

SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİ

II. Baskı



EDİTÖR

Prof. Dr. Candan VARLIK

YAZARLAR

Prof. Dr. Candan VARLIK

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Prof. Dr. Sühendan MOL

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

Su Ürünleri İşleme Teknolojisi / ed. Candan Varlık.—2. bs.-- İstanbul : İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 2011,

X, 515 s.: res.; şkl.; tbl.; 24 cm.—(İstanbul Üniversitesi Yayınları; 5027. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları; 10.)

ISBN 978-975-404-898-8

1. SU ÜRÜNLERİ. 2. SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİ.

I. Varlık, Candan. II. Dizi adı.

İstanbul Üniversitesi.Yayın No : 5027
Fakülte Yayın No : 10
ISBN : 978-975-404-898-8:

SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİ

II. Baskı

EDİTÖR

Prof. Dr. Candan VARLIK

YAZARLAR

Prof. Dr. Candan VARLIK

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Prof. Dr. Sühendan MOL

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

İ.Ü. Kütüphane ve Dok. D. Bşk.	
Demirbaş No :	2011/24266
Kayn No :	
Sınıflama No :	

İstanbul - -2011



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ



2011/24266

İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü
Tel.: 631 35 04 – 631 35 05 – 440 00 00 / 26500

İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü
Tel.: 631 35 04 – 631 35 05 – 440 00 00 / 26500

İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü
Tel.: 631 35 04 – 631 35 05 – 440 00 00 / 26500

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ BASIM VE YAYINEVİ MÜDÜRLÜĞÜ

İstanbul

Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR
Prof. Dr. Tamer KAYAR

2011/11/22

İstanbul Üniversitesi
Basım ve Yayınevi Müdürlüğü
İSTANBUL – 2011

Tel.: 631 35 04 – 631 35 05 – 440 00 00 / 26500

ÖNSÖZ

Yazarlar (alfabetik sıra ile):

İsim Soyad	Unvan	Adres	E-mail
Candan VARLIK	Prof.Dr	İstanbul Aydın Üniversitesi	
Nuray ERKAN	Prof.Dr.	İstanbul Üniversitesi	nurerkan@istanbul.edu.tr
Özkan ÖZDEN	Prof.Dr.	İstanbul Üniversitesi	ozden@istanbul.edu.tr
Sühendan MOL	Prof.Dr.	İstanbul Üniversitesi	suhendan@istanbul.edu.tr
Taçnur BAYGAR	Prof.Dr.	Muğla Üniversitesi	baygar@mu.edu.tr

Y&A's (1990) (1990)

Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)
Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)	Y&A's (1990)

Y&A's (1990) (1990)

Y&A's (1990) (1990)

Y&A's (1990) (1990)

Y&A's (1990) (1990)

ÖNSÖZ

Eser, lisans ve lisans üstü eğitim görenlere su ürünleri işleme teknolojisi konularında bilgi aktarımı sağlamak; bu bilim dalında yapılan araştırmaların planlanması ve yorumlanmasına yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu nedenle su ürünlerinin işlenmesinde kullanılan tüm teknolojileri kapsamaktadır. Eserde günümüzün modern teknolojilerine yer verildiği gibi; bu teknolojilerin başlangıç ya da çıkış noktalarından da söz edilmiş; sanayinin önemli sorunlarından biri olan atıkların değerlendirilmesi konusuna yer verilmiştir. Ayrıca ülkemizde olmayan su ürünleri cinslerinin işlenmesi, halkımızın bilmediği ya da alışkın olmadığı ancak damak zevkine uygun olan ürünlerin üretimi konularına da yer verilmiştir. Böylece sanayicimize ürün yelpazesini genişletme; araştırmacılarımıza çalışmalarımızda farklı fikirler üretebilme imkânları verilmeye çalışılmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda büyük bir titizlik ve özenle ikinci baskı için hazırlamış olduğumuz bu eserin ülkemizdeki bilimsel açığı kapatması, okuyuculara yararlı olması ve amacına ulaşmasını diliyoruz; yeniden düzenlenmesine yardımcı olan Araş. Gör. Şafak Ulusoy, Araş. Gör. Hande Doğruyol Tanrıverdi, Araş. Gör. Zafer Ceylan'a ayrıca basımını üstlenen İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğüne' ne teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Editör

Prof. Dr. Candan VARLIK

2011

İÇİNDEKİLER

I. SU ÜRÜNLERİ BESİN BİLEŞİMİ

Prof. Dr. Candan VARLIK,

Prof. Dr. Nuray ERKAN,

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

I.1. Makro Besin Elementleri	5
I.2. Mineraller	25
I.3. Vitaminler	39
Kaynaklar	54

II. SOĞUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR,

Prof. Dr. Candan VARLIK

II.1. Soğutma Tekniğinin Gelişimi	63
II.2. Soğutma İle İlgili Genel İfadeler	65
II.3. Soğutulmuş Su Ürünlerinin Dünya ve Ülkemiz Ekonomisindeki Yeri Ve Önemi	65
II.4. Türkiye’de Soğuk Zincir Uygulamaları ve Sorunları	67
II.5. Avlanma Sonrası Teknelerde Su Ürünlerine Uygulanan Soğutma İşlemleri	68
II.6. Su Ürünlerinde Kullanılan Soğutma Yöntemleri	70
II.7. Ön Soğutma	80
II.8. Soğutma Teknikleri	81
II.9. Soğuk Depolarla İlgili Kurallar	82
II.10. Soğuk Muhafazada Etki Eden Parametreler	85
II.11. Soğuk Depolardaki Isı Kayıpları	89
II.12. Soğutulmuş Su Ürünlerinin Toptan ve Perakende Satış Yerlerinde Taşımaları Gereken Şartlar	91
II.13. Soğutma Sırasında Su Ürünlerinde Meydana Gelen Değişimler	94
II.14. Soğuk Depolarda ve Soğutulmuş Gıdalarda Görülen Mikroorganizmalar	96
II.15. Soğuk Depolama Süresinin Uzatılması İçin İlave	

Önlemler	99
II.16. Soğuk Depoların Temizliği ve Dezenfeksiyonu	102
Kaynaklar	

III. DONDURARAK MUHAFAZA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nuray ERKAN,

Prof. Dr. Candan VARLIK

Giriş	111
III.1. Gıdaların Dondurulması	111
III.2. Donma ve Çözülme Hızlarının Karşılaştırılması	116
III.3. Dondurarak Muhafaza Teknolojisinin Genel Prensipleri	117
III.4. Dondurarak Muhafazayı Etkileyen Faktörler	118
III.5. Dondurma Sırasında Meydana Gelen Değişimler	122
III.6. Dondurarak Depolama Sırasında Meydana Gelen Değişimler	122
III.7. Çözündürme Sırasında Meydana Gelen Değişimler	124
III.8. Dondurarak Muhafaza Yöntemleri	125
III.9. Dondurulmuş Su Ürünleri	129
III.10. Dondurulmuş Gıdaların Ambalajlanması	132
III.11. Dondurulmuş Ürün Üniteleri ve Depoları	133
III.12. Dondurulmuş Ürünün Çözündürülmesi	136
III.13. Dondurulmuş Ürünlerde Kalite ve Kalitenin Korunması	137
Kaynaklar	140

IV. KURUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

IV.1. Kurutma Teknolojisi	147
IV.2. Kurutma İşlemi Sırasında Meydana Gelen Değişimler	161
IV.3. Kurutma Yöntemleri	165
IV.4. Kurutulmuş Balık Ürünleri ve Nitelikleri	181
IV.5. Kurutulmuş Ürünlerin Kalitesi	183

IV.6. Kurutulmuş Ürünlerin Depolanması ve Ambalajlanması	189
Kaynaklar	191

V. TUZLAMA

Prof. Dr. Sühendan MOL,

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

V.1. Tuzlamanın Prensibi	197
V.2. Tuzlama İşlemini Etkileyen Faktörler	197
V.3. Tuzlamanın Mikrobiyolojik ve Kimyasal Etkisi	200
V.4. Tuzlanmış Ürünlerde Depolama ve Kalite	202
V.5. Balık Yumurtası ve Havyar Teknolojisi	204
V.6. Ançuez	209
V.7. Lakerda	209
Kaynaklar	214

VI. MARİNAT TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN,

Prof. Dr. Candan VARLIK

VI.1. Marinat	219
VI.2. Marinasyon İşlemi ve Bunu Etkileyen Faktörler	221
VI.3. Marinasyon Yöntemleri ve Ürün Çeşitleri	234
VI.4. Marine Ürünlerin Kalitesi	236
Kaynaklar	245

VII. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Giriş	251
VII.1. Dumanlanmış Ürün Tanımı	251
VII.2. Gıda Teknolojisinde Dumanlamanın Fonksiyonu	251

VII.3.Dumanlamayı Etkileyen Faktörler	253
VII.4.Dumanlama Yöntemleri	258
VII.5.Dumanlama İşlemi	262
VII.6.Dumanlama Ekipmanları	269
VII.7.Dumanlanmış Ürünler	273
VII.8.Dumanlanmış Ürünlerin Paketlenmesi, Dayanımı ve Depolanması	286
VII.9.Dumanlanmış Ürünlerde Kalite Değişimleri	287
Kaynaklar	292

VIII. ISIL İŞLEMLİ KONSERVASYON TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

VIII.1. Sterilizasyon ve Su Ürünlerinde Uygulamaları (Konserve Teknolojisi)	299
VIII.2. Pastörizasyon ve Su Ürünlerinde Uygulamaları	3332
Kaynaklar	337

IX. KİMYASAL KONSERVASYON

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Giriş	345
IX.1. Gıda Katkı Maddesinin Tanımı	345
IX.2. Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımının Tarihi	345
IX.3. Gıda Katkı Maddelerinin Gruplanması	347
IX.4. Su Ürünlerinde Kullanılan Katkı Maddeleri	348
IX.5. Gıdalara Katkı Maddeleri Uygulanması ve Önemli Hususlar	361
Kaynaklar	364

X. SU ÜRÜNLERİNDE IŞINLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Giriş	371
X.1. Işınlama Teknolojisi Uygulamalarında Kullanılan	

Kısaltmalar	374
X.2. Işınlamanın Etki Mekanizması	375
X.3. Işınlanmış Su Ürünleri	377
X.4. Işınlanmış Su Ürünleri ile İlgili İzin ve Yükümlülükler	379
Kaynaklar	383

XI. HAZIR YEMEK (CATERING) TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL,

Prof. Dr. Candan VARLIK

Giriş	389
XI.1. Catering Teknolojisinin Tanımı ve Uygulanması	389
XI.2. Su Ürünlerinin Hazır Yemek Teknolojisindeki Yeri	394
XI.3. Parça Etlerin Hazır Yemek Üretiminde Değerlendirilmesi	395
XI.4. Su Ürünlerinde Catering Teknolojisinin Uygulanma Alanları	396
XI.5. Hazır Yemeklerin Tüketime Sunulması	402
Kaynaklar	405

XII. SURİMİ TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

XII.1. Surimi Nedir?	411
XII.2. Surimi Üretimi	413
XII.3. Kamaboko	418
Kaynaklar	419

XIII. ÖZEL BAZI SU ÜRÜNLERİNİN İŞLENMESİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

XIII.1. Deniz Yosunlarının İşlenmesi	427
XIII.2. Tarakların (<i>Pecten maximus</i> Ve <i>Chlamys opercularis</i>) İşlenmesi	444
XIII.3. Kerevitlerin İşlenmesi	445

XIII.4. Karideslerin İşlenmesi	446
XIII.5. Istakoz İşlenmesi	449
XIII.6. Yılan Balıklarının İşlenmesi	453
XIII.7. Yengeç İşlenmesi	456
XIII.8. Midye İşlenmesi	460
XIII.9. Kalp Midyesi (<i>Cardium edule</i>) İşlenmesi	462
XIII.10. Kurbağa İşlenmesi	463
XIII.11. Rapana (Deniz Salyangozu)	465
XIII.12. Denizanası	468
XIII. 13.Kalamar	469
XIII. 14.Deniz Kestanesi	469
XIII. 15.Deniz Hıyarı	471
Kaynaklar	472

XIV. SU ÜRÜNLERİ ALTERNATİF ÜRÜN SANAYİİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

Giriş	481
XIV.1. Balık Yağı	481
XIV.2. Balık Karaciğeri Yağları	485
XIV.3. Vitamin	488
XIV.4. Balık Proteini Konsantresi	489
XIV.5. Balık Unu	492
XIV.6. Balık Silajı	496
XIV.7. Fermente Su Ürünleri	499
XIV.8. Deri	504
XIV.9. Tutkal	506
XIV.10.İnsülin	507
XIV.11.İyot ve Mannit	507
XIV.12.Kabukların Değerlendirilmesi	508
XIV.13.Gübre	509
XIV.14.Rennin	510
XIV.15.Jelatin	510
XIV.16.Kitin ve Kitosan	511
XIV.17.Mika	513
Kaynaklar	514

I. BÖLÜM

SU ÜRÜNLERİ BESİN BİLEŞİMİ

Prof. Dr. Candan VARLIK

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

I. SU ÜRÜNLERİ BESİN BİLEŞİMİ

Prof. Dr. Candan VARLIK

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

İÇİNDEKİLER

I.	Su Ürünleri Besin Bileşimi	5
I.1.	Makro Besin Elementleri	5
I.2.	Mineraller	25
I.2.1.	Sodyum ve Potasyum (Na, K)	27
I.2.2.	Klor (Cl)	28
I.2.3.	Kalsiyum (Ca)	28
I.2.4.	Fosfor (P)	29
I.2.5.	Magnezyum (Mg)	30
I.2.6.	Demir (Fe)	31
I.2.7.	Bakır (Cu)	32
I.2.8.	Selenyum (Se)	32
I.2.9.	İyot (I)	33
I.2.9.1.	Balık ve Diğer Deniz Hayvanlarındaki İyot Miktarı	33
I.2.9.2.	İşleme ve Pişirmenin İyot Miktarı Üzerine Etkisi	34
I.2.10.	Flor (F)	35
I.2.11.	Çinko (Zn)	36
I.2.12.	Mangan (Mn)	37
I.2.13.	Krom (Cr)	38
I.2.14.	Molibden (Mo)	38

I.2.15. Kobalt (Co)	38
I.2.16. Vanadyum (V)	38
I.3. Vitaminler	39
I.3.1. Balıklardaki Vitaminler	40
I.3.2. Yağda Eriyen Vitaminler	41
I.3.2.1. A Vitamini	41
I.3.2.2. D Vitamini	43
I.3.2.3. E Vitamini	43
I.3.2.4. K Vitamini	44
I.3.3. Suda Eriyen Vitaminler	44
I.3.3.1. C Vitamini (Askorbik Asit)	45
I.3.3.2. B ₁ Vitamini (Tiamin)	45
I.3.3.3. B ₂ Vitamini (Riboflavin)	46
I.3.3.4. Niasin (Nikotinamid)	46
I.3.3.5. B ₆ Vitamini	46
I.3.3.6. Biotin	47
I.3.3.7. Pantatonik Asit	47
I.3.3.8. B ₁₂ Vitamini (Kobalamin)	47
I.3.3.9. Folik Asit	48
I.3.3.10. Kolin	49
I.3.3.11. Karnitin	49
I.3.4. Balık Kası İçinde Vitaminlerin Dağılımı	49
I.3.5. İşleme Tekniklerinin Vitamin Kaybı Üzerine Etkisi	50
Kaynaklar	54

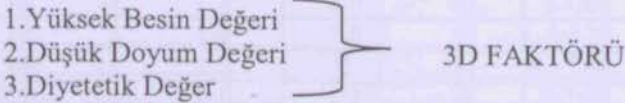
I.1. MAKRO BESİN ELEMENTLERİ

Dünya nüfusunun her geçen gün hızla artması, sınırlı olan besin kaynaklarının daha verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Bugün dünyada insanların sadece doyurulmasının değil, aynı zamanda dengeli bir şekilde beslenmesinin de önemli bir konu olduğu anlaşılmıştır.

Günümüzde gıda maddesinin hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeleri ideal oranlarda içermesi de arzu edilmektedir. Bu isteğe cevap veren tek gıda maddesi ise su ürünleri olup, bu gıda grubu içinde de ön sırayı balık almaktadır. Balık etinin besin değeri ve özellikle protein kalitesi yüksek, vitamin, mineral maddeler ve büyütme faktörü içermesi açısından mükemmel bir gıdadır. Enerji değerinin düşük olması ona diyetetik bir özellik kazandırmaktadır.

Balık etindeki proteinlerin aminoasit miktarı tavuk yumurtası ile benzerdir. Lysin ve treonin gibi bazı aminoasitlerden fakir olan bitkisel orijinli besinlerle balığın birlikte tüketilmesi sonucu bitkisel proteinin eksikliği kapatılmış olur, hem de besin bileşimi geliştirilmiş olur. Tatlı su balıkların yağlarının biyolojik değeri yapılarında daha az doymamış alifatik asitler içerdiklerinden dolayı deniz balıklarinkinden daha düşüktür. Balık eti mineral madde ve vitaminlerin önemli bir kısmını içerecek yapıdadırlar. Özellikle selenyum, molibden, kobalt yönünden oldukça yüksek değere sahiptirler⁽¹⁾.

Kolay sindirilebilme, aminoasit içeriğinin en uygun oranda bulunması, vitamin ve mineral madde içeriğinin zenginliği gibi faktörler ile balık yağının beslenme fizyolojisi yönünden önemi, balık etini YÜKSEK DEĞERLİ GIDA yapmaktadır. Üç D faktörü ile balık ve diğer su ürünleri yüksek değerli gıda olma özelliğini ortaya koymaktadır.⁽²⁾



Genellikle deniz ürünleri miktar ve çeşitlilik bakımından, büyüme çağında bulunan çocuk ve gençlerin, hamile ve emziren kadınların, yetişkin insanların sağlıklarının devamı, organlarının normal fonksiyonunu sağlaması ve büyümesi için gerekli maddeler yönünden önemli bir kaynaktır. Ayrıca, deniz ürünleri kalp ve damar hastalarının beslenmesinde, diyetlerindeki hayvansal yağa önem veren tüketicilerin güvenle tüketebileceği bir gıdadır.

