve tuz miktarlarında depolama süresince önemli artışlar belirlemiştir. Bu çalışmada, başlangıçta inorganik madde ve tuz miktarı sırasıyla $1,330 \pm 0,020$, $0,830 \pm 0,020$ iken 1. günde $13,202 \pm 0,006$, $11,204 \pm 0,006$, 14. günde $9,841 \pm 0,105$, $8,410 \pm 0,105$, 28. günde $17,926 \pm 0,030$, $16,796 \pm 0,020$ ve 180. günde $21,470 \pm 0,009$, $19,878 \pm 0,010$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2.15).

S. acanthias'ın tuzlama yöntemi ile korunmasına ilişkin yapılan bir çalışmada inorganik madde içeriğinin %0,7'den (taze), tuzlama işlemine koşt bir şekilde %17,9'a (%25'lik kuru tuzlama uygulanan örnekler) yükseldiği belirtilmektedir (Yang vd., 1981).

2.3.3.5. pH Değerindeki Değişimler

Balık etlerinin bozulmasını belirleyici önemli faktörlerden biri de pH'dır. Enzimlerin ve bakterilerin etkisi ile yükseltgenme-indirgenme dengesi bozulmakta serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonunda değişikliklerin meydana gelmesi ile pH değeri yükselmektedir. Taze balıklarda pH değeri nötre yakındır. Balığın ölümünden sonra kaslarında meydana gelen laktik asit nedeniyle pH yaklaşık 5,4'e kadar düşebilir. pH değeri için tüketilebilirlik sınır değeri 6,8-7,0 olarak bildirilmektedir (Varlık vd., 1993; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (1998), palamut (*Sarda sarda*) balığı filetolarına %10'luk ve %20'lik tuz kullanarak lakerda hazırlamışlardır. Deneme örneklerinin başlangıç pH'ları 6,13 civarında iken olgunlaşma süresince bu değer 6,58-6,79'a kadar arttığı ve bu artışa tuz miktarı ve olgunlaşma süresinin etki ettiği bulunmuş, bunun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirtilmiştir.

Eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın %12 ve %22'lik derişimle tuzlanarak 4 °C'de depolanması sırasında yapılan pH ölçümlerinde düzenli artış ve azalışın

olmadığı, taze balıktaki 6,99'luk pH değerinin kuru tuzlama grubunun %12'lik derişim uygulanan örneklerde, depolamanın 14. gününde 7,57, 28. gününde 6,91 ve 118. gününde 6,84; %22'lik derişimin uygulandığı örneklerde de 14.günde 7,46, 28.günde 6,65 ve 118. günde ise 6,61 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000).

Yapar (1999), hamsi balıklarında (*E. encrasicolus*) üç farklı (%7,5, %10 ve %15) tuz derişimi hazırlayarak kuru tuzlama yöntemini denemiştir. pH taze örneklerde 6,22 iken, bu değer %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 değiştiği bulunmuştur.

Kuru tuzlama işleminden sonra $4\pm 0,5$ °C'de depolanan dağ alabalığında başlangıçta $6,605\pm 0,005$ olan pH değeri 14. günde $6,510\pm 0,020$, 28.günde $6,535\pm 0,005$ ve 180.günde $6,430\pm 0,030$ olarak bulunmuştur (Çizelge 2.24) (Bilgin, 2003).

Çizelge 2.24. Kuru tuzlama işlemi uygulanan *S. trutta macrostigma*'nın $4\pm 0,5$ °C'de depolanması süresince pH, TBA ve TVB-N değerlerindeki derişimler (Bilgin, 2003)

Gün	pH x±SH	TBA(mgMA/kg) x±SH	TVB-N(mg/100g) x±SH
K	6,605±0,005	0,452±0,100	13,968±1,936
1	6,605±0,005	0,741±0,010	18,280±0,009
7	6,740±0,010	1,830±0,005	18,213±0,012
14	6,510±0,020	1,960±0,040	18,640±0,052
21	6,820±0,010	3,271±0,010	19,651±0,037
28	6,510±0,010	2,130±0,030	19,601±0,052
36	6,710±0,010	2,478±0,440	21,051±0,059
60	6,615±0,005	3,478±0,109	23,800±0,050
90	6,825±0,005	3,430±0,005	25,223±0,055
120	6,875±0,030	3,060±0,050	26,524±0,037
150	7,015±0,005	3,469±0,202	30,447±0,007
180	7,635±0,005	4,356±0,185	34,382±0,800

S. gairdneri'ye uygulanan kuru tuzlama ve salamura teknolojileri sonucu taze örneklerin sahip olduğu 6,70'lik pH değeri 150 günlük koruma süresi sonunda kuru tuzlanmış örneklerde 6,60'a düşmüştür (Çizelge 2.23) (Yapar, 1989).

Gökoğlu vd. (1994), yine gökkuşacağı alabalıklarının (*O. mykiss*) tuzlanmasıyla ilgili bir başka çalışmada, örneklerin başlangıç pH değerinin 6,27 olduğunu, 10 günlük olgunlaşma süresi sonunda bu değer 5,60'a düştüğünü, 49 günlük depolama süresi içinde de artış göstererek 6,08'e yükseldiğini belirlemiştir (Çizelge 2.25).

Çizelge 2.25. Gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*) lakerdasının depolanması sırasında görülen bazı değişimler (Gökoğlu vd., 1994).

Olgunlaşma Günleri	Tuz (%)	TVB-N (mg/100 g)	pH
0	-	1,5	6,27
3	7,5	2,2	5,92
10	8,4	3,5	5,60
Depolama günleri			
7	8,4	11,0	5,80
14	8,6	13,1	5,82
21	8,7	14,7	5,90
28	8,7	15,75	5,95
35	8,7	16,2	6,00
42	8,7	21,8	6,07
49	8,7	38,0	6,08

Tuzlama işlemi ile birlikte bazı katkı maddelerinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada, başlangıçta 6,7 olan pH değerinin %12, %15 ve %20 tuz derişimlerinde ortalama pH değeri 6,63, 6,58 ve 6,60 olmuştur (Çizelge 2.17) (Tömek ve Yapar, 1990).

Farklı salamura metotlarıyla tuzlanan inci kefali balıkları (*Chalcarburnus tarichi* Pallas, 1811)'nin bazı kalite değerlerinin belirlenmesi üzerine yapılan araştırmada pH değerinin tuzlama grupları içerisinde 5,25-5,56 arasında değiştiği, bunun da istatistiki olarak önemli ($P<0,01$) düzeyde olduğu saptanmıştır (Küçüköner ve Akyüz, 1992).

2.3.3.6. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değerindeki Değişimler

Ürünün bozulmasına neden olan değişimlerin biri de yağ oksitlenmesidir. Oksitlenmiş üründe acımsı bir tat ve sarı-kahverengi bir renk oluşur. Yağlı balıklarda genellikle pas olarak adlandırılan kahverengi renklenme, ette azot içeren maddelerle bazı yağ oksidasyonu ürünlerinin birleşmesinden oluşmaktadır. TBA yağ oksidasyonunu ifade eden bir tanımlamadır. Bu tanımlamayı yapan araştırmacı gökkuşığı (*O. mykiss*) ve salmon (*S. salar*) türlerindeki farklı tuzlama işlemleri uygulayarak elde ettiği ürünleri 4 °C'de 6 ay depolamıştır. Depolama süresinin sonunda TBA değeri alabalıkta; kuru tuzlanan örneklerde başlangıç değerine göre (%25'lik derişim) 14,7 kat, salamurada (%26,4'lük derişim) 8,3 kat artmış, salmon balığında kuru tuzlama grubunda 56,8 kat artarken, salamura grubunda bu artış 38,6 kat olmuştur (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu,1997).

Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (1998)'nin palamut balıkları (*S. sarda*) ile yaptıkları tuzlamada (%10 ve %20) taze örneklerin TBA değeri 0,57 mg malonadehit (MA)/ kg olarak bulunmuştur. Her iki deneme grubunda olgunlaşma süresince TBA değerinde artış gözlenmiştir. 60. günde ortalama TBA değeri % 10'luk tuz derişiminde 2,55 mg MA/ kg olarak bulunurken, % 20'lik derişimde 2,10 mg MA / kg'a değin yükseldiği belirlenmiştir.

Değişik tuzlama yöntemlerinin uygulandığı gökkuşığı alabalığı (*S. gairdneri*)'da, tuzlama yöntemi, tuz derişimi, koruyucu katkı ilavelerinin TBA miktarına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu, süreye bağlı olarak da önemli değişimler gösterdiği belirlenmiştir (P<0,05). Tuz derişimi %12 ve %15 olan gruplarda TBA değeri 90. güne kadar artarak sırasıyla 4,19 ve 2,04 mg MA/ kg değerine, buna karşılık %20'lik grupta ise 75. günde en yüksek düzeyine (1,16 mg MA/ kg) ulaşmıştır. Daha sonraki dönemlerde bu değerde yeniden azalmalar olmuştur. TBA miktarının belirli bir süreden sonra azalmasının, MA ve kısa karbon zincirli bileşiklerin, uzun zaman periyodu içinde yükseltgenmenin ilerlemesi ile organik

asit ve alkollere dönüşmesi sonucunda oluştuğu bildirilmiştir (Çizelge 2.23) (Yapar, 1989).

Palamut balıkları (*S. sarda*)'ndan lakerda (tuzlu balık) elde etmek için yapılan kuru tuzlama (antioksidant ilavesiz %25'lik derişim) ve salamura (%20'lik) uygulamaları sonucunda başlangıçtaki ortalama değeri 1,66 mg MA / kg olan TBA düzeyi her iki kümede artmıştır. TBA değerinin depolama sonunda (9 ay) kuru tuzlanmışlarda 20,65 ve salamurada ise 17,51 mg MA / kg olduğu saptanmıştır (Çizelge 26) (Tömek vd., 1989).

Çizelge 2.26. Antioksidan ilavesi yapılmadan farklı tuzlama teknikleri (%25'lik kuru tuzlama ve %20'lik salamura) uygulanan palamut balıkları (*S. sarda*)'nda meydana gelen kimyasal değişimler (Tömek vd., 1989).

Süre		0	1	2	3	6	9
Tuz (%)	K	-	38,04	20,40	18,49	19,87	16,91
	S	-	19,53	9,84	10,03	9,30	8,02
TBA mg/kg	K	1,17	10,47	12,42	15,68	18,32	20,65
	S	1,17	6,76	10,15	12,32	15,58	17,51

K: Kuru tuzlama

S: Salamura

Bilgin (2003), kuru tuzlayarak (%20'lik derişim) 180 gün muhafaza altına aldığı dağ alabalığı örneklerinde TBA değerinin arttığını ve başlangıçtaki $0,452 \pm 0,100$ mgMA/kg'lık bu değerin koruma süresinin sonunda $4,356 \pm 0,185$ mgMA/kg'a ulaştığını belirlemiştir (Çizelge 2.24).

Eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın tuzlanarak kalite kriterlerindeki değişimlerin incelendiği bir çalışmada, taze balıktaki 1,11 mg MA /kg olarak belirlenen TBA düzeyinin % 12'lik derişim uygulanan kuru tuzlama ve salamura gruplarında sırasıyla 118. günde 2,98, 3,04 mg MA / kg'a, %22'lik grupta ise teknoloji sırasına göre 2,42, 2,43 mg MA / kg olarak tespit edilmiştir (Çizege 2.22) (Işıklı, 2000).

Kolsarıcı ve Candoğan (1997), yoğun tuz kürü (%18 ve 22 oranlarında) uyguladıkları hamsi balıkları (*E. encrasicholus*)'nı, 29 hafta süresince besin bileşenlerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla depolamıştır. TBA değerinde zamana bağlı olarak artış olduğunu ($P<0,05$) ve bu artışların tuz derişiminden etkilendiğini vurgulamıştır. Taze örneklerde 5,32 olan TBA değeri, %18'lik tuzlama ile 2. haftada 8,93'e; %22'lik tuzlama ile aynı saklama sürecinde 9,36 mg MA/kg'lık düzeye yükselmiştir (Çizelge 2.16).

Pembe levrek balıkları (*N. japonicus*)'nın tuzlanarak 119 gün $2,5 \pm 1^{\circ}$ C'de koruma altına alındığı süre boyunca TBA değerinin arttığı gözlenmiştir (Khuntia vd., 1993).

Yağ oksidasyonuna bağlı TBA değışiminin incelendiği diğer bir çalışmada bu değerin tuz derişimine koşut olarak düştüğü bildirilmiştir. %12, %15 ve %20'lik oranlarda yapılan kuru tuz uygulamalarında en düşük değeri %20'lik örneklerde bulunmuştur. 150 günlük depolama boyunca her tuzlama derişimde TBA miktarı artış göstermiş, en yüksek artış %15'lik tuz derişimine sahip örneklerde görülmüştür. Bu oranın yağların oksidasyonunu teşvik edici etki yaptığı bildirilmektedir. Yağ oksidasyonunu engellemek amacıyla askorbik asit ilave edilen grupta ise TBA miktarı 0. günde 0,15 mg MA / kg iken, 15. günde 0,66, 45. günde 1,40 ve 150. günde 0,93 mg MA / kg olarak bulunmuştur (Çizelge 2.17) (Tömek ve Yapar, 1990).

Üç farklı tuz derişimi kullanılarak hazırlanan tuzlanmış hamsi (*E. encrasicholus*)'lerde kaliteyi belirlemede kullanılan parametrelerden TBA değerinin tüm tuzlamalarda (kuru tuzlama) artış gösterdiği belirlenmiştir. Üç farklı tuz derişiminde (%7,5, 10 ve 15) TBA değeri 4. hafta sonunda sırasıyla 2,18, 2,22 ve 2,26 mg MA / kg olarak saptanmıştır (Yapar, 1999).

Turan ve Erkoyuncu (1997)'nin ayrımlı tuzlama yöntemlerinin değişik balıklarda nitelik ve saklama süresine etkileri konulu araştırmasında, kuru tuzlama (%25 'lik) ve salamura (%26,4'lük) örnekleri 4° C'de 165 gün depolamıştır. TBA artışı

O. mykiss'te çok yavaş ilerlemiş ve başlangıç değerine göre kuru tuzlanmışlarda 14,7 kat, salamurada 8,3 kat artmıştır. Fakat *S. salar*'ın kuru tuzlanmış örneklerinde TBA artışı oldukça yüksek olmuş ve başlangıç değerine göre 56,8 kat artmıştır. Salamurada ise 38,6 kat artış olmuştur. *S. salar*'ın yağ miktarının *O. mykiss*'e oranla daha yüksek olması, bu balıkta yağ oksidasyonunun da daha yüksek olmasına, dolayısıyla TBA miktarının daha fazla çıkmasına neden olduğu bildirilmiştir (Çizelge 2. 13, 2.14).

Ülkemiz için önemli olan balık türlerinden hamsi balığının alternatif tüketim yöntemlerinin araştırıldığı bir çalışmada "hamsi kusu" yapılarak raf ömrü araştırılmıştır. Ürün, tuzlu (%25'lik salamura) ve tuzsuz olarak iki şekilde hazırlanmış ve her iki grupta kendi içinde ikiye ayrılarak -18 °C'de depolanmıştır. Başlangıçtaki TBA değeri 0,55-0,81 mg MA / kg arasında değişirken, pişirilmeden tuzlananlarda 30. günde $1,20 \pm 0,06$, pişirilerek tuzlananlarda $0,55 \pm 0,07$, hiçbir işlem uygulanmayanlarda $2,84 \pm 0,20$ ve sadece pişirilmişlerde $1,67 \pm 0,08$ mg MA / kg olarak bulunmuştur (Köse vd., 1998).

2.3.3.7. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Değerindeki Değişimler

Su ürünleri işleme teknolojisi ile elde edilen ürünlerin tüketilebilirlik düzeyini gösteren belirleyici önemli parametrelerden biri TVB-N değeridir. Ancak TVB-N değerini, uygulanan işleme teknoloji ve depolama koşulları önemli ölçüde etkilemektedir. Khuntia vd., (1993) pembe levrek balıklarıyla yaptıkları tuzlama işlemi sonucu TVB-N değerinin 119 günlük depolama boyunca artış gösterdiğini vurgulamıştır.

Eğrez balığı (*V.vimba tenella*) ile yapılan bir çalışmada depolama süresince TVB-N değerinde yükselme olmuştur. Başlangıçta 21,70 mg / 100g iken, %22'lik kuru tuzlamada 21. günde 32,20, salamurada 22,40 mg / 100g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000).

Köse vd. (1998) hamsi balıklarının alternatif olarak değerlendirilebileceği bir seçenek sunmak amacıyla “hamsi kusu” yaparak raf ömrünü incelemiştir. Ürün tuzlu (%25’lik salamura) ve tuzlanılmadan hazırlanarak iki alt gruba ayrılmıştır. Kontrol grubunda TVB-N 4,24-4,54 mg / 100g iken, pişirilmeden tuzlananlarda 30. günde $5,45 \pm 0,3$, hamsilerin işlendikten sonra herhangi bir işleme tabi tutulmayanlarında $5,05 \pm 0,4$ ve tuzlanarak pişirilmişlerde $5,45 \pm 0,3$ mg /100g değerlerine çıkmıştır.

Farklı teknolojilerle tuzlanan gökkuşuğu (*O. mykiss*) ve salmon (*S.salar*) balıklarının tuzlama yöntemine tabi tutulduğu çalışmada, uygulanan derişime ve koruma şekline göre TVB-N değerinde artışın olduğu saptanmıştır. *O. mykiss*’te kuru tuzlamada (%25’lik derişim) 4 °C’de 165 gün sonunda TVB-N düzeyinin 12,61, salamurada (%26,4’lük derişim) 12,61, *S. salar*’da ise bu değer sırasıyla 14,71 ve 16,11 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

S trutta macrostigma’nın tuzlanarak raf ömrünün saptanmasına yönelik yapılan bir çalışmada bozulma parametrelerinden biri olan TVB-N değerinin $13,968 \pm 1,936$ ile $34,382 \pm 0,564$ mg/100g değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2.24) (Bilgin, 2003).

Gökoğlu vd. (1994)’nin gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) lakerdasının raf ömrünün araştırıldığı bir çalışmada başlangıçtaki 1,5 olan TVB-N değerinin 49. gün sonunda 38 mg/100g’a değin arttığını saptamışlardır.

2.3.3.8. Mikrobiyolojik Değişimler

İşlenmiş balıklardaki mikrobiyolojik değişimler hammaddenin kaynağına, avlama şekline, işleme tesisine ne şekilde ulaştırıldığına, işleme teknolojisine, saklama ambalajlarına ve depolama sıcaklığına göre farklılık gösterir. Tuzlanmış balıklarda elde edilen ürünün tüketilebilirlik düzeyini belirlemede kullanabileceğimiz en önemli kriterlerden biri mikrobiyolojik değişimlerdir.

Genellikle tuz, mikroorganizmaların en önemli gereksinimi olan suyun bir kısmını kas dokusundan dışladığı için sınırlayıcı işlemlerden biridir. Buna karşın tuzlu ortamlarda üreyebilen mikroorganizmalar da vardır.

Tuzlanarak iki farklı sıcaklıkta ($26,8\pm 3,3$ °C ve $2,5\pm 1$ °C) depolanan *N. japonicus*'ların besinsel kalitesinin incelendiği bir çalışmada toplam bakteri sayısının 119 günlük koruma sürecinde artış gösterdiği saptanmıştır (Khuntia vd., 1993).

Köse vd. (1998), elde ettikleri "hamsi kusu"nu tuzlu (%25'lik) ve tuzsuz olarak ikiye ayırmıştır. Daha sonra bu iki grubu da kendi içerisinde sadece tuzlanmış, tuzlanarak pişirilmiş, işlem görmemiş ve tuzlanmadan pişirilmiş örnekler olarak kümelendirmiştir. - 18 °C'de 150 gün korunan ürünler, yukarıda anılan işlem sırasına göre; başlangıçta 4,32, <1,47, 4,39 ve <1,47 olan psikrofilik bakteri sayısı 150. günde sırasıyla 3,20, <1,47, 4,06 ve <1,47 log cfu/g olarak bulunmuştur.

Van- Erciş yöresinde farklı salamura metotlarıyla hazırlanan inci kefali (*C. tarichi*) balıklarının mikrobiyolojik değişimlerinin incelendiği bir çalışmada toplam mikroorganizma sayısı ortalama $1,5\times 10^5$ - $7,5\times 10^6$ olarak, koliform mikroorganizma sayısı ise $1,2\times 10^4$ - $3,3\times 10^5$ adet/g arasında değişmiştir. Toplam mikroorganizma sayısının yüksek oluşu balıkların avlanıp salamura yapıncaya kadar geçen süre içinde çeşitli kontaminasyonlara maruz kalmasına, işleme sırasında hijyenik kurallara dikkat edilmemesine; kullanılan alet ve ekipmanın yeterince temiz olmamasına bağlanmıştır. Örnekler arasındaki farklılığın önemsiz ($p>0,01$) olduğu bulunmuştur (Küçüköner ve Akyüz, 1992).

Çizelge 2.27. Farklı tuzlama teknikleri uygulanan eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nda depolama süresince belirlenen mikrobiyolojik değişimler (kob/g) (Işıklı, 2000)

Gün	%12			%22		
	TMA x±SH	Psikrofilik x±SH	Koliform x±SH	TMA x±SH	Psikrofilik x±SH	Koliform x±SH
0	5,5x10 ⁴	5,3x10 ³	1,3x10 ⁴	5,5x10 ⁴	5,3x10 ³	1,3x10 ⁴
7	1,2x10 ⁴	3,0x10 ³	1,2x10 ⁴	1,5x10 ³	4,3x10 ⁵	1,8x10 ³
14	1,3x10 ⁵	3,0x10 ⁷	1,2x10 ⁵	3,7x10 ⁵	1,8x10 ⁵	4,6x10 ³
21	5,9x10 ⁷	1,7x10 ⁷	2,4x10 ⁴	6,0x10 ⁴	6,3x10 ⁴	1,5x10 ³
58	3,5x10 ⁷	1,9x10 ⁷	4,8x10 ³	3,1x10 ⁵	3,7x10 ⁴	3,0x10 ²
88	1,1x10 ⁷	8,4x10 ⁵	<1,0x10 ^{1*}	6,9x10 ⁵	6,3x10 ⁵	<1,0x10 ^{1*}
118	3,0x10 ⁷	1,9x10 ⁵	<1,0x10 ^{1*}	1,9x10 ⁵	3,5x10 ³	<1,0x10 ^{1*}

(*): Üreme saptanmadı

Ayrımlı tuzlama tekniklerinin uygulandığı eğrez (*V.vimba tenella*) balıklarının tuzlanması sonucu incelenen mikroorganizma sayılarında depolamaya bağlı artış gözlenmiştir. %22'lik derişimle kuru tuzlanan örneklerde incelenen toplam mezofilik aerob bakteri durumunda depolama sürecinde başlangıçtaki değere göre düzenli bir artış gözlenmiştir. Psikrofilik aerob bakteri ve koliform mikroorganizma sayılarında 0.gün dikkate alındığında depolamanın ilk günlerinde arttığı saptanırken, 118. günde azalış görülmüştür. Maya-küf 118. günde %12 ve %22'lik tuz derişimi ile tuzlanan örneklerde sırasıyla 2,4x10³ ve 6,9x10³kob/g olarak bulunmuştur (Çizelge 2.27) (Işıklı, 2000).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada, Mart 2003 tarihinde avlanan ortalama $23,211 \pm 0,968$ cm boy ve $194,116 \pm 9,263$ g ağırlığında olan toplam 100 adet kadife balığı (*T. tinca*) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Balıkların Avlanması ve Taşınması

Bu çalışmanın materyalini oluşturan *T. tinca* örnekleri Beyşehir Gölü'nden fanyalı uzatma ağlarının döneğe bırakılmasıyla gerçekleştirilen operasyon sonucu avlanmıştır. Avlanan balıklardan aynı boy grubu içerisinde yer alanlar seçilerek buzlu strafor içerisinde en hızlı şekilde S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Gıda Laboratuvarı'na getirilmiştir.

3.2.2. Çalışmada Uygulanan İşleme Teknolojileri

Bu çalışmada; sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanmıştır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

3.2.2.1. Sıcak Dumanlama Teknolojisi

Çalışmada kullanılacak balıklar solungaç ve iç organları çıkarılarak temizlenmiş, kan, mukus vb. kalıntıların kalmamasına özen gösterilerek bol su ile yıkanmıştır. Temizlenen balıklar %18'lik tuz çözeltisinde 45 dakika bekletilmiştir. Bu çözeltiden çıkarılan balıklar dumanlama dolabına asılacak şekilde hazırlanarak suyu süzülüp yüzeyi kuruyana kadar yaklaşık 20 dakika oda sıcaklığında bırakılmıştır.

Dumanlama işlemi AFOS tipi örnek alınarak yapılmış olan prototip bir mekanik dumanlama dolabında ve kendi kendine yanma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Dumanlamada meşe ve kavak talaşı karışımı kullanılmıştır. Dumanlama sırasında ilk 45 dakikada sıcaklık 30 °C'da tutularak balığın kuruması sağlanmıştır. Daha sonra sıcaklık kademeli olarak artırılmıştır. Dumanlama işlemi aşağıdaki süre ve sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir.

<u>Süre (dakika)</u>	<u>Sıcaklık (°C)</u>
45	30
60	50
60	60
60	70
45	80

Sıcak dumanlamada her bir balığın iç sıcaklığının standartlarda (Anonymous, 1997) önerilen mikrobiyal faaliyetin engellenebileceği 63 °C'de en az 30 dk süreyle tutulması, göz önünde bulundurulmuştur. Sıcak dumanlama yapılan balıklar dumanlama dolabından çıkarılmadan önce balık eti sıcaklığının oda sıcaklığı ile dengelenmesi amacıyla bir gece dumanlama dolabında bekletilmiş ve polietilen torbalarda vakumlanmıştır. Bu işlemi takiben 4±1 °C'de 28 gün süreyle depolanmıştır.