İnsan gıdası; protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, mineral madde ve su gibi temel besin öğelerinden oluşmaktadır. Balık ve diğer su ürünleri etinin

bileşimi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörlerden özellikle çevre sıcaklığı, boy, yaş ve olgunluk durumu önde gelenlerdendir. Balık ve diğer su ürünleri etinin ana bileşiminde diğer gıdalar gibi su, yağ ve proteinlerden oluşmaktadır. Karbonhidrat miktarı pratikte değerlendirmeye alınmayacak kadar küçüktür. Su ürünleri eti biyolojik yönden yüksek değerli protein, yağ ve yağda eriyen vitaminler açısından önemli bir kaynaktır. Balık eti, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu vitamin, mineral madde ve vücut için gerekli protein, yağ kompozisyonuna sahiptir⁽²⁾.

Balık eti bileşimi diğer sıcak kanlı kesimlik hayvan etleriyle benzerlik göstermektedir. Et ve balık beslenme fizyolojisi bakımından aşağı yukarı aynı değerdedir. Farklı tür balıklara ait besin bileşimleri ve kalori değerleri Tablo I.1., I.2., I.3 ve I.4' te verilmiştir.

Tablo I.1:Değişik su ürünlerinin besin kompozisyonu ve kalori değeri⁽³⁾

Su ürünleri (100g)	Su (g)	Protein (g)	Yağ (g)	Mineral madde (g)	Kalori (kcal)
Ton balığı	62	22	16	1.1	242
Somon	66	20	14	1.0	217
Uskumru	68	19	12	1.3	193
Kalkan	80	17	1.7	0.7	73
Dil balığı	80	18	1.4	1.1	77
Pisi balığı	81	17	0.7	1.3	79
Berlam	81	17	0.9	1.1	84
Mezgit	81	18	0.1	1.1	80
Yılan balığı	61	13	26	1.0	299
Yayın balığı	72	15	11	1.0	174
Sazan	72	19	7	1.3	151
Alabalık	78	19	2	1.2	104
Tatlı su levreği	80	18	0.8	1.3	89
Sudak	78	19	0.7	1.2	94
Istakoz	80	16	2	2.1	89
İstiridye	83	9	1.2	2.0	71
Midye	83	10	1.3	1.7	72

Tablo 1.2: Farklı deniz ürünlerinin makro besin bileşenleri (%)⁽³⁾

Balık türü	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Ham kül (%)
Yılan balığı (tatlı su)	12-14	24.5-27.5	1
Yılan balığı (deniz)	18-19	2-6	1
Sarıağız	19-22	0.1-0.4	1
Sivri burun karagöz	15.5-18.5	7-12	1.5
Tatlı su levreği	15-19	0.5-2.5	1.5
Alabalık	18-21	2-2.5	1.5
Ot sazanı	18-19	1-2	1
Turna balığı	18-19	0.5-1.5	1.5
Ringa	16-20	3-28	1.5
Morina	16-18	0.1-0.4	1
Kalamar	15-20	1-2	2
Sazan	15-19	2-9	1.5
Yayın balığı	14-17	2-6	1
Karides	14-22	0.5-2	2
Istakoz	14-19	1-2	2
Böcek	14.4-16.5	0.5-1	2
Somon	18-21	5-20	1.5
Gelincik	18-20	0.3-1	1.5
Tirsi balığı	17-20	2-18	1.5
Atlantik uskumrusu	18.5-20	8-25	1.5
Melanur	19-21	1-1.3	1.5
Alaska Pollak	16-17.5	0.5-1	1.5
Istiridye	6-10.5	1-2	2
Kara midye	8-12	1.2	2
Kum midyesi	14.5-16.5	0.1-0.3	1.5
Dere pisisi	15-18	0.5-2	1.5
Dil balığı	16-18	0.5-2	1.5
Büyük siyah dil balığı	10-12	9-15	1
Büyük beyaz dil balığı	16-19	0.5-2.5	1.5
Kızılöz	17.5-18.5	2-4	1.5
Levrek	15.5-19.5	2-10	1.5
Sardalya	17-19	4-15	1.5
Hamsi	17-21	4-8	1.5
Mezgit	17-19	0.1-0.3	1
Yeşil sazan	15-19	0.5-2	1.5
Berlam	16-18	1-2	1
Deniz hıyarı	6	0.5	3
Çaça balığı	16-17	5-13	1.5
Istavrit	19-22	0.5-10	1.5
Mersin balığı	17-20	2-25	1.5
Ton balığı	18-27	4-15	1.5
Hani balığı	18-21	1.5-5	1.5
Sudak	18-22	0.3-1.5	1.5

Tablo 1.3: Ülkemiz sularından avlanan bazı deniz balıklarının çiğ ve pişirilmiş kimyasal kompozisyon verileri⁽⁴⁾

Kimyasal Kompozisyon (%)		Hamsi	Çinekop	Lüfer	Palamut	Tekir	Mezgit
Nem	Çiğ	64.68	65.25	70.13	48.01	70.25	83.05
	Kızartılmış	46.35	49.14	58.61	44.44	51.25	62.43
	Izgara	55.48	58.90	60.76	45.15	57.47	67.5
	Buğulama	59.40	63.84	63.58	53.95	64.26	76.59
Protein	Çiğ	15.38	17.14	15.97	11.20	14.07	12.70
	Kızartılmış	25.45	24.22	20.20	19.04	24.46	24.48
	Izgara	25.65	22.27	20.22	23.26	24.06	19.03
	Buğulama	19.24	20.47	19.83	18.11	20.64	19.05
Yağ	Çiğ	14.21	14.22	10.43	30.48	14.46	0.87
	Kızartılmış	26.41	21.19	18.41	33.31	19.61	9.99
	Izgara	14.97	14.99	15.37	26.25	15.89	8.18
	Buğulama	17.16	12.66	10.71	22.85	13.44	1.66
Kül	Çiğ	1.40	1.51	1.15	1.61	1.10	1.10
	Kızartılmış	2.90	2.04	2.00	2.23	2.10	2.10
	Izgara	3.97	1.69	1.93	2.47	1.49	1.49
	Buğulama	2.43	1.38	1.68	2.25	1.73	1.73

Tablo 1.4: Ülkemizde tüketilen çiğ ve işlenmiş bazı balıkların kimyasal kompozisyon verileri⁽⁵⁾

Kimyasal Kompozisyon (%)		Nem	Protein	Yağ	Kül	Karbohidrat	Enerji
Ton	Çiğ	7.09	23.8	2.6	2.4	0.3	160.3
	Konserve (Bitkisel yağda)	60.4	23.2	13.5	2.0	0.9	262.8
	Konserve (Tuzlu suda)	77.8	17.9	2.1	1.4	0.5	125.9
İstavrit	Çiğ	67.5	15.5	15.7	1.4	0.1	237.1
	Kurutulmuş	17.4	35.6	24.7	19.4	2.9	447.1
Somon	Çiğ	72.1	17.6	7.5	2.0	0.8	173.8
	Dumanlanmış	60.7	19.9	13.6	4.4	1.4	247.1
Hamsi	Çiğ	73.7	17.4	6.8	1.9	0.2	163.7
	Marinat (Bitkisel yağda)	53.7	16.9	25.9	1.8	1.7	348.2
	Marinat (Kırmızı bibere sarılmış bitkisel yağda)	54.8	16.0	24.2	2.6	2.4	329.7

Tablo I.5: Balık eti bileşimi⁽⁶⁾

Besin maddeleri	Yağlı balık	Yağsız balık
Protein (g)	30-45	30-45
Yağ (g)	30-66	-
Kalori (Kcal)	435-795	125-195
Vitamin A (IE)	3900-7500	30-150
Vitamin B ₁ (mg)	0.15-0.40	0.2-0.3
Vitamin B ₂ (mg)	0.20-0.80	0.2-0.5
Niasin (mg)	4.5-13.5	2.5-9
Vitamin D (IE)	4500-14000	Eser miktarda
Kalsiyum (mg)	60 mg kadar	50-60
Fosfor (mg)	630-660	560-640

Balık ve diğer su ürünleri etinin ana bileşiminde diğer gıdalar gibi su, yağ ve proteinlerden oluşmaktadır. Tablo I.6., I.7. ve I.8'de balıkların karaciğer, sperm ve yumurta bileşimleri verilmiştir.

Tablo I.6: Bazı balık türlerinin karaciğer bileşimi (%)⁽³⁾

Balık türü	Su miktarı (%)	Yağ miktarı (%)	Protein miktarı (%)	Kül miktarı (%)
Morina	22-65	15-73	4-14	0.4-1.2
Mezgit	30-56	21-62	6-14	0.7-1.3
Levrek	40-78	8-41	10-18	1.0-1.5
Dil balığı	54-71	8-34	12-17	1.0-1.7
Ringa	74-81	3-8	15-19	1.5
Somon	70-78	3-5	17-24	1.4-1.7
Sudak	72-79	2-15	13-15	1.0-1.3

Tablo I.7: Bazı balık türlerinin sperm bileşimi (%)⁽³⁾

Balık türü	Yağ miktarı	Protein miktarı
Ringa	2-4	17-22
Morina	1-2	13-19
Sazan	3-4	18-19
Somon	2-3	15-17
Mersin	15-19	16-18

Tablo I.8: Bazı balık türlerinin yumurta bileşimi (%)⁽³⁾

Balık türü	Yağ miktarı	Protein miktarı
Ringa	1	28
Morina	2-4	21-25
Sazan	3	27
Pisi balığı	2-4	19
Somon	11-15	25-29
Mersin	15-17	25-28

Balık kas dokusu ortalama % 75-80 su içermektedir. Toplam suyun çok az miktarı (ortalama % 4) kimyasal olarak bağlanmıştır. Yağsız balıklarda su miktarı % 80-82'dir. Yağlı balık etinin su miktarı, yumurtlama zamanının sona ermesinden sonra protein miktarının azalmasına bağlı olarak yükselmektedir. Yumurtlama süresince enerji ihtiyacı artmakta, buna karşın beslenme yok denecek kadar az olmaktadır. Balıklarda yağ miktarına bağlı olarak gelişen bu değişimler oldukça fazla sapma gösterirler. Karides ve istakozdaki su miktarı ortalama % 70 iken bu durum midyelerde ortalama % 77-84'e kadar çıkabilmektedir. Su miktarı, balık etindeki yağ miktarında artış oldukça azalma eğilimi göstermektedir. Canlının yaşı da su miktarında etkilidir. Gençlerde yaşlılara göre su miktarı daha fazladır. Yaş faktörünün yanı sıra boy faktörü de su miktarında etkili olup büyük boy balıklar daha düşük miktarda su içermektedir. Beslenme koşullarının su miktarına etkisi araştırılmış ve yem rasyonundaki protein miktarı düşük ve su sıcaklığı da yüksek ise etteki su miktarının arttığı da belirlenmiştir^(3,6,7).

Su ürünlerinin başlıca yenilebilir kısımlarını vücudun en fazla bölümünü içeren kaslar oluşturmaktadır. Bununla birlikte deri, karaciğer, yumurta, balık spermi, yüzgeçler (özellikle köpek balığı) vb de gıda olarak kullanılabilir. Balık etinde bulunan kaslar, vücudun her iki tarafını saran büyük lateral kaslar olarak bilinir. Bunların rengi genellikle beyaz veya beyazımsı olup bunlara beyaz yada normal kaslar denir. Deri altında bulunan kaslar daha fazla miyogloblin içerdiğinden dolayı kırmızı veya koyu renkli kas olarak bilinmektedir. Bu koyu renkli kasların balık vücudunda miktarı ve dağılımı türe bağlı olarak değişmektedir⁽³⁾.

Hücre yapı taşı olarak görev yapan en önemli besin ögesi proteindir. İnsanların günlük protein ihtiyacı vücut ağırlığının her bir kg'ına karşılık 1 g olacak şekildedir. Bu miktar oldukça önemli bir düzeydedir. Protein ihtiyacını karşılamak için alınan protein yapıtaşı olarak vücutta kullanılacaksa proteinin cinsi özellikle önemlidir^(8,9). Et ve süt yanında balık en önemli yüksek değerli

protein kaynağıdır. Balık eti % 17-20 protein içerir. Gıdalarla alınan protein organizmada hem yapıtaşı olarak hem de ısı ve enerji üretimi için kullanılır. Gıdalarla alınan her protein organizmaya özgü proteinlerin yapımında veya protein noksanlığının giderilmesinde kullanılmaz. Yapıtaşı olarak kullanılanlar sadece biyolojik değerli proteinlerden sağlanır. Biyolojik değeri yüksek protein bütün esansiyel aminoasitleri (treonin, valin, löysin, izölöysin, lizin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, histidin, arjinin) içeren ve uygun oranda bulunduran ve bundan dolayı yapı taşı olarak kullanılan proteindir. Biyolojik değeri yüksek protein süt, yumurta ve sıcak kanlı hayvan etlerinden sonra balıklarda bulunur. Balık proteini kolay sindirimi sağlayan, gençlerin gelişimi içinde önemli olan lizin ve kan oluşumunda önemli bir fonksiyona sahip triptofan gibi esansiyel aminoasitleri önemli miktarlarda içerir. İnsanların günlük esansiyel aminoasit ihtiyacı bir öğünde 200g balık eti yenerek karşılanabilir. Kolay sindirilebilme, beslenme fizyolojisi bakımından uygun aminoasit içeriği ve vitamin, mineral maddelerince zengin olma gibi faktörlerin bir araya gelmesi balık etini yüksek değerli gıda maddesi yapmaktadır^(8,9).

Balık eti, yüksek değerli protein kaynağı olmasından dolayı organizmanın gelişiminde, emziklielerin ve küçük çocukların dengeli ve doğru beslenmesinde önemli bir gıdadır. Balık etinin yapısındaki fibroz proteinler, aktin, myosin, troptomyosin ve aktomyosin olup bunlar proteinin % 70-80'ini oluşturur. Geriye kalan kısmı ise myoalbumin, globulin ve çeşitli enzimlerin oluşturduğu sarkoplazmik proteinlerdir. Sarkoplazmik proteinler kırmızı etlerde çözünür formda olup, fizikokimyasal özellikleri pH değerine göre değişmektedir. Kas proteininin % 2-3'ü de kollagenlerden oluşmaktadır⁽³⁾.

Balık etinin protein miktarı oldukça sabit olup, farklı türler arasında da çok büyük sapmalar göstermez. Protein miktarı üzerine beslenme ve olgunluk durumunun da önemli bir etkisi vardır. Örneğin Nijerya sularında yakalanan *Katsuwonus pelamis*'in protein miktarı % 23.7 iken, Hindistan sularında avlanan aynı tür % 18.9-20.8 oranında protein içermektedir^(10,11).

Su ürünlerindeki ham protein değeri % 18-25 arasında değişmektedir. Yengeç, karides, istakoz gibi kabuklu etlerinin midye, ıstıdye gibi diğer kabuklu etlerine göre daha fazla protein içerdikleri belirtilmektedir⁽¹²⁾.

Kum yengeci ve mavi yengeç üzerine yapılan bir çalışmada protein miktarı kum yengeçlerinde, max % 18.83, mavi yengeçlerde ise max % 16.81 olarak, ham kül miktarı kum yengeçlerinde max. % 3.07; mavi yengeçlerde ise % 2.66 olarak saptanmıştır⁽¹³⁾. Yapılan diğer çalışmalarda protein değerleri aynalı sazan balığında % 15.4, tilapia balıklarında ise % 18.02 olarak belirtilmektedir⁽¹⁴⁾. Tilapia balıklarındaki ham kül değerleri % 1.13 olarak ve nem miktarı % 78.2 olarak saptanmıştır⁽¹⁵⁾. Karides etindeki ham protein miktarı değişik araştırmacılar

tarafından % 19.9 ile % 24 arasında ham kül miktarı ise %2.6-3.7; nem değeri ise % 70-78 olarak bildirilmektedir^(16,17,18,19,20,21).

Su ürünleri etinin biyolojik değeri, aminoasitlerin özellikle esansiyel aminoasitlerin cinsi ve oranına göre belirlenir. Tablo I.9 ve Tablo I.10' de çeşitli balık türlerindeki aminoasitler, miktarları ve içerdikleri esansiyel aminoasitlerin insanlar için günlük karşılama oranları gösterilmiştir.

Su ürünleri eti proteinlerden başka azot içerikli maddeleri de (protein olmayan azotlu maddeler-NPN) içermektedir. Bu maddeler hem lezzetten hem bozulmadan sorumludur. Protein olmayan azotlu maddelerin miktarı kemikli balıklarda % 9-18, kıkırdaklı balıklarda ise % 33-39 kadardır. Kıkırdaklı balıklarda fazla olmasının nedeni bu türlerin fazla miktarda üre içermesidir⁽⁹⁾. Tablo I.10.da bu maddelerin balık etinde ki ortalama değerleri verilmektedir.

Serbest aminoasitlerden, glisin ve α -alanin balık etinde fazla miktarda bulunur. Kırmızı et içeren balıklarda oldukça fazla miktarda histidin bulunur. Memeli hayvanların aksine protein olmayan azotlu maddelerden karnosin balıklarda bulunmaz, ancak balıklarda oldukça fazla miktarda taurin bulunur.⁽⁹⁾

Erkek balık gonadlarında proteinli maddelerden protamin bulunur. Bu molekülün temel yapısı arjinininden oluşur. Prolin zincirinin sonunda bulunur. Zincir ayrıca birkaç monoaminoasit (α -alanin, serin, valin ve treonin) içerir. Protamin balık cinsine göre KLUPEİN, SİPRİNİDİN, ESOKSİN gibi isimler alır. Balık eti %18-22 arasında ham protein içermektedir. Esansiyel aminoasitlerden en fazla lizin ve methiyonini içermektedir⁽⁹⁾.

Balığın yüksek protein içeriği işlenmesinde çok yönlü imkanlar sağlar. Protein istenen formda değişikliğe uğratılabilir veya yıkımlanabilir, böylece aromatik yıkımlama ürünleri oluşur. Balık etinin yeme olgunluğuna getirilmesi hem sıcak işleme (pişirme, kızartma, sıcak dumanlama vb.) hem de soğuk işleme (tuzlama, sirke-tuz salamurasında tutma) yapılabilir⁽⁹⁾.

Arzu edilmeyen protein yıkımlanması, bozulmanın göstergesidir. Bu tip yıkımlamada bakteriyel-enzimatik olaylar rol alır.

Tablo I.9: Günlük esansiyel aminoasit gereksinimi ve balık etinin bunu karşılama oranı ⁽⁹⁾

Aminoasitler	Günlük gereksinim (mg)	200 g balık fileto-sundaki miktar (mg)	Gereksinimi karşılama oranı (%)
Valin	1.6	2.0	125
Treonin	1.0	1.6	160
Löysin	2.2	2.8	125
İzolöysin	1.4	2.0	140
Lizin	1.6	3.2	200
Methiyonin	2.2	1.2	55
Fenilalanin	2.2	1.4	65
Triptofan	0.5	0.4	80

*Arjinin insanlar için esansiyel değildir.

Tablo I.10: Farklı balık türlerindeki aminoasit miktarları (mg/100g) ⁽⁹⁾

Balık Türü	Köpek Balığı	Vatoz	Yılan Balığı	Ringa	Somon	Sazan	Uskumru	Yengeç	Yumuşakça
Aminoasit									
İzolöysin*	434	468	270	330	283	289	277	291	295
Löysin*	534	522	505	551	437	499	425	542	483
Lizin*	603	682	470	563	557	552	539	493	498
Methiyonin*	178	198	165	194	163	231	152	182	171
Sistin	57	-	69	76	63	77	68	79	99
Fenilalanin*	258	242	235	289	233	224	212	252	259
Tirozin	231	338	245	242	190	207	224	227	260
Treonin*	257	226	280	321	273	274	247	285	293
Triptofan*	70	86	63	-	-	-	-	-	-
Valin*	344	337	330	384	333	404	413	299	391
Arjinin*	430	491	355	396	353	405	318	518	470
Histidin*	138	120	130	192	190	163	312	117	149
Alanin	447	-	400	415	390	354	311	419	353
Aspartik asit	485	-	740	732	537	557	578	675	698
Glutamik asit	803	-	970	933	827	834	828	976	880
Glisin	297	-	365	332	363	309	228	408	323
Prolin	232	-	250	259	237	258	193	274	259
Serin	285	-	245	296	243	299	224	319	320

*Esansiyel aminoasitler

Tablo 1.11: Ülkemiz sularından avlanan deniz balıklarının aminoasit içeriği (mg/100g)⁽⁴⁾

Amino asit	Hamsi	Çinekop	Lüfer	Palamut	Tekir	Mezgit
Lizin	916	1508	1419	1470	1116	1283
Methiyonin	361	569	480	539	417	446
Threonin	416	616	590	664	472	659
Isolöysin	551	913	783	850	665	770
Löysin	746	1336	1141	1211	957	1089
Fenilalanin	435	704	658	673	545	622
Valine	638	961	869	983	742	869
Histidin	462	488	494	696	314	410
Serin	382	505	564	582	435	1150
Arjinin	713	1104	1028	1271	999	1031
Sistin	78	71	94	128	92	111
Tirozin	381	603	534	568	446	704
Alanin	536	871	749	881	659	842
Aspartik asit	966	1635	1456	1524	1222	1480
Glutamik asit	1325	2311	2093	2144	1744	1949
Glisin	506	722	670	925	662	938
Prolin	329	492	444	584	374	450

Tablo 1.12: Balık etindeki protein olmayan azotlu maddelerin miktarları⁽⁹⁾

Protein Olmayan Azotlu Maddeler	mg/100g balık eti
Kreatin	63
Trimetilaminoksit (TMA-O)*	55
Taurin	47
Purin Derivatları	31
Anserin	24
Serbest aminoasitler, Üre, Amonyak, Düşük değerli aminler ve henüz tanımlanmamış maddeler	12

*Sadece deniz balıkları ve deniz yengeçlerinde

Balık etini asıl değerli kılan unsurlardan biri de, enerji veren önemli besin ögesi yağları uygun ve önemli miktarda içermesidir. Yağlar su ürünlerinin başlıca bileşenlerinden biridir. Balıkların yağ miktarı; türe, mevsime, fizyolojik koşullara, biyolojik yapısına, besinlerin türüne, yetiştirildiği yere, yaşa, suyun sıcaklığına ve büyüklüğüne göre değişir^(9,22,23).

Yağlı balıklara örnek olarak ringa, yılanbalığı, ton balığı, somon, hamsi, çaça örnek verilebilir. Deniz alası, morina, mezgit ise yağsız sınıfına girerler.

Uskumru orta yağlı balıklardandır. Tüm balıklarda yağ miktarı ve yağın vücutta depolanma şekli farklılık göstermektedir^(9,24).

Balığın yakalandığı mevsim, beslenme, cinsel olgunluk durumu, balığın büyüklüğü gibi faktörlerin yağ miktarı üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirtilmektedir⁽²⁵⁾. Bir balığın farklı kasları arasında bile yağ içeriği bakımından önemli bir değişimden söz edilmektedir. Yapılan bir araştırmada *T. alalunga*'nın beyaz kasında yağ miktarı % 2.98, koyu kasında % 3.69, karın kaslarında ise % 10.43 oranında saptanmıştır⁽²⁶⁾.

Kum ve mavi yengeçler üzerine yapılan çalışmada ham yağ miktarı kum yengeçlerinde max % 1.53; mavi yengeçlerde ise % 1.51 olarak saptanmıştır⁽¹³⁾. Tilapia balıklarındaki ham yağ miktarı ise % 2.65 olarak belirtilmektedir⁽¹⁵⁾.

Kabuklu su ürünlerindeki yağ değeri % 1-2 arasında değiştiği ve *P. aztecus* tür kahverengi karides üzerinde yapılan çalışma sonucunda da % 1.19 oranında yağa sahip olduğu belirtilmektedir⁽²⁷⁾. Pasifik karideslerinde ham yağ miktarı % 1.23 olarak tespit edilmiştir⁽²⁸⁾. Yapılan diğer çalışmalar karides etinin yağ miktarının % 1.1 ile % 2.1 arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir^(16,17,18,19).

Balığın iz miktarda karbonhidrat içermesi nedeniyle enerji değerinin, bileşiminde bulunan yağ miktarına göre değiştiği ve yağlı balıkların enerji değerinin yağsız balıklara oranla daha yüksek olduğu bildirilmektedir⁽²⁸⁾.

Yağlı balıkların etleri yağlı olup, yağ kas fibrilleri arasında kürecikler şeklinde depolanmıştır. Yağ miktarı bütün vücuda düzenli dağılım göstermez, aksine belli kısımlarda yığılma gösterir. Özellikle karın kısmının alt kısımlarında, yüzgeç kısımlarında ve kırmızı kaslarda yağ miktarı fazladır. Yağın kas dokusu içinde bulunma şekli balığın dokusal özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin kas içi yağ miktarı etin gevrekliği ve yumuşaklığı üzerine olumlu etki gösterir^(9,29,30). Yağlı balıkların yağ içeriklerinde genellikle mevsimsel değişiklik gözlenir. Yağ miktarı yükseldiğinde su miktarı düşmektedir. Gonadların olgunlaşması sırasında yağ karaciğer ve kaslardan gonadlara taşınır, yumurtlama sırasında yağ miktarında hızlı bir düşüş gözlenir. Yumurtlamadan sonra, balık hızla beslenir ve kaslarda ve karaciğerdeki yağ oranı yükselir, gonadlardaki yağ miktarı düşer⁽²⁶⁾. Yağsız balık diye sınıfladığımız balıklar yağı karaciğerlerinde depo ederler. Buna göre; % 5'ten az yağ içeren balıklar **YAĞSIZ**, % 5-30 yağ içeren balıklar **YAĞLI** balık olarak değerlendirilirler. Ayrıca başka bir sınıflandırmaya göre de % 1'den az yağ içerenlere **YAĞSIZ**, % 1-25 yağ içerenlere ise **YAĞLI** balık olarak sınıflandırılmaktadır. Tablo I.14. ve I.15.' de balık türlerinin yağ miktarlarına göre sınıflandırılmaları gösterilmektedir^(9,31). Bileşim itibarıyla; balık yağları ile kara hayvanlarının yağları arasında büyük fark vardır. Balık yağlarında fazla miktarda doymamış yağ asitleri vardır. Yağın temel bileşenleri; gliserol (gliserin) ve yağ asitlerinden oluşmaktadır. Gliserolün, yağ asit-

leri oluşturduğu ester sınıfı bileşiklere **GLİSERİD** denir. Bir molekül gliserol, üç molekül yağ asidi ile esterleşerek **TRİGLİSERİD**'i oluşturur. Yağ asitleri içerdikleri karbon sayısına göre sınıflandırılırlar. Karbon sayısı 6 'dan az olanlara **KISA**, 6-12 olanlara **ORTA**, 14 ve daha fazla olanlara **UZUN ZİNCİRLİ YAĞ ASİTLERİ** denir. Yağ asidi molekülün karbon atomları arasında çift bağ varsa bunlara **DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ**, çift bağ yoksa **DOYMUŞ YAĞ ASİTLERİ** denir. Yağ asidi molekülü tek bir çift bağ içeriyorsa **TEKLİ DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ**, birden fazla çift bağ içeriyorsa **ÇOKLU DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ** denir^(32,33).

Balıklarda yağ, fazla miktarda doymamış yağ asitlerinin gliserin esterleri şeklinde bulunur. Balık yağı % 20 doymuş yağ asitlerini, % 80 oranında doymamış yağ asitlerini içerir. Doymuş yağ asitlerinden **PALMITİK ASİT** %13-19, **MİRİSTİK ASİT** % 4-8 ve **STEARİK ASİT** % 5-8 oranında olup, daha ziyade ikinci derecede rol oynarlar. Balıkların içerdikleri doymamış yağ asitleri daha ziyade 12-26 karbon atomu içeren uzun zincirli **ÇOKLU DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ**'dir. Çoklu doymamış yağ asitlerinde **EİKOSAPENTANOİK ASİT** (EPA) ve **DEKOSAHEKSANOİK ASİT** (DHA) balıklarda oldukça fazla bulunur (Tablo I.16 ve I.17)^(33,36,37).

Balıkların yoğun olarak içerdikleri çoklu doymamış yağ asitleri karbon zincirinin metil grubundan itibaren çift bağın bulunduğu karbon atomunun yerine göre sınıflandırılır. İlk çift bağın yeri üçüncü karbon atomunda ise **OMEGA-3** (n-3; ω -3), altıncı karbon atomunda ise **OMEGA-6** (n-6; ω -6) yağ asitleri adını alır. Balıklar ω -3 grubu yağ asitlerinden **EİKOSAPENTANOİK** ve **DEKASOHEKSANOİK** asitlerin tek kaynağıdır. Bu yağ asitleri ise tatlı su balıklarında, deniz balıklardan daha az bulunmaktadır. Yağsız balıklarda trigliseridler yerine fosfolipidler bulunmaktadır^(73,38).

Yağlar ve karbohidratlar gıda maddesinin enerji veren temel besin öğelerindendir. Balık etinin kimyasal kompozisyonu içerisinde karbohidrat miktarı önem arz etmeyecek kadar düşüktür. Karbohidrat miktarı beyaz etli balıklarda % 1' in altında iken yağlı balık türlerinde bu oran koyu renkli kaslarda % 2'ye kadar çıkmaktadır. Kabuklu su ürünleri % 5'e varan oranlarda glikojen formunda karbohidrat içermektedir⁽³⁸⁾.

Tablo I.13: Yağ miktarına göre balıkların sınıflandırılması⁽²⁷⁾

Sınıflandırma	Yağ miktarı (%)	Enerji miktarı (100 g/Kcal)	Toplam yağdan (%)
Yağsız	<4	>120	<33
Orta yağlı	4-8	120-160	33
Yağlı	8-15	160-330	50
Çok yağlı	>15	>230	>60

Tablo I.14: Bazı balık türlerinin yağ miktarları⁽³⁾

Balık türü	< % 4 yağ içeren	% 4-8 yağ içeren	% 8-15 yağ içeren	>% 15 yağ içeren
Dere pisi	*			
Tatlı su levreği	*			
Ot sazanı	*			
Turna balığı	*			
Beyaz dil balığı	*			
Morinagiller	*			
Yayın balığı	*			
Gelincik	*			
Deniz tavşanı	*			
Kızılgöz	*			
Dil balığı	*			
Sudak	*			
Sazan	*	*		
Levrek	*	*		
İstavrit	*	*		
Siyah dil balığı			*	
Sardalya		*	*	
Çaça balığı		*	*	
Ton balığı		*	*	*
Yılan balığı			*	*
Ringa		*	*	*
Somon balığı		*	*	*
Tirsi balığı		*	*	*
Uskumru		*	*	*
Mersin		*	*	*

Tablo I.15: Balıklardaki çoklu doymamış yağ asitleri miktarları^(36,37)

*Linoleik asit	C _{18:2}	% 2
*Linolenik asit	C _{18:3}	% 1
Eikosenotetraenoik asit	C _{20:4}	% 0.7
Eikosapentanoik asit	C _{20:5}	% 8-18

*Esansiyel yağ asitleri

Tablo I.16: Balıklardaki tekli doymamış yağ asitleri miktarları^(36,37)

Palmitoleik asit	C _{16:1}	% 8
Oleik asit	C _{18:1}	% 15
Eikosanoik asit	C _{20:1}	% 36
Dekosanoik asit	C _{22:1}	% 11

Tablo 1. 17: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz ve tatlısu balık türlerinin yağ içeriği⁽³⁴⁾

	Yağ İçeriği (%)
Deniz balıkları türleri	
<i>Epinephelus aeneus</i>	2.14 ± 0.02
<i>Trigla lucerna</i>	1.59 ± 0.37
<i>Merlangius merlangus</i>	1.20 ± 0.04
<i>Scomber scombrus</i>	1.16 ± 0.13
<i>Pomatomus saltator</i>	1.01 ± 0.12
<i>Sparus aurata</i>	12.4 ± 0.45
<i>Dicentrarchus labrax</i>	3.02 ± 0.03
<i>Siganus rivulatus</i>	1.21 ± 0.10
Tatlısu balıkları türleri	
<i>Clarias gariepinus</i>	3.21 ± 0.22
<i>Cyprinus carpio</i>	0.88 ± 0.11
<i>Silurus glanis</i>	0.54 ± 0.06
<i>Tinca tinca</i>	0.61 ± 0.03
<i>Rutilus frisii</i>	1.52 ± 0.22
<i>Sander lucioperca</i>	0.39 ± 0.06

Tablo 1.18: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz balık türlerinin yağ içeriği⁽³⁵⁾

Balık Türü	Yağ İçeriği (%)
<i>Boops boops</i>	3.64 ± 0.22
<i>Mugil cephalus</i>	2.09 ± 0.07
<i>Trachurus mediterraneus</i>	1.37 ± 0.25
<i>Sardinella aurita</i>	3.47 ± 0.25
<i>Pagellus erythrinus</i>	1.67 ± 0.02
<i>Scorpaena scrofa</i>	0.87 ± 0.04
<i>Scophthalmus maeticus</i>	1.30 ± 0.12
<i>Solea solea</i>	0.74 ± 0.05

Tablo 1.19: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz balık türlerindeki yağ asitleri⁽³⁵⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Boops boops</i>	<i>Mugil cephalus</i>	<i>Trachurus mediterraneus</i>	<i>Sardinella aurita</i>
C12:0	0.04	0.03	0.08	0.16
C13:0	0.03	0.02	0.04	0.04
C14:0	2.66	4.37	1.99	10.9
C15:0	0.60	0.54	0.53	0.61
C16:0	20.5	21.5	17.4	20.5
C17:0	0.78	1.63	1.03	0.74
C18:0	6.83	3.97	8.18	5.14
C20:0	0.36	0.11	0.28	0.26
C22:0	0.39	0.04	0.19	0.16
C23:0	0.04	0.60	0.06	0.21
C24:0	0.07	0.08	0.26	0.0
ΣSFA	32.3	32.8	30.1	38.7
C14:1	0.07	0.06	0.03	0.03
C15:1	0.10	0.05	0.03	0.01
C16:1	4.48	17.0	2.86	11.7
C17:1	0.45	1.94	0.30	0.05
C18:1 n9	20.80	6.11	9.73	5.57
C20:1	0.36	0.57	0.15	0.20
C22:1 n9	0.61	0.08	0.11	0.04
C24:1	0.11	0.03	0.0	0.0
ΣMUFA	27.0	25.8	13.2	17.6
C18:2 n6	0.93	1.79	1.40	2.05
C18:3 n6	0.15	0.36	0.27	0.37
C18:3 n3	0.39	1.38	0.34	0.35
C18:4 n3	1.79	2.10	1.80	2.29
C20:2 cis	0.24	0.45	0.75	0.15
C20:3 n6	0.06	0.35	0.08	0.05
C20:3 n3	0.0	0.0	0.0	0.0
C20:4 n6	0.10	0.14	0.12	0.61
C20:5 n3	5.09	10.5	5.39	11.7
C22:2 cis	0.04	0.02	0.16	0.20
C22:6 n3	18.7	7.69	36.2	13.3
ΣPUFA	27.5	24.8	46.4	31.02
PUFA/SFA	0.85	0.75	1.54	0.80
Σn6	1.24	2.64	1.87	3.08
Σn3	26.0	21.7	43.7	27.6
n6/n3	0.05	0.12	0.04	0.11
DHA/EPA	3.68	0.73	6.70	1.13
Tanımlanamayan	13.3	16.6	10.3	12.7