3.2.2.2. Kuru Tuzlama Teknolojisi

S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Gıda Laboratuvarı'na getirilen balıkların baş ve yüzgeçleri kesilerek solungaçları, iç organları temizlenmiş ve bol su ile yıkanmıştır. Daha sonra balıklara kuru tuzlama teknolojisi uygulanmıştır. Bu işlemde piyasadan satın alınan orta irilikteki kuru ve temiz yemek tuzu kullanılmıştır. Tuzlama teknolojisinde tuz derişimi %22 olarak ayarlanmıştır. Daha sonra balıklar iyice tuzla ovularak 5 litrelik cam kavanoza bir kat tuz bir kat balık olacak şekilde yerleştirilerek 4±1 °C'de 28 gün depolanmıştır. Bu teknolojinin uygulandığı örneklerden ilk günden başlayarak haftada bir örnek alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Çalışmada yapılan tüm analizler taze ve periyodik olarak örnekleri alınan işlenmiş balıklarda gerçekleştirilmiştir. Sıcak dumanlanarak ve kuru tuzlanarak 4 ± 1 °C’de depolanan balıklardan 1, 7, 14, 21, ve 28. günlerde örnekler alınarak analiz yapılmıştır.

3.2.3.1. Biyometrik Ölçümler

Laboratuvara getirilen balıklardan 50 adedinin, mm taksimatlı ölçüm tahtasıyla boy ve 0,01 g duyarlılığındaki teraziyle ağırlıkları ölçülerek et verimi hesaplanmıştır (Dikel ve Çelik, 1998).

3.2.3.2. pH Tayini

Taze ve işlenmiş (dumanlanmış, tuzlanmış) balıklardan depolama süresince periyodik olarak örnekler alınmış (10 g) ve blender yardımıyla homojenize edilmiştir. Daha sonra 16 ± 1 °C’de WTW marka 320 set digital pH metrede ölçümleri yapılmıştır (Varlık vd., 1993).

3.2.3.3. Kimyasal Bileşim Analizleri

Taze, işlenmiş ve depolanmış balık örneklerinde su oranı “TS 1743” (110 ± 1 °C) (Anonim, 1974a)’e; inorganik madde (ham kül) “TS 1746” (550 ± 1 °C) (Anonim, 1974b)’ye; ham protein “Kjeldahl Yöntemi” ($N\times 6.25$), (Anonim, 1983)’ne; ham yağ analizi “Soxhlet Yöntemi” (Keskin, 1975)’ne göre yapılmıştır.

3.2.3.4. Tuz Miktarı Tayini

Tüm örneklerin tuz miktarı K_2CrO_4 indikatörü eşliğinde 0,1 M $AgNO_3$ ile titrasyonuna dayanan Mohr yöntemine göre yapılmıştır (Altuğ vd., 1994).

3.2.3.5. Tiyobarbiturik Asit (TBA) Tayini

Bu analizde doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ile meydana gelen malonaldehitin tiyobarbiturik asit ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesi esasına dayanan bir yöntem kullanılmıştır. TBA sayısı olarak belirtilen malonaldehit miktarı, spektrofotometrik (538 nm dalga boyunda) olarak belirlenmiş ve sonuçlar mgMA/kg olarak verilmiştir (Varlık vd., 1993).

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

Taze ve işlenmiş balık etlerinin toplam uçucu bazik azot tayini Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lücke-Geidel yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar mg/100 g olarak verilmiştir (İnal, 1992).

3.2.3.6. Taze ve İşlenmiş Balıkların Toplam Lipit Ekstraksiyonu

Tüm örneklerin toplam lipit ekstraksiyonları Bligh ve Dyer (1959)'ın bildirdiği yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Ancak ekstraksiyonda çözücü olarak kullanılan kloroform-metanol oranları Lee vd. (AOAC, 1996)'nın önerdiği az yağlı balıklar (lipit içeriği <2% olan balıklar ki, burada lipit bileşimi fosfolipit yapısındadır) için 1:2 kloroform-metanol oranı dikkate alınarak hazırlanmış ve ekstraksiyon yapılmıştır.

Toplam lipit ekstraksiyonu için 2 g kas örneği dorsal bölgeden alınmış ve 1:2 v/v oranında kloroform-metanol eklenerek homojenizatörde 24.000 devir/dk. homojenize edilmiştir. Bu işlemden sonra örnek whatman No:42 (külsüz) süzgeç kağıdı ile süzülmüş, bu sırada homojenizasyon kabındaki kalıntılar da çözücü yardımıyla yıkanarak örnek üzerine ilave edilmiştir. Örneğin süzüldüğü kabın darası önceden alınmıştır. Örneğin ve çözücünün bulunduğu, darası bilinen kap, çözücünün uçurulması amacıyla 50 °C'de azot akımında bekletilmiş ve daha sonra desikatöre alınmıştır. Yapılan tartım işleminden sonra sabit tartıma gelene kadar örnek desikatörde bekletilmiştir. Tartımlarda 0,0001g duyarlılıktaki terazi

kullanılmış ve toplam lipit miktarı g olarak bulunmuş olup % lipit oranı hesaplanmıştır.

3.2.3.7. Toplam Lipitlerin Sabunlaştırılması ve Toplam Yağ Asitlerinin Elde Edilmesi

Elde edilen toplam lipitin üzerine %6'lık metanollü potasyum hidroksitten (KOH) 10 ml eklenerek sıkıca kapatılmış ve karıştırılmıştır. Daha sonra 95 °C'ye ayarlı su banyosunda 80-90 dk kaynatılmıştır. Tepkime (hidroliz) tamamlandıktan sonra sabunlaştırılmış örneklerin bulunduğu kaplar su banyosundan çıkarılmış ve 8-10 ml saf su ile karıştırılarak bir ayırma hunisine alınmıştır. Ayırma hunisi içine 10 ml kloroform-hekzan karışımı (1:4, v/v) eklenerek üç defa ekstre edilmiştir. Her tekrarda alt faz alınmıştır. Böylece sabunlaşmayan hidrokarbonlar ve steroller ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Sabunlaşmış halde yağ asitlerini bulduran sulu faz 1M H₂SO₄ ile pH=1 olana kadar asitlendirilerek yağ asitlerinin serbest hale geçmesi sağlanmıştır. Yağ asitleri ortamdaki 10 ml kloroform-hekzan karışımı (1:4, v/v) ile ekstre edilmiştir. Bu işlem üç tekrarlı yapılmış ve her tekrarda üst faz alınmıştır. Serbest yağ asitlerini içeren çözücü fazı 72 °C'da azot akımı ile tam kuruluğa kadar buharlaştırılmış ve azot gazı basılmış desikatör içinde sabit tartıma getirilerek 0,0001 g duyarlılıktaki terazide tartılmıştır. Toplam yağ asidi miktarı g olarak bulunduktan sonra toplam lipit içindeki % oranı hesaplanmıştır.

3.2.3.8. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizlerinin yapılabilmesi için kararlı yapısı olan metil esterleri gibi türevlerine dönüştürülmesi gerekir. Bu amaçla kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır.

Bu çalışmada, Moss vd., (1974)'nin geliştirdikleri yöntemden yararlanarak yağ asitleri metilleştirilmiştir. Reaktif olarak yağ asitlerini hızlı bir şekilde metilleştiren %14'lük Boron Trifloride-Metanol (BF₃-Metanol) kullanılmıştır. Toplam yağ asitleri bulunan kaplara 3 ml BF₃-Metanol ekledikten sonra 95

$^{\circ}\text{C}$ 'deki su banyosunda 15 dakika metilleştirilmeye bırakılmıştır. Bu işlem esnasında şişelerin sıkı bir şekilde kapalı olmasına özen gösterilmiştir. Metilleştirme işlemi tamamlandıktan sonra 5 ml doymuş NaCl çözeltisi eklenerek örnek şişeleri iyice karıştırılmış ve şişelerdeki yağ asidi metil esterleri ayırma hunisine alınmıştır. Ayırma hunisi içindeki yağ asidi metil esterleri iki defa kloroform-hekzan (1:4, v/v) eklenerek ekstre edilmiştir. Her tekrarda faz oluşumundan sonra alttaki NaCl diğer bir ayırma hunisine alınmış, üstteki çözücü + metilleşmiş yağ asitleri huninin üst kısmından pastör pipeti yardımıyla bir deney tüpüne alınmıştır. Deney tüpüne alınan metilleşmiş yağ asitlerini içeren örnek 50°C 'de azot akımı altında uçurulmuştur. Yoğunlaşmış hale gelen metilleşmiş yağ asitleri 5 ml'lik saklama şişelerine alınmıştır. Şişe, içine azot gazı verilerek iyice kapatılmış ve gaz kromatografik analize kadar derin dondurucuda (-18°C) saklanmıştır.

3.2.3.9. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizleri

Cihaz ve Çalışma Şartları

Yağ asitlerinin kalitatif ve kantitatif analizlerinde, S.D.Ü. Merkezi Araştırma Laboratuvarı'daki Perkin Emler Model Autosystem XL otomatik örnek enjeksiyon sistemi bulunan Kapiler Gaz Kromatograf cihazı kullanılmıştır. Ayırma işlemleri, film kalınlığı $0,2\ \mu\text{m}$, uzunluğu 100 m ve iç çapı $250\ \mu\text{m}$ olan SP-2560 Fused Silica kolon ile yapılmış ve kromatogramlar Turbochrom Workstation Bilgisayar Programı ile değerlendirilmiştir.

Çözeltiler, GLC cihazına otomatik enjeksiyon sistemi ile enjekte edilmiştir.

Örneklerin kromatogramlarında, yaklaşık olarak 60 civarında pik (yağ asidi metil esterleri ve safsızlıklara ait) gözlenmesine karşın, Sigma firmasından metil esterleri (100mg) standart olarak temin edilmiş olup, standartla tanımlanabilen yağ asitleri hesaplanmıştır.

Cihazın çalışma koşulları aşağıda verilmiştir:

Kolon sıcaklığı :Başlangıç; 150 °C, 5 dakika bekletme, 4 °C/dakika hızla 240 °C'a ısıtma, 5 dakika bekletme, 3 °C/dakika hızla 230 °C'a ısıtma ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletme.

Split (bölme) oranı : 20

Taşıyıcı gaz : Helyum

Akış hızı : 20 cm/s

Detektör ve sıcaklığı: Alevde iyonlaşma detektörü (FID); 260 °C

Enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C

Kalibrasyon

Deneylede, Sigma firmasından temin edilen yağ asidi metil esteri standart olarak kullanılmıştır. Her yağ asidi metil esteri örneğinden 25,0 µl alınmış ve 2,0 ml'ye seyreltilmiştir. Bu çözeltiden 50,0 µl alınmış ve 500µl'ye seyreltilerek çalışma için stok çözeltisi hazırlanmıştır.

GLC cihazının otomatik enjeksiyon sisteminin enjektör yıkama çözelti şişesi de aynı hekzan ile doldurulmuş ve bu suretle enjekte edilen standart ve örnek çözeltilerine yabancı maddelerin karışması önlenmiştir.

Standart çözeltilerin kromatogramları alındıktan sonra, her bir yağ asidi metil esterinin alıkonma süreleri saptanmıştır. Örneklerin kromatogramlarındaki piklerin alıkonma süreleri yardımıyla pikler tanımlanmıştır. Pik tanımlamasındaki kesinliği artırmak için, farklı çalışma şartlarında (sıcaklık ve gaz debisi), örneklere standart çözelti eklenerek piklerde bir yarılmamanın olup olmadığı incelenmiştir. Piklerde herhangi bir yarılmamanın olmadığı şartlar, hesaplamalar için esas alınmıştır.

Çalışmada analizi yapılan yağ asitleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Analizi yapılan yağ asitleri

1	Laurik asit (C12:0)
2	Miristik asit (C14:0)
3	Palmitik asit (C16:0)
4	Palmitoleik asit (C16:1)
5	Stearik asit (C18:0)
6	Oleik asit (C18:1) ω - 9 (cis)
7	Elaidik asit (C18:1) ω - 9 (trans)
8	Linoleik asit(C18:2) ω - 6
9	α -Linolenik asit (C18:3) ω - 3
10	γ -Linolenik asit (C18:3) ω - 6
11	Eikosadienoik asit(C20:2) ω - 6
12	Eikosatrienoik asit (C20:3) ω - 3
13	Behenik asit (C22:0)
14	Dokosahekzaenoik asit (C22:6) ω - 3
15	Nervonik asit (C24:1) ω - 9

Çalışmada analizi yapılan sıcak dumanlanmış ve kuru tuzlanmış örneklerin kromatogramları Şekil 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.

3.2.3.10. Toplam Mikro Protein Analizi

Balıklardan alınan örneklere sıvı azot ilave edilerek cam havanda iyice ezilmiş ve daha sonra 1/20 oranında %0,85’lik NaCl (fizyolojik su) çözeltisiyle sulandırılarak homojenize (22000 devir/dk) edilmiştir. Sulandırma 4 ± 1 °C’de, 5000 devir/dk’da 15 dk. örnekler santrifüjlenerek berrak kısımdan mikro pipet yardımıyla 100 μ l alınarak toplam mikro protein analizlerinde kullanılmıştır. Toplam mikro protein analizlerinde Phenol Reagent Methods for Biological Fluids Procedure (Sigma) marka ticari kit kullanılmıştır (Lowry, vd., 1951; Peterson, 1979). Proteinlerle reaksiyona giren reagent, alkali ortamda mavi-menekşe renk kompleksi oluşturmuştur. Oluşan bu renk kompleksi, Shimadzu (UV-1201V) spektrofotometrede 620 nm’de kör denemeye karşı absorbası okunmuştur.

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.1. Mikrobiyolojik Analizler İçin Örneklerin Hazırlanması

Aseptik koşullarda steril pens, bistüri ve makas yardımı ile örneklerden 25 g balık eti tartılarak üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su (Merck 7228) ilave edildikten sonra 2-3 dk önceden steril edilmiş blenderda homojenize edilerek 10^{-1} sulandırılmıştır. Steril tamponlanmış peptonlu su ile 10^{-6} 'ya kadar seyreltilmiş sulandırmalar yapılarak her bir sulandırmadan iki paralel olmak üzere dökme plak metodu kullanılarak ekimler yapılmıştır. Petri kutusunda üreyen kolonilerden 30-300 arasında koloni içeren plaklar sayılmıştır (Refai, 1979; Varlık vd., 1993).

3.2.4.2. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri (TMA) Sayısı

Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı için “ Plate Count Agar ” (Merck 5463) kullanılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra petri kutuları 30 ± 1 °C’de 72 saat inkübe edilerek süre sonunda oluşan koloniler sayılmıştır (Refai, 1979; Varlık vd., 1993).

3.2.4.3. Toplam Psikrofilik Aerob Bakteri (TPA) Sayısı

Toplam psikrofilik aerob bakteri sayımında “ Plate Caunt Agar ” (Merck 5463) kullanılmıştır. 5 ± 1 °C’de 7-10 günlük inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (ICMFS, 1978; Arslan vd., 1997).

3.2.4.4. Toplam Psikrotrof Aerob Bakteri (TPsA) Sayısı

Toplam psikrotrof aerob bakteri sayımında “ Plate Caunt Agar ” (Merck 5463) kullanılmıştır. 22 ± 1 °C’de 72 saat inkübasyondan sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Anonim, 1993).

3.2.4.5. Koliform Grubu Mikroorganizmaların Sayısı

Besi yeri olarak “Violet Red Bile Agar ” (Merck 1406) kullanılmıştır. 30 ± 1 °C’de 24 saat inkübe edilerek plaklar değerlendirilmiştir (Anonymous, 1994; Arslan vd., 1997).

3.2.4.6. *Staphylococcus* – *Micrococcus* Sayısı

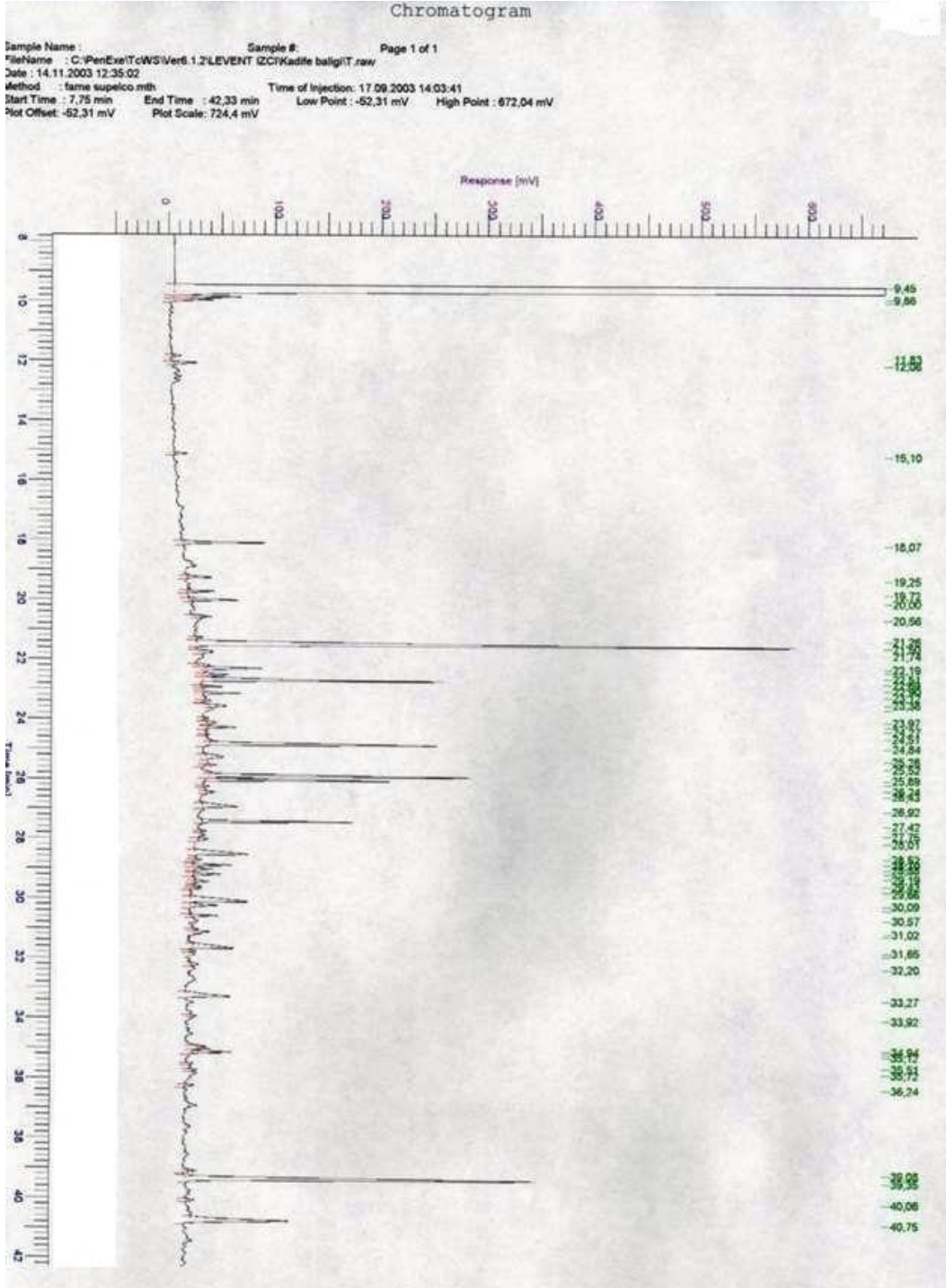
Bu mikroorganizmalar için “ Mannitol Salt Agar” (Oxoid CM 85) kullanılmıştır. Plaklar 37 ± 1 °C’de 24-48 saat inkübe edildikten sonra koloniler sayılmıştır (Anonim, 1979).

3.2.4.7. Maya ve Küf sayısı

pH’sı % 10’luk tartarik asit kullanılarak 3,5’e ayarlanan “Potato Dextrose Agar ” (Merck 10130) besi yeri olarak kullanılmıştır. Plaklar 22 ± 1 °C’de 3-5 gün inkübe edildikten sonra sayılmıştır (Anonim, 1979; Anonim, 1983; Varlık vd., 1993).

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen veriler, SPSS programı ile varyans analizine (F-testi) tabi tutulmuş, hesaplanan parametrelere ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Önem düzeyi $P<0,05$ olarak seçilmiştir (Özdamar, 2001).



Şekil 3.2. Kuru tuzlama uygulanan örneklere ait yağ asiti kromatogramı

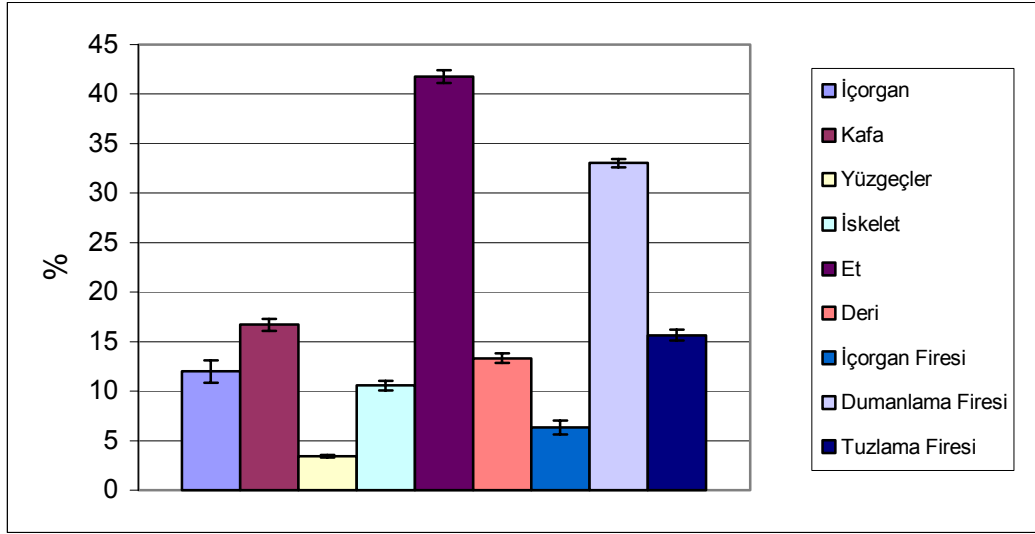
4. BULGULAR

4.1 Kadife Balığı (*T. tinca*)'nın Et Verimi ve Fire Oranları

Biyometrik ölçümleri yapılan örneklerin iç organ, kafa, yüzgeç, iskelet, deri, et ve uygulanan işleme teknolojileri sonucunda et verimi ve fire oranları belirlenmiştir. Buna göre verim $55,077 \pm 0,707$ (et+deri) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Fire oranları ise iç organlar çıkartıldıktan sonra $6,337 \pm 0,703$, sıcak dumanlanmış örneklerde $33,040 \pm 0,406$ ve kuru tuzlanan balıklarda da $15,638 \pm 0,547$ olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kadife balığı (*T. tinca*) örneklerinin et verimi ve fire oranları

Ağırlık (g)	194,116±9,293
Total Boy (cm)	23,211±0,968
Çatal Boy (cm)	22,633±1,417
İçorganlar (%)	11,987±1,137
Kafa (%)	16,693±0,621
Yüzgeçler (%)	3,406±0,116
İskelet (%)	10,582±0,486
Et (%)	41,769±0,670
Deri (%)	13,308±0,488
İçorgan Firesi (%)	6,337±0,703
Dumanlama Firesi (%)	33,040±0,406
Tuzlama Firesi (%)	15,638±0,547



Şekil 4.1. Kadife balığı (*T. tinca*)'nın et verimi ve fire oranları (%)

4.2. Taze ve İşlenmiş Balıkların Bazı Besin Bileşenleri

Taze ve işlenmiş (sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojileri uygulanan) *T. tinca*'nın su, lipit, protein ve inorganik madde değeri tespit edilerek sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Besin bileşeni analizleri üç tekrarlı olup her besin bileşeni ortalamaları standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2'den de anlaşılacağı üzere sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemleri sonucu ürünün su içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Taze örneklerde %79,031±0,513 olan su oranı dumanlanmış ürünlerde %69,416±0,353'e, tuzlanmış örneklerde %75,828±1,260'a düşmüştür. Buradan su içeriğindeki en çok azalmanın dumanlanmış ürünlerde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Taze örneklerde %1,612±0,040 olan lipit miktarı uygulanan teknolojilerin her ikisinde de artmıştır.

T. tinca'nın başlangıçtaki protein içeriği %17,850±0,101 iken dumanlama ile birlikte artmış, tuzlama ile birlikte çok fazla değişmemiştir.

İnorganik madde içeriğinin kuru tuzlama grubunda sıcak dumanlama grubuna göre oldukça yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Taze ve işlenmiş *T. tinca*'nın bazı besin bileşenleri (N=3)

	K	D	T
%	x±SH	x±SH	x±SH
Su	79,031±0,513	69,416±0,353	75,828±1,260
Lipit	1,612±0,040	2,842±0,110	2,795±0,170
Protein	17,850±0,101	25,550±0,463	17,500±0,175
İnorg.Mad.	1,231±0,055	1,624±0,182	3,225±0,148

4.3. Sıcak Dumanlama Teknolojisi Uygulanan *T. tinca* Örneklerinde Muhafaza Süresince Ortaya Çıkan Değişimler

Taze balıklarda %79,031±0,513 olan su miktarı 28 günlük depolama sürecinde düzenli bir azalış göstermiştir. Su değeri 28. günde %65,598±0,519'a düşmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.2)

Başlangıçtaki %1,612±0,040'lık toplam lipit içeriği dumanlama teknolojisinin uygulanmasıyla birlikte artmış ve 28. gün sonunda %3,586±0,053 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). Total yağ asidi (TYA) depolamaya bağlı olarak düzensiz değişim göstermiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.4).

Çizelge 4.3'e göre; protein oranı başlangıçta %17,850±0,101 (K) iken sıcak dumanlama uygulanan *T. tinca* örneklerinde 1 ve 28. günlerde sırasıyla %25,550±0,463 ve %26,341±0,228 olarak bulunmuştur. Depolama süresine bağlı olarak protein oranındaki değişim Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Dumanlamayla birlikte total mikro protein (TMP) miktarı (28. gün dışında) depolama zarfında süreyle koşut bir şekilde azalmıştır (Şekil 4.6).

Çizelge 4.3. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan *T. tinca* örneklerindeki değişimler (N=3)

Bileşen	Süre (Gün)					
	K	1	7	14	21	28
	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH
Su (%)	79,031±0,513 ^a	69,416±0,353 ^{bc}	70,327±0,189 ^b	68,556±0,383 ^c	65,843±0,276 ^d	65,598±0,519 ^d
T. Lipit(%)	1,612±0,040 ^d	2,842±0,110 ^b	2,536±0,019 ^c	3,035±0,067 ^b	3,386±0,082 ^a	3,586±0,053 ^a
TYA (%)*	79,365±0,972 ^a	62,538±1,932 ^b	55,292±0,505 ^c	83,071±0,223 ^a	85,213±4,017 ^a	68,946±0,029 ^b
T. Protein (%)	17,850±0,101 ^c	25,550±0,463 ^{ab}	24,500±0,101 ^b	25,491±0,324 ^{ab}	26,483±0,601 ^a	26,341±0,228 ^a
TMP (µg/ml)	31821,800±526,203 ^a	24894,100±217,477 ^b	23269,700±344,408 ^b	20415,300±241,620 ^c	19,689,700±911,411 ^c	20087,500±866,924 ^c
İnorganik M. (%)	1,231±0,055 ^d	1,624±0,182 ^{cd}	2,145±0,055 ^c	2,087±0,269 ^c	2,950±0,045 ^b	3,641±0,331 ^a
Tuz (%)	0,227±0,019 ^c	0,800±0,114 ^{bc}	1,099±0,026 ^{bc}	1,029±0,016 ^{bc}	1,772±0,159 ^b	3,712±0,926 ^a
pH	6,636±0,003 ^c	6,516±0,003 ^d	6,623±0,003 ^c	6,790±0,005 ^b	7,069±0,001 ^a	6,626±0,006 ^c
TBA (mgMA/kg)	0,150±0,002 ^f	0,322±0,005 ^e	0,533±0,008 ^d	0,807±0,005 ^c	1,565±0,009 ^b	3,080±0,010 ^a
TVB-N (mg/100g)	13,533±0,466 ^d	16,333±0,466 ^c	18,200±0,808 ^b	19,133±0,466 ^b	25,933±0,405 ^a	26,600±0,808 ^a

* N:2, Aynı saurda farklı harflerle gösterilen veriler arasında (P<0,05) düzeyinde istatistiksel ayırım vardır.

Taze örneklerde %1,231±0,055 inorganik madde ve %0,277±0,019 tuz bulunurken dumanlama işlemine tabi tutulduktan sonra artmıştır. Gerek inorganik madde gerekse tuz içeriğinde ortaya çıkan değişimin birbirine koşt olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.7, 4.8).

pH değeri sıcak dumanlama işlemine bağlı olarak düzesiz bir şekilde değişmiştir. Bu değeri *T. tinca*'nın taze örneklerinde 6,636±0,003, korumanın 28. günde 6,626±0,006 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.9).

Ürünün tazelik durumunun belirlenmesinde kullanılan Tiyo Barbütirik Asit (TBA) değeri taze balıkta 0,150±0,002 mgMA/kg düzeyinde belirlenirken süreyle ilişkili olarak değişiklik göstererek düzenli bir şekilde artmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.10).

Kalite kriterlerinden biri olan Toplam Uçucul Baz Azotu (TVB-N) miktarı işlenmemiş balıklarda 13,533±0,466 olarak belirlenmiş ve muhafaza süresinin sonunda (28. gün) 26,600±0,808 mg/100 g'a yükselmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.11).

Yapılan gaz kromatografisi (GLC) analizleri ile taze ve sıcak dumanlanarak koruma altına alınmış örneklerin içerdiği bazı yağ asitlerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Tanımlanabilen yağ asitleri içerisinde doymuş yağ asitleri %34,779 (K), doymamış yağ asitleri de %65,221 (K) oranında bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerinden olan ω-3 serisinin, toplam doymamış yağ asitleri içerisindeki oranı %30,619 iken, ω-6 serisinin oranı %35,627 olarak tespit edilmiştir. Toplam doymamış yağ asitlerinin %33,753'ünü bir çift bağlı doymamış yağ asitlerinin (BDmYA), %66,247'sini aşırı doymamış yağ asitlerinin (ADmYA) temsil ettiği bulunmuştur.

Taze örneklerde doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) %17,345±1,315 ve stearik asit (C18:0) %5,825±0,165 oranları ile en fazla bulunan yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinden C16:0 sıcak dumanlama sonrası 4±1 °C'de koruma altına alınan balıklardan GLC analizlerinden arttığı saptanmıştır

(Çizelge 4.4). Özellikle C16:0 yağ asidinde ortaya çıkan düzenli artış Σ DYA'ne de yansiyarak bu miktarın yükselmesine neden olmuştur.

Bir çift bağlı doymamış yağ asitleri (BDmYA) sıcak dumanlama işlemi uygulanarak 4 ± 1 °C'de 28 gün depolandığı süre zarfında genellikle azalış göstermiştir. Elaidik asit (C18:1 ω -9 trans) ve oleik asit (C18:1 ω -9 cis) sıcak dumanlamayla birlikte 1. günde azalmış daha sonra bir miktar artış gösterse de 28. günde başlangıç (K) değerine göre düşmüştür. Dumanlama işlemi sonucunda palmitoleik asitin (C 16:1) başlangıçta arttığı daha sonra azaldığı, nervonik asitin (C 24:1 ω -9) azalsa da muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre çok fazla bir değişikliğe uğramadığı görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan *T. tinca* örneklerinin yağ asidi oranları (%)

Yağ Asidi	Süre (Gün)					
	K x±SH	1 x±SH	7 x±SH	14 x±SH	21 x±SH	28 x±SH
C 12:0	0,190±0,090 ^c	0,235±0,015 ^c	0,800±0,018 ^{ab}	0,245±0,025 ^c	1,190±0,010 ^a	0,455±0,245 ^{bc}
C 14:0	1,025±0,145 ^b	2,745±0,145 ^a	1,040±0,200 ^b	2,535±0,115 ^a	1,340±0,020 ^b	2,400±0,190 ^a
C 16:0	17,345±1,315 ^a	17,400±0,930 ^a	17,875±0,855 ^a	18,640±0,100 ^a	18,185±0,225 ^a	20,030±0,280 ^a
C 18:0	5,825±0,165 ^a	4,580±0,670 ^b	1,630±0,010 ^c	5,350±0,050 ^{ab}	5,275±0,345 ^{ab}	4,610±0,170 ^b
C 22:0	0,370±0,090 ^c	0,320±0,010 ^c	1,660±0,460 ^{ab}	0,815±0,115 ^{bc}	2,195±0,515 ^a	1,035±0,115 ^b
Σ DYA	24,755±1,515^{cd}	25,280±0,140^{bcd}	23,005±0,925^d	27,585±0,305^{abc}	28,185±0,665^{ab}	28,530±0,620^a
C 16:1	3,825±0,175 ^{cd}	4,755±0,155 ^c	11,875±0,795 ^a	8,100±0,060 ^b	2,770±0,400 ^d	3,310±0,250 ^d
C 18:1 ω -9 cis	5,975±0,025 ^{bc}	5,105±0,415 ^c	9,050±0,310 ^a	7,390±0,440 ^b	6,210±0,750 ^{bc}	5,270±0,320 ^c
C 18:1 ω -9 trans	4,925±0,335 ^{abc}	2,940±0,080 ^{cd}	5,370±0,930 ^{ab}	5,970±0,890 ^a	2,500±0,140 ^d	3,610±0,500 ^{bcd}
C 24:1 ω -9	0,945±0,805 ^a	0,400±0,180 ^a	0,650±0,090 ^a	0,655±0,035 ^a	0,400±0,100 ^a	1,045±0,045 ^a
Σ BDmYA	15,670±0,270^c	13,200±0,370^{cd}	26,945±0,535^a	22,115±1,425^b	11,880±1,190^d	13,235±1,115^{cd}
C 18:2 ω -6	2,480±0,160 ^d	3,620±0,810 ^{cd}	3,135±0,345 ^{cd}	4,055±0,025 ^{bc}	5,620±0,450 ^a	5,290±0,290 ^{ab}
C 18:3 ω -6	6,430±0,001 ^a	6,195±0,915 ^a	3,320±0,420 ^b	0,260±0,030 ^c	4,050±0,300 ^b	0,370±0,120 ^c
C 18:3 ω -3	0,715±0,215 ^c	0,500±0,030 ^{cd}	0,160±0,010 ^d	2,095±0,035 ^a	1,270±0,160 ^b	0,215±0,035 ^d
C 20:2 ω -6	7,630±0,770 ^a	6,280±0,200 ^{ab}	3,830±0,170 ^{cd}	2,425±0,015 ^d	5,005±0,215 ^{bc}	0,095±0,015 ^e
C 20:3 ω -3	6,000±1,000 ^a	3,930±0,650 ^a	3,765±0,855 ^a	1,485±0,245 ^b	4,385±0,465 ^a	0,685±0,015 ^b
C 22:6 ω -3	7,500±0,001 ^a	3,745±0,385 ^b	0,370±0,130 ^d	2,380±0,020 ^c	2,100±0,150 ^c	0,875±0,095 ^d
Σ ADmYA	30,755±1,715^a	24,270±0,540^b	14,580±1,320^c	12,700±0,310^c	22,430±0,210^b	7,530±0,110^d

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında ($P<0,05$) düzeyinde istatistiksel ayırım vardır.

İşlenmemiş *T. tinca* örneklerinin yağ asitleri göz önünde bulundurulduğunda; işleme tabi tutulan balıkların ADmYA’nde meydana gelen azalışın diğer yağ asitlerinde (Σ DYA ve Σ BDmYA) ortaya çıkan değişime göre oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. Sıcak dumanlama sonucu eikosadienoik asit (C 20:2 ω -6), dokosaheksaenoik asit (C 22:6 ω -3) gama linolenik asit (C 18:3 ω -6) ve alfa linolenik asitin (C 18:3 ω -3) azaldığı, buna karşın linolenik asitin (C 18:2 ω -6) arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Başlangıçtaki Σ ADmYA içeriği, 28 günlük depolama sonunda azalmıştır (Şekil 4.12).

Sıcak dumanlanan ürünün kalite kriterinin belirlenmesi amacıyla yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda oldukça değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Herhangi bir işleme tabi tutulmayan *T. tinca*’nın toplam mezofilik aerobik (TMA) mikroorganizma sayısı $3,276 \pm 0,170$, toplam psikrofilik aerobik (TPA) mikroorganizma sayısı $2,716 \pm 0,008$, toplam psikrotrof aerobik (TPsA) mikroorganizma sayısı $3,250 \pm 0,026$, *Micrococcus-Sataphylococcus* sayısı $1,440 \pm 0,015$ log₁₀ kob/g olarak bulunurken maya-küf’e rastlanılmamıştır. Dumanlanarak 4 ± 1 °C’de 28 gün boyunca muhafaza altına alınan balıkların analizi yapılan mikrobiyolojik parametrelerin hepsinde teknolojinin uygulanmasıyla birlikte azalma sonrasında da hızlı bir artış saptanmıştır (Çizelge 4.5, Şekil 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18).

Çizelge 4.5. Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin mikroorganizma sayıları (log₁₀ kob/g)

	Süre(Gün)					
	K	1	7	14	21	28
	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH
TMA	$3,267 \pm 0,170^c$	$2,210 \pm 0,023^d$	$3,360 \pm 0,020^e$	$3,720 \pm 0,005^c$	$4,493 \pm 0,008^b$	$5,043 \pm 0,306^a$
TPA	$2,716 \pm 0,008^d$	$2,013 \pm 0,013^f$	$2,266 \pm 0,006^e$	$3,383 \pm 0,021^c$	$3,800 \pm 0,015^b$	$4,910 \pm 0,017^a$
TPsA	$3,250 \pm 0,026^e$	$2,940 \pm 0,005^f$	$3,613 \pm 0,008^d$	$3,830 \pm 0,010^c$	$4,713 \pm 0,006^b$	$5,986 \pm 0,008^a$
Koliform	$2,503 \pm 0,012^e$	$1,040 \pm 0,023^f$	$2,653 \pm 0,008^d$	$3,940 \pm 0,005^c$	$4,213 \pm 0,024^b$	$4,693 \pm 0,008^a$
<i>Mic.-Staf.</i>	$1,440 \pm 0,150^e$	$1,090 \pm 0,021^f$	$2,746 \pm 0,008^d$	$3,500 \pm 0,015^b$	$3,363 \pm 0,026^c$	$3,636 \pm 0,008^a$
Maya-Küf	-	-	-	$1,350 \pm 0,050^c$	$2,756 \pm 0,003^b$	$2,866 \pm 0,006^a$

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında ($P < 0,05$) düzeyinde istatistiki ayrım vardır.

4.4. Kuru Tuzlama Teknolojisi Uygulanan *T. tinca* Örneklerinde Muhafaza Süresince Ortaya Çıkan Değişimler

İşlenmemiş balıklarda %79,031±0,513 olan su oranı kuru tuzlanarak muhafaza edilen ürünlerde düzenli bir azalış göstermiştir. Su miktarı dokuya nüfuz eden tuzun etkisiyle 28. gün sonunda %56,865±0,377'ye düşmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.2).

Toplam lipit değeri %1,612±0,040 (K) iken kuru tuzlama işlemi sonucunda belirli bir miktar suyun uzaklaştırılmasıyla %2,795±0,170'e çıkmıştır. Ancak koruma altına alındığı süre içerisinde yapılan besin bileşenleri analizlerinde 21. günden itibaren azalışa geçtiği saptanmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). Toplam yağ asitleri (TYA) koruma altına alındığı süre zarfında düzensiz olarak değişim sergilemiş olup, 28. günde başlangıç değerine göre azalmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.4).

Taze balıkların başlangıçtaki %17,850±0,101'lik protein düzeyi tuzlama ile azalmış olup bu azalma 28. güne kadar sürmüştür ve %15,866±0,154 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.5). Yapılan toplam mikro protein (TMP) miktarı (21. gün hariç) depolama sırasında azalma eğilimi sergilemiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).

İnorganik madde ve tuz miktarı sırasıyla kontrol grubunda (K) %1,231±0,055, %0,276±0,018 değerlerinde bulunmuştur. *T. tinca*'nın kuru tuzlanması sonucu 1. günde inorganik madde değeri %3,225±0,148'e, tuz değeri de %2,268±0,093'e, 28. günde ise %18,116±0,377 (inorganik madde) ve %17,633±0,253'e (tuz) yükselmiştir. Her iki değerde de muhafaza süresince biri birine koştur olarak değişim görülmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8).

pH değeri işleme teknolojisinin uygulanmasıyla 6,636±0,003'den 6,456±0,003'e düşmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.9).

Çizelge 4.6. Kuru Tuzlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de depolanan *T. tinca* örneklerindeki değişimler (N=3)

Bileşen	Süre (Gün)					
	K	1	7	14	21	28
	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH
Su (%)	79,031±0,513 ^a	75,828±1,260 ^b	67,731±0,671 ^c	62,102±0,931 ^d	60,165±0,505 ^d	56,865±0,377 ^e
T. Lipit(%)	1,612±0,040 ^d	2,795±0,170 ^c	3,273±0,098 ^b	3,715±0,093 ^a	3,536±0,049 ^{ab}	2,850±0,021 ^c
TYA (%) [*]	79,365±0,972 ^b	84,452±4,209 ^b	84,522±0,458 ^b	79,631±0,646 ^b	95,371±2,366 ^a	59,996±0,989 ^c
T. Protein (%)	17,850±0,101 ^a	17,500±0,175 ^{ab}	17,391±0,253 ^{ab}	17,033±0,154 ^b	15,983±0,154 ^c	15,866±0,154 ^c
TMP (µg/ml)	31821,800±526,203 ^a	28838,500±717,094 ^b	21877,790±717,094 ^c	19689,740±344,481 ^{de}	20485,370±198,969 ^{cd}	18297,530±526,203 ^e
İnorganik M. (%)	1,231±0,055 ^f	3,225±0,149 ^e	11,079±0,123 ^d	15,673±0,410 ^b	14,286±0,273 ^c	18,116±0,377 ^a
Tuz (%)	0,227±0,019 ^f	2,268±0,093 ^e	10,470±0,292 ^d	14,163±0,192 ^b	12,934±0,051 ^c	17,633±0,253 ^a
pH	6,636±0,003 ^b	6,456±0,003 ^c	6,373±0,006 ^d	6,820±0,005 ^a	6,810±0,005 ^a	6,230±0,005 ^e
TBA (mgMA/kg)	0,150±0,002 ^f	0,218±0,004 ^e	0,454±0,002 ^d	0,688±0,005 ^c	0,873±0,008 ^b	2,771±0,009 ^a
TVB-N (mg/100g)	13,533±0,466 ^c	13,066±0,466 ^c	13,533±0,466 ^c	14,000±0,808 ^c	19,133±0,466 ^b	21,466±0,466 ^a

* N:2, Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında (P<0,05) düzeyinde istatistiksel farklılık vardır.

Balıklarda bozulma göstergelerinden olan TBA ve TVB-N değeri kuru tuzlamayla birlikte artmış ve bu artış koruma süresine paralel bir şekilde devam etmiştir. TBA değeri $0,150 \pm 0,002$ (K)- $2,771 \pm 0,009$ mg MA/kg (28. gün) aralığında bulunurken, TVB-N değeri $13,533 \pm 0,466$ (K)- $21,466 \pm 0,466$ mg/100g (28. gün) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.10, Şekil 4.11).

Su ürünlerine uygulanan işleme teknolojilerinden biri olan kuru tuzlama işlemi *T. tinca*'larda başlangıç değeri (K) göz önünde tutulduğunda, depolamanın 1.gününde yağ asitlerinden laurik asit (C 12:0), miristik asit (C 14:0) ve palmitik asitte (C 16:0) azalış kaydedilirken, stearik asit (C 18:0) ve behenik asitte (C 22:0) artış tespit edilmiştir. Kuru tuzlanmış örneklerdeki Σ DYA'nin kantitatif olarak Σ DmYA'ne göre daha düşük oranda bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Toplam bir çift bağlı doymamış yağ asitleri kuru tuzlanmış balıklarda 4 ± 1 °C'de depolama sonunda (28. gün) başlangıç (taze) değerine göre azalış göstermiş (palmitoleik asit dışında), bu yağ asiti kümesi içinde bulunan palmitoleik asit (C 16:1) 14. güne kadar artış daha sonra azalma göstermiştir. Elaidik asitte (C 18:1 ω -9) koruma süresince oraya çıkan değişim tüm günler için önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Kuru tuzlama işleminin uygulanmasıyla 28 gün muhafaza edilen örneklerin Σ ADmYA oranında (Şekil 4.19) genel olarak azalma görülürken 28. günün sonunda linoleik asit (C 18:2 ω -6) ve alfa linolenik asitin (C 18:3 ω -3) başlangıç (K) değerine göre biraz arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin yağ asidi oranları (%)

Yağ Asidi	Süre (Gün)					
	K x±SH	1 x±SH	7 x±SH	14 x±SH	21 x±SH	28 x±SH
C 12:0	0,190±0,090 ^{bc}	0,090±0,020 ^c	0,310±0,010 ^b	0,565±0,035 ^a	0,105±0,045 ^c	0,040±0,020 ^c
C 14:0	1,025±0,145 ^{ab}	0,405±0,075 ^b	1,305±0,485 ^a	1,265±0,075 ^a	0,255±0,065 ^b	0,845±0,155 ^{ab}
C 16:0	17,345±1,315 ^{ab}	14,665±0,585 ^b	16,705±1,075 ^{ab}	16,855±0,215 ^{ab}	18,075±0,375 ^a	18,595±0,715 ^a
C 18:0	5,825±0,165 ^{ab}	8,050±0,450 ^a	4,455±1,615 ^b	7,080±0,450 ^{ab}	6,910±0,090 ^{ab}	5,695±0,295 ^{ab}
C 22:0	0,370±0,090 ^{bc}	0,845±0,145 ^b	0,545±0,195 ^{bc}	0,275±0,025 ^c	3,280±0,220 ^a	0,790±0,030 ^b
ΣDYA	24,755±1,515^{ab}	24,055±0,105^{ab}	23,320±2,970^b	26,040±0,150^{ab}	28,625±0,665^a	25,965±0,215^{ab}
C 16:1	3,825±0,175 ^b	3,300±0,520 ^b	4,485±1,245 ^{ab}	6,255±0,045 ^a	4,015±0,845 ^{ab}	4,190±0,110 ^{ab}
C 18:1 ω-9 cis	5,975±0,025 ^a	4,150±0,290 ^a	5,110±0,490 ^a	5,040±0,150 ^a	5,310±0,390 ^a	5,595±0,075 ^a
C 18:1 ω-9 trans	4,925±0,335 ^a	1,925±0,115 ^c	2,870±0,880 ^{bc}	3,580±0,001 ^{ab}	3,760±0,290 ^{ab}	2,860±0,010 ^{bc}
C 24:1 ω-9	0,945±0,205 ^a	1,725±0,195 ^a	0,950±0,220 ^a	0,740±0,100 ^a	0,400±0,100 ^a	0,645±0,055 ^a
ΣBDmYA	15,670±0,270^a	11,100±0,310^b	13,415±2,975^{ab}	15,615±0,205^a	13,485±0,845^{ab}	13,290±0,030^{ab}
C 18:2 ω-6	2,480±0,160 ^c	1,310±0,100 ^d	2,750±0,360 ^c	5,860±0,190 ^a	2,425±0,225 ^c	3,935±0,045 ^b
C 18:3 ω-6	6,430±0,001 ^{ab}	7,325±0,555 ^a	4,795±0,735 ^{abc}	4,910±0,090 ^{abc}	2,335±0,115 ^{bc}	1,095±0,075 ^c
C 18:3 ω-3	0,715±0,215 ^b	0,385±0,065 ^b	0,465±0,005 ^b	0,360±0,160 ^b	0,695±0,115 ^b	2,370±0,100 ^a
C 20:2 ω-6	7,630±0,770 ^a	8,170±0,670 ^a	5,360±0,850 ^{ab}	2,135±0,135 ^b	3,045±0,045 ^b	1,880±0,050 ^b
C 20:3 ω-3	6,000±1,000 ^a	4,425±0,075 ^{ab}	3,735±0,655 ^{abc}	1,145±0,155 ^c	4,000±0,750 ^{abc}	1,935±0,025 ^{bc}
C 22:6 ω-3	7,500±0,001 ^a	4,890±0,390 ^b	2,405±0,265 ^c	3,130±0,570 ^{bc}	3,860±0,280 ^{bc}	4,710±0,280 ^b
ΣADmYA	30,755±1,715^a	26,505±0,395^{ab}	19,510±2,610^{bc}	17,540±0,160^c	16,360±1,210^c	15,925±0,175^c

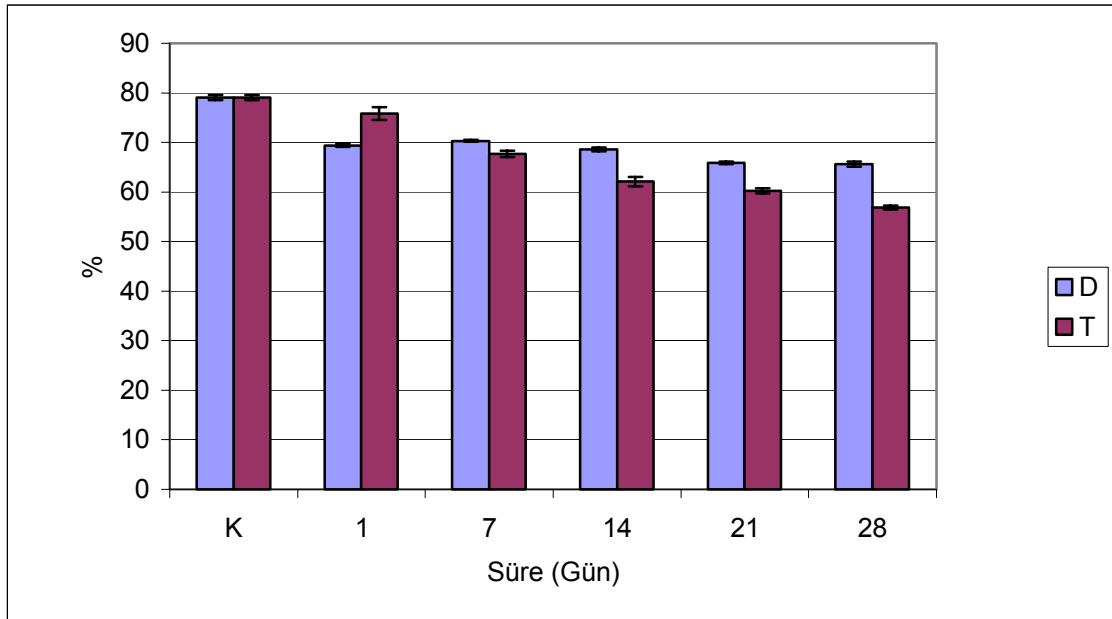
Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında ($P<0,05$) düzeyinde istatistiki ayırım vardır.

Taze (K) ve işlenmiş (T) ürünlerde yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Her analiz üç tekrarlı yapılmış olup ortalamalar (x) standart hatalarıyla (SH) çizelgede gösterilmiştir. Depolama süresince belirli zaman aralıklarında yapılan mikrobiyolojik analizlerde 28. gün sonunda TMA sayısı $4,646\pm 0,014$, TPA sayısı $4,643\pm 0,008$, koliform sayısı $2,153\pm 0,026$, TP_SA sayısı $4,326\pm 0,017$, *Microoccus- Staphylococcus* $3,886\pm 0,006$ ve maya-küf sayısı da $1,176\pm 0,014$ log₁₀ kob/g’a değin artmıştır (Çizelge 4.8, Şekil 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18).