Tablo 1.19: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz balık türlerindeki yağ asitleri (devam)⁽³⁵⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Pagellus erythrinus</i>	<i>Scorpaena scrofa</i>	<i>Scophthalmus maeticus</i>	<i>Solea solea</i>
C12:0	0.07	0.04	0.02	0.10
C13:0	0.02	0.03	0.02	0.04
C14:0	1.70	1.97	2.69	1.89
C15:0	0.52	0.55	0.57	1.28
C16:0	20.2	18.2	15.5	16.8
C17:0	0.86	0.81	0.38	1.12
C18:0	7.06	7.27	3.32	6.63
C20:0	0.31	0.52	0.24	0.44
C22:0	0.07	0.22	0.07	0.03
C23:0	0.45	0.02	0.15	1.16
C24:0	0.10	0.19	2.54	0.11
ΣSFA	31.33	29.79	25.51	29.60
C14:1	0.04	0.01	0.05	0.01
C15:1	0.06	0.04	0.01	0.03
C16:1	4.79	2.92	4.28	5.05
C17:1	0.44	0.45	0.40	1.45
C18:1 n9	18.3	13.7	13.3	9.11
C20:1	0.24	0.13	3.71	1.33
C22:1 n9	0.10	0.03	1.64	0.25
C24:1	0.05	0.0	0.0	0.0
ΣMUFA	24.0	17.3	23.4	17.2
C18:2 n6	0.99	4.03	1.87	1.37
C18:3 n6	0.18	0.18	0.17	0.39
C18:3 n3	0.31	0.28	0.46	0.14
C18:4 n3	2.79	3.99	0.02	4.55
C20:2 cis	0.33	0.24	0.42	0.28
C20:3 n6	0.05	0.05	0.09	0.04
C20:3 n3	0.0	0.0	1.85	0.02
C20:4 n6	0.11	0.08	0.18	0.10
C20:5 n3	5.27	4.74	5.25	7.69
C22:2 cis	0.03	0.04	0.08	0.32
C22:6 n3	21.9	28.0	30.3	18.7
ΣPUFA	32.0	41.6	41.1	33.6
PUFA/SFA	1.02	1.39	1.61	1.13
Σn6	1.33	4.34	2.31	1.9
Σn3	30.3	37.0	38.4	31.1
n6/n3	0.04	0.11	0.06	0.06
DHA/EPA	4.15	5.89	5.86	2.42
Tanımlanamayan	12.7	11.4	9.97	19.6

Tablo 1.19: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz balık türlerindeki yağ asitleri (devam) ⁽³⁵⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Epinephelus aeneus</i>	<i>Trigla lucerna</i>	<i>Merlangius merlangus</i>	<i>Scomber scombrus</i>
C12:0	0.06	0.15	0.06	0.06
C13:0	0.04	0.02	0.04	0.05
C14:0	3.59	2.71	2.89	2.19
C15:0	0.53	0.47	0.72	0.57
C16:0	25.8	20.2	19.4	14.5
C17:0	0.70	0.76	0.78	0.78
C18:0	6.47	5.55	5.10	7.17
C20:0	0.67	0.22	0.23	0.27
C22:0	0.24	0.11	0.10	0.14
C23:0	0.18	1.33	2.57	2.57
C24:0	0.18	0.08	0.14	0.13
ΣSFA	38.0	30.3	29.6	25.9
C14:1	0.10	0.21	0.04	0.05
C15:1	0.08	0.11	0.07	0.04
C16:1	9.44	7.63	4.09	2.85
C17:1	0.17	0.56	0.50	0.31
C18:1 n9	14.1	20.2	14.2	10.5
C20:1	0.18	0.20	0.17	0.46
C22:1 n9	0.06	0.08	0.05	0.10
C24:1	0.07	0.10	0.09	0.0
ΣMUFA	24.2	29.0	19.2	14.3
C18:2 n6	1.34	0.74	1.75	3.46
C18:3 n6	0.30	0.10	0.24	0.39
C18:3 n3	0.67	0.32	0.74	0.72
C18:4 n3	0.08	0.04	0.06	0.09
C20:2 cis	0.36	0.30	0.29	0.32
C20:3 n6	0.22	0.10	0.07	0.12
C20:3 n3	3.29	3.02	1.77	2.88
C20:4 n6	0.32	0.15	0.10	0.13
C20:5 n3	4.23	5.46	6.33	4.74
C22:2 cis	0.08	0.08	0.07	0.16
C22:6 n3	14.4	17.0	28.2	35.2
ΣPUFA	25.2	27.3	39.6	48.2
PUFA/SFA	0.66	0.90	1.33	1.85
Σn6	2.18	1.09	2.16	4.1
Σn3	22.6	25.9	37.1	43.6
n6/n3	0.096	0.042	0.058	0.094
DHA/EPA	3.39	3.12	4.45	7.41
Tanımlanamayan	12.6	13.4	11.7	11.6

Tablo 1.19: Ülkemiz sularında bulunan bazı deniz balık türlerindeki yağ asitleri (devam)⁽³⁵⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Pomatomus saltator</i>	<i>Sparus aurata</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Siganus rivulatus</i>
C12:0	0.0	0.04	0.02	0.52
C13:0	0.01	0.03	0.01	0.02
C14:0	1.47	4.49	3.23	4.30
C15:0	0.54	0.52	0.34	0.40
C16:0	19	16.1	15.5	26.7
C17:0	0.78	0.36	0.40	0.47
C18:0	7.44	3.11	3.72	5.39
C20:0	0.16	0.27	0.19	0.15
C22:0	0.04	0.41	2.12	0.05
C23:0	0.11	0.23	0.31	1.29
C24:0	0.14	0.0	0.06	0.11
ΣSFA	29.7	25.5	25.9	39.4
C14:1	0.0	0.10	0.03	0.04
C15:1	0.03	0.09	0.06	0.06
C16:1	2.47	7.25	5.04	5.61
C17:1	0.33	0.28	0.25	0.19
C18:1 n9	9.58	20	15.9	9.86
C20:1	0.73	0.14	3.21	0.28
C22:1 n9	0.09	0.13	0.07	0.04
C24:1	0.0	0.0	0.0	0.05
ΣMUFA	13.2	28.0	24.6	16.1
C18:2 n6	1.43	7.46	14.0	2.01
C18:3 n6	0.26	0.17	0.19	0.55
C18:3 n3	0.38	1.22	1.61	0.86
C18:4 n3	0.0	0.39	0.02	0.04
C20:2 cis	0.26	0.20	0.65	0.12
C20:3 n6	0.10	0.12	0.14	0.98
C20:3 n3	3.36	0.41	0.89	7.68
C20:4 n6	0.07	0.40	0.08	0.18
C20:5 n3	4.35	6.77	7.02	4.33
C22:2 cis	0.0	0.0	0.04	0.02
C22:6 n3	36.1	17.4	14.7	11.7
ΣPUFA	46.3	34.5	39.3	28.5
PUFA/SFA	1.56	1.35	1.52	0.72
Σn6	0.43	8.15	14.4	3.72
Σn3	44.2	26.2	24.2	24.6
n6/n3	0.009	0.31	0.59	0.15
DHA/EPA	8.30	2.56	2.08	2.69
Tanımlanamayan	10.8	12.0	10.3	16.0

Tablo 1.20: Ülkemiz sularında bulunan bazı tatlı su balık türlerindeki yağ asitleri⁽³⁴⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Silurus glanis</i>	<i>Tinca Tinca</i>
C12:0	0.82	0.4	0.09	0.2
C13:0	0.40	0.19	0.04	0.0
C14:0	2.11	1.28	1.12	0.19
C15:0	0.72	0.67	0.6	0.40
C16:0	18.2	15.9	18.1	17.6
C17:0	1.37	1.47	1.06	0.82
C18:0	5.63	6.18	6.84	6.09
C20:0	0.29	0.19	0.21	0.11
C22:0	0.11	0.31	0.19	0.12
C23:0	0.18	1.33	2.57	2.57
C24:0	0.0	0.0	0.06	0.0
ΣSFA	29.8	28.0	30.9	28.1
C14:1	0.06	0.08	0.02	0.0
C15:1	0.05	0.03	0.01	0.06
C16:1	6.41	3.69	3.37	2.51
C17:1	0.13	0.23	0.58	0.38
C18:1 n9	15.9	9.54	11.6	7.48
C20:1	0.12	0.18	1.48	0.21
C22:1 n9	0.04	0.06	0.06	0.10
C24:1	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣMUFA	22.7	13.8	17.1	10.7
C18:2 n6	6.98	6.39	2.50	2.18
C18:3 n6	0.19	0.25	0.21	0.10
C18:3 n3	2.23	3.36	1.22	0.93
C18:4 n3	0.48	0.4	0.52	0.23
C20:2 cis	0.06	0.12	0.12	0.12
C20:3 n6	3.73	9.16	9.41	14.0
C20:4 n6	0.67	0.46	0.45	0.51
C20:5 n3	2.10	5.86	2.76	8.71
C22:2 cis	0.08	0.09	0.10	0.16
C22:6 n3	6.72	8.21	14.8	16.8
ΣPUFA	23.2	34.3	32.0	43.8
PUFA/SFA	0.78	1.23	1.04	1.56
Σn6	11.6	16.3	12.6	16.8
Σn3	11.5	17.8	19.3	26.7
n6/n3	1.0	0.91	0.65	0.63
DHA/EPA	3.2	1.40	5.34	1.93
Tanımlanamayan	24.3	24.0	20.0	17.4

Tablo 1.20: Ülkemiz sularında bulunan bazı tatlı su balık türlerindeki yağ asitleri (devam)⁽³⁴⁾

Yağ asitleri (%)	<i>Rutilus frisii</i>	<i>Sander lucioperca</i>
C12:0	0.04	0.02
C13:0	0.0	0.0
C14:0	1.95	0.86
C15:0	0.89	0.41
C16:0	16.0	20.5
C17:0	0.45	0.71
C18:0	14.8	6.81
C20:0	0.29	0.24
C22:0	0.0	0.05
C23:0	0.22	2.07
C24:0	0.0	0.13
ΣSFA	34.59	31.8
C14:1	0.05	0.03
C15:1	0.14	0.0
C16:1	10.9	3.08
C17:1	0.51	0.55
C18:1 n9	3.46	9.67
C20:1	0.47	0.39
C22:1 n9	0.26	0.08
C24:1	0.0	0.0
ΣMUFA	15.8	13.8
C18:2 n6	1.48	1.62
C18:3 n6	0.30	0.21
C18:3 n3	1.01	0.62
C18:4 n3	0.22	0.09
C20:2 cis	0.39	0.13
C20:3 n6	2.29	11.1
C20:4 n6	1.20	0.22
C20:5 n3	13.8	3.59
C22:2 cis	0.06	0.08
C22:6 n3	9.97	24.8
ΣPUFA	30.7	42.4
PUFA/SFA	0.89	1.33
Σn6	5.27	13.1
Σn3	25.0	28.4
n6/n3	0.21	0.46
DHA/EPA	0.72	6.89
Tanımlanamayan	18.9	12.1

Balıkların yoğun olarak içerdği çoklu doymamış yağ asitleri karbon zincirinin metil grubundan itibaren çift bağın bulunduğu karbon atomunun yerine göre sınıflandırılır. İlk çift bağın yeri üçüncü karbon atomunda ise OMEGA-3 (n-3; ω -3), altıncı karbon atomunda ise OMEGA-6 (n-6; ω -6) yağ asitleri adını alır. Balıklar ω -3 grubu yağ asitlerinden EİKOSAPENTANOİK ve DEKASOHEKSANEOİK asitlerin tek kaynağıdır. Bu yağ asitleri ise tatlı su balıklarında, deniz balıklardan daha az bulunmaktadır. Yağsız balıklarda trigliseridler yerine fosfolipidler bulunmaktadır^(33,34).

Yağlar ve karbonhidratlar gıda maddesinin enerji veren temel besin öğelerindendir. Balık etinin kimyasal kompozisyonu içerisinde karbonhidrat miktarı önem arz etmeyecek kadar düşüktür. Karbonhidrat miktarı beyaz etli balıklarda % 1' in altında iken yağlı balık türlerinde bu oran koyu renkli kaslarda % 2'ye kadar çıkmaktadır. Kabuklu su ürünleri % 5'e varan oranlarda glikojen formunda karbonhidrat içermektedir⁽³⁴⁾.

T. alalunga'nın kimyasal kompozisyonu üzerine yapılan bir araştırmada açık renkli kaslarında % 1.27. koyu renkli kas bölgelerinde ise % 1.32 oranında kül saptandığı ve kül miktarının balığın büyüklüğü, dokusu ve mevsime bağlı olarak değişim gösterebileceği belirtilmektedir⁽²⁴⁾.

I.2. MİNERALLER

Canlı organizmalar protein, yağ, su ile birlikte mineral maddeleri de içerirler. Bunlar organizmanın yapısına ve fonksiyonuna katılırlar. Yaşam olayları bazı mineral maddelerin belirli miktarlarda organizmada bulunmalarını da gerektirirler, eksiklikleri sorun olabilir. Organizmada bulunan mineral maddeler genellikle doğada en yaygın olarak bulunanlardır. Hayvansal ve bitkisel dokularda organik yapıya katılan ve en çok bulunan elementler C, H, O, N, Ca, P, Mg, K, Na, S, Cl, Fe olarak sıralanır daha düşük miktarda da Cu, Zn, Mn, Cr, B, As, F, Se, Br, I, Si, Ni ve Al elementleri bulunur. Bunlardan Ca, P, Na, K, Cl, Mg ve S dokularda fazla miktarlarda bulunur. İnsan vücudunun yaklaşık % 4-5'i minerallerden oluşmuştur. Bunun yarıya yakını kalsiyum, ¼'ü fosfordur. Magnezyum, klor, sodyum ve kükürt diğer makro minerallerdir. Diğerleri az miktarda bulunduğu için iz element olarak adlandırılır. Mineraller beslenmemizde mutlaka yer alması gereken bileşenlerdir. Çok düşük miktarlarda alınarak sağlığı koruma ve hayati faaliyetlerin devamı için gereklidir^(3,6,7).

Tablo I.21: Deniz balığının etindeki mineral madde miktarı (mg/100g) ⁽³⁾

Mineral Madde	Miktarları	Mineral Madde	Miktarları
Potasyum	300-350	Demir	0.4-1.0
Klor	60-200	Çinko	0.2-0.4
Fosfor	200-250	Flor	0.2-0.4
Sodyum	60-120	Bakır	0.02-0.04
Magnezyum	20-30	İyot	0.05-0.3
Kalsiyum	15-30	Selenyum	0.02-0.04

Tablo I.22: Bazı balık türlerinin yenilebilir kısımlarındaki mineral maddeler (mg/100g) ⁽³⁾

Mineral Madde	Morina	Mezgit	Uskumru	Ringa	Yılan balığı	Alabalık
Sodyum	72	116	95	117	65	40
Potasyum	365	301	396	360	217	465
Magnezyum	25	24	31	32	21	27
Kalsiyum	24	18	12	34	17	18
Mangan	0.13	0.02	0.04	-	0.07	0.03
Demir	0.44	0.61	1.0	1.1	0.6	1.0
Fosfor	184	176	244	250	223	242
Flor	0.2	0.2	0.34	0.35	0.16	-
Klor	97	-	170	170	52	-
İyot	0.12	0.42	0.04	0.05	0.004	0.003

-veri bulunamamıştır.

Tablo I.23: Deniz Balıkları ve Kabuklu Su Ürünlerindeki Mikro Elementler (µg/g) ⁽⁷⁾

Mikro elementler	Morina türü balıklar	Yayın balığı	Istakoz	İstiridye
Vanadyum	0.6	0.1	2.9	0.1
Krom	0.1	0.1	0.1	0.1
Molibden	3.0	0.2	0.2	-
Mangan	0.2	0.4	1.5	3.3
Kobalt	0.3	0.8	1.5	0.2
Nikel	0	1.0	0.1	0.5
Bakır	2.6	1.7	20.4	79.3
Çinko	17	4.6	27.0	844
Kadmiyum	0.1	0	0.01	-
Çrva	0.2	0.2	0.2	0.1
Alüminyum	4.1	11.0	45.9	13.4
Kalay	1.4	0.9	1.2	0.1
Kurşun	0.5	0.4	1.6	24.9
Arsenik	2.3	2.5	12.8	9.1
Selenyum	0.7	0.7	0.7	0.7
Flor	3.8	0.4	-	1.1
İyot	1.5	0.4	1.0	0.6

I.2.1. SODYUM ve POTASYUM (Na, K)

Organizmanın ortalama % 0.2'si sodyumdur. Sodyum tuzları organizmanın hücre dışı sıvılarında bulunduğu halde, potasyum tuzları hücrelerde daha bol bulunur. En çok bulunan sodyum tuzu NaCl (sofra tuzu) dir. Çok miktarda sodyum alınması potasyum atılmasına neden olur. Aynı durum potasyum için de geçerlidir. Potasyum iyonları toprak tarafından kolay absorbe olduğundan karada sodyum tuzları yağmur suları tarafından nehirler vasıtasıyla denizlere taşınırken, potasyum tuzları toprakta absorbe olmuş durumdadır. Denizlerde ise bunun tam tersidir. Vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit-baz dengesi için gereklidir. Bu elementlerin iyonlarının vücut sıvılarındaki yoğunluklarının uygun şekilde olması, sinirlerin uyarımı ve kas dokusunun çalışması için gereklidir. Sodyum yetersizliğinde kusma, zihni bulanıklılık, kas yorgunluğu, değişik ağrılar ve solunum yetersizliği görülür. Potasyum sodyumdan sonra hücre metabolizmasında en önemli mineral maddelerden biridir⁽²⁸⁾.