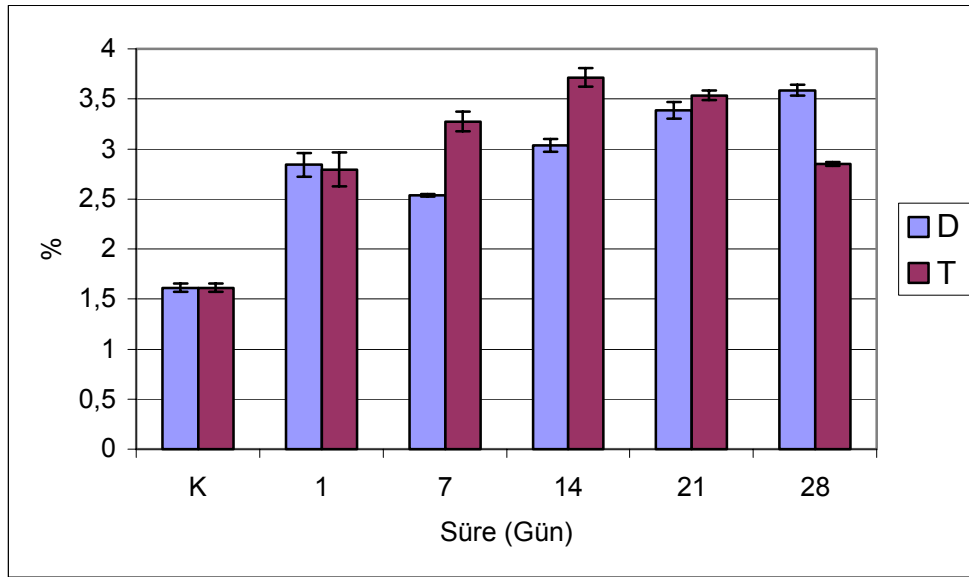
Çizelge 4.8. Kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin mikroorganizma sayıları (log₁₀ kob/g)

	Süre (Gün)					
	K	1	7	14	21	28
	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH	x±SH
TMA	3,276±0,170 ^c	3,766±0,089 ^b	2,920±0,005 ^d	3,416±0,012 ^c	4,793±0,008 ^a	4,646±0,015 ^a
TPA	2,716±0,008 ^d	2,230±0,017 ^f	2,393±0,006 ^e	2,986±0,008 ^c	3,410±0,028 ^b	4,153±0,026 ^a
TPsA	3,250±0,026 ^d	3,146±0,020 ^e	3,33±0,017 ^c	3,186±0,023 ^e	3,953±0,006 ^b	4,326±0,017 ^a
Koliform	2,503±0,012 ^d	2,076±0,043 ^f	2,620±0,005 ^e	3,346±0,017 ^a	2,733±0,018 ^b	2,153±0,026 ^e
<i>Mic-Staf.</i>	1,440±0,150 ^f	1,690±0,005 ^e	2,560±0,015 ^d	3,123±0,029 ^c	3,203±0,014 ^b	3,886±0,006 ^a
Maya-Küf	-	-	-	-	-	1,176±0,014

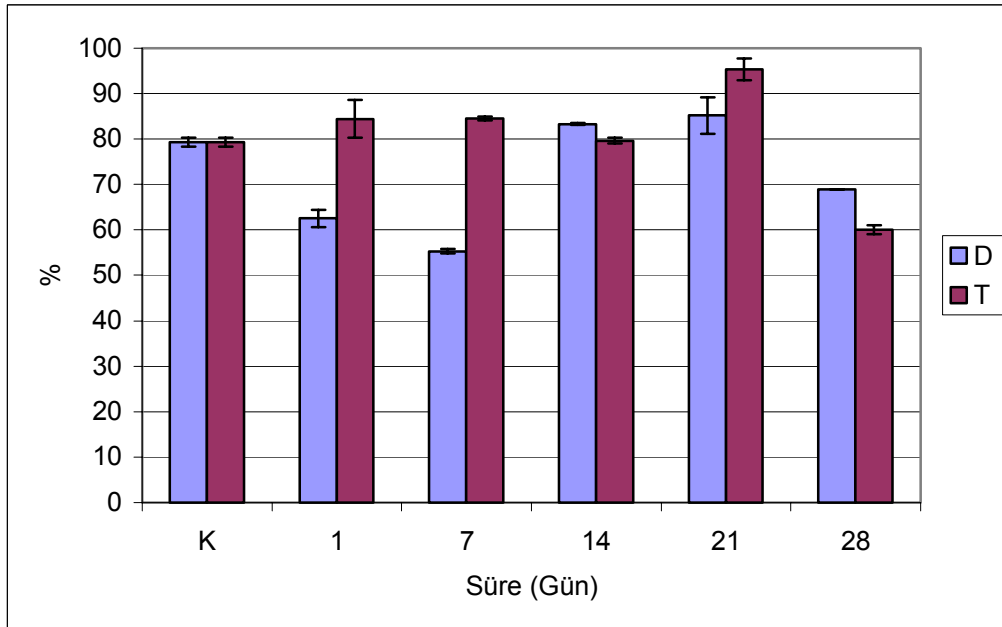
Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında ($P<0,05$) düzeyinde istatistiki ayrım vardır.



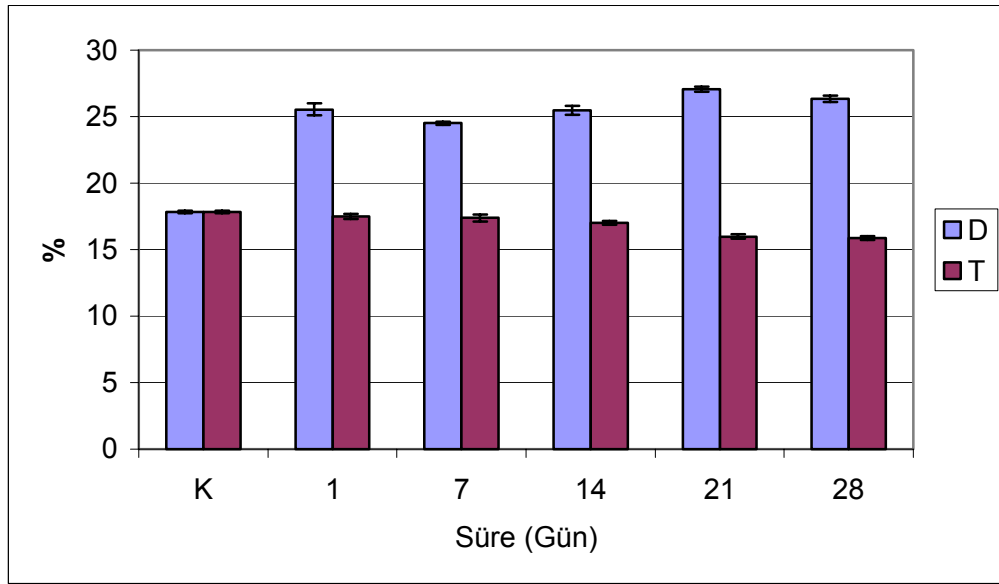
Şekil 4.2. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin su içeriğindeki değişimler (%) (K: taze örneklere aittir)



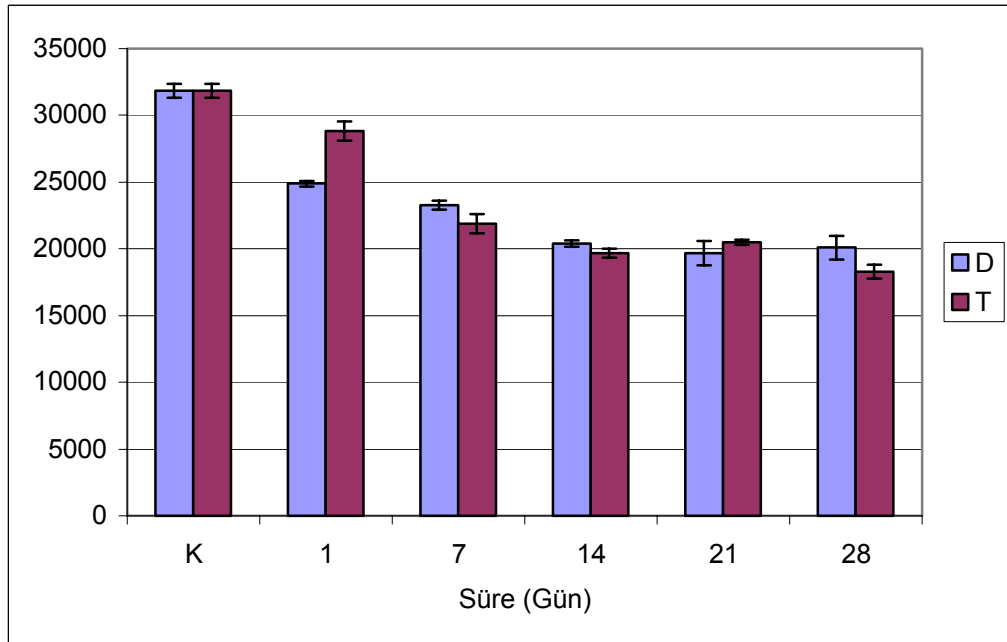
Şekil 4.3. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin lipit içeriğindeki değişimler (%)



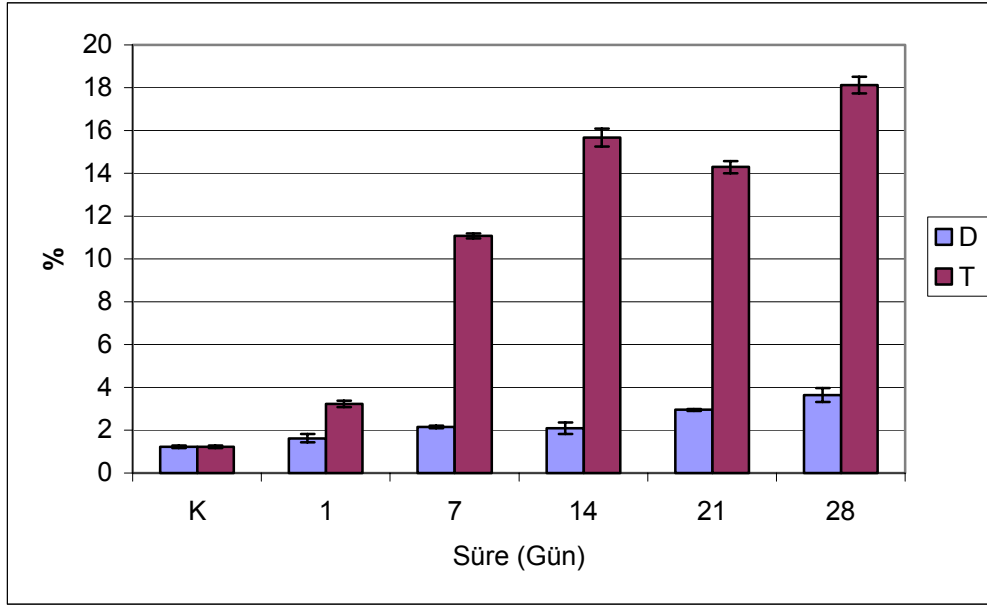
Şekil 4.4. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin TYA içeriğindeki değişimler (%)



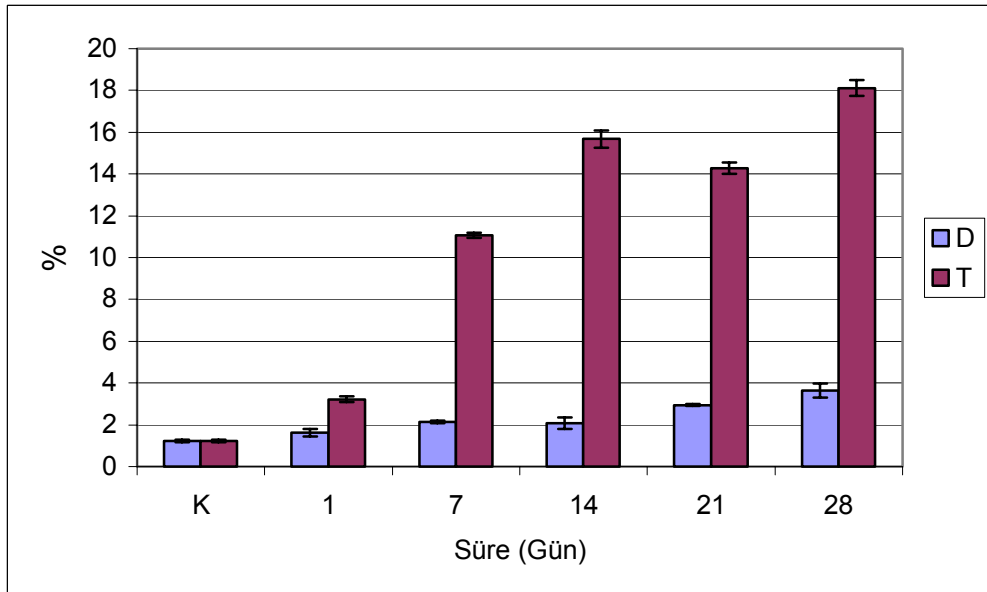
Şekil 4.5. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin protein içeriğindeki değişimler (%)



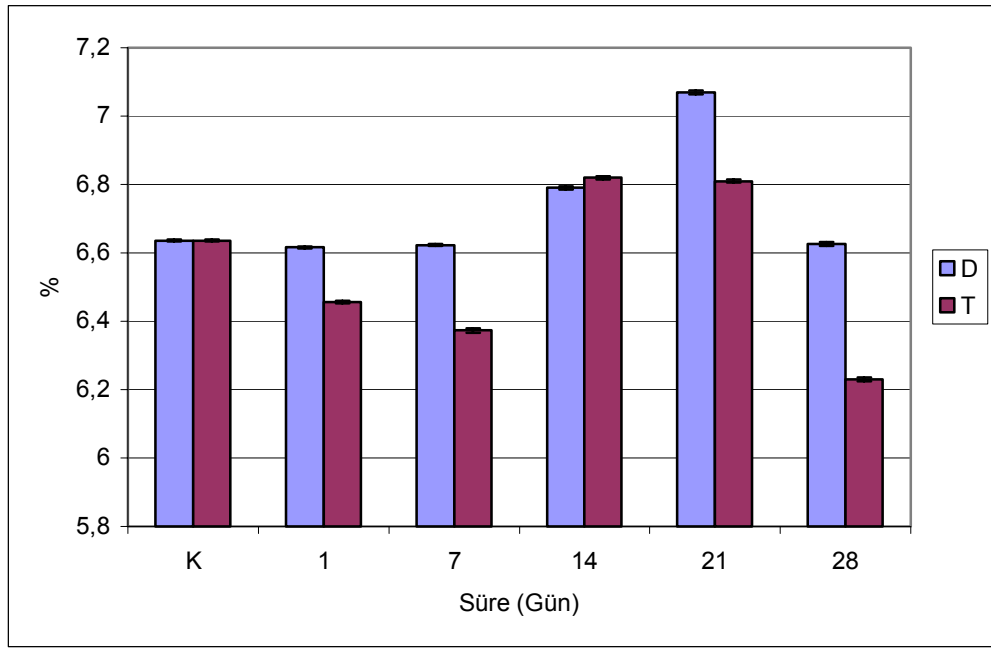
Şekil 4.6. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin TMP içeriğindeki değişimler (µg/ml)



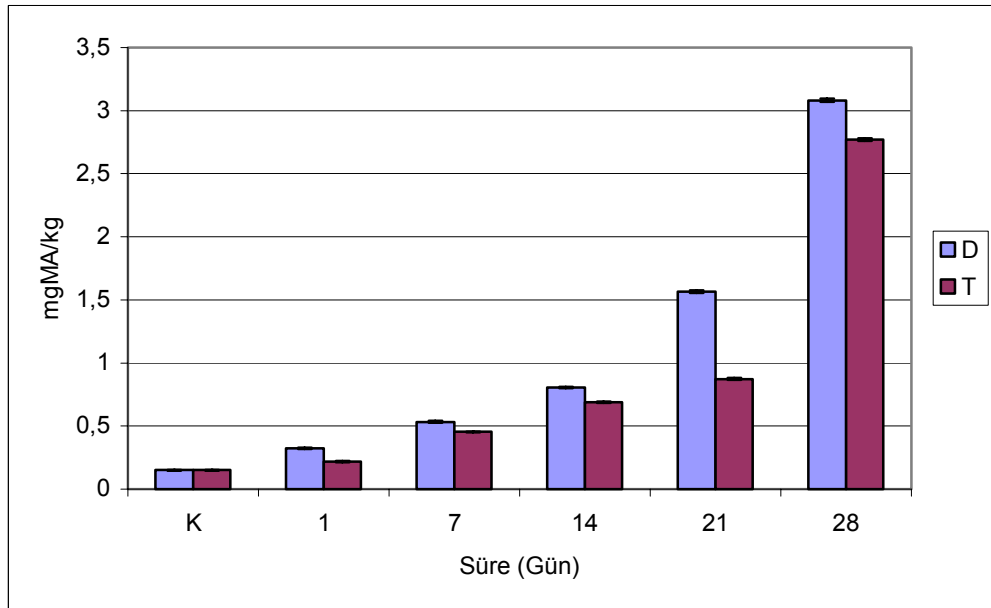
Şekil 4.7. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin inorganik madde miktarındaki değişimler (%)



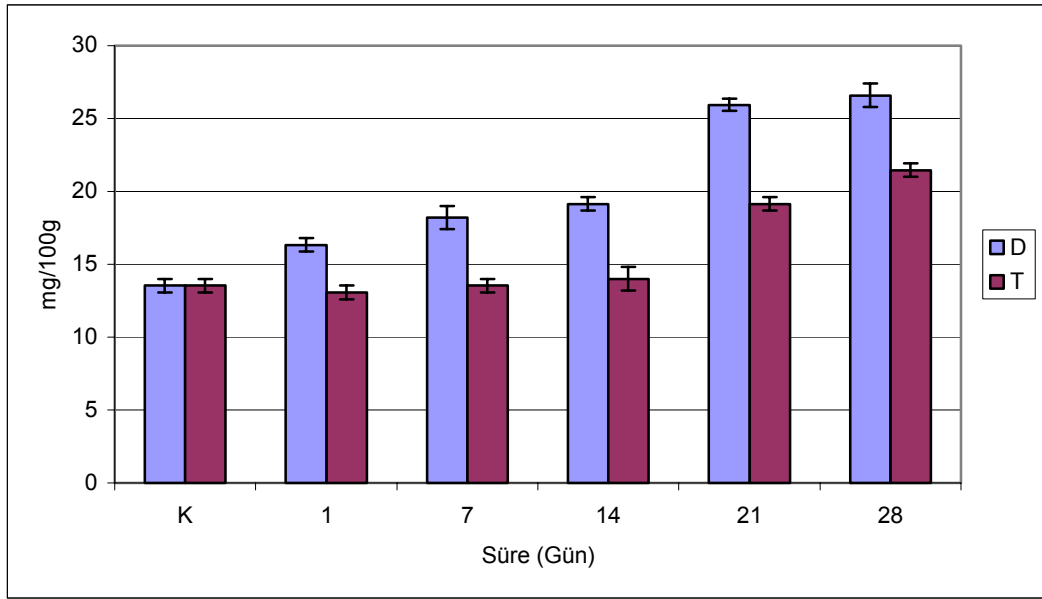
Şekil 4.8. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin tuz miktarındaki değişimler (%)



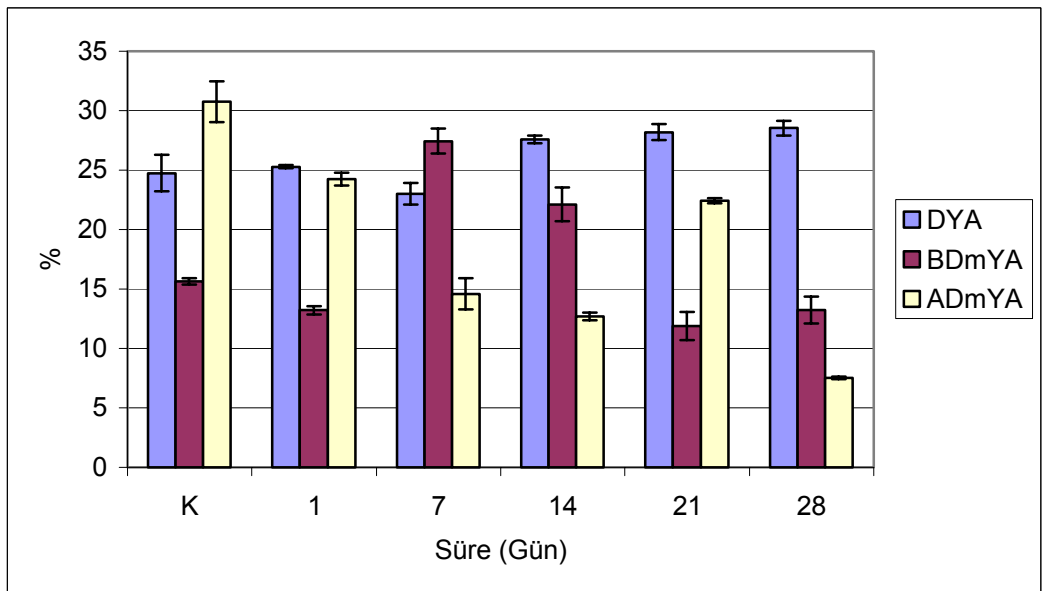
Şekil 4.9. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin pH düzeyindeki değişimler



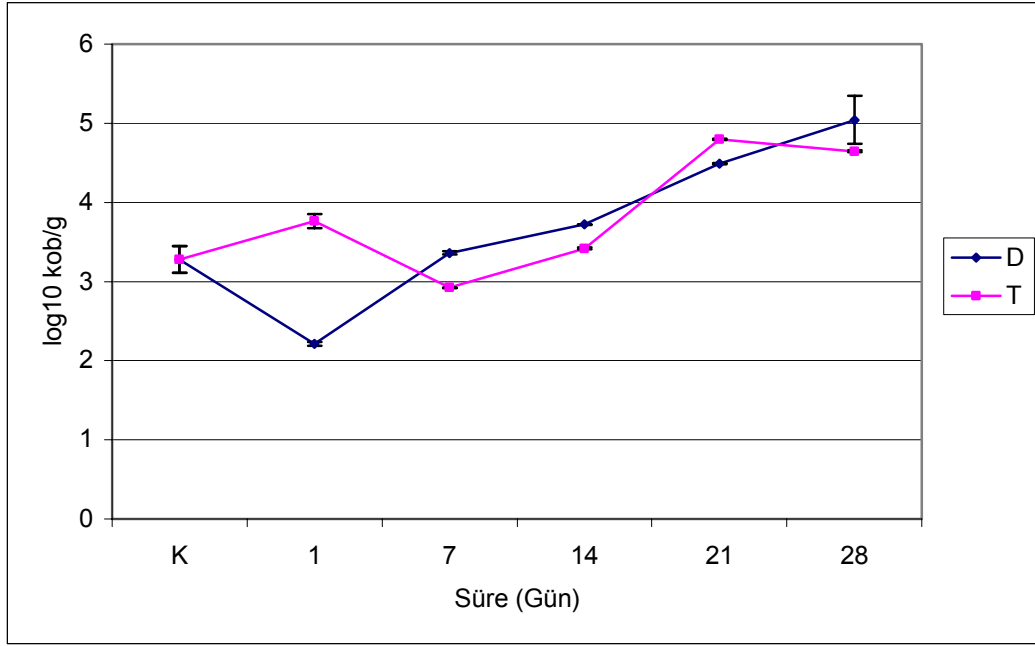
Şekil 4.10. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin TBA düzeyindeki değişimler (mgMA/kg)



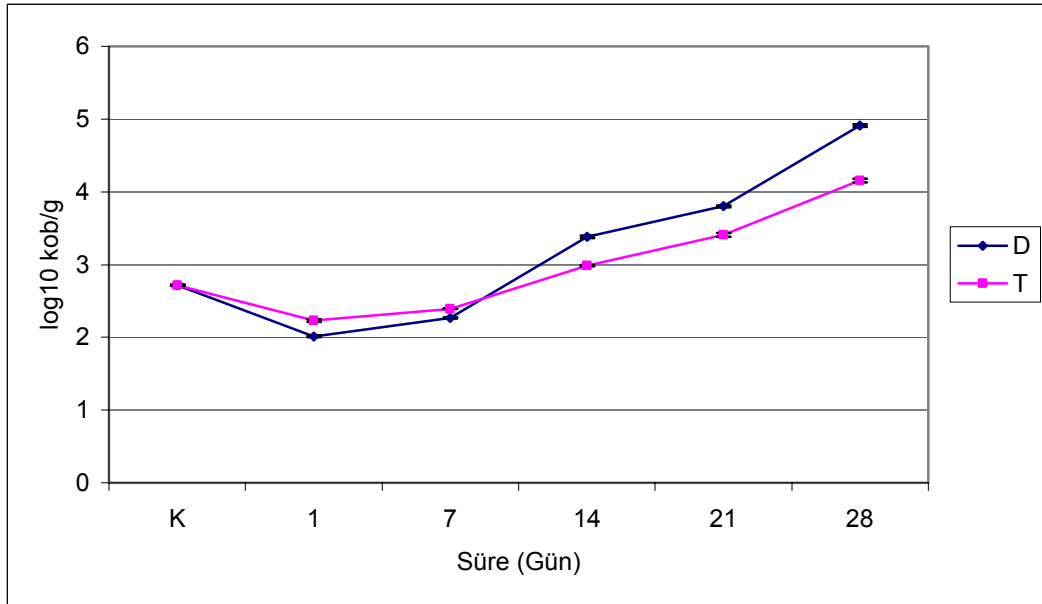
Şekil 4.11. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinin TVB-N düzeyindeki değişimler (mg/100g)



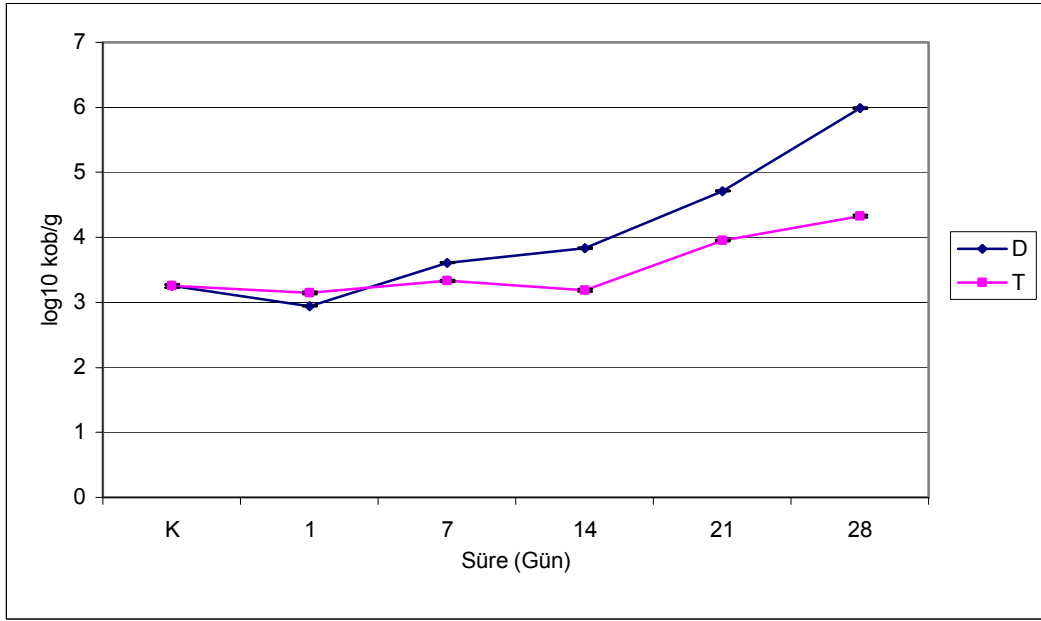
Şekil 4.12. Sıcak dumanlanarak 4 ± 1 °C’de koruma altına alınan *T. tinca* örneklerinin yağ asiti kompozisyonu (%)



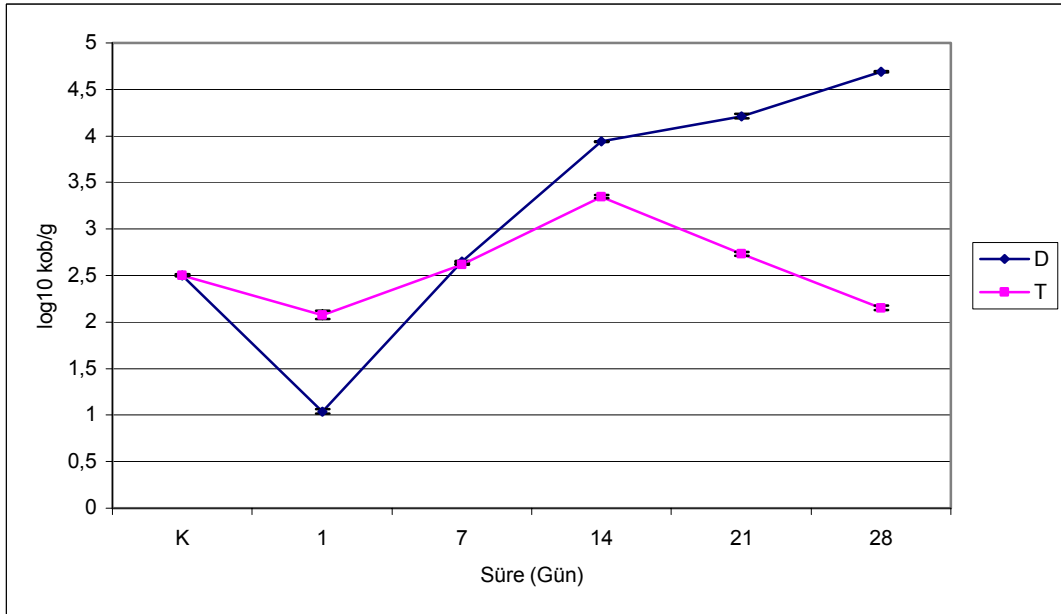
Şekil 4.13. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin TMA sayındaki değişimler (\log_{10} kob/g)



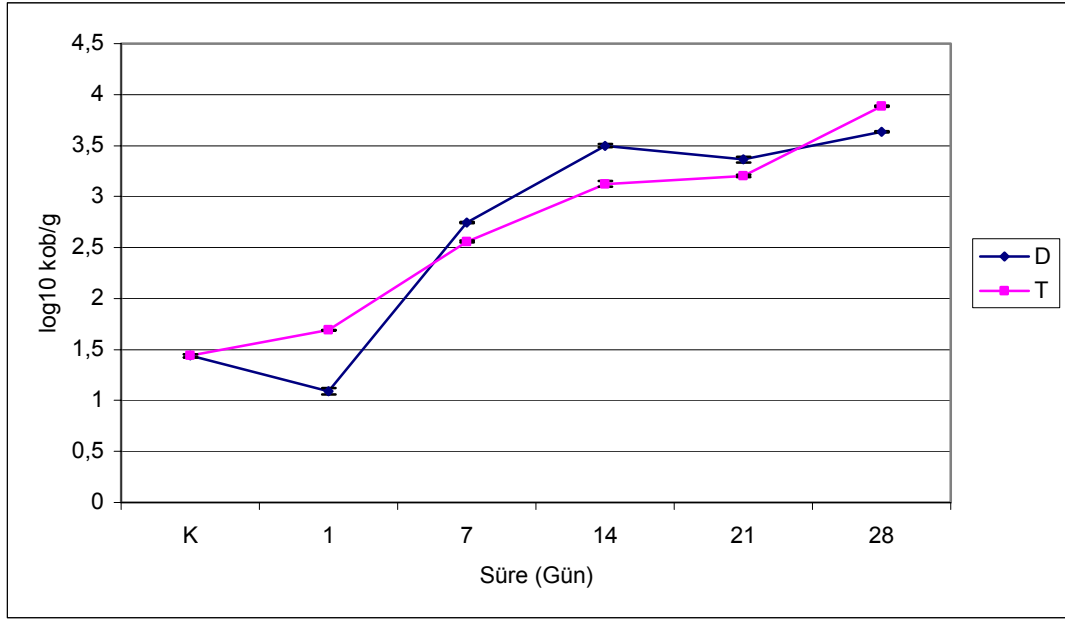
Şekil 4.14. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin TPA sayındaki değişimler (\log_{10} kob/g)



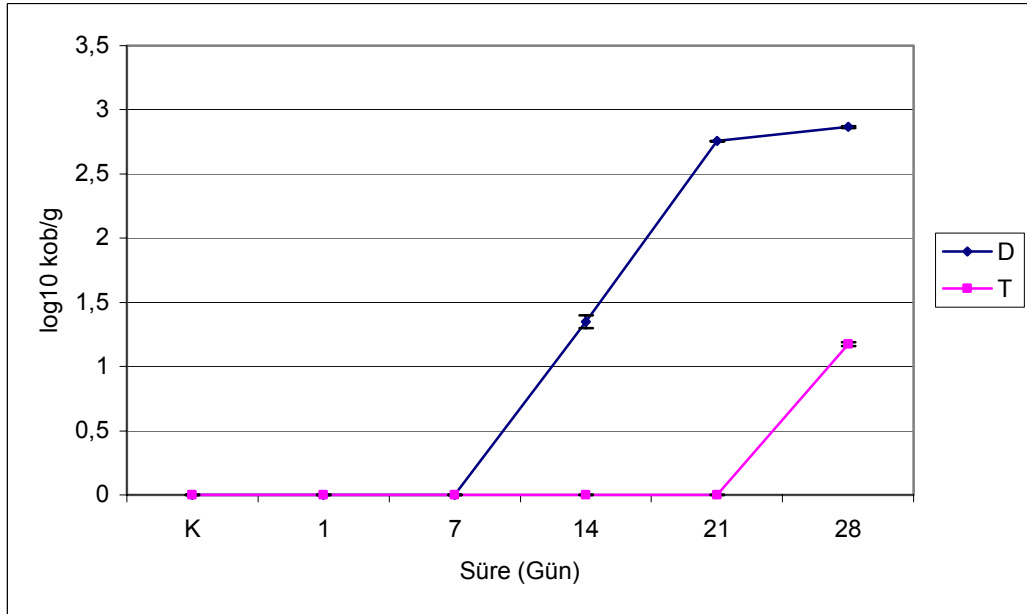
Şekil 4.15. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin TPsA sayındaki değişimler (log10 kob/g)



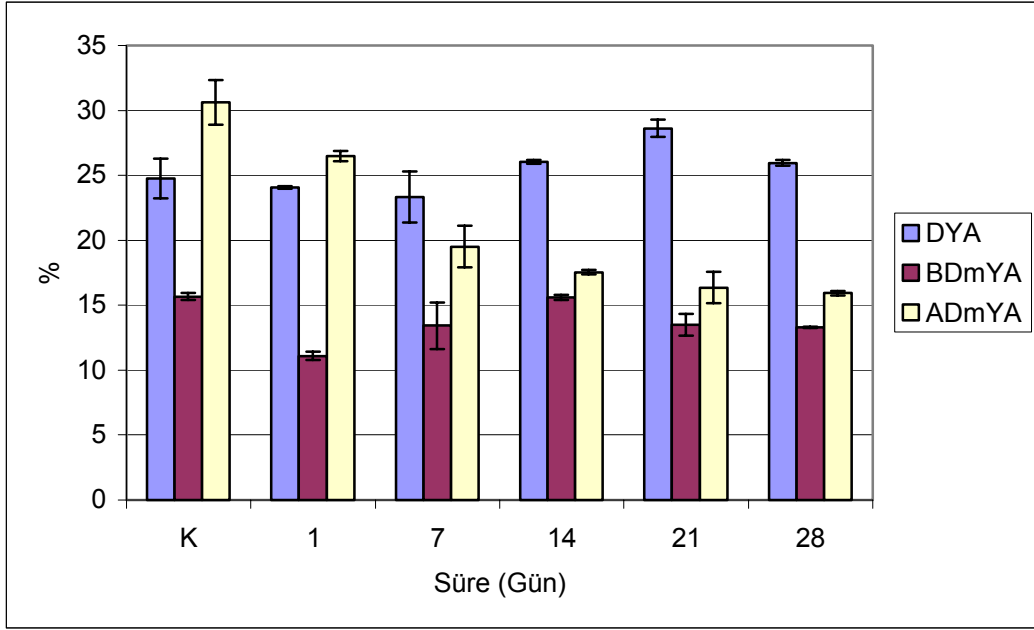
Şekil 4.16. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin koliform sayındaki değişimler (log10 kob/g)



Şekil 4.17. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin *Micrococcus-Staphylococcus* sayındaki değişimler (log10 kob/g)



Şekil 4.18. Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama işlemlerine tabi tutularak 4 ± 1 °C’de muhafaza altına alınan *T. tinca* örneklerinin maya-küf sayısındaki değişimler (log10 kob/g)



Şekil 4.19. Kuru tuzlanarak 4 ± 1 °C’de koruma altına alınan *T. tinca* örneklerinin yağ asiti kompozisyonu (%)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırma ülkemiz tatlı sularında yaşayan, ekonomik değeri son yıllarda oldukça artan kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758) üzerinde yapılmıştır. Örneklemede ortalama $23,211 \pm 0,968$ cm boy ve $194,116 \pm 9,293$ g ağırlıkta bireyler kullanılmıştır (Çizelge 4.1).

5.1. Kadife Balığı'nın Et Verimi, Fire Oranları ve Genel Besin Bileşenleri

Çalışma materyali olarak kullanılan kadife balığının total ve çatal boyları, iç organ, baş, yüzgeç, iskelet, deri, et ve işleme teknolojileri sonucunda fire oranları belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Yapılan çalışmada, ortalama ağırlığı $194,116 \pm 9,293$ g olan kadife balıklarında et oranının $\%41,760 \pm 0,670$ olduğu ve toplam ağırlığın $\%13,308 \pm 0,488$ 'ünü derinin oluşturduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Ünlüsayın vd. (2003)'nin yaptıkları bir çalışmada *C. auratus*'un yenilebilen kısmı $\%42,98$ olarak bulunmuştur. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan küpeli sazanların (*Barbus capito pectoralis*) yenilebilen kısmı $\%50,32$ olarak belirlenmiştir (Çelik vd., 1990). Bilgin vd. (2001), *C. gariepinus*'un et verimini $\%55 \pm 1$ olarak saptamıştır. Gülyavuz ve Timur (1991)'un çalışmasında sazanın (*C. carpio*) et verimi $\%37,78$ olarak tespit edilmiştir. Yine İç Anadolu tatlı sularında yaşayan balık türlerinin yenilebilen kısımları ve fire oranları sırasıyla; sazanda (*C. carpio*) $\%56,37$, $\%43,2$; aynalı sazanda (*C. carpio*) $\%55,78$, $\%44,21$; göycede (*A. akili*) $\%67,73$, $\%32,26$ ve sirazda (*C. copoeta*) $\%62,72$, $\%37,25$, Hazar Gölü'nde bulunan *Varicorhinus damacinus*'un yenilebilen kısmının da $\%45,70$ olduğu bildirilmiştir (Çelik vd., 1990). Siddaiah vd (2000), *H. molitrix*'in et veriminin (derili) $\%59,28$ olduğunu saptamıştır. Bu sonuçlardan kadife balığının derisiyle birlikte de tüketilebileceğinden et verimi yüksek bir ürün olduğu görülmektedir.

Çalışmada balık örneklerinin işleme öncesi ve sonrası fire oranları belirlenmiştir. *T. tinca*'nın iç organlarından, sıcak dumanlamadan ve kuru tuzlamadan kaynaklanan fire oranları verilen sıraya göre $\%6,337 \pm 0,703$, $\%33,040 \pm 0,406$ ve

%15,638±0,547 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1). Bu konuya ilişkin yapılan araştırmalarda; Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nın iç organları temizlendiğinde %11,800±0,190, sıcak dumanlama işlemi sonrası %24,533±0,149 ve kuru tuzlama işlemi sonrasında da %24,923±0,234 oranlarında fire verdiğini saptamıştır. Ünlüsayın vd. (2003), *C. auratus*'ların sıcak dumanlama sonrasında fire verdiğini bulmuşlardır. Konuyla ilgili diğer çalışmalarda; *C. gariepinus*'un (Bilgin vd., 2001), *C. carpio*'nun (Billard, 1999), *S. salar*'ın (Rora vd., 1998) ağırlık kaybına uğradığı bildirilmektedir. Ünlüsayın (1999), sıcak dumanlama işlemiyle gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*)'nin %17,56±1 ve sudak balığı (*S. lucioperca*)'nin %28,2±1'lik fire verdiğini tespit etmiştir. Tatlı su çipurası (*Tilapia ssp*)'nin yenilebilir ve yenilemez bölümlerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, %52,10±0,99 oranında et verimine sahip olduğu saptanmıştır (Dikel ve Çelik, 1998). Bu sonuçlar bulgularımızla genel olarak uyumlu olup ortaya çıkan rakamsal farklılıklar tür farklılığı, avlama zamanı ve yaş farklılığından kaynaklanabilir.

Taze *T. tinca*'nın besin bileşenlerini tespit etmek için yapılan analizler sonucunda %79,031±0,513 su, %1,612±0,040 lipit %17,850±0,101 protein, ve %1,231±0,055 inorganik madde içerdiği saptanmıştır (Çizelge 4.2). Ünlüsayın vd. (2003)'nin *C. auratus*'un besin bileşenlerinin tespitine yönelik yaptıkları çalışmada %76,49 su, %17,01 protein, %3,38 lipit ve %1,70 oranında inorganik madde içerdiği bildirilmiştir. *C. gariepinus* üzerinde yapılan bir araştırmada türün %74,44 su, %16,58 protein, %5,38 lipit ve %1,21'lik inorganik madde içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2.1) (Bilgin vd., 2001). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, aynalı sazanda (*C. carpio*) %78,69-78,99 su, %17,77-17,83 protein, %2,20-2,60 lipit ve %0,92-0,95 inorganik madde, küpeli sazanda (*B. capito pectoralis*) %79,60 su, %17,61 protein, %1,39 lipit, kültür aynalı sazanda (*C. carpio*) %77,80-78,50 su, %16,11-17 protein, %1,9-2,2 lipit ve %1,6-1,9 oranlarında inorganik madde bulunduğu belirtilmektedir (Arslan, 1993). Billard (1999), taze gümüş sazanın %76,7±1,5 su, %14,3±0,6 protein ve %3,5±1,8 lipit değerlerine sahip olduğunu kaydetmiştir. Ünlüsayın (1999), sudak balığında %78,16±0,79 su, %16,25±0,09 protein, %1,7±0,74 lipit ve %2,02±0,01 oranında inorganik

maddenin olduğunu bulmuştur. *S. lucioperca*'nın %81,33 su, %16,93 protein, %0,28 lipit ve %1,33 içerdiği belirtilirken (Olgunoğlu vd., 2002), kemani vatozun (*R. rhinobatos*)'un %79,88±0,0 su, %16,63±0,05 protein, %0,7±0,03 lipit ve %1,65±0,03 düzeylerinde inorganik madde içeriğine sahip olduğu ortaya konmuştur (Yılmaz ve Akpınar, 2003). *S. scombrus*'un besin bileşenlerinin %74,19±0,76 su, %11,37±0,78 protein, %12,02±1,00 lipit ve %1,54±0,25 inorganik maddeyle temsil edildiği bildirilmiştir (Kım vd., 2002). *S. trutta macrostigma*'nın besin bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada bu türün %78,901±1,001 su, %16,218±0,012 protein, %2,551±0,157 lipit ve %1,330±0,020 miktarlarında inorganik maddeye sahip olduğu saptanmıştır (Bilgin, 2003). Dikel ve Çelik (1998), *Tilapia ssp.*'nin %78,2±0,08 su, %18,02±0,21 protein, %2,65±0,16 lipit ve %1,13±0,01 düzeyinde inorganik madde içerdiğini tespit etmiştir. Bazı tatlısu balıklarının lipit kompozisyonları konulu araştırmada bir çok doğal türle çalışılmış ve *Carassius carassius*'un %1,1; *C. carpio*'nun %1,5 *Esox lucius*'un %0,6-1,7 ve *Abramis brama*'nın %1,8 oranında lipit içerdikleri saptanmıştır (Henderson ve Tocher, 1987). Siddaiah vd. (2000), *H. molitrix*'in kas dokusunun %1,42 oranında lipit içerdiğini tespit etmişlerdir. Yukarıda bahsedilen türlerin besin bileşenleri birbirine genel olarak yakınlık göstermekte ve bulgularımızı desteklemektedir. Bazı bileşenlerde görülen farklılıkların habitata, beslenmeye, mevsime, türe göre değişebildiği de bilinen bir gerçektir.

Balıklara uygulanan işleme teknolojilerinin balık etlerinin besin bileşenlerini etkilediği, su içeriğinin işlenmiş ürünlerde azalma gösterdiği bilinmektedir. Su içeriği taze balıkta %79,031±0,513 olarak belirlenirken sıcak dumanlanmış örneklerde %69,416±0,353, kuru tuzlanmış örneklerde %75,828±1,260 değerinde bulunmuştur (Çizelge 4.2). Ünlüsayın vd. (2003), *C. auratus*'un su içeriğinin sıcak dumanlama sonrası azaldığını tespit etmiştir. Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nın kuru tuzlanmasıyla su miktarında azalma olduğunu kaydetmiştir. Bu sonuçlar bulgularımızla paraleldir.

Protein oranı taze balıklarda $\%17,850 \pm 0,101$ iken sıcak dumanlamayla birlikte balıklarda $\%25,550 \pm 0,4632$ 'e artmış, kuru tuzlananlarda da $\%17,500 \pm 0,175$ 'e azalmıştır (Çizelge 4.2). Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, sıcak dumanlama teknolojisi uygulanan *S. lucioperca*'nın dumanlanmasıyla protein oranı yükselmiş (Ünlüsayın, 1999), kuru tuzlama teknolojisi uygulanan *V. vimba tenella*'da ise azalma görülmüştür (Işıklı, 2000). Sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojilerinin üründe oluşturduğu etkiler göz önünde tutulduğunda, bu araştırmaların sonuçlarıyla bulgularımızın uyumlu olduğu görülmektedir.

Lipit, taze balıkta $\%1,612 \pm 0,040$, sıcak dumanlanışta $\%2,842 \pm 0,110$ ve kuru tuzlanışta $\%2,795 \pm 0,170$ oranında saptanmıştır (Çizelge 4.2). Uygulanan işleme teknolojilerine göre lipit içeriğinde görülen değişimler, Bilgin (2003)'in, *S. trutta macrostigma*'nın sıcak dumanlama ve kuru tuzlama teknolojisi uyguladığı örneklerin yağ içerikleriyle genel olarak örtüşmektedir. Ortaya çıkan rakamsal ayrımlılığın tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İnorganik madde miktarı taze balıkta $\%1,231 \pm 0,055$ düzeyindeyken sıcak dumanlama işlemi uygulananlarda $1,624 \pm 0,182$ ve kuru tuzlananlarda $\%3,225 \pm 0,148$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Diler vd. (2002), sıcak dumanlamayla birlikte inorganik madde miktarının arttığını saptamıştır. Işıklı (2000), $\%22$ 'lik kuru tuzlama sonucu, *V. vimba tenella*'nın inorganik madde miktarının arttığını ve bu artışın uygulanan tuz oranına koşut olduğunu bildirmektedir. Bahsi geçen çalışmalardan elde edilen sonuçlarla bulgularımız benzerdir.

5.2. Sıcak Dumanlanmış Ürünlerdeki Değişim

Taze örneklerin su oranı $\%79,031 \pm 0,513$ iken, sıcak dumanlama teknolojisi uygulandıktan sonra bu değerde hızlı bir düşüş görülmüştür. 1. günde $\%69,416 \pm 0,353$ olan su değeri depolamanın son günü olan 28. güne kadar azalma eğilimi göstermiş ve $\%65,598 \pm 0,519$ 'a kadar düşmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.2). 4 ± 1 °C'de 28 gün boyunca depolanan örneklerdeki su miktarındaki azalış 7, 14 ve

28. günler arasında önemli ($P<0,05$), 1-7 ve 21-28. günler arasında önemsiz ($P>0,05$), kontrol grubuyla diğer depolama günleri arasında ise önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

Sıcak dumanlanmış *T. tinca*'nın su içeriğinde görülen azalma, ayrımlı araştırmalarda çeşitli türlerdeki dumanlanmış balıklarda da görülmüştür. Sıcak dumanlama uygulanan *C. auratus*'ta su oranının azaldığını Ünlüsayın vd. (2003) vurgulamıştır. Bir başka çalışmada Bilgin vd. (2001), kara yayın balığı (*C. gariepinus*)'nın sıcak dumanlama işlemi sonucunda su miktarının azaldığını bildirmişlerdir (Çizelge 2.1).

Hassan (1988), sazanın %15 ve %24'lük iki farklı tuzlama oranı ile dumanlanmasıyla başlangıçtaki %78,23±0,55'lik su oranının sırasıyla %51,32±0,70'e (%15'lik) ve %50,45±0,15'e (%24'lük) değin azaldığını bulmuştur.

Atlantik salmonu (*S. salar*) ile yapılan çalışmada taze örneklerde %68 oranında bulunan su değerinin dumanlanmış örneklerde %64,9'a düştüğü belirlenmiştir (Holland vd., 1991). Ünlüsayın vd. (2001) tarafından sıcak dumanlama uygulanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*), yılan balığı (*A. anguilla*) ve sudak balığının su oranının azaldığı tespit edilmiştir. Gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) raf ömrüne dumanlama yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, dumanlanmış ürünlerde kuru madde miktarının yükseldiği buna bağlı olarak da su içeriğinin azaldığı kaydedilmiştir (Çizelge 2.2) (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Cardinal vd (2004), soğuk dumanlama uygulanarak 4°C'de depoladıkları *S. salar* örneklerinde üç hafta sonra yaptıkları analizlerde su oranını %62,9 olarak bildirmişlerdir.

Sıcak dumanlama teknolojisi uygulanan dağ alabalığının (*S. trutta macrostigma*) su oranının 51 günlük depolama sonucu başlangıçtaki su oranına göre önemli ($P<0,05$) düzeyde düştüğü Bilgin (2003) tarafından bulunmuştur (Çizelge 2.4).

Motohiro (1988), dumanlama sonucu balık etinde önemli düzeyde su kaybının olduğunu vurgulamıştır. Dumanlanmış ürünlerin su miktarına ilişkin bulunan tüm sonuçlar bulgularımızla uyum içindedir (Çizelge 4.3, Şekil 4.2). Sıcak dumanlama işlemi sonucu ısının ve tuzun etkisiyle balık etinde su içeriğinin azaldığını farklı araştırmacılarca da vurgulanmaktadır (Ünal, 1995; Sigurgisladottir vd., 2000).

Protein oranında sıcak dumanlama işlemiyle birlikte artış gözlenmiştir. 4 ± 1 °C’de depolanan *T. tinca* örneklerinde 1. gündeki protein oranı ile başlangıçtaki (K) protein oranındaki değişim istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$), 14, 21 ve 28. günler arasında ortaya çıkan değişim ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3, Şekil 4.5). Toplam mikro protein (TMP) miktarı taze örneklerde $31821,800\pm 526,203$ µg/ml bulunurken 28. günde $20087,5\pm 866,924$ µg/ml değerinde bulunmuş (Çizelge 4.3, Şekil 4.6) olup istatistiki açıdan taze (K) ve 1. gün arasında ki değişim önemli ($P<0,05$) olarak tespit edilmiştir.

Ünlüsayın vd. (2003), *C. auratus*’un kimyasal bileşenlerinin ve raf ömrünün incelendiği araştırmada protein içeriğinin erkek balıklarda $17,34\pm 1,72$ ’den $21,6\pm 1,01$ ’e, dişi balıkta $16,69\pm 1$ ’den $20,34\pm 0,69$ ’a yükseldiği saptanmıştır. Aynı araştırmada bu artışın oransal olduğu, su içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı bildirilmiştir. Atlantik salmon balıklarının taze örneklerinde $18,4$ olan protein oranı dumanlanmış örneklerde $25,4$ ’e yükselmiştir (Holland vd., 1991). *C. gariepinus*’a uygulanan farklı işleme teknolojilerinden sıcak dumanlama ile protein içeriğinin $16,58$ ’den $22,58$ ’e değin arttığı bulunmuştur (Çizelge 2.1) (Bilgin vd., 2001). Kolsarıcı ve Özkaya (1998), dumanlanmış gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*) örneklerinde protein oranının arttığını saptamışlardır (Çizelge 2.2).

Dumanlanmış yılan balığı (*A. anguilla*) etlerinin kimyasal bileşenlerinin tespitine yönelik yapılan araştırmada da taze örneklerde $40,62$ olan protein miktarının $46,072$ ’ye yükseldiği tespit edilmiştir (İkiz vd., 1994). Salama ve Khalafalla (1993), dumanlanmış *A. vulgaris*’lerde ki değişimleri incelemiş ve protein

içeriğinin 6 haftalık depolama (7 ± 2 °C) süresince artış gösterdiğini kaydetmiştir (Çizelge 2.3).