Potasyum yetersizliğinde, glikojen deposunun azalması ile kas yorgunluğu, kalp atışında bozulma ve solunum yetersizliği ortaya çıkar. Sodyum, potasyum fazlası ödeme yol açar. Sodyum ve potasyum için günlük alım düzeyleri 2.4 ve 3.5 g olarak verilmiştir. Yetişkin bir insan için en az sodyum gereksinimi 500 mg, potasyum gereksinimi 200 mg dir. En iyi potasyum kaynakları et, balık, fındık, patates, mercimek, muz, ıspanaktır⁽²⁸⁾.

Bazı yiyeceklerin sodyum ve potasyum değerleri Tablo I.24 ve I.25' de verilmiştir.

Tablo I.24:Bazı gıdalardaki sodyum ve potasyum miktarı (mg/100g)⁽²⁶⁾

Gıdalar	Sodyum (mg)	Potasyum (mg)
Balık	25-620	25-710
Süt	50-60	125-150
Peynir	600-800	140-150
Yumurta	120-125	125-130
Sığır eti	65-70	350-375

Tablo I.25. Ülkemiz sularında bulunan bazı balık türlerinin sodyum ve potasyum kompozisyonu (mg/kg)^(43, 44, 45)

	Sodyum	Potasyum
Palamut	295-1619	3824-5626
Istavrit	716-1682	2971-5501
Alabalık	455	3060
Dil	684-1289	3135-4698
Tekir	801-956	3689-4870
Mezgit	762-1334	3384-4442

Taze dondurulmuş yellowfin ton balığındaki Na miktarı 552.7 mg/100g olarak verilmiştir⁽⁴⁰⁾. Amerikan Gıda Standartları (USDA)'na göre ton balığındaki Na değeri 37.0 mg/100g balık olarak belirtilmektedir⁽⁴¹⁾. Deniz balıklarındaki Na miktarı 2.5-62 mg/100g arasında bildirilmektedir⁽⁷⁾. Yağda hazırlanmış ton balığı konservesinde Na değeri 42 mg/100g olarak bildirilmektedir⁽⁴²⁾. Taze dondurulmuş sarı kanat orkinos balığında K değeri 187.6 mg/100g olarak bulunmuştur⁽⁴⁰⁾. Bir başka araştırmada ise ton balığındaki K değerini taze balıkta 217.2 mg konservede ise 119.1 mg olarak belirtmektedir⁽⁴³⁾. Yağda hazırlanmış ton balığı konservesinde K değeri 28 mg/100g olarak bildirilmektedir⁽⁴²⁾. Deniz balıklarındaki K miktarı 2.5-71 mg/100g arasında bildirilmektedir⁽⁷⁾.

1.2.2. KLOR (Cl)

Klor, asit-baz dengesinin sağlanmasında tampon görevi yapar. Vücuttaki klor miktarı potasyum miktarı ile ilgilidir ve birinin yetersizliği diğerrinin de yetersizliğine yol açabilir. Normal diyet günlük ortalama 5-12 g arasında klor sağlar ve normal koşullarda yetersizliği söz konusu değildir. Günlük en az gereksinim 750 mg dır⁽²⁸⁾.

1.2.3. KALSİYUM (Ca)

Kalsiyum hayati önemi olan bir mineral maddedir. Vücutta farklı fonksiyonlara sahiptir. İnsan iskeleti yaklaşık 1 kg kalsiyum içermektedir, kemik metabolizmasında önemli bir görevi vardır. Yetişkin bir insan vücudunda 100-1200 g arasında kalsiyum bulunur. Vücuttaki kalsiyumun % 99'u kemik ve dişlerde ağırlıktadır. Geriye kalanı vücut sıvılarında bulunur. Kalsiyumun vücuttaki işlevi, kemik ve dişlerin gelişimi ve sağlığının korunmasıdır. Kandaki kalsiyum, kanın pıhtılaşması için önemli etkindir. Kalsiyum sinir iletimi ve kalp atımının denetimi için gereklidir. Kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum iyonları arasında sağlanan denge kalp kasının düzenli kasılma ve dinlenmesini sağlar. Kan kalsiyumun düşmesi kalp spazmına ve tetaniye, yükselmesi kalp ve solunum yetmezliğine neden olur. Metabolizmada kalsiyum kullanılmasında D vitaminin rolü büyüktür. D vitamini kalsiyum bağlayan proteinin sentezini uyatarak kalsiyumun emilimini artırır. Fosfat ve magnezyumca zengin beslenme kalsiyum alımını negatif yönde etkiler. D vitamini azlığı ve hareketsizlik kalsiyum eksikliğine neden olur. Aşırı tuz, alkol, kahve tüketimi ve stres bunu destekleyici diğer faktörlerdir. Yetişkin bir kimsenin günlük alması gereken kalsiyum miktarı tam olarak bilinmemekle beraber yetişkin için 600 mg, yaşlı için 700 mg, ergen için 800-100 mg kalsiyum alımı kemik gelişim ve sağlığı için daha uygundur. Gebelik ve emzikli döneminde kalsiyum ihtiyacı artar. En iyi kalsiyum kaynağı olan besinler, süt ve türevleridir. Pekmez, susam, fındık, fistic, kuru baklagiller iyi kaynakları oluştururken, yeşil sebzeler, yumurta, porta-

kal, limon, çilek orta kaynaklı besinlerdir. Balık, kılçığı ile birlikte tüketildiğinde en iyi kalsiyum kaynaklarından birini oluşturmaktadır⁽²⁶⁾.

Tablo 1.26: Kalsiyum gereksinimini karşılayacak dengeli bir diyet örneği⁽²⁸⁾

Besin grupları	Ölçü	Miktar (g)	Kalsiyum (mg)
Balık	1 porsiyon	200	5-750
Beyaz peynir	4-5 kibrit kutusu	125-150	275-300
Kuru baklagil	½ porsiyon	25-30	25-30
Yumurta	1 adet	40-50	25-26
Süt veya yoğurt	1 su bardağı	230-250	270-300

Tablo 1.27. Ülkemiz sularında bulunan bazı balık türlerinin kalsiyum kompozisyonu (mg/kg)^(43, 44, 45)

	Kalsiyum
Palamut	121-834
Istavrit	1056-6371
Alabalık	632
Dil	442-787
Tekir	518-625
Mezgit	467-735

Taze dondurulmuş balıktaki Ca 2164 ppm olarak bulunmuştur. USDA' ya göre ise bu değer 16.00 mg/100g balık şeklindedir⁽⁴¹⁾. Konserve ton balığında Ca miktarı 0.7 mg/100g olarak belirtilmektedir⁽⁴⁷⁾. Yağda hazırlanmış ton balığı konservesinde Ca değeri 0.7 mg/100g olarak bildirilmektedir⁽⁴²⁾. Bir başka araştırmacı tarafından yağda hazırlanmış yellowfin ton konservesindeki Ca miktarı 3.7 mg/100g olarak belirtilmektedir⁽³⁾.

1.2.4. FOSFOR (P)

Fosfor kalsiyumdan sonra insan bedeninde en çok bulunan mineral maddedir. Bedendeki fosforun %80'i kalsiyum fosfat kristalleri şeklinde kemik ve dişte, kanlı hücrelerde ve hücre dışı sıvıda bulunur. Fosfor, nükleik asitlerin temel bileşenidir. Fosfolipit olarak hücre zarının anahtar ögesi durumundadır. Çeşitli moleküllerin sentezi, ve kas kontraksiyonu için gerekli yüksek enerji bağı ATP oluşumu için gereklidir. Kalsiyumda olduğu gibi burada da D vitamini fosfor emilimini kolaylaştırır. Alüminyum fosfor emilimini engeller.

Genelde proteinden zengin besinler fosforca da zengindir. En iyi fosfor kaynakları; et, tavuk, yumurta, kuru bakliyat, sert kabuklu meyveler, yağlı tohumlar, süt ve türevleridir. Günlük fosfor ihtiyacı kalsiyum ihtiyacına eş değerdir.

Taze yellowfin ton balığındaki P miktarı 34.6 mg/100g olarak belirtilmektedir.⁽³⁹⁾ P değeri taze ton balığında 251.4 mg, konservede ise 151.6 mg olarak tespit edilmiştir.⁽⁴²⁾ Deniz balıklarındaki P miktarı 0.9-110 mg/100g olarak verilmektedir.⁽³⁾ Ton balığı konservesinde P değeri 19 mg/100g olarak bildirilmektedir.⁽⁴¹⁾

Tablo 1.28: Ülkemiz sularında bulunan bazı balık türlerinin fosfor kompozisyonu (mg/kg) ^{((43, 44, 45)}

	Fosfor
Palamut	2925-5473
Istavrit	2498-6271
Alabalık	3378
Dil	4584-5996
Tekir	4169-5760
Mezgit	2692-3268

1.2.5. MAGNEZYUM (Mg)

Magnezyum vücutta hayati önemi olan mineral maddelerden biridir. Vücutta farklı fonksiyonlara sahiptir. Protein sentezinde, hücre membranlarının stabilizasyonunda oldukça önemli görevlere sahiptir. Kemik mineralizasyonu ve kemik yapılanmasında görevli minerel maddedir. Sağlıklı bir organizma yaklaşık 24 g magnezyum içerir. Bunun % 60'ı iskelette, % 30'u kaslarda bulunur. Magnezyumun vücuttaki işlevleri; vücut sıvılarındaki osmotik basıncın ve asit-baz dengesinin sağlanmasına yardımcı olmaktır. Metabolizmada bir çok enzimin çalışması için gereklidir. Magnezyum yetersizliğinde büyümede gerileme, huzursuzluk, sinir ve kas çalışmasında bozukluk şeklinde rahatsızlıklar meydana gelmektedir. Günlük magnezyum gereksinimi, kg başına 4.5 mg civarındadır. Çocuk ve gençlerde bu değer 6 mg, gebelerde 20 mg emziklielerde 60 mg ek birim gerektirir.⁽²⁸⁾

Tablo 1.29: Bazı gıda gruplarının magnezyum değerleri⁽⁸⁶⁾

Gıda	Ölçü	Miktar (g)	Magnezyum (mg)
Et-orta yağlı	1 porsiyon	100	20
Süt veya yoğurt	1 su bardağı	250	32
İspanak	1 porsiyon	200	160
Balık	1 porsiyon	200	100

Taze ton balığında Mg değeri 55.35 mg/100g olarak belirtilmektedir.⁽³⁹⁾ USDA'ya göre ise bu değer 5 mg/100g. balık olmalıdır⁽⁴⁰⁾. Deniz balıkları için

Mg miktarı 0.1-23 mg/100g olarak verilmektedir⁽³⁾. Yağda hazırlanmış ton balığı konservesinde Mg değeri 2.8 mg/100g olarak bildirilmektedir⁽⁴¹⁾.

Tablo 1.30: Ülkemiz sularında bulunan bazı balık türlerinin magnezyum kompozisyonu (mg/kg) ^(43, 44, 45)

	Magnezyum
Palamut	332-564
Istavrit	282-639
Alabalık	409
Dil	479-597
Tekir	399-604
Mezgit	324-490

1.2.6. DEMİR (Fe)

Demirin organizmada en iyi bilinen bileşiği hemoglobindir. Ancak demir organizmada hemoglobinden başka şekillerde de bulunur. Kaslar bir demir bileşiği olan miyoglobin içerir. Kas organizmadaki demirin % 70'ini içerir. Besinlerin çoğunda pek az demir vardır. Fakat hemen her besinde demir bulunduğu normal koşullarda organizma yeteri miktarda demir sağlar. Barsak çeperinden absorbe olan demir yalnız (II) değerlikli demirdir. Demir (III)'ün sadece sindirim yolunda indirgenen bölümü emilir. Normal yetişkin bir kimsenin vücudunda ortalama 3-5 g kadar demir bulunur. Demirin vücut çalışmasındaki başlıca işlevi, oksijenin taşınmasıdır. Demir, hemoglobinin bileşiminde bulunur ve akciğerlerden hücrelere oksijen taşınır. Alüminyum, kalsiyum, magnezyum demir emilimini azaltır. Yetişkin insanların günlük demir gereksinimleri ortalama 9 mg olarak hesaplanmıştır. Gerek miktar ve gerekse emilme kolaylığı en iyi demir kaynağı etlerdir. Kırmızı et beyaz ete göre daha fazla miktarda demir içerir. Kuru meyve, pekmez, yeşil sebzeler, susam, fındık, fıstık gibi yiyecekler demir yönünden zengin gıdalardır⁽²⁸⁾.

Demir eksikliğinde uyku bozukluğu, unutkanlık, konsantrasyon bozukluğu, dudaklarda renksizlik, mide bağırsak bozuklukları görülür.

Tablo 1.31: Bazı gıdaların içerdikleri demir miktarı ⁽²⁸⁾

Gıda	Ölçü	Gram	Demir miktarı (mg)
Karaciğer	1 dilim	35	3.0
Orta yağlı et	1 porsiyon	100	2.3
Yumurta	1 adet	50	1.4
Balık	1 porsiyon	100	1.1
Isпанak	1 porsiyon	200	6.4

Tablo 1.32. Ülkemiz sularında bulunan bazı balık türlerinin demir kompozisyonu (mg/kg) ^(43, 44, 45)

	Demir
Palamut	4.8-168
Istavrit	21-145
Alabalık	2.10
Dil	60-153
Tekir	19-125
Mezgit	22-78

I.2.7. BAKIR (Cu)

Bakır, insan beslenmesinde elzem olan minerallerden biridir. Günlük ortalama diyetle 2-5 mg arasında bakır alınmaktadır. Bunun 0.6-1.6 mg kadarının emildiği sanılmaktadır. Bakırın vücuttaki görevi, sitokrom C oksidaz, askorbat oksidaz, trosinaz gibi enzimlerin bileşiminde bulunur. Bu enzimlerin transfer tepkimelerinde önemli rolleri vardır. Fazla alınan bakır vücut için toksiktir. Fazla bakır vücuttaki bazı enzimlerin çalışmasını engellemektedir. Vücutta fazla bakır birikmesi "Wilson's hastalığı" olarak ortaya çıkar. Bu hastalığın belirtileri sinir sistemi bozuklukları, karaciğer sirozu, gözde renk halkası olarak sayılabilir. Bakırca zengin yiyecekler arasında, susam, fıstık, kuru baklagiller, balık, kakao, yumurta, yeşil sebzelerdir. Taze meyve ve sütte bakır az bulunur⁽²⁸⁾.

Tablo I.33:Bazı gıdaların bakır değerleri (mg/100g) ⁽²⁸⁾

Gıda	Bakır	Gıda	Bakır
Karaciğer	3.40	Pekmez	1.42
Et	0.80	Süt	0.03
Yumurta	0.10	Balık	0.80

Bakır ihtiyacı yaşa ve cinsiyete göre değişim gösterir. Ortalama olarak kadın ve erkekler günde 1.5-3.0 mg bakır almak zorundadır. Hamilelerde bu değer 1.5-2.0 mg/gündür. Emzikiilerde bu değer günde 10 mg bakıra kadar yükselmektedir. Bakırca zengin gıdalar arasında karaciğer, şarap, istiridye sayılmaktadır. Bu gıdalarda 50-100g yemek günlük bakır ihtiyacını karşılamak için yeterli olmaktadır. Mercimek, fasulye ve diğer deniz canlıları da bakırca zengin gıdalardır⁽⁴⁷⁾.

I.2.8. SELENYUM (Se)

Selenyum iz elementtir. Yetişkin vücudunda 10-15 mg selenyum depo halinde kaslarda, böbreklerde ve kalpte bulunur. Serbest radikallerin

paraçalanmasını sağlayarak kanserden koruyucu etki sağlar. Selenyum arsenik, kurşun, cıva gibi ağır metalleri bağlayarak bu metallerin hücrelere zarar vermesini önler. Immün sistemini kuvvetlendirir. WHO nun bildirdiğine göre gıdalarla alınması gereken selenyum miktarı 50-200 µg (0.05-0.2 mg) olarak belirtilmiştir. En iyi selenyum kaynağı olan gıdalar balık ve et ürünleri, tahıllar, fındık, fıstık sayılmaktadır⁽⁴⁷⁾.

1.2.9. İYOT (I)

İyot mutlaka gıdalarla alınması gereken iz elementlerdendir. İyot insan vücudunda ortalama % 0.00004 gibi çok az miktarda bulunur. Fakat vücut metabolizmasındaki önemi büyüktür. Organizmadaki hemen tüm iyot, tiroid bezinde toplanmıştır. Guatr hastalığı iyot eksikliğinden ileri gelir. Tiroid hormonunun oluşumu iyot beraberinde olur. Bu hormon normal büyüme ve enerji metabolizmasının düzenini ayarlar. İyot bileşikleri suda kolay çözündüklerinden yağmurlu bölgelerdeki iyot karalardan denizlere sürüklenir. İyodun başlıca kaynağının deniz olduğu ve denizden uzak bölgelerde yaşayanlarda iyot görülmesinin nedeni buna bağlanabilir. Bitkilerdeki iyodun organik bileşiklerde bulunduğu ve pişirmekle kaybolmadığı sanılmaktadır. Kilogram başına ette 30 µg tatlı su balıklarında 40 µg deniz balıklarında 400 µg ve kabuklu hayvanlarda ise 900 µg iyot vardır. Yani iyot için iyi kaynak süt, yumurta ve deniz balıklarıdır^(28,46,49,50,51,42).