Sıcak dumanlama uygulanan gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*), yılan balığı (*A. anguilla*) ve sudak balığı (*S. lucioperca*)'nda protein oranının tazeye oranla arttığı Ünlüsayın vd. (2001) tarafından bulunmuştur. Hassan (1988), dumanlama işlemiyle $17,5\pm 0,83$ 'lük protein içeriğinin 15 'lik tuzlama ile $29,4\pm 0,23$ 'e, 24 'lük oranda tuzlama işlemi ile $28,9\pm 0,69$ 'a yükseldiğini saptamıştır. Ünlüsayın vd. (2001), *A. anguilla*, *O. mykiss* ve *S. lucioperca*'nın taze örneklerinin TMP değeri sırasıyla $31246,58\pm 1174,33$, $31761,38\pm 771,08$ ve $31523,87\pm 717,96$ µg/ml olarak belirlemişlerdir. 28. gün sonunda $21909,79\pm 1750,34$, $20440,07\pm 195,03$ ve $24185\pm 2835,17$ µg/ml olarak saptamışlardır. Bu sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir (Çizelge 4.3).

T. tinca'nın lipit içeriği sıcak dumanlama işlemi sonucu artış göstermiş, depolamanın 7. gününde $2,536\pm 0,011$ 'e değin azalmış, daha sonra artarak 28. günde $3,586\pm 0,053$ 'e yükselmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). Dumanlama öncesi örneklerdeki (K) lipit değerindeki değişim işlenerek depolanan örneklerde 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 1. günü ile 14. günü, 21. günü ile 28. gününde lipit içeriğinde oluşan değişim önemsiz ($P>0,05$) iken 1. günü ile diğer günler arasındaki değişim (14. gün dışında) önemli ($P<0,05$) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Dumanlama teknolojisi uygulanan balık etlerinde yağların bozulabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Halver, 1972; Bligh vd., 1988; Ünlüsayın vd., 1997).

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nın dumanlanması ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada 6 'lık tuzlama ile taze balıktaki $3,62$ 'lik lipit oranının $4,79$ 'a, $21,2$ 'lik tuz derişimi ile ön işleme tabi tutulanlarda ise $3,8$ 'e çıktığını belirlemiştir. 7 ± 2 °C'de 6 hafta boyunca

depolanmış yılan balıkları (*A. vulgaris*)'nın lipit içeriğinde azda olsa bir artış saptanmıştır (Çizelge 2.3) (Salama ve Khalafalla, 1993).

Ünlüsayın vd (2003), *C. auratus*'un sıcak dumanlama sonrası yağ oranının %3,38'den %6,54'e yükseldiğini bildirmiştir. *C. gariepinus*'a uygulanan sıcak dumanlama teknolojisiyle taze balıktaki yağ miktarı artmıştır (Çizelge 2.1) (Bilgin vd., 2001). Plahar vd. (1999), sıcak dumanlama işlemiyle birlikte başlangıçtaki (K) *Sardinella sp.*'nin %2,3'lük ve *E. encrasicolus*'un %1,4'lük lipit değerinin sırasıyla %6,2'ye ve %4,3'e yükseldiği ve bu artışın 6 aylık muhafaza sonunda %6,9'a ve %5,2'ye ulaştığını saptamışlardır.

Bilgin (2003), sıcak dumanlama işlemi uyguladığı dağ alabalığı (*S. trutta macrostigma*)'nın $4\pm 0,5$ °C'de 51. gün sonunda örneklerin lipit içeriğinin arttığını belirlemiştir (Çizelge 2.4).

Hassan (1988), sazan (*C. carpio*)'ın dumanlanmasıyla birlikte taze balıktaki %3,44±0,48'lik lipit miktarının %24'lük tuzlama kümesinde %4,29±0,39'a çıktığını vurgulamaktadır. Yılan balığı (*A. anguilla*), sudak balığı (*S. lucioperca*) ve gökkuşacağı alabalığı (*O. mykiss*)'nin sıcak dumanlanması sonucu yağ içeriğinin yükseldiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ünlüsayın vd., 2001).

Dumanlama teknolojisi uygulanan *T. tinca* örneklerinde toplam yağ asidi değeri 7. güne kadar azalmış 14. günden sonra artma eğilimi göstermiş ve depolanmanın 28. gününe gelindiğinde tekrar azalarak düzensizlik göstermiştir (Çizelge 4.3., Şekil 4.4). Taze örneklerle göre dumanlanan örneklerdeki toplam yağ asidindeki değişim önemli ($P<0,05$), 14. ve 21. günler arasında önemsiz ($P>0,05$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nın sıcak dumanlama işleminden sonra toplam yağ asitlerinde 1, 7 ve 21. günlerde ortaya çıkan farkın önemli ($P<0,05$), diğer günlerde önemsiz ($P>0,05$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada dumanlama sonucunda, bir çift bağlı doymamış yağ asitleri (BDmYA) ile aşırı

doymamış yağ asitleri (ADmYA) miktarında muhafaza boyunca azalma gözlenirken doymuş yağ asitlerinde (DYA) artış gözlenmiştir (Çizelge 2.4.). Aynı materyalin (*S. trutta macrostigma*) kullanıldığı bir çalışmada da kas dokusundaki yağ asidi kompozisyonunun %31,23'nü DYA, %24,68'ini BDmYA ve %37,52'sini de ADmYA'nın oluşturduğu belirlenmiştir (Aras vd., 2003).

Uysal (2000), *S. lucioperca*'nın toplam yağ asidinin (TYA) mevsimsel değişimini incelediği araştırmada, bazı değerler dışlandığında TYA'nın toplam lipitle uyumlu bir değişim içerisinde olduğunu tespit etmiştir.

S. lucioperca'nın sıcak dumanlama uygulanarak koruma süresi ile yağ asidi bileşimi etkileşimine bakıldığında doymamış yağ asitlerinin doymuşlara göre daha fazla oranda olduğu ve 28 günlük depolama boyunca yapılan analizlerde de doymuş ve doymamış yağ asitlerinin düzensiz değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 2.5) (Ünlüsayın vd., 2001).

T. tinca'nın sıcak dumanlanmış ürünlerinde doymuş yağ asitlerinde (DYA) artış görülürken, bir çift bağ içeren doymamış yağ asitleri (BDmYA) ve aşırı doymamış yağ asitlerinde (ADmYA) azalış tespit edilmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.12). *T. tinca*'nın yağ asitleri analizi sonucunda Σ BDmYA ve Σ ADmYA değerindeki azalmalar bazı yağ asitlerinin ısı işlem nedeniyle oksidasyona uğramasından kaynaklanabilir. Konuyla ilgili araştırmalarda, balık yağları üzerinde ısı işlemin etkilerinin olduğu özellikle de bundan doymamış yağ asitlerinin etkilendiği bildirilmiştir (Bligh vd., 1988).

Aubourg vd. (1996), pişirme işleminin *T. alalunga*'nın yağ asidi bileşimine etkilerini belirlemiştir. Pişirme ile birlikte Σ DYA'nın arttığı buna karşın Σ DmYA'nın azaldığı vurgulanmaktadır.

C. trutta ve *B. rajanorum mystaceus*'un kas dokusundaki toplam lipid ve yağ asidi bileşimleri üzerine yapılan bir çalışmada, toplam doymamış (Σ DmYA) yağ

asitlerinin toplam doymuş (Σ DYA) yağ asitlerine göre daha yüksek oranda bulunduğu saptanmıştır (Konar vd., 1999).

Çalışmamızda, taze balıkta $1,132 \pm 0,055$ bulunan inorganik maddenin dumanlanan örneklerde 1. günde $1,624 \pm 0,182$ 'ye yükseldiği, depolama (4 ± 1 °C) sonunda $3,641 \pm 0,331$ 'e ulaştığı saptanmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.7, 4.8). Tuz miktarı başlangıçta $0,277 \pm 0,019$ düzeyindeyken 28. gün sonunda $3,712 \pm 0,926$ değerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Depolama sırasında inorganik madde içeriğindeki değişim, başlangıç değeri ile 1. gün arasında önemsiz ($P > 0,05$), diğer günler arasında önemli ($P < 0,05$), tuz içeriğinde gözlenen değişimin ise (21 ve 28. gün dışında) depolama süresince önemsiz olduğu ($P > 0,05$) belirlenmiştir.

Gökoğlu ve Varlık (1992), 5-6 °C'de 60 gün muhafaza altına aldığı gökkuşaağı alabalığı (*S. gairdneri*)'nin tuz içeriğinde çok önemli değişimlerin olmadığını saptamıştır (Çizelge 2.7). Çalışmamızın sonuçları ile Gökoğlu ve Varlık (1992)'in sonuçlarının farklılık göstermesi tuz oranına bağlanabilir. Bu araştırmacılar %10 tuz kullanırken, çalışmamızda %18 oranında tuz kullanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, sıcak dumanlama uygulanan gökkuşaağı alabalığı (*S. gairdneri*)'nin inorganik madde miktarı $1,31 \pm 0,11$ (taze)'den $4,70 \pm 0,10$ 'e (dumanlanmış), tuz içeriğinin de $0,10 \pm 0,04$ (taze)'den $3,68 \pm 0,05$ 'e (dumanlanmış) değin arttığı ve bu artışın önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998). Bu değerlerin bulgularımızdan farklı oluşu, araştırmacıların dumanlama öncesi balıkları salamurada daha uzun süre bekletmesinden kaynaklanabilir (Çizelge 4.3).

Ünal (1995), %21 oranında tuzlayarak dumanladığı gökkuşaağı alabalığı (*O. mykiss*)'nin inorganik madde içeriğinin %1,43'ten %3,76'ya, tuz içeriğinin de %0,46'dan %4,21'e yükseldiğini belirlemiştir. Cardinal vd. (2004), *S. salar*'a soğuk dumanlama teknolojisini uygulayarak 4°C'de depolamışlardır. 21. gün sonunda yapılan analizler sonucunda tuz oranını $3,1 \pm 0,6$ olarak saptamışlardır. Bu çalışmalar ile sonuçlarımız uyumaktadır (Çizelge 4.3).

S. trutta macrostigma'ya sıcak dumanlama teknolojisi uygulandıktan sonra $4\pm 0,5$ °C'de muhafaza eden Bilgin (2003) taze balıkta inorganik madde ve tuz oranını sırasıyla $1,330\pm 0,020$ ve $0,830\pm 0,020$ bulurken, dumanlama teknolojisiyle birlikte inorganik madde miktarını 51. gün sonunda $3,314\pm 0,010$ ve tuz miktarını da $2,846\pm 0,116$ olarak tespit etmiştir (Çizelge 2.4). Ortaya çıkan bu değişim *T. tinca* ile depolama süresince elde edilen verilerle koştur. Sıcak dumanlamayla birlikte inorganik madde içeriğindeki benzer artışların olduğu Ünlüsayın vd. (2001) ve Bilgin vd. (2001) (Çizelge 2.1) tarafından da bildirilmiştir. Salama ve Khalafalla (1993), dumanlama sonucu *A. vulgaris* etinde tuz içeriğinin yükseldiğini saptamıştır (Çizelge 2.3). Ünlüsayın vd. (2003) tarafından *C. auratus*'un sıcak dumanlama işleminden sonra besin bileşenlerindeki değişimlerin incelendiği bir araştırmada, inorganik madde miktarı taze balıkta $1,70$ bulunurken dumanlanmışlarda $5,29$ olarak tespit edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar bulgularımızla benzerdir (Çizelge 4.3).

Sıcak dumanlanarak 4 ± 1 °C'de koruma altına alınmış *T. tinca* örneklerinin pH değeri 1. günde $6,516\pm 0,003$ 'den 28. günde $6,626\pm 0,006$ değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.9). 1,14 ve 21. günler arasındaki farklılık önemliyken ($P<0,05$), 7 ve 28. günler arasındaki farkın önemsiz ($P>0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Diler vd. (2002) tarafından sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4 ± 1 °C'de depolanan eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın pH değerinin $7,11\pm 0,10$ 'dan (1.gün), $7,23\pm 0,06$ (43. gün)'ya yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 2.8).

22 'lik tuz konsantrasyonunda bekletilerek sıcak dumanlanan gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*)'nın pH'sı başlangıçta $6,05$, 5. günde $6,20$ ve 45. günde $6,09$ olarak bulunmuştur (Ünal, 1995).

S. trutta macrostigma'nın sıcak dumanlama sonrası $4\pm 0,5$ °C'de 51 gün koruma altına alınarak pH değişimlerinin belirlendiği bir çalışmada, başlangıçtaki $6,605\pm 0,005$ olan pH değerinin 51. günde $6,290\pm 0,010$ 'a düştüğü saptanmıştır

(Çizelge 2.9) (Bilgin, 2003). *T. tinca* örneklerinden elde edilen sonuçlar da bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerdir (Çizelge 4.3).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*)'nın 6,12 olan başlangıç pH'sının 8. günde 6,44, 28. günde 6,25 ve 48 günlük depolama (4 ± 1 °C) sonunda ise 6,47 olduğunu bildirmiştir (Çizelge 2.11). Ünlüsayın (2003), sıcak dumanlama işleminden sonra buzdolabı koşullarında 28 gün koruma altına alınan *C. auratus* örneklerinin pH değerinin 6,26-6,59 arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmamızda elde edilen pH değerleri ile yukarıda bahsedilen çalışmalarda pH değerleri gibi düzensiz artış ve azalış eğilimi sergilemiştir (Çizelge 4.3).

TBA yağlardaki acılaşmayı gösteren önemli parametrelerden biridir. Yağ asidi oksidasyonunu ifade eden TBA sayısının çok iyi bir materyalde 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmaması gerektiği, tüketilebilirlik sınır değerinin 8-10 mgMA/kg olduğu bildirilmektedir (Varlık vd., 1993). *T. tinca*'nın sıcak dumanlama işlemiyle birlikte TBA düzeyi artmıştır. Taze balıklarda $0,150\pm 0,002$ mgMA/kg olan TBA değeri 4 ± 1 °C'de 28 gün depolanan örneklerde $3,080\pm 0,013$ mgMA/kg değerine ulaşmıştır. Bu bilgiler ışığında sıcak dumanlanmış *T. tinca*'nın 28 gün sonunda kalitesini koruduğu görülmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.10). Sıcak dumanlama sonrası TBA değerindeki değişim 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde önemli ($P<0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Ünlüsayın (1999), sudak balığı (*S. lucioperca*)'nın sıcak dumanlanması sonucu 1,90 mgMA/kg olan başlangıçtaki TBA miktarının muhafazanın 1. gününde 3,45 ve 28. günde ise 8,85mgMA/kg olduğunu belirlemiştir.

Eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın sıcak dumanlanmasıyla besin bileşenlerindeki değişimlerin ve raf ömrünün belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, 43 gün 4 ± 1 °C'de koruma altına alınan örneklerin dumanlama öncesi (taze) TBA düzeyi $0,27\pm 0,02$ mgMA/kg iken dumanlama işlemi sonrasında 1. günde $0,63\pm 0,06$ mgMA/kg olarak bulunmuştur. Oluşan bu farklılığın önemli derecede olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2.8) (Diler vd., 2002).

Kaya (1994), balık dumanlama teknolojisinde çeşitli faktörlerin kalite ve dayanma sürelerini araştırmıştır. Bu çalışmada incelenen sıcak dumanlanarak 4 °C’de depolanan alabalıkta 5. günde 0,86 olan TBA, 35. gün sonunda 2,02 tirsidede ise sırasıyla 0,79 ve 2,56 mgMA/kg’a yükselmiştir.

Ünlüsayın vd (2003)’nin sıcak dumanlanarak 4 °C’de koruma altına alınan *C. auratus*’ların tüketilebilirliğinin tespiti amacıyla 7 gün arayla yaptıkları analizler sonucunda TBA değeri 1. günde $0,15\pm 0,01$ mgMA/kg ve 28. günde $6,32\pm 0,08$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.10).

S. trutta macrostigma’ya sıcak dumanlama teknolojisi uygulayarak $4\pm 0,5$ °C’de 51 gün muhafaza edilerek kimyasal analizlerinin tespitine yönelik yapılan bir başka çalışmada ise TBA değerinin depolama süresince arttığı vurgulanmaktadır (Çizelge 2.9) (Bilgin, 2003). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar *T. tinca*’nın aynı parametreye ilişkin sonuçlarıyla benzeşmektedir (Çizelge 4.3).

Salama ve Khalafalla (1993) *A. vulgaris*’in dumanlama öncesinde muamele edildiği tuz konsantrasyonunun bozulma göstergelerinden biri olan TBA değerine önemli rol oynadığını belirtmiştir. %7,5’lik tuzluluğa sahip çözeltide bekletilen *A. vulgaris*’de %15’lik çözeltide bekletilenlere göre depolama boyunca TBA değeri daha çok yükselmiştir.

Balık ve ürünlerinin tazelik kontrollerinde çok fazla kullanılan kimyasal ölçütlerinden biri de TVB-N değeridir. TVB-N taze ve işlenmiş ürünlerin kalitelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. TVB-N değerine göre kalite sınıflandırılmasında, 25 mg/100g’a kadar “çok iyi”, 30 mg/100g’a kadar olanlar “iyi”, 35 mg/100g’a kadar olanlar da “pazarlanabilir” olarak değerlendirilmektedir (Varlık vd., 1993). Bu bilgiler ışığında *T. tinca*’nın sıcak dumanlama sonrası TVB-N düzeyinin 28 günlük depolama süresi içinde tüketilebilirlik sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. Çalışmamızın materyali olan *T. tinca*’nın (taze) TVB-N değeri $13,533\pm 0,466$ mg/100g iken sıcak dumanlama işlemi uygulanarak

4±1 °C’de depolanan örneklerinde 1. günde 16,333±0,466 ve 28. günde 26,600±0,808 mg/100g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.11). Sıcak dumanlama sonrası TVB-N’deki değişimler 7-14 ve 21-28. günler arasında önemsiz (P>0,05), diğer günler arasında önemli (P<0,05) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), taze gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*)’nda 17,60 mg/100g olarak belirlenen TVB-N değerinin sıcak dumanlama yapılarak 4±1 °C’de depolanan örneklerde 8. günde 21,45 ve 28. günde 27,57 mg/100g’a kadar düzenli bir artış gösterdiğini saptamıştır (Çizelge 2.11). Elde edilen bu sonuçların değişim düzeyi, bulgularımızla koşutluk göstermektedir (Çizelge 4.3).

Sıcak dumanlama işlemi uygulanarak buzdolabı (4 °C) koşullarında depolanan gökkuşağı alabalığı ve tirsi balığının raf ömrünün tespitine yönelik yapılan bir çalışmada; depolamanın 5. günündeki TVB-N düzeyi 23,7, 35. günde 50,2; tirsi balığında ise 5. günde 23,5, 35. günde 50,1 mg/100g’a değin arttığı saptanmıştır (Kaya, 1994). Sözü edilen kümeler depolama süresince düzenli olarak artış göstermesi bakımından bulgularımızla uyumluluk içerisindedir. Rakamsal farklılıklar ise çalışma şartları, balığın türü vb. nedenlerden kaynaklanabilir.

Gökoğlu ve Varlık (1992), buzdolabı koşullarında depolanan gökkuşağı alabalığı (*S. gairdneri*)’nın taze örneklerinde 17 mg/100g olan TVB-N değerinin 30. günde 26 mg/100g’a ulaştığını bildirmişlerdir (Çizelge 2.7). Süreyle ilişkili olarak ortaya çıkan TVB-N değeri bizim değerlerimizle oldukça benzerdir.

C. auratus’un sıcak dumanlama işleminin ardından 4 °C’de koruma altına alındığı süre içerisinde yapılan kimyasal analizler sonucunda TVB-N düzeyinin süreye bağlı olarak arttığı saptanmıştır. 1. günde 21,0±0,1 mg/100g iken 28. günde 35,60±0,1’e ulaşmıştır (Çizelge 2.10) (Ünlüsayın vd., 2003). Konuyla ilgili yapılan başka bir çalışmada Plahar vd. (1999), sıcak dumanlama işlemiyle *Sardinella ssp.* ve *E. encrasicholus*’un TVB-N değerinin arttığını saptamıştır. Bu sonuçlar bulgularımızla paralellik içerisindedir. Ancak ortaya çıkan rakamsal

farklılıklar; balık türüne, habitata, balığın yakalanma şekline vb. ölçütlere bağlı olduğu gibi, her iki çalışmadaki başlangıç TVB-N değerlerinin birbirinden ayrımlı oluşuna göre de değişir (Çizelge 4.3).

Cardinal vd. (2004) tarafından, soğuk dumanlanarak buzdolabı koşullarında koruma altına alınan *S. salar*'ın 21. günde ulaştığı TVB-N miktarı 22,4 mgMA/100g olarak bildirilmiştir.

Ünal (1995), değişik derişimli tuz çözeltileri ile muamele edilerek sıcak dumanlama yapılan gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*)'nın TVB-N sayısının kontrol grubu balıklarında 23,8 mg/100g olduğunu, muhafaza süresinin bitiminde (87. gün) 35 mg/100g'a ulaştığını tespit etmiştir. TVB-N değerine ilişkin bu araştırma bulguları, *T. tinca* ile elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.3).

Sıcak dumanlama teknolojisinde hammaddedeki mikroorganizmaların bir kısmı uygulanan ön işlemlerle (tuzlama), sıcaklığın ve dumanın etkisiyle azaltılabilir de tamamen yok edilemez. Bu yüzden dumanlama teknolojisi uygulanacak balığın başlangıçtaki mikroorganizma yükü son ürünün raf ömrü için oldukça önemlidir. Mikrobiyolojik kriterlere bakıldığında; TMA sayısı 10^6 kob/g'dan, koliform sayısı 95 kob/g'dan düşük değerler tolere edilebilir değerlerdir (Çakmak ve Çolak, 2004). Muhafaza süresince *T. tinca*'nın TMA sayısı sınır değerinin altında kalmıştır. Koliform sayısının sıcak dumanlama işlemiyle birlikte azalmasına rağmen, taze örneklerin koliform sayısının fazlalığından dolayı muhafaza sürecinde sınır değerini aşmıştır. Sıcak dumanlama işleminden sonra 4 ± 1 °C'de koruma altına alınan *T. tinca*'nın taze örneklerinde; toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı (TMA) $3,276\pm 0,170$, toplam psikrofilik aerob mikroorganizma sayısı (TPA) $2,716\pm 0,008$, toplam psikrotrof aerob mikroorganizma sayısı (TPsA) $3,250\pm 0,026$, koliform grubu mikroorganizma sayısı $2,503\pm 0,012$, *Micrococcus-Staphylococcus* sayısı $1,440\pm 0,015$ log₁₀ kob/g bulunurken maya-küf 14. güne kadar tespit edilememiştir (Şekil 4.18), (Çizelge 4.5). Depolama boyunca değişim gösteren mikroorganizma düzeyi, 1. günde TMA $2,210\pm 0,023$ (Şekil 4.13), TPA $2,013\pm 0,013$ (Şekil 4.14), TPsA

2,940±0,005 (Şekil 4.15), koliform 1,040±0,023 (Şekil 4.16) ve *Micrococcus-Staphylococcus* 1,090±0,032 log₁₀ kob/g (Şekil 4.17) sayılarına ulaşmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre yapılan istatistikte; TMA (7 ve 14. gün dışında), TPA, TPAs, koliform, *Micrococcus-Staphylococcus* ve maya-küf sayılarındaki değişim tüm günlerde önemli (P<0,05) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Ünal (1995), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*)'nı sıcak dumanlama işlemine müteakip 3 ve -33 °C'de muhafaza etmiştir. Taze balıklarda TMA'nın 2,07x10⁵ – 113,7x10⁶ adet/g arasında değiştiğini bildirmiştir. %6'lık salamura uygulanarak dumanlanmış örneklerde başlangıçtaki mikroorganizma sayısı 2,1x10⁴ adet/g, %21'lik salamura uygulanarak dumanlanmışlarda ise 89,2x10⁴ adet/g olarak belirlenmiştir.

V. vimba tenella'nın sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak 4±1 °C'de 43 gün depolandığı ve bu süre içerisinde kalite parametrelerinin araştırıldığı bir çalışmada, taze balıkta TMA 4,43±0,01, koliform 3,16±0,02, TPA 4,51±0,01 ve maya-küf 3,59±0,03 log₁₀ kob/g değerlerinde tespit edilmiş, 1. günde TMA, TPA, koliform ve maya-küf sırasıyla 4,77±0,03, 4,51±0,01, 1,10±0,60 ve 2,05±0,06 log₁₀ kob/g; 28. günde 7,81±0,03, 6,97±0,29, 6,09±0,04 ve 4,81±0,02 log₁₀ kob/g sayılarına değin artmıştır (Çizelge 2.12) (Diler vd., 2002).

Arık (2004), kızılöz (*R. rutilus*) ve beyaz balık (*Coregonus sp.*)'a sıcak dumanlama işlemi uygulayarak mikrofloradaki değişimi incelemiştir. Buna göre taze *R. rutilus* ve *C. sp.*'de sırasıyla TMA sayısı 2,8x10⁴ kob/g iken dumanlamayla beraber bu sayı 8,3x10¹ ve 9,2x10¹ kob/g'a düşmüştür.

Kolsarıcı ve Özkaya (1998), ayrımlı dumanlama teknolojilerinin raf ömrüne etkisini saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada; sıcak ve soğuk dumanlanmış *S. gairdneri* örneklerinin 4±1 °C'de TMA ve TPA sayılarının genel olarak her iki teknolojide de arttığını vurgulamıştır. Sıcak dumanlananların kas dokusunda başlangıçta 4,32 log₁₀ kob/g olan TMA değeri 8. günde 6,79, 24. günde 7,65

log₁₀ kob/g; TPA değeri ise sırasıyla 3,94, 5,54 log₁₀ ve 6,29 log₁₀ kob/g olarak bulunmuştur.

Salama ve Khalafalla (1993), ayrımlı tuz derişimiyle ön işleml görmüş ve dumanlanmış *A. vulgaris*'i 7±2 °C'de depolamıştır. Örnekteki TMA değeri dumanlama işlemine bağılı olarak azaldığı ve 42 günlük muhafaza süresince çok fazla değışim göstermediğı belirlenmiştir.