Çocukların iyot ihtiyacı büyüklerinkinden daha fazladır. Emzikli çocukların günlük iyot ihtiyacı 50-80 µg/gün, çocukların 100-140 µg/gün, genç ve yetişkinlerin 180-200 µg/gün dür. İyot bitkisel ve hayvansal kökenli gıdalarda bulunur. Jeofizyolojik araştırmalar sonucunda iyodun başlıca kaynağının deniz olduğu ortaya çıkmıştır. İyot bileşikleri suda kolay çözündüklerinden son buzul çağı zamanında karalardan denizlere sürüklenmiştir. Tüm bitkiler iyot içerirler. Hayvansal gıdalarda nispeten daha az iyot bulunur. Süt, yumurta, yoğurt gibi gıdalar da iyot miktarı daha düşüktür. İçme suları ve doğal maden sularında 1-4 µg/L iyot vardır. Deniz suyundaki iyot miktarı 40-60 µg/L dir. Alabalık, sazan gibi tatlı su balıklarında da iyot miktarı azdır. Tatlı su balıkları 5-15 µg/100g iyot içerir. Deniz ürünleri ise günlük iyot ihtiyacını karşılayabilecek kadar çok iyot içermektedir^(49,50).

1.2.9.1. Balık ve Diğer Deniz Hayvanlarındaki İyot Miktarı

Tablo 1.35'de çeşitli balık türleri, karides ve kabuklulardaki iyot miktarı görülmektedir. Mezgit, somon, morina türü balıklarda yüksek miktarda iyot belirlenmiştir. Morina ve mezgitte 500 µg/100g iyot bulunmuştur. Yaklaşık 150 g balık tüketimiyle günlük iyot ihtiyacı karşılanabilmektedir. Bazı yassı balıklar ve yağlı balıkların iyot miktarı diğer gıdalarla karşılaştırıldığında iyot

miktarlarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Yetiştiriciliği yapılan somon balığında da yeme yapılan ilave ile balığın iyot miktarı yükseltilmektedir. İyot miktarındaki değişiklikler balığın yaşına, mevsimsel değişikliklere, biyolojik sıklusa, av yerine bağlıdır⁽⁵⁷⁾.

Tablo I.34: Farklı yaş gruplarının günlük iyot ihtiyacı⁽²⁸⁾

Farklı yaş grupları	Günlük iyot ihtiyacı
Emzikli çocuk	24 - 30 mg
1-7 yaş arası çocuk	80 - 120 mg
7-10 yaş rası çocuk	170 mg
11-15 yaş arası genç	230 - 310 mg
Yetişkin	300 - 350 mg
Hamile, emzikli, sporcu	600 - 800 mg

1.2.9.2. İşleme ve Pişirmenin İyot Miktarı Üzerine Etkisi

İşleme ve pişirmenin su ürünlerindeki iyot miktarını etkilediği tespit edilmiştir. Özellikle kızartma ve hafif buğuda pişirme iyot miktarında artışa sebep olmaktadır. Tablo I.14.te işlenmiş çeşitli su ürünlerindeki iyot miktarı gösterilmiştir.

Tablo I.35:Değişik balık türleri ve içerdikleri iyot miktarları⁽⁵⁷⁾

Balık Türü	Ortalama İyot
Yağsız balıklar	
Mezgit	186µg/100g
Deniz somonu	123 µg/100g
Morina	187 µg/100g
Merlan	138 µg/100g
Yağlı balıklar	
Levrek	70 µg/100g
Ringa	40 µg/100g
Uskumru	115 µg/100g
Alabalık	10 µg/100g
Somon	45 µg/100g
Yassı balıklar	
Dil balığı	46 µg/100g
Pisi Balığı	65 µg/100g
Diğer deniz canlıları	
Karides	74 µg/100g
Midye	99 µg/100g

Tablo I.36: Bazı işlenmiş su ürünlerine ait iyot değerleri⁽⁴⁷⁾

Ürün	İyot Miktarı (µg/100g)
Yağda Sardalya	96
Yağda ton balığı	149
Yağda somon şinitzel	169
Yağda uskumru	117
Domates sosunda ringa	91
Mantar sosunda ringa	81
Biber sosunda ringa	95
Kızartılmış marine ringa	100
Jelde ringa	82
Sardalya pastası	341
Dumanlanmış dil balığı	52
Dumanlanmış uskumru	170
Dumanlanmış alabalık	113

I.2.10. FLOR (F)

Florun insan sağlığı üzerindeki en önemli etkisi diş gelişimi ve olgunlaşması üzerinedir.

İçme sularının litresinde 1 mg ile 1.5 mg arasında florlu su içeren bölgelerdeki insanların dişlerinin nispeten az çürüdüğü saptanmıştır. İçme suyu litresinde 1.5 mg daha fazla flor içeren bölge insanların dişleri çabuk çürümezse de dental fluorosis denilen bir hastalık görülmektedir. Diş çürümesi ve fluorosis göz önünde tutularak, litrede 1.0 ile 1.5 mg arası flor içeren sular fizyolojik olarak uygun sayılmaktadırlar. Günde 4-5 mg kadar içme suyu ile alınan florun sağlığa bir zararı yoktur, çünkü bunlar vücut tarafından kullanılmayan bölümü idrar, ter, solunum ve barsaklar tarafından dışarı atılır. Ancak günde alınan 6 mg den fazla flor tehlikeli olmaya başlar. Fazla florun, zehir etkisi kalsiyumu çöktirmesinden ileri gelir. Flor dişlerde kemiklerden daha az bulunur. Kara hayvanlarının kemik ve dişleri % 0.03 ile % 0.06 içerirken deniz hayvanlarının % 0.6 ile % 1.6 arası içerir. Bu da deniz suyunun milyonda bir gibi oldukça fazla flor içermesinden ileri gelir. Günlük flor ihtiyacı kaba olarak 1mg çözülebilen flor olarak kabul edilebilmektedir.

Florun esas kaynağı sudur. İçme sularında flor yoğunluğu 0.7-1.2 mg/L olduğu zaman flor yetersizliğine bağlı diş çürümeleri ve kemik bozuklukları ortaya çıkmaktadır.

Flor yoğunluğu arttığı zaman ise yaklaşık 7 mg/L üzerine çıktığı zaman dış yüzeylerinde sarısı lekeler görülmektedir. Deniz ürünleri ve çay florca en zengin gıdalardır. Normal bir diyetle günde ortalama 0.25-0.35 mg flor sağlanır. Günlük flor gereksinimi bebekler için 0.25 mg, çocuklar için 0.5-2.5 mg, yetişkin için 1.5-4.0 mg civarındadır. Bir günde 20 mg üzerinde flor alımı zehir etkisi yapar⁽²⁶⁾.

1.2.11. ÇİNKO (Zn)

Beslenmedeki elzem minerallerden biri de çinkodur. Bir iz element olan çinko yaklaşık 50 enzimin asıl maddesini oluşturmaktadır. Çinko eksikliğinde bu enzimlerde azalma görülmektedir. Bu şekliyle tüm metabolizmada esansiyel öneme sahiptir. DNA ve RNA sentezinde rol alan DNA polimeraz, RNA polimeraz enzimleri için çinko gereklidir. Çinko hücresel bağışıklıkta da rol oynamaktadır. Çinko ağırlıklı olarak vücutta karaciğer, kemikler, epitel dokular, pankreas ve böbreklerde bulunur.

İmmün sistemini kuvvetlendirmekte olup, bağ dokunun yapılanmasında önemli bir göreve sahiptir. Farklı hormonları aktive etmektedir. Çocuk ve gençlerin seksüel gelişiminde çinkonun önemi vardır. Çinko eksikliği seksüel olgunlaşmanın yavaşlamasına neden olur.

Sağlıklı bir insan vücudu yaklaşık 2 g çinko ihtiva eder. Bunun % 70'i kemik, deri ve saçlarda bulunur. Çinko vücutta depolanmayıp, sürekli olarak gıdalarla alınmalıdır. Erkeklerin günde 10-15 mg, kadınların 7-11 mg kadar çinkoyu gıdalarla alması gerekmektedir. Günde 25 mg dan fazla alınan çinko zehirlenmeye neden olur⁽⁴⁷⁾.

İçme sularında izin verilebilen çinko miktarı milyonda 5' tir. Çinko içeren kaplarda asitli besinlerin saklanması bazı zehirlenmeler kaydedilmiştir. Normal besinlerle çinko zehirlenmesi görülmez. günlük gereksinim 6mg' dır.

Çinko yetersizliği durumunda timusta bozulma, doğal öldürücü hücre aktivitesinde azalma olmaktadır. İnsülin hormonunun bileşiminde çinko bulunduğu insülin depolanmasında ve salgılanmasında çinko önemli etkiye sahiptir. Çinko yetersizliğinde tat algılamada azalma, karanlığa uyumun azalması, sinir ve sindirim sistemi bozuklukları görüldüğü bildirilmektedir. Hayvansal yiyeceklerdeki çinkonun emilimi bitkisel yiyeceklerden daha fazladır⁽²⁶⁾.

Araştırmalar mezgit balığının Zn değerini 1.7 mg/100g olarak vermektedir⁽³⁾. Yapılan araştırmalar sonunda taze ton balığının Zn değeri 1.12 mg/100g, konserve balığın Zn değeri 0.77 mg olarak tespit etmiştir^(27,30).

Tablo I.37: Farklı yaş gruplarına göre günlük çinko ihtiyacı⁽²⁸⁾

Günlük çinko ihtiyacı	WHO'nun önerdiği doz (mg)
Süt çocuğu	5
1-7 Yaş arası çocuk	10
7-10 yaş arası çocuk	10
11-15 yaş arası genç	11 – 15
Yetişkin	11 – 15
Hamile, emzikli ve sporcu	15 – 19

Bazı besinlerin çinko değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo I.38: Bazı besinlerin içerdikleri çinko değerleri(mg/100g)⁽²⁸⁾

Besin	Çinko
Et	2.0
Peynir	2.40
İstiridye	0.065-0.16
İstakoz	1.6
Karides	1.9

I.2.12. MANGAN (Mn)

Mangan, bağ dokusunun oluşumu, büyüme, lipid ve karbonhidrat metabolizmasında görevli enzimlerin yapısında bulunur. Mangan eksikliğinde görülen en önemli rahatsızlık kemik anomalileridir. Demir yetersizliğinde mangan emilimi artmaktadır. İnsan vücudunun ne kadar mangan gereksinimi olduğu kesin bilinmemekle beraber günlük 4 mg mangan alımının yeterli olduğu sanılmaktadır. Kuru baklagiller, çay, ceviz, fındık, fıstık ve benzeri yiyecekler, tohumlar en iyi mangan kaynaklarıdır. İnsan ve hayvan dokularında milyonda 0.2 ile 4 mangan vardır. En fazla karaciğer, pankreas ve saçlarda bulunur. İnsan kanında da milyonda 0.15 kadar mangan içerir. Genellikle hayvan dokuları, demirin aksine olarak, bitkilerden daha az mangan içerirler. Başlıca kaynaklar ceviz, tahıl tanesi, meyveler ve sebzelerdir. İnsanlardan manganın çoğunu içtikleri çaydan sağlarlar⁽²⁶⁾.

Araştırmacılar taze ton balığının Mn değerini 2.11 mg/100g olarak, mezgit balığının Mn miktarını 0.02 mg/100g olarak bildirmektedir^(3,27).

1.2.13. KROM (Cr)

Krom vücut metabolizmasında farklı görevleri olan bir iz elementtir. Her yaşa göre farklılık göstermekle beraber günlük krom ihtiyacı 50-200 µg/gündür. Kromun metabolizma içindeki asıl görevi karbonhidrat metabolizmasındadır. Yağ metabolizmasında krom kolesterol düşürücü etkiye sahiptir ve HDL'yi düşürücü niteliğe sahiptir. Protein metabolizmasında krom belirli proteinlerin yapılmasında görevlidir. İlerleyen yaş ile dokulardaki krom miktarı düşmeye başlar, buna birde diyabet ve yağ metabolizmasındaki bozukluklara eklenirse krom eksikliği görülür. Stres, yanlış beslenme, yağ ve karbonhidrat ağırlıklı beslenme krom eksikliğini artırır. Çinko ve vanadyum içeren ilaç alımında krom eksikliğine neden olmaktadır. Krom eksikliğinin semptomları; kan şekeri yükselmesi, baş ağrısı, toplam kolesterolün yükselmesi, sinir sisteminde bozukluklar dır⁽⁴⁷⁾. Kromun fonksiyonları üzerine çalışmalar devam etmektedir. Glikoz kullanılmasında kromun gerekli olduğu saptanmıştır. İleri derecedeki protein-enerji yetersizliği durumunda krom yetersizliği görülmektedir. Kromun en önemli kaynağı, organeller, tahılların embriyosu ve baharattır. Günlük krom gereksinimi kg başına 1-2 µg civarındadır⁽²⁶⁾. Bir porsiyon balık tüketimi ile yaklaşık 20 µg krom vücuda alınır.

1.2.14. MOLİBDEN (Mo)

Molibden yetersizliğinde sinir sisteminde bozukluklar, böbreklerde taş ve dişlerde çürüme görülür. Molibdenin en zengin kaynakları, organ etleri, kuru baklagiller, tahıllar ve mayadır. Kg başına 1 µg molibdenin insan gereksinimini karşıladığı belirtilmektedir. 200 g lıkürün tüketimi ile yaklaşık 15µg molibden ihtiyacı karşılamaktadır. Aşırı molibden alımında gut hastalığı, sindirim sisteminde ve kemiklerde bozukluk görülür⁽²⁶⁾.

1.2.15. KOBALT (Co)

Kobalt, kükürtlü aminoasitlerin metabolizmasında, demirin kullanılmasında, tiroid hormonunun sentezinde, hipertansiyonda etkilidir. İnsanlarda yeteri kadar B₁₂ vitamini alındığında kobalt yetersizliği söz konusu değildir.

Kobalt B₁₂ vitaminin ortalama % 4'ünü oluşturur. Organizmada ki başlıca görevi vitamin bileşimine girmiş olmasından ileri gelir⁽²⁶⁾. Bir porsiyon su ürünü tüketimi ile 50 µg kobalt vücuda alınmış olur.

1.2.16. VANADYUM (V)

En iyi vanadyum kaynakları, tahıl ürünleri, kuru baklagiller, et, balık ve tavuk ürünleridir. Günlük 11µg düzeyinde vanadyum alımı gerekli ihtiyacı karşı-

layabileceği bildirilmiştir⁽²⁶⁾. 100g balık tüketimi ile bu ihtiyaç karşılanabilmektedir.

I.3. VİTAMİNLER

Vitaminler metabolizmada yaşamsal fonksiyonları ikame etmekle görevli organik maddelerdir. İnsan organizması tarafından da oluşturulabildiği gibi düzenli olarak ta gıdalarla alınmalıdır. Balıkların tüketilebilir kısımları insanların D ve B₁₂ vitaminlerini temin etmek için iyi bir kaynaktır^(7,53). Bunun dışında bazı balık türleri E, B₆ ve Niasin teminini de sağlayabilecek düzeydedir. Şimdiye kadar 13 vitamin tanımlanmıştır. Vitaminler yağda eriyen vitaminler ve suda eriyebilen vitaminler diye iki ana başlık altında incelenmektedir^(53,54).

Yağda eriyen vitaminler A, D, E ve K vitaminleridir^(55,56).

Suda eriyen vitaminler B kompleksinin 8 vitamini (B₁, B₂, B₆, B₁₂, Biotin, Folik asit, Niasin, Pantotenik asit) ve C vitaminidir. İnsanların bu vitaminlere olan gereksinimi ve günde en az alınması gereken miktarları Tablo I.39.da verilmiştir⁽⁵³⁾.

Tablo I.39: İnsan Metabolizmasının günlük vitamin ihtiyacı⁽⁵³⁾

YAĞDA ERIYEN VİTAMİNLER	
Vitamin A (Retinol, retinal, retinoikasit)	900 µg
Vitamin D (Kalsiferol, 7-dehidrocholesterol)	5 µg
Vitamin E (Tokoferol)	12 µg
Vitamin K (Naftochinon)	70 µg
SUDA ERIYEN VİTAMİNLER	
Vitamin C (Askorbik asit)	75 mg
Vitamin B ₁ (Tiamin)	1.3 mg
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	1.7 mg
Niasin (Nikotinik asid, nikotinamid)	17 mg
Pantotenik asit	6 mg
Vitamin B ₆ (Pridoksin, Pridoksal, Pridoksamin)	1.8 mg
Folik asit (Peteroylglutamik asid)	300 µg
Vitamin B ₁₂ (Kobalamin)	3 µg
Biotin	30-100 µg

İnsanların vitamin ihtiyacı çok sayıda faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu faktörler arasında yaş, ağırlık, cinsiyet, vücut aktivitesi, hastalık ve hamilelik gibi faktörler sayılabilir. Vitamin ihtiyacı bireyden bireye de farklılık gösterebilir. Sağlıklı bir insan dengeli bir beslenme programı izliyorsa vitamin eksikliği söz konusu olmaz. Suda eriyen vitaminler fazla miktarda alındığında üre olarak

dışarı atılabildiği halde yağda eriyebilir vitaminler vücutta depolanır. Tüm vitaminleri ve bunları ideal oranda içeren bir gıda maddesi yoktur⁽⁵³⁾.

Genelde insanlar vitamin ihtiyaçlarını gidermekte bitkisel gıdalardan çok hayvansal gıdaları tercih etmektedirler. Gıdalardaki vitamin miktarı biyolojik ve iklimatik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebildiği gibi hammadde işleme, ürün işleme ve üretim prosesine, depolama, konserve yapımı ve pişirme gibi faktörlere göre de farklılık göstermektedir. Vitamin miktarında sayılan bu süreçler içinde ısı, ışık, oksijen, pH değeri, kimyasallar (nitrit, sülfat vb.), su, metal iyonları ve enzimlerin etkisiyle bir seri azalma meydana gelir. Buna vitamin kaybı denir⁽⁵³⁾.

1.3.1. BALIKLARDAKİ VİTAMİNLER

Balıkların vitamin kompleksi türden türe farklılık gösterebildiği gibi türler içinde farklılık gösterebilmektedir. Aquakültürde balıklar sıklıkla vitamin ağırlıklı yemlerle beslendiğinden yetiştiriciliği yapılan balıkların vitamin miktarı ve vitamin içeriği aynı balığın doğal ortamda bulunan halinden farklılık gösterir.

Balık türleri içinde vitamin miktarı şu faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir;

- Büyüklük, yaş, olgunluk, üreme durumu gibi biyolojik parametreler,
- Av mevsiminde sıcaklık ve yem durumu,
- Av alanına bağlı yem durumu,
- Avdan analize dek balığa uygulanan işlemler^(3, 53).

Tablo 1.40: Bazı balık türlerindeki vitamin miktarları ($\mu\text{g}/100\text{g}$)⁽⁵³⁾

Vitaminler Balık	A	D	E	K ₁	B ₁	B ₂	Niasin	B ₆	Pantotenik asit	Biotin	Folik asit	B ₁₂	C
Kalkan	31	15	850	-	65	70	1300	430	-	-	12	1	-
Ringa	38	26.7	1500	-	40	220	3800	450	940	4.5	5	8.5	-
Morina	6.5	1.3	1000	-	55	46	2300	200	256	2.2	7.96	1.16	2000
Uskumru	100	4	1250	5	130	360	7500	630	460	4.3	1.2	9	0-800
Sardalya	20	10.8	-	-	20	250	9700	960	-	-	-	0.14	-
Mezgıt	17	-	390	-	50	170	3100	-	221	2.5	8.9	0.7	-
Dil Balığı	0-6	-	-	-	210	220	4000	220	800	-	11	1.5	1500
Ton	450	4.5	-	-	160	160	8500	460	660	-	15.0	4.3	-
Yılan Balığı	980	20	-	-	180	320	2600	280	-	-	13	1	1800
Alabalık	32.1	-	1720	-	84	76	3410	-	1720	4.5	9.2	-	-
Sazan	44	-	-	-	68	53	1900	150	-	-	-	-	1000
Somon	41	16.3	2250	-	170	170	7500	980	1020	7.4	3.4	2.9	1000

- = veri bulunamadı

Tablo I.41: Doğal ve yetiştiriciliği yapılan balıkların vitamin miktarı (100g da)⁽⁵³⁾

Vitaminler		Yağ (g)	A (IU)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	Niasin (mg)	B ₆ (mg)	Pantotenik asit (mg)	Folikasit (mg)	B ₁₂ (mg)	C (mg)
Balık											
Yayın	Doğa	2.3	<30	0.21	0.06	1.91	0.12	0.76	10	2.2	<1
	Yet.	11.3	<30	0.38	0.07	2.24	0.19	0.64	10	2.5	0.6
Somon	Doğa	4.5	36	0.16	0.10	7.22	0.52	0.92	10	5.3	0.9
	Yet.	9.5	78	0.28	0.19	10.1	0.68	1.31	10	5.1	3.5
Alabalık	Doğa	4.6	<30	0.14	0.08	5.48	0.41	0.97	10	4.8	1.8
	Yet.	5.4	84	0.20	0.07	8.22	0.62	1.44	10	3.8	2.9

I.3.2. YAĞDA ERİYEN VİTAMİNLER

Yağda eriyebilir vitaminler balık vücudunda yağın dağılım profiline göre homojenlik göstermez. Yağsız balıklarda yağ karaciğerde depolanırken, yağlı balıklarda yağın büyük kısmı kaslarda ve deri altında ince tabakalar halinde depolanmıştır. Yağ miktarı biyolojik duruma, yem durumuna göre, balığın yaşı ve av alanına göre de değişiklik gösterir^(3,20,37).

Tablo I.42: Bazı balık türlerinin yenilebilir kısımlarındaki yağda eriyebilen vitaminlerin miktarı (mg/100g)⁽⁵³⁾

Yağda eriyebilir vitaminler	Morina	Mezgit	Uskumru	Ringa	Yılan balığı	Alabalık
A vitamini	0.01	0.02	0.1	0.04	0.98	0.04
D vitamini	0.001	-	0.001	0.03	0.08	-
E vitamini	0.26	-	1.25	1.5	-	-
K vitamini	-	-	-	-	-	-

-veri bulunamamıştır.

I.3.2.1. A Vitamini

Vitamin A büyüme için gereklidir, büyümedeki rolü epitel dokuların sağlığı ve kemiklerin gelişimi ile ilgilidir. Vitamin A hücrel bağışıklı, fagozit etkinliği, antikor oluşumu ve komplement etkinliklerinde rol oynadığından bağışıklık sisteminin yeterliliği için gereklidir, Üreme üzerinde etkindir. Zira spermatogenez ve dölün büyümesi aşamalarında etkilidir.

A vitamini, hayvansal yiyeceklerden en çok balık karaciğeri ve vücut yağı, karaciğer, süt ve süt yağı, yumurta sarısında bulunur

Pek çok balık türünde yüksek konsantrasyonda yağ karaciğer de bulunur. Yılan balığı, uskumru, ton balığı gibi yağlı balıklar yağsız balıklara göre iyi bir A vitamini kaynağıdır. Fileto balık etinde bulunan A vitamini beslenmedeki provitamin A ve A vitaminiyle ilişkilidir⁽⁵³⁾.

Balıklarda bulunan A vitamininin aktif formu Retinol A (A_1) ve 3 dehidroretinol (A_2) dir. Tatlı su balıkları deniz balıklarına göre daha fazla miktarda A_2 vitamini içerirler. Somon gibi anadrom balıklar A_1 vitaminine göre A_2 vitaminini daha fazla içerir. Katadrom balıklarda ise durum tam tersidir⁽⁵³⁾.

Astaxantin ve Canthaxanthin balık beslenmesinde ve balığın renginde etkili olan önemli karatinoidlerdir. İnsanların aksine balıklar A vitaminini metabolize edebilirler. Yumurtadaki karatinoid miktarı ve bu yumurtaların döllenme kabiliyeti arasında sıkı bir ilişki vardır. Örneğin yoğun renkteki alabalık yumurtaları çok iyi gelişme gösterir^(37,57).

Tablo I.43: Bazı balık türlerinin kas etindeki A ve D vitamini miktarı⁽⁶⁰⁾

Balık türü	Etin yağ miktarı (%)	A vitamini (mg/100g)	D vitamini (mg/100g)
Morina	0.3	0.015	0
Mezgit	0.3	0.015	0
Çaça balığı	3	0.03	0
Ringa	6	0.006-0.12	0.075-0.42
Uskumru	8	0.045	0.17
Yılan balığı	20	1.36	1.17

Tablo I.44: Bazı deniz hayvanlarının karaciğer yağındaki A vitamini miktarı⁽³⁾

Balık türü	A vitamini mg/100g
Kuzey deniz levreği	20
Köpek balığı	90
Atlantik morinası	600
Pasifik morinası	1000
İskoç somonu	1300
Dil balığı	1500
Antartik mavi balinası	5100
Balina spermi	10300

1.3.2.2. D Vitamini

Balık yağı ve güneş ışığının raşitizm hastalığını iyileştirdiği belirlendikten sonra D vitaminin önemi anlaşılmıştır. Raşitizm denen kemik hastalığının bu vitamin eksikliğinden ileri geldiği saptanmıştır. Vitamin D, vücuda vitamin D olarak veya vücut dokusundaki ön ögeenin ultraviyole ışını aracılığıyla vitamin D'ye çevrilmesi ile alınabilir. Sıfır-6 yaş grubunun günlük 10 mikrogram, 7 yaş ve yukarısının günde 2.5 mikrogram, gebe ve emzikli kadınların günde 10 mikrogram D vitamini alması gerekmektedir⁽²⁸⁾.

Balık yağı, özellikle de balık karaciğer yağı önemli bir D vitamini kaynağıdır. Bu sebepten dolayı insanlar uzun yıllar boyunca A ve D vitamini ihtiyacını farklı balık türlerinin karaciğer yağlarıyla karşılamışlardır. Balık türlerinin içerdiği D vitamini miktarı çok farklılık gösterir. Bir balık türü içinde farklı av yerlerine göre farklı miktarlarda A vitamini tespit edilmiştir. Genelde yağsız balık türleri daha az D vitamini içerirken yağlı balıklar insanların D vitamini ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde bu vitamini içermektedirler^(7,37,53). Ultraviyole ışınları denizde daha suyun ilk metrelerinde tamamıyla absorbe edildiğinden balığın derisinde provitamin dönüşümü ile D vitamini oluşumu görülür. Balıklar fitoplanktonlardan direkt besin zinciri yoluyla yada diğer biyosentetik yollarla aldığı D vitaminiyle insanlara önemli bir kaynak teşkil eder^(20,53).

1.3.2.3. E Vitamini

E vitamini yağlarda oksidasyona karşı koruyucu doğal antioksidan olarak oluşur. Balık eti iyi bir E vitamini kaynağıdır. Balığın yağ miktarı ne kadar düşükse içerdiği E vitamini miktarı da o kadar düşüktür. Bu sebepten dolayı da E vitamini miktarındaki değişim mevsimsel ve beslenme şartlarına göre de farklılık göstermektedir⁽⁵⁸⁾. Deniz balıklarında bu miktar tatlı su balıklarına göre daha fazladır. Balık karaciğer yağındaki E vitamini miktarı tüm balıkların vücut yağındaki E vitamini miktarından daha yüksektir⁽⁵³⁾.

En zengin E vitamini kaynağı besinler; yeşil yapraklı bitkiler, yağlı tohumlar, ve bunlardan elde edilen yağlar, yağlı tohumlar ve bunlardan elde edilen yağlar, ceviz, fındık gibi sert kabuklu meyveler, kuru baklagillerdir. E vitamini eksikliğinde görülen rahatsızlıklar; sinir sistemi bozuklukları, embriyolarda anomaliler, kalp ve diğer kaslarda yorgunluk, karaciğer hastalıkları olarak sayılabilir.

Amerika Birleşik Devletler Ulusal Araştırma Konseyi Beslenme Komitesi sıfır yaş için günlük 4 mg, 1-3 yaş için 6 mg, 4-6 yaş için 7 mg, 7-10 yaş için 7 mg

ve daha sonraki yaşlar içinde erkeklere 10 mg, kadınlara 8 mg alfa-tokoferol eş değeri E vitamini alımını önermektedir⁽²⁸⁾.

1.3.2.4. K Vitamini

Hayvansal ve bitkisel yiyeceklerin çoğunda bulunan vitamin K antioksidan özelliğinden dolayı vücut çalışmasında etkinlik gösterir. En zengin kaynakları, yonca, ıspanak, kuru baklagil, kahve, çay ve balıklardır.

Balık ürünlerindeki K vitamini miktarı üzerine çok fazla bir şey bilinmemektedir. Yapılan araştırmalara göre tüm balık türlerinde çok az K vitamini tespit edilmiştir. Menadion (K₃) içerikli yemler, yetiştiriciliği yapılan balıkların yemlenmesinde sıklıkla kullanılır. Menadionun kendisi K vitamini etkisine sahip değildir. Hayvansal organizmalar bundan K₂ vitaminini sentezlerler. Menadion provitamin olarak ta görülebilir. K₃ vitamini yeme katılan ilave madde olarak farklı tuz formlarında bulunmaktadır⁽⁵³⁾.

1.3.3. SUDA ERİYEN VİTAMİNLER

Şimdiye dek yapılan çalışmalar suda eriyen vitaminlerin hem balık etinde hem de balık karaciğerinde bulunmasını tam olarak açıklayamamıştır.

Tablo 1.45: Bazı balık türlerinin yenilebilir kısımlarındaki suda eriyen vitaminlerin miktarı⁽⁵³⁾

Suda Eriyebilir Vitaminler mg/100g	Morina	Mezgit	Uskumru	Ringa	Yılan balığı	Alabalık
B ₁ vitamini	0.05	0.05	0.13	0.04	0.18	0.08
B ₂ vitamini	0.05	0.17	0.36	0.22	0.32	0.08
B ₆ vitamini	0.2	-	0.63	0.45	0.28	-
Nikotin amid	2.3	3.1	7.5	3.8	2.6	3.4
Pantotenikasit	0.12	0.14	0.46	0.94	-	-
Biotin	0.0002	0.0003	0.0015	0.0045	-	-
Folik asit	0.0018	0.0008	0.0012	-	-	-
B ₁₂ vitamini	0.002	0.001	0.009	0.0085	-	-
C vitamini	2.0	-	İz miktarda	0.5	1.8	-
Ortalama yağ miktarı	0.4	0.1	11.9	14.9	24.5	2.7

-veri bulunmamıştır.

1.3.3.1. C Vitamini (ASKORBİK ASİT)

Suda eriyen bir vitamindir. Vücut çalışmasında bir çok işlevi vardır. Bağ dokularından olan kollagenin sentezinde görev alır. Vücudu enfeksiyon ve bakterilerden koruduğu yolunda araştırmalar vardır. C vitamininin; demirin, kalsiyumun, B vitaminlerinden tiamin, riboflavin, folik asit, pantotenik asit ile A ve E vitaminlerinin vücutta daha elverişli olarak kullanılmalarında gerekli olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Ayrıca aminoasitlerden tirozin ve triptofan metabolizmasında gereklidir. Güneş ışığının neden olduğu kanser riskini azaltır, gözde katarak riskini azaltır. Yetersizliğinde iskorbüt denilen hastalık sıklıkla görülmektedir. Anemi, diş kaybı, eklemelerde şişmeler, ateş, kemiklerde kırılma, kanama bu hastalığın belirtileridir. Günlük 60 mg C vitamini alımı dokularda C vitamini oranını üst düzeyde tutmak için yeterli olsa da hamile, emzikli ve sigara kullananlarda bu miktar artırılmalıdır. C vitamini tipik bitkisel vitamindir. Deniz canlıları bu vitamini çok az miktarda içermektedir. Genelde balıklar askorbik asidi sentezleyemezler ve bundan dolayı bu vitaminin yem ile alınması zorunludur. Balık dokusundaki askorbik asit konsantrasyonu yemdeki askorbik asit miktarı ile bağlantılıdır. Karaciğer, böbrek ve beyin gibi balık iç organları balık kasına göre daha fazla C vitamini içermektedir. Beslenme için gerekli askorbik asit miktarı balık türü, balık büyüklüğü, gelişme durumu, su sıcaklığı, stres ve yetiştiriciliği yapılan balıklarda yem üretim ve depolama şartları gibi pek çok farklı faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. L-Askorbil-2-polifosfat veya L-Askorbil-2-sülfat yemlere katılan C vitamini formlarıdır. Askorbik asit ve onun derivatları çok sayıda gıdaya antioksidan olarak ilave edilir. Antioksidan ilavesi yem üzerinden, banyoya daldırma şeklinde veya enjeksiyon yoluyla olur. Vakum paketlenmiş ürünlerde ve dondurulmuş ürünlerde antioksidan ilavesi acılaşmayı önemli ölçüde azaltmaktadır^(53,59).

1.3.3.2. B₁ Vitamini (TİAMİN)

Tiamin yetersizliğinde iştah azalması, yorgunluk, ve sindirim sistemi bozuklukları görülür. En belirgin hastalık beriberi olarak bilinen sinir sistemi bozukluğudur. Birleşmiş Milletler Tarım ve Sağlık Örgütü günlük 0.4 mg tiamin alımını önermektedir. Tiamini en zengin kaynakları bitki tohumlarıdır⁽²⁸⁾.

Balık ürünleri et ürünleri ile kıyaslandığında B₁ ve B₂ vitaminlerini daha az miktarda içerdiği görülmektedir. Her iki vitaminde kırmızı etli balıkların koyu renk kaslarında ayrıca diğer tür balıkların yumurta ve karaciğerlerinde bulunur⁽⁷⁾.

Yağlı bazı balık türlerinde tiaminaz enziminin bulunması spesifik bir problemdir. Tiamini (B₁ vitamini) parçalayan bu enzim değişik türlerde olmak üzere tatlı su ve deniz balıklarında bulunur. Tatlı su balıkları içinde sazan balıkları

tiaminaz enzimi bakımından oldukça zengindir. Termobil bir enzim olan tiaminaz pişirme ve dumanlama işlemi ile inaktive olur⁽⁵³⁾.

1.3.3.3. B₂ vitamini (RİBOFLAVİN)

Riboflavin yetersizliğinde, sinir sistemi bozuklukları, göz damarlarında genişleme, yanma, görme zorluğu, dudak, göz, burun kenarlarında yaralar görülür. Yetişkinlerde günlük alınan 0.6-0.8 mg riboflavin ihtiyacı karşılamak için yeterlidir. Yeşil yapraklı sebzeler, kuru baklagiller ve maya en iyi riboflavin kaynaklarıdır.

Balıkların derileri özellikle yassı balıkların gözlü taraflarındaki sırt kısımlarındaki deri önemli ölçüde B₂ vitamini içerir⁽⁵³⁾.

1.3.3.4. NİASİN (NİKOTİNAMİD)

Bu vitamini, vücudun karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında görevlidir. Beslenmede niasin yetersizliği olunca pellegra hastalığı ortaya çıkar. Pellegra, sinir ve sindirim sistemi bozuklukları ve deride yaralarla belirlenir. Birleşmiş Milletler Besin ve Tarım Sağlık Örgütü günlük 6.6 mg düzeyinde niasin tüketim standardı önermektedir⁽²⁶⁾.

Niasin ve niasinin ön ögesi triptofan en fazla hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunur. Yağsız balık türlerinde niasin miktarı çok azdır. Uskumru, somon, sardalya, ton gibi yağlı balıklarda oldukça yüksek miktarda niasin bulunurken tatlı su balıklarında ve diğer deniz balıklarının niasin miktarları arasında pek bir fark yoktur⁽⁵³⁾.

Günde 200 g balık tüketimi ile suda çözünen vitaminlerden B₆, B₁₂ ve niasinin günlük gerekli olan miktarı karşılanabilir. Bunun yanında diğer vitaminlerden de bir miktar alınmış olur⁽⁵³⁾.