-28 °C'de stoklanmış *S. scombrus* örneklerine sıcak dumanlama teknolojisi uygulanarak TMA'da ortaya çıkan değışim incelendiğinde başlangıçtaki (taze donmuş) 2,6-3,4 log₁₀ kob/g değeri dumanlamadan sonra 1,0-1,5 log₁₀ kob/g'a değış azaldığı saptanmıştır (Kolodziejska vd., 2002).

Marc vd (1998), %8 ve %25 oranlarında tuzla muamele edilen Nil levreğı (*L. niloticus*)'ne sıcak ve soğuk dumanlama teknolojilerini uygulamışlardır. Taze balıkların TMA değeri dumanlama işlemiyle azaldığını ve depolama süresince, sıcak dumanlanan örneklerin TMA değeri arttığını ifade etmişlerdir. Yapılan tüm bu çalışmalardan ortaya çıkan sonuçlar bizim elde ettiğimiz bulguları desteklemektedir (Çizelge 4.5, Şekil 4.13).

5.3. Tuzlanmış Ürünlerdeki Değışim

Taze balıklarda %79,031±0,513 olan su oranı kuru tuzlama teknolojisi uygulanan örneklerde 4±0,5 °C'de 28 günlük depolama boyunca azalmıştır. 1. günde %75,825±1,260 olan su değeri, 7. günde %67,731±0,671 ve 28. günde %56,865±0,377'ye düşmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.2). Koruma altına alınan örneklerden yapılan analizlerde su miktarındaki değışim 14. ve 21. günler arasında önemsiz (P>0,05), diğler günler arasında ise önemli (P<0,05) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Tuzlama işlemiyle birlikte balık kas dokusuna tuzun girmesiyle kas dokusundan su çıkışı olur. Böylece su içeriğinde bir azalma gerçekleşir. Bilgin (2003), *S. trutta*

macrostigma'yı %20 oranında tuz derişimi ile kuru tuzlayarak $4\pm 0,5$ °C'de 180 gün koruma altına almıştır. Taze örneklerin $78,90\pm 1,001$ olan su oranının 180 gün sonunda $53,068\pm 0,252$ 'ye dştgn belirlemiştir (izelge 2.15). %20'lik derişimle tuzlanarak 10 ay süreyle depolanan sardalya balıkları (*S. pilchardus*)'nda süre sonunda kuru madde miktarında %15,57'lik bir artış gerçekleşmiştir (izelge 2.18) (Ürküt ve Yurdagel, 1985). Alınan sonuçlar bulgularımızla benzerdir (izelge 4.6).

%18 ve %22'lik oranlarda tuzlanan hamsi (*E. encrasicolus*)'lerin depolanması sırasında su oranındaki değişimin önemli ($P<0,05$) düzeyde olduğu saptanmıştır (izelge 2.16) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997). Turan ve Erkoyuncu (1997), farklı tuzlama yöntemleriyle tuzladıkları *O. mykiss* ve *S. salar*'ın kuru madde miktarının 4 °C'deki depolama zamanı içerisinde başlangıç değerlerine göre arttığını belirlemiştir (izelge 2.13, 2.14). Tuzlanmış rnler üzerine yapılan bir başka çalışmada ise *N. japonicus* türünün kuru madde düzeyindeki artışın $26,8\pm 3,3$ °C'de koruma altına alınanlarda $2,5\pm 1$ °C'de korumaya alınanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Khuntia vd., 1993). Yang vd (1981), %25'lik derişimde kuru tuzlama uygulanan *S. acanthias*'ın önemli ölçüde su kaybettiğini vurgulamıştır. Serdaroğlu ve Değirmencioğlu (1998), palamut balıkları (*S. sarda*)'nı %22 oranında kuru tuzla muamele ettiklerinde kuru madde miktarının 60 günlük depolamayla birlikte %30,81'e yükseldiğini saptamıştır. Tuzlama ile ilgili benzer sonuçlar Tömek ve Yapar (1990) (izelge 2.17) ile Işıklı (2000) (izelge 2.19) tarafından da bulunmuştur. *T. tinca*'nın tuzlanmış ürünlerinin 28 günlük su oranındaki değişimleri konuyla ilgili araştırma sonuçlarıyla koşuttur (izelge 4.6).

T. tinca'nın protein oranına bakıldığında, taze balıklarda $17,850\pm 0,101$ olan bu değerin 1. günde $17,500\pm 0,175$ 'e 28. günde ise $15,666\pm 0,154$ 'e dştg görülmektedir (izelge 4.6, Şekil 4.5). Protein içeriğindeki değişimin kontrol grubu (K) ile 1 ve 7. günler arasında nemsiz ($P>0,05$) olduğu belirlenmiştir. Kuru tuzlama işlemiyle birlikte başlangıçtaki (K) $31821,80\pm 526,203$ µg/ml'lik

TMP değeri koruma altına alındığı 28 günlük zaman dilimi içerisinde (21. gün hariç) düşme eğilimi sergilemiştir (Çizelge 4.6).

Ayrımlı tuzlama (%18 ve %22) oranlarının *E. encrasicholus*'ların besin bileşenlerine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, başlangıçta (kuru madde üzerinden) %65,94 olan protein miktarının 4. hafta sonunda %42,38'e (%18'lik tuzlama) ve %37,83'e (%22'lik tuzlama) düştüğü ve düşüşün tuz derişimi ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2.16) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997). Çalışmamızda da protein miktarının çok fazla olmamakla birlikte düştüğü bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Yapar (1989), *S. gairdneri*'ye uyguladığı salamura ve kuru tuzlama yöntemlerinde protein oranının depolama süresince azaldığını, ancak bu azalmanın salamura grubunda daha fazla olduğunu kaydetmiştir. Bu çalışmaya benzer bir diğer araştırmada; *V. vimba tenella*'ya uygulanan farklı tuzlama teknikleri ile protein miktarında düşüşler tespit edilmiştir. %22'lik derişimle kuru tuzlanan balık örneklerindeki derişim yine aynı derişim kullanılarak salamura edilen örneklere göre daha alt seviyede kalmıştır (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000).

O. mykiss ve *S. salar*'ın %25 oranında kuru tuzlanarak 4 °C'de muhafaza altına alınan örneklerinde protein içeriğinin 45 günde %18,38'e düştüğü bildirilmiştir (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997). Bulgularımız bu çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (Çizelge 4.6).

Lipit içeriği taze balıklarda $1,612 \pm 0,040$ olarak saptanmış, depolamanın 1. gününde $2,795 \pm 0,170$ ve 28. gününde de $2,850 \pm 0,021$ 'e ulaşmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.3). Bu oransal bir derişim olup 1 ile 28, 7 ile 21 ve 14 ile 21. günler arasında önemsiz ($P > 0,05$), K ile diğer günler arasında önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Ürküt ve Yurdagel (1985), ayrımlı derişimler de (%10, %15, %20 ve %30) tuzladıkları *S. pilchardus*'ların başlangıçtaki %37,46 olan toplam yağ miktarının

(kuru maddede) %20'lik konsantrasyonda 15. günde %18,98'e gerilediğini bildirmiştir (Çizelge 2.18). Bu konuda *E. enrasicholus*'larla yapılan başka bir çalışmada ise taze balıkların kuru maddede yapılan değerlendirmelerinde %30,74'lük lipit içeriğinin %18'lik ve %22'lik tuzlama kümelerinde depolama boyunca düzensizlikler görülse de genel bir düşüş izlenmiştir (Çizelge 2.16) (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997). *T. tinca*'nın 28 günlük muhafazası sonucunda total lipit değerini kuru madde üzerinden değerlendirdiğimizde benzer sonuçla karşılaşılmıştır.

S. trutta macrostigma'nın taze örneklerinin %2,551±0,157 olan toplam lipit içeriği, balıkların kuru tuzlanarak (%20'lik) 4±0,5 °C'de koruma altına alınmasıyla birlikte 1. günde %3,320±0,155'e, 14. günde %3,535±0,245'e ve 28. günde %2,728±0,108'e ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.15) (Bilgin, 2003). Bulgularımız bu araştırmanın sonuçlarıyla uyumludur (Çizelge 4.6).

Tuzlanmış örneklerin toplam yağ asidi (TYA) miktarı depolama süresince düzensiz değişimler göstermiş, 28. günde başlangıç değerine göre oldukça düşmüştür (Çizelge 4.6, Şekil 4.4). Toplam yağ asidindeki değişim K, 1, 7 ve 14. günler arasında önemsiz ($P>0,05$), diğer günler arasında önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Akpınar (1981), sazanın (*C. carpio*) TYA'nin aylara göre değişimini araştırmış ve TYA'nin lipitle ilişkili olmayan şekilde düzensiz bir değişim içinde olduğunu belirlemiştir. Bilgin (2003), dağ alabalığı (*S. trutta macrostigma*)'nın kuru tuzlanmasıyla birlikte total yağ asidinin, 4±0,5 °C'de muhafaza edildiği süre içerisinde düzensiz bir değişim sergileyerek saklama süresi sonunda başlangıç değerine göre azaldığı bildirmiştir (Çizelge 2.15).

Çalışmamızda, sıcak dumanlama teknolojisi uygulanmış ürünlerde olduğu gibi kuru tuzlanmış ürünlerde de doymuş yağ asitlerinde (DYA) artış görülürken, bir çift bağ içeren doymamış yağ asitleri (BDmYA) ve aşırı doymamış yağ asitlerinde (ADmYA) azalış tespit edilmiştir. *T. tinca*'nın taze örneklerinde toplam doymuş yağ asidi (Σ DYA) içeriği %24,755±1,515, toplam doymamış yağ asidi (Σ DmYA) içeriği %46,425±0,783 düzeyinde bulunmuştur. DYA en fazla oranda temsil eden

palmitik asitin (C 16:0) başlangıçta (taze) %17,345±1,315 olan miktarı örneklerin korunduğu 4±1 °C'de 1. günde %17,400±0,930 ve 28. günde %20,030±0,280 değerine ulaşmıştır. Tanımlanabilen ΣDmYA'ni ω-3 serisi %30,619, ω-6 serisi %35,627 oranlarıyla temsil edilmektedir. ΣDmYA içerisinde ΣBDmYA'nin oranı %33,753, ΣADmYA'nin oranı %66,247 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.19).

El-Sebaiy ve Metwalli (1989) tarafından, *M. cephalus*'un tuzla fermente edilerek bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada; lipit içeriğinin değiştiği belirlenmiştir. Lipit içeriğindeki bu değişimin küçük balıklarda %1,4, büyüklerde %1,2 oranında olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte fermantasyon sonucu C 16:0'da önemli artış görülürken C 20:4, C 22:5 ve C 22:6'da önemli düşüş belirlenmiştir (Çizelge 2.22).

İşlenmiş ürünlerde kalite değişiminin araştırıldığı bir çalışmada, *E. alletteratus*'un tuzlanarak konserve edildikten sonra yağ asidi bileşenleri tespit edilmiştir. Araştırmada, işlenmemiş balıkların kas dokusunda palmitik asit (C 16:0) %22,3±1,1, stearik asit (C 18:0) %7,9±0,1, linoleik asit (C 18:2 ω-6) %0,9±0,1 ve dokosaheksaenoik asit (C 22:6 ω-3) %30,3±1,4 olarak belirlenirken tuzlanarak konserve edilenlerde sırasıyla %21,5±0,7, %9,1±0,7, %1,1±0,1 ve %30,6±1,3 olarak bulunmuştur (Aubourg, 2001).

Yang vd. (1981), *S. acanthias*'ın kuru tuzlanarak 8 hafta depolanması sürecinde ΣADmYA değerinde azalış, ΣDYA'da ise artış kaydetmiştir. Bu düşüşün tuzlamadan ve ortamdaki oksijenden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Çizelge 2.21). *S. trutta macrostigma*'ya farklı işleme teknolojileri uygulanarak besin bileşimlerindeki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada, %20'lik oranda kuru tuzlamaya tabi tutulan kümede muhafaza süresince ΣDYA'da artış, ΣDmYA'da da azalış tespit edilmiştir (Çizelge 2.20) (Bilgin, 2003). Bulgularımızda da aynı yönde bir değişim tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

T. tinca'nın taze örneklerinde inorganik madde ve tuz oranı sırasıyla %1,231±0,055 ve %0,276±0,018 olarak belirlenmiş ve tuzlanmış balıklarda depolama boyunca her iki parametrede yükselme saptanmıştır. 1. günde inorganik madde değeri %3,225±0,148, tuz değeri %2,268±0,093 olarak bulunmuş olup, 28. günde bu değerler %18,116±0,377 ve %17,633±0,253'e ulaşmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.7, 4.8). Depolama sırasında inorganik madde miktarındaki artış kas dokusuna tuzun girişiyle olmuştur. 4±1 °C'de 28 günlük koruma koşullarında inorganik madde ve tuz içeriğinde ortaya çıkan değişim tüm günler için önemli (P<0,05) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Tuzlanmış ürünlerde tuz oranı kullanılan tuz derişimine, tuzlama yöntemine, depolama sıcaklığına ve süreye bağlı değişim göstermektedir. Kolsarıcı ve Candoğan (1997), kuru tuzlanmış *E. encrasicholus*'ların inorganik madde miktarının süreyle ilişkili olarak artış gösterdiğini belirlemiştir. Taze balıktaki %4,40'lık inorganik madde ve %0,82'lik tuz oranlarının 29. hafta sonunda %22'lik tuzlamada sırasıyla %45,25 ve %13,40 değerlerine yükseldiği tespit edilmiştir (Çizelge 2.16). Yapar (1989), gökkuşuğı alabalığına uyguladığı ayrımlı tuzlama teknolojilerinden kuru tuzlama kümesindeki tuz oranının, salamura kümesine göre daha yüksek olduğunu saptamıştır (Çizelge 2.23). Elde edilen sonuçlar bulgularımızı desteklemektedir (Çizelge 4.6).

V. vimba tenella'nın %12 ve %22'lik kuru tuzlama işlemi ile, inorganik madde ve tuz içeriğinin arttığı görülmüştür. Taze örneklerde inorganik madde içeriği %1,45 iken, 4 °C'de 28 günlük koruma sonunda %11,30 (%12'lik tuzlama ile) ve %17,16 (%22'lik tuzlama ile) oranlarına yükselmiştir. Üründeki tuz içeriği de yukarıda verilen sıraya göre %9,57 ve %15,53 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000). Bilgin (2003), *S. trutta macrostigma*'nın kuru tuzlanmasıyla birlikte inorganik madde ve tuz oranının 4±0,5 °C'de depolanma sürecinde artış gösterdiğini; inorganik madde (%1,330±0,020) ve tuz içeriğinin (%0,830±0,020) 1. günde %13,202±0,006 ve %11,204±0,006'ya, 28. günde de %17,926±0,030 ve %16,676±0,020'ya ulaştığını bildirmiştir (Çizelge 2.15). Ürküt ve Yurdagel (1985), sardalya (*S. pilchardus*)'nın tuz miktarının, uygulanan tuz oranıyla birlikte

artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Çizelge 2.18). Tuzlanarak işlenen ürünlerde tuz oranının depolama boyunca yükseldiği, konuyla ilgili yapılan tüm araştırmalarda görülmektedir (Çizelge 2.17) (Tömek ve Yapar, 1990); (Çizelge 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997), (Yapar, 1999). Verilen tüm bilgilerle sonuçlarımız uyumludur (Çizelge 4.6).

Balık etinin tüketilebilirlik durumunun belirlenmesinde kullanılan önemli faktörlerden biri de pH'dır. Çalışmamızın materyalini oluşturan *T. tinca*'nın taze örneklerinde $6,636 \pm 0,003$ olan pH değeri 4 ± 1 °C'de muhafaza altına alınmış örneklerde 1. günde $6,46 \pm 0,003$, 14. günde $6,820 \pm 0,005$ ve 28. günde $6,623 \pm 0,005$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.9). Yapılan istatistiklerde 14 ve 21. günler arasındaki değişim önemsiz ($P > 0,05$), diğer günler ve kontrol grubu arasındakiler ise önemli ($P < 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Işıklı (2000), *V.vimba tenella*'nın %12 ve %22'lik oranlarda kuru tuzlanarak 4 °C'de depolanması sırasında yapılan pH ölçümlerinde düzenli artış ve azalışın olmadığını belirlemiştir (Çizelge 2.19). *O. mykiss*'in tuzlanması ile ilgili bir çalışmada, tuzlama öncesi 6,27 bulunan pH, 49. günün sonunda 6,08 olarak saptanmıştır (Çizelge 2.25) (Gökoğlu vd., 1994). Çelik ve Gerek (2002), *S. lucioperca*'nın tuzlanarak buzdolabı koşullarındaki kalite değişimlerini incelemiştir. Bu araştırmada pH değeri taze balıkta 6,800, %20'lik salamurada ise 15. günde 6,580, 30 günde de 6,610 olmuştur. Koruma süresi boyunca düzensiz bir değişim sergilemiştir.

Bilgin (2003), kuru tuzlama işlemi uygulayarak $4 \pm 0,5$ °C'de koruma altına aldığı *S. trutta macrostigma*'nın taze örneklerinde $6,605 \pm 0,005$ olarak belirlediği pH değeri, 28. günde $6,535 \pm 0,005$ ve 180. günde ise $6,430 \pm 0,030$ olarak tespit etmiştir (Çizelge 2.24). Palamut (*S. sarda*) filetolarının %10 ve %20'lik derişimler de tuzlanması ile hazırlanan lakerda da ölçülen pH olgunlaşma sürecinde 6,58-6,79 arasında değişmiştir (Serdaroğlu ve Değirmencioğlu, 1998). Ayrımlı salamura uygulanan *C. tarachi*'nin bazı nitelik ölçütlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada tuzun pH'yı etkilediği belirlenmiştir (Küçüköner ve Akyüz,

1992). Adı geçen çalışmalardan elde edilen sonuçlar çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.6).

TBA yağ yükseltgenmesini gösteren bir tanımlamadır. Yapılan kimyasal analizler sonucunda *T. tinca*'nın taze örneklerinde $0,150 \pm 0,002$ mgMA/kg olan TBA değeri kuru tuzlanarak 4 ± 1 °C'de koruma altına alınanlarda zamana bağlı bir artış sergilemiş ve 28. günde $21,466 \pm 0,466$ mgMA/kg'a ulaşmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.10). Muhafaza süresi içerisinde TBA miktarındaki değişim analizi yapılan tüm günler için önemli ($P < 0,05$) çıkmıştır (Çizelge 4.6).

Tömek vd. (1989), *S. sarda*'ya %25 oranında kuru tuzlama teknolojisi uygulayarak başlangıçtaki 1,17'lik TBA miktarının 1. ay sonunda 10,47 ve mgMA/kg'a ve 9 aylık koruma süresi sonunda da 20,65 mgMA/kg'a yükseldiğini belirlemiştir (Çizelge 2.26). *S. trutta macrostigma*'nın kuru tuzlanmasıyla (%20'lik derişim) birlikte TBA değerinin koruma süresine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 2.24) (Bilgin, 2003).

Eğrez balıkları (*V. vimba tenella*)'nın ayrımlı oranlarla kuru tuzlanarak (%12 ve %22) nitelik ölçütlerindeki değişimin incelendiği çalışmada; %12 ve %22'lik oranlarda tuzlanan balıklarda TBA değeri sırasıyla 7. günde 2,21 ve 1,34, 21. günde 2,77 ve 2,84, 118. günde de 2,98 ve 2,42 mgMA/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2.19) (Işıklı, 2000). Kolsarıcı ve Candoğan (1997), yoğun tuz kürü uyguladıkları *E. encrasicholus*'un 29 haftalık muhafazası boyunca TBA değerinin arttığını, %22'lik derişim uygulanan grupta 4. haftada 6,61 mgMA/kg'a yükseldiğini saptamıştır (Çizelge 2.16). Yine *E. encrasicholus*'larla yapılan başka bir araştırmada, kuru tuzlama yapılan örneklerin TBA miktarında depolama süresince yükselme belirlemiştir (Yapar, 1999). *O. mykiss* ve *S. salar*'a farklı tuzlama tekniklerinin uygulandığı bir çalışmada, 4 °C'de kuru tuzlanarak muhafaza altına alınmış *S. salar*'da TBA değerindeki artış oranı *O. mykiss*'e göre oldukça fazla olmuştur (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Bir ürünün kalite kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan bir başka kimyasal ölçüt TVB-N değeridir. Taze *T. tinca* örneklerinde bu değere ilişkin sonuç 13,533±0,466 mg/100g olarak tespit edilmiştir. TVB-N miktarı örneklerin koruma altına alındığı 28 günlük süre içerisinde düzenli bir artış göstermiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.11). 1. günde 13,066±0,466 ve 28. günde 21,466±0,466 mg/100g olarak saptanmıştır. Analiz yapılan günler arasında ortaya çıkan değişim istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, kontrol (K) grubu, 1, 7 ve 14. günlerdeki sonuçlar birbirine göre önemsiz ($P>0,05$), diğer günler arasında önemli ($P<0,05$) bulunmuştur

Pembe levrek balıkları (*N. japonicus*)'nın tuzlama işleminden sonra muhafaza edildiği zaman dilimi içerisinde TVB-N değerinin yükseldiği belirlenmiştir (Khuntia vd., 1993). Işıklı (2000), eğrez balığını (*V.vimba tenella*) %22 oranında kuru tuzlayarak buzdolabı koşullarında depolamıştır. Bu sürede TVB-N oranının arttığı ve 58. günde 30,80 mg/100g'a ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.19).

Köse vd (1998), hamsi balıklarını (*E. encrasicolus*) alternatif biçimde değerlendirmek amacıyla "hamsi kusu" yaparak raf ömrünü incelemiştir. Yapılan kimyasal analizlerde kontrol grubunda TVB-N 4,24-4,54 mg/100g iken, pişirilmeden tuzlananlarda 5,45±0, mg/100g'a ulaşmıştır. Ayrımlı balık türlerinin (*O. mykiss* ve *S. salar*) tuzlanarak 4 °C'de muhafaza altına alındığı bir araştırmada, %25 oranında kuru tuzlanan *O. mykiss*'te TVB-N düzeyi 165. günde 12,61 mg/100g, *S. salar*'da ise 14,71 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 2.13, 2.14) (Turan ve Erkoyuncu, 1997).

Kuru tuzlama teknolojisi ile işlem gören *S. trutta macrostigma* depolama süresince bozulma parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan kimyasal analizlerde, TVB-N değerinin başlangıca göre %20,414 düzeyinde arttığı saptanmıştır (Çizelge 2.14) (Bilgin, 2003). Benzer bir araştırmada da *O. mykiss* lakerdasının TVB-N değerinin oldukça yükseldiği tespit edilmiştir (Gökoğlu vd., 1994). Bu bilgiler TVB-N sayısına ilişkin bulgularımızı doğrulamaktadır (Çizelge 4.6).

Bir ürünün sağlıklı şekilde tüketilebilirliğinin belirlenmesi için sadece duyuusal, fiziksel ve kimyasal parametrelerin incelenmesi yeterli olmayabilir. Bu parametrelerin mikrobiyolojik açıdan da desteklenmesi gerekmektedir. Çalışmada taze balıklarda TMA sayısı $3,276 \pm 0,170$, TPA sayısı $2,716 \pm 0,008$, TPsa sayısı $3,25 \pm 0,026$, koliform grubu mikroorganizma sayısı $2,503 \pm 0,012$, *Micrococcus-Staphylococcus* mikroorganizma sayısı $1,440 \pm 0,015$ log₁₀ kob/g bulunurken, maya-küfe 28. güne kadar rastlanılmamıştır (Şekil 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18). Tuzlama işlemiyle birlikte araştırılan mikroorganizmalarda 1. günde azalış diğer günlerde ise artış belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Muhafaza süresince ortaya çıkan değişim TMA sayısı yönünden değerlendirildiğinde 21 ve 28. günler arasındaki sonuçlar önemsiz ($P > 0,05$), diğer günlerdeki sonuçlar (14. hariç) önemli ($P < 0,05$), TPA sayısı için tüm günlerdeki sonuçlar önemli ($P < 0,05$), TPsa sayısı için 1. ve 14. günler dışında tüm günlerdeki sonuçlar önemli ($P < 0,05$), koliform ve *Micrococcus-Staphylococcus* mikroorganizma sayısındaki değişim tüm günler arasında önemli ($P < 0,05$) düzeyde belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Taze ve işlenmiş su ürünlerinin kalitesini belirlemede mikrobiyolojik değerlendirme önemlidir. Farklı sıcaklıkların besin niteliğine etkisinin araştırıldığı çalışmada materyal olarak kullanılan *N. japonicus*'un TPA sayısının 119 günlük koruma süresinde arttığı bildirilmiştir (Khuntia vd., 1993). Çalışmamızda da genel olarak mikroorganizma sayılarında artış gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Köse vd (1998), hamsi (*E. encrasicolus*)'den "kus" elde ederek tuzlu (%25'lik) ve tuzsuz olarak iki kümeye ayırarak mikrobiyolojik açıdan incelemiştir. Araştırmada tuzlanmış, tuzlanarak pişirilmiş ve tuzlanmadan pişirilmiş örnekleri -18 °C'de 150 gün süreyle saklamışlardır. Başlangıçta sırasıyla 4,32, <1,47, 4,39 ve <1,47 log₁₀ kob/g miktarlarında belirlenen TPA sayısı süre sonunda 3,20, <1,47, 4,06 ve <1,47 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır. Bu çalışmanın bulgularımızdan farklılığı, kullanılan materyalin ayrımlı oluşundan, uygulanan işleme teknolojisinden ve depolama sıcaklığından kaynaklanabilir.

Işıklı (2000), ayrımlı tuzlama oranları (%12 ve %22) uygulayarak 4 °C'de koruma altına aldığı *V. vimba tenella*'nin uygulanan tuz derişime göre 118. günde sırasıyla sahip olduğu TMA sayısı $3,0 \times 10^7$, $1,19 \times 10^5$, TPA sayısı $1,19 \times 10^5$, $3,5 \times 10^3$ ve koliform mikroorganizma sayısı $<1,0 \times 10^1$, $<1,0 \times 10^1$ kob/g değerlerinde tespit etmiştir (Çizelge 2.27).

İnci kefali (*C. tarichi*)'nin yöresel tuzlama teknikleriyle salamura edilerek mikroorganizma durumunun araştırıldığı bir çalışmada, TMA $1,5 \times 10^5$ - $7,5 \times 10^6$ kob/g ve koliform mikroorganizma sayısı $1,2 \times 10^4$ - $3,3 \times 10^5$ kob/g arasında saptanmıştır. Mikroorganizma sayısının yüksek oluşu ürünün işlem görünceye kadar geçen zaman içerisinde çeşitli mikroorganizma bulaşmalarına maruz kalma ve işleme sırasında hijyenik kuralların göz ardı edilmesine bağlanmıştır (Küçüköner ve Akyüz, 1992).

Sonuç olarak, elde edilen bulgular göz önünde tutulduğunda su ürünleri işleme tesislerinde oldukça yüksek oranda işlemeciliği yapılan *T. tinca*'nın besin bileşenleriyle insan beslenmesi için önemli bir besin, dumanlama ve tuzlama teknolojilerine uygun bir materyal olduğu, farklı işleme teknolojilerinin uygulanması sonucu ürün için seçenekli tüketim olanağının sağlanabileceği, zaman ve bölge sınırlamasının ortadan kalkabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmanın besin kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve tüketimdeki kısıtlamaların kaldırılması gibi konularda bu alana yararlı olacağı kanısındayız.

6. KAYNAKLAR

- Aitken, A., Mackie, I., Merritt, J.H., Windsor, M.L.,1982. Fish Handling & Processing. Ministry of Agriculture, Fisheries & Food. Torry Research Station. Second Edition. ISBN:011491741 8, Edinburgh, 192 p.
- Akçiçek, E., Canyurt, M.A.,1995. Tuzlanmış ve Tütsülenmiş Balık Tüketiminin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Derg. VIII.Müh. Haft. Bildirileri, 243-251.
- Akpınar, M.A., 1981. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: *Cyprinidae*)'nın Karaciğer ve Etindeki Total Lipit ve Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel Değişimi, A. Ü. Fen Fak. Genel Zooloji Kürsüsü Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- Altuğ, T., Demirağ, K., Kurtcan, Ü., İçbal, N., 1994. Food Quality Control. Ege Üniv. Müh. Fak. Çoğaltma Yay. No: 85, İzmir, 171 s.
- Anelich, L.E., Hoffman, L.C., Swanepoel, J., 2001. The Quality of Frozen African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*) Fillets under Long- Term Storage Conditions. J. of the Science of Food and Agriculture, 81, 632-639.
- Anonim, 1974a. Et ve Et Mamulleri Rutubet Miktarı Tayini, TS 1743, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1974b. Et ve Et Mamulleri Kül Tayini, TS 1746, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1979. Gıda-Su Süt ve Mamülleri, Alkollü ve Alkolsüz İçkilerin Mikrobiyolojik Muayeneleri İçin Kültür Vasatları El Kitabı, Ankara, 140s.
- Anonim, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı, T.C.T.O.K.B. Gıda İşleri Genel Müd. Yay. No: 65, Özel Yayın No: 62-105, Ankara, 796 s.
- Anonim, 1989. Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Yay. No: DPT 2184-ÖİK:344, Ankara, 210 s.
- Anonim, 1993. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Yay. No:124, Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojisi, Kocaeli, 216s.
- Anonim, 2000a. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara, 62 s.

- Anonim, 2000b. Su Ürünleri Kalite Kontrol El Kitabı, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 229 s.
- Anonim, 2001. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara, 62 s.
- Anonymous, 1978. Recommended International Code of Practices For Frozen Fish, FAO and WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission RCP 16,F 11, Tx 537, Italy, 58 p.
- Anonymous, 1994. Merck Microbiology Manual, Published by Merck, Germany, 347 p.
- Anonymous, 1997. Fish Smoking and The Environment Eastfish Magazine, 2/97, C44344, FAO East Fish Copenhagen Fachpresse Verlag, Hamburg, 42-44.
- AOAC, 1996. Official Methods of Analyses. Lipid Extraction Procedure. Association of Official Analytical Chemists,79, Washington D.C.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N., 2003. Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda Farklı Dokuların Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması, T. J. Vet. Anim. Sci., 27, 887-892.
- Arık Çolakoğlu, F., 2004. Farklı İşleme Teknolojilerinin Kızılöz (*Rutilus rutilus*) ve Beyaz Balık (*Coregonus sp.*) Mikroflorası Üzerine Etkisi, T. J. Vet. Anim. Sci., 28, 239-247 s.
- Arslan, A., 1993. Keban Baraj Gölü Aynalı Sazanlarının (*Cyprinus carpio* L.) Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kaliteleri, Doğa- Tr. J. Vet. Anim. Sci., 17, 251-259.
- Arslan, A., Çelik, C., Gönülalan, Ateş, G., Kök, A., Kaya, A., 1997. Vakumlu ve Vakumsuz Aynalı Sazan (*Cyprius carpio* L.) Pastırmalarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesinin İncelenmesi, T. J. Vet. Anim. Sci., 21, 23-29.
- Aubourg, S.P., Medina, I., Perez-Martin, R., 1996. Polyunsaturated Fatty Acid in Tuna Phospholipids: Distribution in The *sn-2* Location and Changes During Cooking. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44 (2), 585-589.
- Aubourg, S.P., 2001. Review: Loss of Quality During The Manufacture of Canned Fish Products. Food Sci. Tech. Int., 7 (3), 199-215.

- Başar, E., Sivri, N., Boran, M., 1997. Farklı Yöntemlerle Dondurulan İstavrit Balığında (*Trachurus mediterraneus*) Dondurma Sırasındaki Su Kaybı Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, İzmir, 703-707.
- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., Gülyavuz, H., 2001. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi ve Kimyasal Bileşenlerinin Tespiti. T. J. Vet. Anim. Sci. 25, 309-312.
- Bilgin, Ş., 2003, Farklı İşleme Yöntemlerine Göre Dağ Alabalığı (*Salmo trutta magrostigma*, DUMERİL 1858)'nın Kimyasal Yapısındaki Değişimler, S.D.Ü. Fen Bilim. Enst. Temel Bil. Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, 130 s.
- Billard, R., 1999. Carp Biology and Culture ISBN:1-85233-118-6, 342 p.
- Birkeland, S., Rora, A.M.B., Skara, T., Bjerkend, B., 2004. Effect of Cold Smoking Procedures and Raw Material Characteristics on Product Yield and Quality Parameters of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Fillets, Food Research International, 37, 273-286.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Can. J. Of Biochem. And Physiology, 37, 911s.
- Bligh, E.G., Shaw, S.J., Woyewoda, A.D., 1988. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. Fish Smoking and Drying. (Burt, J.R.- eds.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London and New York, 41-53.
- Botta, J.R., Richards, J.F., Tomlinson, N., 1973. Flesh Concentration of Various long – Chain Free Acids of Pasific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*) and Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) Frozen at Sea. J.of Fish Res. Bd. Canada, 30 (1), 79-82.
- Boyd, J.W., Southcott, B.A., Schmidt, P.J., 1967. Quality of Pasific Coast Dogfish During Frozen Storage. J. of Fish Res. Bd. Canada, 24 (3), 527-535.
- Burt, J.R., 1988a, Fish Smoking and Drying Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 160 p.
- Burt, J.R., 1988b. The Effects of Drying and Smoking on the Vitamin Content of Fish Smoking and Drying (Burt, J.R., eds) Elsevier Applied Fish Science Publishers Ltd, London and New York, 53-61.
- Cardin, A., Bilinski, E., Maltais, F., Bordeleu, M.A., Laframboise, A., 1961. Chemical Characteristics of Salted Cod. J.Fish. Res. Bd. Canada, 18 (5), Canada, 851-858.

- Cardinal, M., Gunnlaugsdottir, H., Bjoernevik, M., Ouisse, A., Vallet, J.L., Leori, F., 2004. Sensory Characteristics of Cold-Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) From European Market and Relationships With Chemical, Physical and Microbiological Measurements, Food Research International 3, 181-193.
- Connell, J.J., 1995. Control of Fish Quality, Fishing News Books, a Division of Blackweel Science Ltd. ISBN: 0-85238-226-x, 245 p.
- Çakmak, S., Çolak, H., 2004. Su Ürünleri Mevzuatı ve Yaptırımlar Açısından Değerlendirilmesi, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müd., Ankara, 413 s.
- Çelik, M., Gerek, A., 2002. Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya&Naseka, 1996) Salamurasının Buzdolabı Şartlarındaki Kalite Değişimleri, T. J. Vet. Anim. Sci., 26, 865-869.
- Çelik, C., Özdemir, Aşan, T., Patır, B., 1990. Keban Baraj Gölü Küpeli Sazanlarının (*Barbus capito pectoralis*) Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Et Verimi, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Derg., 7 (25-26-27-28), Ege Üniv. Basım Evi, İzmir, 156-167.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999a. Türkiye Su Ürünleri Sektörü ve AB ile Entegrasyonu, İTO Yayın No: 1999-63, 65 s.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999b. Türkiye Su Ürünleri Sektörü Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, İTO Yayın No:1999-2, İstanbul, 415 s.
- Demirsoy, A., 1996. Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası, "Hayvan Coğrafyası", Yay. No: 96-06-Y-0057-02, ISBN 975-7746-18-5, Ankara, 630 s.
- Dikel, S., Çelik, M., 1998. Aşağı Seyhan Havzası'nda Yakalanan Tatlı Su Çipurası'nın (*Tilapia spp.*) Yenilebilir ve Yenilemez Bölümlerinin Ağırlık Oranları ile Bazı Besin Ögelerinin Belirlenmesi, Türk Vet. ve Hayvancılık Dergisi, 22 (6), 517-520.
- Diler, A., Işıklı, B.I., Gürer, A., Doğruer, Y., 2002. Sıcak Dumanlamanın Eğrez Balığının (*Vimba vimba tenella*) Kalitesine Etkisi, Vet. Bil. Derg. 8(3-4), 71-77.
- Dyer, W.J., Dingle, J.R., 1961. Fish As Food. Fish Proteins with Special Reference to Freezing. 1 (9), 275-327.
- El-Sebaiy, L.A., Metwalli, S.M., Khalil, M.E., 1987. Phospholipid Changes in Muscles of Plathead Grey Mullet (*Mugil cephalus*) During Frozen Storage, Food Chemistry, 26, 85-96.

- El-Sebaiy, L.A., Metwalli, S.M., 1989. Changes in Some Chemical Characteristics and Lipid Composition at Salted Fermented Bouri Fish Muscle (*Mugil cephalus*), Food Chemistry, 31, 41-50.
- Ertay, A.H., 2000. Tütsülemenin Et Üzerindeki Etkileri. Gıda Derg. 25 (2), 107-111.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, O., Hafsteinsson, H., 2001. Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) as Raw Material for the Smoking Industry. I: Effect of Different Salting Methods on the Oxidation of Lipids, Food Chemistry, 75, 411-416.
- Garthwaite, G.A., 1997. Chilling and Freezing of Fish, (Hall, G.M., -eds), Second Edition, ISBN: 0751402737, London, 93-118.
- Geldiay, R., Balık, S., 1996. Türkiye Tatlı Su Balıkları, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 46, İzmir, 532 s.
- Göğüş, A.K., Kolsarıç, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fak. Yay.: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261 s.
- Gökoğlu, N., 1991. Alabalığın (*Salmo gairdneri* Richardson 1836) Dumanlanması ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. İstanbul Üniv. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Müh. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 35 s.
- Gökoğlu, N., Varlık, C., 1992. Dumanlanmış Gökkuşluğu Alabalığının (*Salmo gairdneri* R. 1836) Raf Ömrü Üzerine Araştırma. Gıda Dergisi, 17 (1), 61-65.
- Gökoğlu, N., Gün, H., Varlık, C., 1994. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Lakerdasının Dayanma Süresinin Belirlenmesi, İstanbul Üniv. Su Ürünleri Dergisi, 1-2, İstanbul, 174-180.
- Gökoğlu, N., 2002, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yayınları, ISBN: 975-9703-48-3, İstanbul, 157 s.
- Gülyavuz, H., Altinkurt, K., 1991. Besin İşleme Teknolojisi. Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul, 320 s.
- Gülyavuz, H., Timur, M., 1991. Balık Etinden Sosis Yapım Teknolojisi, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Sempozyumu, 12-14 Kasım, İzmir, 286-300.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M., 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Ders Kitabı, Şahin Matbaası, ISBN: 975-96897-0-7, Ankara, 336 s.

- Hall, G.M., Ahmad, N.H., 1997. Surimi and Fish-Mince Products (Hall, G.M., - eds), Second Edition, ISBN: 0751402737, London, 74-92.
- Halver, J.E., 1972. Fish Nutrition. Academic Pres, Inc. Orlando, Florida 32887, 713 p.
- Hassan, İ.M., 1988. Processing of Smoked Common Carp Fish and İts Relation to Some Chemical, Physical and Organoleptic Properties, Food Chemistry 27, 95-106.
- Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1987. The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish. J. of Prog. Lipid Res., 26, 281-347.
- Hoke, M.E., Jahnke, M.L., Silva, J.L., Hearnberger, J.O., Chamul, R.S., Suriyaphan, O., 2000. Stability of Washed Frozen Mince from Channel Catfish Frames. J. of Food Science 5 (6), 1083-1086.
- Holland, B., Welch, A., Unwin, I.D., Buss, D.H., Paul, A.A., Southgate, A.T., 1991. The Composition of Foods. Section 2.6. Fish and Fish Products. Fifth revised and Extended Edition. Royal Society of Chemistry. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 462 p.
- Horner, W.F.A., 1997. Preservation of Fish by Curing (Drying, Salting and Smoking), (Hall, G.M. -eds) Second Edition, ISBN: 075140273 7, London, 32-73.
- ICMSF, 1978. Microorganism in Food 1, Their Significance and Methods of Enumeration, Second Edition, University of Toronto Press, ISBN: 0-8020-2293-6, 425 p.
- İşıklı, B.İ., 2000. Farklı Tuzlama Tekniklerinin Eğrez Balıklarının (*Vimba vimba tenella*, Nordman 1840) Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. S.D.Ü. Fen Bil. Enst. S.Ü. Yet. A.B.D. Y.Lisans tezi, Isparta, 45 s.
- İkiz, R., Gülyavuz, H., Küçük, F., 1994. Dumanlanmış Yılan Balıkları (*Anguilla anguilla* L., 1758) Etlerinin Kimyasal Yapısı Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniv. XII. Ulusal Biyoloji Kong., 6-8 Temmuz, Edirne.
- İnal, T., 1992. Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Final Ofset. Genişletilmiş 2. Baskı İstanbul, 783 s.
- Kaya, Y., 1994. Balık Dumanlama Teknolojisinde Çeşitli Faktörlerin Kalite ve Dayanma Sürelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Sinop, 59 s.
- Keskin, H., 1975. Gıda Kimyası, İstanbul Üniv. Yayını Sayı:1980, Kimya Fak., No:21, İstanbul, 1046 s.

- Khuntia, B.K., Srikar, L.N., Reddy, G.V.S., Srinivasa, B.R., 1993. Effect of Food Additives on Quality of Salted Pink Perch (*Nemipterus japonicus*). J.Food Sci. Technol. 30 (4), 261-264.
- Kim, M.Y., Joeng, W.S., Chung, S.K., 2002. The Physicochemical Quality Characteristics of Charcoal Grilled Mackerels, 67 (3), 1255-1259.
- Kolodziejska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E., Sikorski, Z.E., 2002. The Microbial and Sensory Quality of Mackerel Hot Smoked in Mild Conditions, 35, 87-92.
- Kolsarıcı, N., Candoğan, K., 1997. Yoğun Tuz Kürür Uygulanmış Hamsi (*Engraulis engrasicholus*) Balıklarında Kimyasal Değişimler, Akdeniz Balıkçılık Kongresi 9-11 Nisan, İzmir, 199-207.
- Kolsarıcı, N., Özkaya, Ö., 1998. Gökkuşuğu Alabalığı (*Salmo gairdneri*)'nın Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemleri ve Depolama Sıcaklığının Etkisi. T. J. Vet. Anim. Sci., 22, 273-284.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö., Gürsu, 1999. *Copoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un Kas Dokularındaki Lipit ve Yağ Asidi Miktar ve Bileşimlerinin Üreme Periyodu Süresince Değişimi, T. J. Of Biology, 23, 319-330.
- Köse, S., Karaçam, H., Baran, M., Kutlu, S., 1998. An Alternative Way of Marketing Anchovy as a Rearly-Made Food For Human Consumption. FISHECO'98. The Proceedings of the First Int. Symposium on Fisheries and Ecology. 2-4 Sept. Trabzon, 285-291.
- Kuru, M., 1996. Türkiye Omurgalıları Tür Listesi. İçsu Balıkları Türkiye Faunası Veri Tabanı Projesi (DPT/TBAG Çev. Sek. 3).,(Aykut, K., C.C., Bilgin, Eds.), Ankara, 115-128.
- Küçüköner, E., Akyüz, N., 1992. Van Erciş Yöresinde Farklı Salamura Metodlarıyla Hazırlanan İnci Kefali Balıklarının Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Y.Y. Üniv. Fen Bil. Enst., 1 (1), 32-50.
- Lee, D.J., Sinnhuber, R.O., 1972. Lipid Requirements. Fish Nutrition (Halver, J.E., -eds) Academic Pres, Inc., Orlando, Florida 32887, 145-180.
- Love, R.M., 1997. Biochemical Dynamics and Quality of Fresh and Frozen Fish (Hall, G.M., -eds), Second Edition, ISBN: 075140273 7, London, 1-3.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951. Protein Measurament with the Folin Phenol Reagent, J. Biol. Chem., 193, 265 p.

- Mackie, I.M., 1997. Methods of Identifying Species of Raw and Processed Fish, (Hall, G.M., -eds), ISBN: 0751402737, London, 160-199.
- Marc, C., Kaokeh, R., Mbofung, C.M.F., 1998. Effect of Salting and Smoking Method on the Stability of Lipid and Microbiological Quality of Nile Perch (*Lates niloticus*), Journal of Food Quality, 22, 517-528.
- Martin, A.M., 1994. Fisheries Processing. Biotechnological Applications Published by Chapman & Hall 2-6, ISBN: 0412584603, London, 494 p.
- Meritt, J.H., 1988. Refrigeration on Fishing Vessel, Wlistable Litho Printers td., ISBN: 085238-095x, England, 169 p.
- Moss, C.W., Lambert, M.A., Mervin, W.H., 1974. Comparision of Rapid Methods for Analysis of Bacterial Fatty Acids. Applied Microbiology, 28, 80-85.
- Motohiro, T., 1988. Effect of Smoking and Drying on The Nutritive Value of Fish: A Review of Japanese Studies. (Burt, J.R., -eds.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London and New York, 91-120.
- Olgunoğlu, İ.A., Polat, A., Var, I., 2002. Dondurularak Depolanın (-18 °C) Sudak (*Sander lucioperca* Bogustkaya&Naseka, 1996) Filetolarında Kimyasal ve Duyusal Değişimler, T. J. Vet. Anim. Sci., 26, 879-884.
- Opstvedt, J., 1988. Influence of Drying and Smoking on Protein Quality. Fish Smoking and Drying. (Burt, J.R.- eds.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London and New York, 41-53.
- Özdamar, K., 2001. SPSS ile Biyoistatistik, Kaan Kitabevi, ISBN 978-6787-03-1, Eskişehir, 452 s.
- Peterson, G.L., 1979. Reiew of the Folin Phenol Protein Quantitation Method by Lowry, Rosenbrough, Farr and Randall, Anal. Bio. Chem., 100, 201p.
- Plahar, W.A., Nerquaye-Tetteh, G.A., Anan, N.T., 1999. Development of an Integrated Quality Assurance System for The Traditonal *Sardinella sp.* And Anchovy fish Smoking İndustry in Ghana, Food Control, 10, 15-25.
- Refai, M.K., 1979. Manual of Food Quality Control, 4. Microbiology Analysis, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Rora, A.M.B., Kvale, A., Markore, T., Rorvik, K.A., Steien, S.H., Thomassen, M.S., 1998. Process Yield, Colour and Sensory Qualition of Smoked Atlantik salmon (*S. salar*) in Relation to Raw Material Characteristics, Food Research International, 31 (8), 601-609.

- Salama, N.A., Khalafalla, G.M., 1993. Chemical, Bacteriological and Sensory Changes in Eel Fish (*Anguilla vulgaris*) During Smoking and Storage. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 44, 1-24.
- Serdaroğlu, M., Değirmencioğlu, Ö., 1998. Lakerda Üretiminde Tuz Miktarının Azaltılmasının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *Gıda Müh. Kong.* 16-18 Eylül Gaziantep, 425-433.
- Siddaiah, D., Reddy, G.V.S., Raju, C.V., Chandrasekhar, T.C., 2000. Changes in Lipids, Proteins and Kamaboko Forming Ability of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Mince During Frozen Storage, *Food Research International*, 34, 47-53.
- Sigurgisladottir, S., Sigurlardottir, M.S., Torrissen O., Vallet, J.L., Hafsteinsson, H., 2000. Effects of Different Salting and Smoking Process on the Microstructure, the Texture and Yield of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fillets. *Food Research International*. 33, 847-855.
- Surono., Taylor, K.D.A., Smith, G., 1994. The Effect of Different Salting Procedures and Qualities of Raw Material on Some Nutrients During Processing and Storage of Salted-Dried Mackerel. *Int. Journal of Food Science and Technology*. 29, 179-183.
- Tömek, O., Saygın, A., Serdaroğlu, M.G., 1989. Lakerda Üretiminde Yağın Oksidasyonunu Önleyici Teknikler. *Bursa I. Uluslararası Gıda Semp.* 4-6 Nisan, 428-437.
- Tömek, S.O., Yapar, A., 1990. Tuzlu Alabalık Üretiminde Kaliteyi Koruyucu Bazı Katkıların Etkisi. *Ege Üniv. Müh. Fak. Derg.*, 8 (1), 59-68.
- Tsuchiya, T., 1961. *Fish As Food, Biochemistry of Fish Oils*, Chapter 7, 1, 211-258.
- Turan, H., Erkoyuncu, İ., 1997. Farklı Tuzlama Yöntemlerinin Değişik Balıklarda Kalite ve Saklama Sürelerine Etkileri. *Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 9-11 Nisan. İzmir, 191-197.
- Uysal, K., 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) Balıklarının Total Lipit, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel İncelenmesi, *SDÜ Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Temel Bil. Anabilim Dalı Doktora Tezi*, Isparta, 65 s.
- Ünal, G., 1995. Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) Tütsülenmesi ve Bazı Kalite Kriterlerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Tek. Anabilim Dalı Doktora Tezi*, İzmir, 120 s.

- Ünlüsayın, M., Ateş, Ş., Gülyavuz, H., 1997. Dumanlanmış Yılan Balıklarının (*Anguilla anguilla* L., 1766) Yağlarında Fiziksel ve Kimyasal Değişimler, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan, İzmir, 209- 214.
- Ünlüsayın, M., 1999. Yılan Balığı (*Anguilla anguilla* Linnaeus, 1766), Gökkuşluğu Alabalığı *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1758)'nin Sıcak Dumanlama Sonrası Lipid ve Protein Bileşimleri, S.D.Ü. Fen Bil. Enst. Temel Bil. Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, 57 s.
- Ünlüsayın, M., Aksoylar, M.Y., Gülyavuz, H., 2001. Bazı Tatlısu Balıklarının Sıcak Dumanlama Sonrası Lipitlerindeki Kimyasal Değişimler. T. J. Vet. Anim. Sci. 25, 341-348.
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S., Gülyavuz, H., 2001. The Determination of Flesh Productivity and Protein Components of Some Fish Species After Hot Smoking, J. Sci. Food Agric, 81, 661-664.
- Ünlüsayın, M., Bilgin, Ş., İzci, L., 2003. Havuz Balığı (*Carassius auratus* L., 1758)'nin Et Verimi, Sıcak Dumanlama Sonrası Kimyasal Bileşimleri ve +4 °C'deki Raf Ömrünün Tespiti, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi, 8, 62-70.
- Ürküt, Y. Z., Yurdagel, Ü., 1985. Tuzla Konserve Edilen Sardalya Balıklarının Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler Üzerine Araştırma, Su Ürünleri Dergisi Cilt: 2, sayı: 7-8, 77-90 s.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No: 17, Ank. Üniv. Zir. Fak. Gıda Böl. 174 s.
- Vishwanath, W., Lilabati, H., Bijen, M., 1998. Biochemical, Nutritional and Microbiological Quality of Fresh and Smoked Mud Eel Fish *Monopterus albus* – Comparative Study. Food Chemistry, Vol: 61, No. ½, 153-156 pp.
- Voskresensky, N.A., 1965. Fish as Food Salting of Herring Processing, Part I, Academic Press New York, San Francisco, London, 107-131.
- Yang, Chi T., Jhaveri, S.N., Constantinides, S.M., 1981. Preservation of Grayfish (*Squalus acanthias*) by Salting. J. of Food Science. 46, 1646-1649.
- Yapar, A., 1989. Değişik Tuzlama Teknikleri Uygulanan Alabalıklarda Bazı Kimyasal ve Fiziksel Değişimlerin İncelenmesi. Ege Üniv., Fen Bil. Enst., Gıda Müh. Böl., A.B.D. Y.Lisans Tezi, İzmir, 61 s.
- Yapar, A., 1999. Üç Farklı Tuz Konsantrasyonu Kullanılarak Hazırlanan Tuzlanmış Hamsi (*Engrasicholus engrasicholus*)'lerde Kalite Değişimi, T. J. Vet. Anim. Sci, 23 Ek. 3, Ankara, 441-445.

- Yılmaz, F., 2002. Reproductive Biology of Tench *Tinca tinca* (L., 1758) Inhabiting Porsuk Dam Lake (Kütahya, Turkey) Fisheries Research 55, 313-317.
- Yılmaz, A.B., Akpınar, D., 2003. Kemani Vatozun (*Rhinobatos rihinobatos* L., 1758) Besin Madde İçeriğinin Tespiti ve Dondurularak Muhafazası Süresince Kalite Değişiminin Belirlenmesi, T. Vet. Anim. Sci., 27, 207-212.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Levent İZCİ

Doğum Yeri :Ankara

Doğum Yılı :04.05.1970

Medeni Hali :Evli, bir çocuk babası

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise :1985-1988 Ömer Seyfettin Lisesi (Ankara)

Lisans :1989-1993 SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

Yüksek Lisans :1997-1999 SDÜ Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD

Yabancı Dil :İngilizce

İş Deneyimi :1997-2004 Araştırma Görevlisi