1.3.3.5. B₆ vitamini

B₆ vitamini, protein metabolizmasında bütün aminoasitlerin yıkımı, elzem olmayanların yapımı, birçoklarından karbondioksit ayrılması, bazı aminoasitlerin birbirine dönüşmesi için, lipit metabolizmasında bazı reaksiyonlar için vitamin B₆ gereklidir. Vitamin B₆ bağışıklık sistemi için geçerlidir. Yetersizliğinde lenfoid dokuda, antikor oluşumunda azalma görülür. Vitamin B₆ yetersizliğinde böbreklerde oksalat taşlarının oluştuğu görülmüştür. Gereksini konusunda yapılan çalışmalar yetişkin insanın günlük 1.25-1.67 mg vitamin B₆ nın yeterli olduğunu göstermiştir. Beden ağırlığının kg'ı başına 25-30 µg alım yeterlidir. Vitamin B₆ hayvan ve bitki dokularında proteinle birlikte bulunur⁽²⁸⁾.

Tablo I.46: Bazı gıdaların yenilebilir kısımlarındaki Vitamin B₆ değerleri⁽²⁸⁾

Gıda	Vitamin B ₆ (µg)
İnek sütü	50-70
Et	300-400
Karaciğer	700-800
Peynir	75-85
Balık	300-350

I.3.3.6. BİOTİN

Biotin hayvan ve insanların bağırsaklarında yapılır. Biotinden yetersiz diyetler insanlarda sindirim sisistemi bozuklukları (kusma, bulantı), sinir sistemi bozuklukları (iştahsızlık, yorgunluk, uykusuzluk, depresyon, adale ağrıları) oluştuğunu gösterir. Yetişkinlerde günlük biotin ihtiyacı 0.10- 0.30 mg kadardır⁽²⁸⁾.

Balıklardaki biotin miktarı da azdır. Koyu renkli balık kasları aynı balığın açık renk kaslarına göre daha fazla miktarda biotin içerir⁽⁴⁶⁾.

I.3.3.7. PANTOTENİK ASİT

Sinir sisteminin çalışmasında etkili olan, lipitlerin sentezinde etkin olan pantotenik asit eksikliğinde sinir sistemi bozuklukları, büyüme geriliği, kısırlık, deride yaralar, ölü doğum, mide bağırsak ülserleri, mineral ve su metabolizmasında bozukluklar görülür. Günlül pantotenik asit gereksinimi 4-7 mg civarında bildirilmektedir. Somon ve alabalıklar istisnai olarak diğer balık türlerine göre daha fazla miktarda pantotenik asit içermektedir⁽²⁸⁾.

Tablo I.47: Bazı gıdaların yenilebilir kısımlarındaki pantotenik asit değerleri⁽²⁸⁾

Gıda	Pantotenik asit (mg/100g)
Balıklar	0.2-0.6
Et ürünleri	0.4-0.8
Süt	0.3-0.4
Pirinç	0.5-0.6

I.3.3.8. B₁₂ Vitamini (KOBALAMİN)

Vitamin B₁₂ yetersizliğinde sinir sistemi bozuklukları ve anemi görülür. Kg başına 0.04 µg vitamin B₁₂ alımı günlük doz için yeterlidir. B₁₂ vitamini hayvansal kaynaklı besinlerde bulunur.

Tablo I.48:Bazı gıdaların vitamin B₁₂ değerleri (µg/100g)⁽²⁸⁾

Gıda	Vitamin B ₁₂	Gıda	Vitamin B ₁₂
Karaciğer	50-130	Süt	0.1-0.6
Böbrek	20-50	Peynir	1.2-3.6
Yürek	15-30	Yumurta sarısı	1-1.2
Et	2-8	Balık	2-8

Balık ve yengeçler iyi bir B₁₂ vitamini kaynağıdır. Ringa ve uskumru gibi kırmızı etli balıklar beyaz etli balıklara göre daha fazla miktarda B₁₂ vitamini içermektedir. Balık eti diğer pek çok gıda maddesine göre B₆ vitamini bakımından oldukça zengindir. Tatlı su balıkları deniz balıklarına göre kıyaslanabilir ölçüde daha az B₆ vitamini içerir. Uskumru, ton, ringa gibi pelajik balıklar dip balıklarına göre daha fazla miktarda B₆ vitamini içerirler⁽⁵³⁾.

Yağsız balık türlerinde niasin miktarı çok azdır. Uskumru, somon, sardalya, ton gibi yağlı balıklarda oldukça yüksek miktarda niasin bulunurken tatlı su balıklarında ve diğer deniz balıklarının niasin miktarları arasında pek bir fark yoktur. Günde 200g. balık tüketimi ile suda çözünen vitaminlerden B₁₂, B₆ ve niasinin günlük gerekli olan miktarı karşılanabilir. Bunun yanında diğer vitaminlerden de bir miktar alınmış olur⁽⁵³⁾.

1.3.3.9. FOLİK ASİT

Folik asidin vücut çalışmasındaki tek işlevi karbon metabolizmasıdır. Tek karbon, folik asit yardımcı enzimleri aracılığı ile belirli moleküllere taşınarak, nükleik asitlerin yapımı ve bazı aminoasitlerin birbirine dönüşmesini sağlar. Folik asitce zengin besinler hayvansal kaynaklı olanlarla, yeşil yapraklı bitkilerdir. Folik asit dayanıksız bir vitamin olduğundan besinlere uygulanan işlemlerle bir kısmı kaybolabilir. Folik asit için tüketim standartları aşağıda verilmiştir⁽²⁸⁾.

Tablo I.49: Folik asit tüketim standartı⁽²⁸⁾

Yaş, cinsiyet ve durum	Günlük folik asit miktarı (µg)
0-6 ay	40
7-12 ay	60
1-12 yıl	100
13 yıl ve yukarı	200
Gebelik için ek	200
Emzikli için ek	100

Folik asidin en yoğun bulunduğu besinler karaciğer, diğer organ etleri, kuru baklagiller ve yeşil yapraklı sebzelerdir. Balıkların karaciğer, böbrek ve dalaklarında kaslarına göre daha fazla miktarda folik asit bulunmaktadır. Bazı balık türlerinde folik asit miktarı oldukça azdır⁽⁵³⁾.

I.3.3.10. KOLİN

Kolin, vücut dokularında çoğunlukla lesitin ve sfingomyelin gibi fosfolipitlerin bileşiminde yer alır. Yetişkinlerin günlük kolin ihtiyacı 0.10 mg kadardır. Kolin, karaciğerden yağın ayrılması, ve yağın karaciğerde oksidasyonunda rol alır. Kolin yetersizliğinde karaciğerde yağlanma, unutkanlık, bunama gibi durumlar görülmektedir. Yumurta ve kuru baklagil koline zengin gıdalar arasındadır. Normal bir diyet günde 15-500 mg civarında kolin sağlayabilmektedir⁽²⁸⁾.

I.3.3.11. KARNİTİN

Karnitin, vitamin B₇ olarak ta adlandırılır. Karnitin yetersizliğinde kas yorgunluğu, kas ipliklerinde lipid birikimi görülür.

Karnitin enerji üretimi ve yağ metabolizması için esansiyeldir. İnsanların karaciğer ve böbreğinde sentezlenir. Erişkin bir insan vücudu yaklaşık 20 g karnitin kalp, karaciğer ve iskelet kaslarında bulunur. Bebeklerde karnitin sentezi gelişmediğinden bebekler için karnitin esansiyeldir. Karnitin büyüme performansını artırır, fertilitate problemlerini düzeltici etkiye sahiptir. Belli ilaçlarla birlikte kullanıldığında iyileştirici etkiye sahiptir. Vücutta sentezlenen 20 g karnitin vücut ihtiyacının % 10' unun karşılar. Balık eti yaklaşık olarak 3-10 mg/kg karnitin içerir. Balıklarda yağ metabolizmasını düzenlemek için yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin yemlerine 100-500 mg/kg kadar karnitin ilavesi yapılır⁽⁶⁰⁾.

I.3.4. BALIK KASI İÇİNDE VİTAMİNLERİN DAĞILIMI

Balık eti açık ve koyu renk kaslardan oluşmaktadır, bu kasların bileşimi ve fonksiyonları birbirinden farklıdır. Balık etinin asıl kısmını tüm balık türlerinde bulunan açık renkli kaslar oluşturur. Bu kaslar spontane, hızlı hareket etmeye hizmet ederken balıklar koyu renkli kaslarını hızlı ve uzun süreli yüzüşlerde kullanırlar. Bundan dolayı koyu renkli kaslar pelajik balıklarda (ringa, uskumru gibi) daha fazla bulunur. Bu kaslar balık derisi altında yanal çizgi boyunca bel kemiğine dek uzanır. Koyu renkli kaslar açık renkli kaslara göre daha fazla miktarda A, D ve E vitamini içerirler. Koyu renkli kaslar yüksek miktarda suda eriyen vitaminleri de içermektedir. Özellikle B₁, B₂, B₁₂, biotin ve pantotenik

asit koyu renkli kaslarda daha fazla bulunmaktadır. Açık ve koyu renk kaslardaki niasin ve B₆ vitamini miktarı arasında pek bir fark yoktur^(37,53).

Tablo I.50: Suda çözünen vitaminlerin balıkların açık ve koyu renk kaslarındaki dağılımı⁽⁵³⁾.

Balık	Balık Kasları	B ₁ Vitamini (µg/g)	B ₂ Vitamini (µg/g)	B ₁₂ Vitamini (µg/100g)	Panto-tenik asit (µg/g)	Folikasit (µg/100g)	B ₆ Vitamini (µg/g)	Niasin (µg/g)
Uskumru	Açık	0.8	0.3	0.9	1.6	1.9	14	21.4
	Koyu	8.8	2.8	8.0	16	5.9	10	19.8
İstavrit	Açık	1.5	0.8	0.3	-	-	-	-
	Koyu	3.3	7.8	7.8	-	-	-	-
Palamut	Açık	0.6	0.3	2.5	-	-	10.5	24.5
	Koyu	5.2	6.9	16.5	-	-	9	12.2

1.3.5. İŞLEME TEKNİKLERİNİN VİTAMİN KAYBI ÜZERİNE ETKİSİ

Taze yeni avlanmış balık, tüketim aşamasına gelinceye kadar az veya çok miktarda vitamin kaybına uğrar. Vitamin kaybına sebep olan faktörler şu şekilde sıralanabilir.

- Mekanik ayırma prosesi
- Yıkama
- Kimyasal reaksiyonlar

Baş, iç organ ve derinin mekanik olarak ayrımı nispeten vitamin kaybına sebep olmaktadır. İç organların uzaklaştırılması ile ve diğer yenilebilir vücut kısımlarının atılması ile yağda çözünabilir vitamin fraksiyonlarının büyük kısmı kaybedilirken suda çözünabilir vitaminlerde önemli ölçüde azalır⁽⁵³⁾.

Eğer balık suda haşlanır ve su içerisinde saklanır ise, bu halde pastörizasyon veya sterilizasyon işlemi uygulanırsa suda çözünen vitaminlerde kayıp söz konusudur. Konserve balıklarda suda çözünen vitaminlerin yaklaşık olarak %35' i balığın içinde bulunduğu su ile veya sos ile kaybolur. Benzer durum yağ içinde saklanan konserve balıklarda yağda eriyen vitaminler için söz konusudur. Sterilize edilmiş konserve balıkların uzun süreli depolanmaları sırasında da vitamin kaybı söz konusudur. Bu 20-30°C lerde 9 aylık bir depolamada % 20-30 arasında gerçekleşmektedir. Balıklara uygulanan tuzlama işlemi ve dondurup çözündürme işlemi sırasında meydana gelen vitamin kaybı % 4.5-% 15.2 kadardır^(53,56).

Tüm vitaminler az veya çok stabil olmakla beraber ısı, ışık, oksijen ve balık eti içerik maddeleri ile reaksiyon sonucu vitamin miktarlarında değişimler meydana gelir. Oksidasyon özellikle A, D, E ve C vitaminleri için tehlikelidir. Balığa uygulanan her işlem basamağında ayrı bir vitamin kaybı söz konusu olabilir. Örneğin depolama sırasında balıkta depolama süresi, depo sıcaklığı ve paketlenme şekline bağlı olarak vitamin miktarlarında değişimler gözlenebilir^(53,56).

Isıtma veya kızartma sırasında bir miktar su dışarıya çıktığı için ürün daha konsantre hale gelmektedir. Dolayısıyla, ciğ materyale nazaran daha fazla oranlarda besin elementlerini içermektedir. Bu durum vitamin miktarı için tersine işlemektedir. Zira, ısı işlemi ile bir çok vitamin tahrip olmaktadır. Ayrıca kızartılma esnasında üründen sızan su içerisinde de vitaminler vardır⁽⁵⁶⁾.

Çeşitli araştırmalarda, ısıya en dayanıklı vitamin olarak riboflavin ve en duyarlı vitamin olarak ta tiyamin bulunmuştur. Ürünlerin suda haşlanması sırasındaki vitamin kaybı, kızartılmaya nazaran daha yüksektir. Su da pişirme işlemi sırasında suyun az veya fazla oluşu da vitamin kaybı bakımından önem taşır. Su da pişirilmiş ürünlerin, ürün ve suyunda yapılan vitamin tayinlerinde en az kayıp tiyaminde bulunmuştur. Bunun nedeni, tiyaminin suda zor erimesine bağlanmaktadır. Kızartılan ürünlerin sızan sularında yapılan vitamin tayinlerinde en az tiyamin bulunmuştur⁽⁵⁶⁾.

Derin dondurulmuş balık ürünlerinin beslenme fizyolojisi bakımından değerlerini korudukları görülmüştür. Ancak hazırlanması sırasında uygulanan mutfak teknikleri vitamin kaybına sebep olmaktadır. En çok vitamin kaybı balık konservelerinde olmaktadır. Konservelerin depolanması sırasında vitamin kaybının önlenmesi için konservelerin soğuk koşullarda saklanması gereklidir. Isıya stabil olmayan, oksidasyona hassas B₁ vitamini konserve üretimi sırasında kolaylıkla yıkımlanır ve % 70'e varan kayıp meydana gelir^(53,56).

Tuzlama ve dumanlama sırasında doku suyu uzaklaştırıldığından B₁ vitamini kaybı söz konusu olmaktadır. Vitamin kaybı düşük dozda ısıtılmış balık ürünlerinde de görülür. Tiaminaz içerikli balıklarda büyük oranda B₁ vitamini kaybı taze balığın soğuk depolamaya alınmasıyla ortaya çıkar. Kızartma ve ızgara işlemi uygulanan balıklarda % 20-60. haşlama işlemine tabi tutulana kadar ise % 15-50 B₁ vitamini kaybı meydana gelir⁽⁵³⁾.

C vitamini balık konservesi üretimi sırasında önemli ölçüde azalır. Askorbik asit kaybı dumanlanmış uskumruda yaklaşık % 4'dür. Pişirme ve ısıtılma sırasında da C vitamini kaybı olmaktadır. Dondurulmuş ürünlerde bu kayıp ürün çözündürüldükten sonra görülmektedir. Diğer B vitaminlerine göre B₂, B₁₂ ve niasin vitaminlerinin konserve üretimi sırasında daha stabil kaldığı gözlenmiştir. Isıya stabil B₂ vitamininde kayıp pişirme suyunda, yıkama suyunda, dondurulmuş ürünlerde çözündürme sırasında olmaktadır^(53,56).

Dondurma, dumanlama, kızartma ve buharda pişirme işlemleri sonucunda bu kayıp tespit edilememiştir. Çok düşük dozda ışınlanmış balıklarda B₂ vitamininin daha stabil kaldığı görülmüştür. B₂ vitamini ışığa karşı çok hassas olduğundan kurutma ve tuzlama işlemlerinde büyük kayıplar olmaktadır. Niasin çok stabil bir bileşik olduğundan işleme koşullarına bağlı kalmaksızın değerinde pek bir kayıp olmaz. Çok düşük dozda ışınlanmış balıklarda ve dumanlanmış ürünlerde minimum düzeyde niasin kaybı gözlenmiştir. Balık konserve üretimi sırasında tespit edilen niasin kaybı % 15-20 dir. B₁₂ vitamini ve biotinde gıdaların işlenmesi sırasında pek bir kayıp meydana gelmez. Dondurulmuş ve dumanlanmış balıklarda B₁₂ vitamini stabildir^(53,60).

Folik asidin ışığa hassasiyeti yüksek olduğundan konserve balık üretiminde yüksek miktarda folik asit kaybı meydana gelir. Aynı kayıp pişirme ve kızartma işlemleri için de geçerlidir. Bütün bunlara karşın balıkların dumanlanmasında, buharda pişirilmesinde ve kızartılması sırasında çok az pantotenik asit kaybı tespit edilmiştir. B₆ vitamini kaybı pişirme ve kızartma işlemleri sonrasında %55'e kadar varmaktadır^(43,54). Mikrodalga ile pişirme işlemi uygulanırsa bu kayıp daha az olmaktadır. -18°C'de 5 ay depolanan balıklarda B₆ vitamini kaybı %50 dir⁽⁶¹⁾.

Konvensiyonel kurutma sırasında balıkta suda çözünen vitaminlerde ki kayıp %10'dan daha azdır. Kurutmada hava akımı kullanılıyorsa ısıya hassas vitaminlerin miktarlarında azalmalar görülmektedir. Buna karşın sert tuzlanmış balıklarda büyük miktarda vitamin kaybı söz konusudur^(53,56).

Balıklara geleneksel ev metotları ile pişirme işlemi uygulandığında A vitamininin stabil kaldığı görülmüştür. Dumanlanmış uskumru, ringa ve somon balıklarında tespit edilen A vitamini kaybı ihmal edilebilecek düzeydedir. Somon, uskumru ve kılıç balıklarından üretilen konserve balıklarda meydana gelen A vitamini kaybı % 10 dan daha azdır. Yağda kutulanmış balıklarda A vitamini yağa geçiş yapacağından kutu konservelerde A vitamini kaybı söz konusudur. A vitamini dondurma işlemi sırasında nispeten stabil kalmakla birlikte yağ oksidasyonuna karşı da koruma sağlar^(53,61).

Dumanlanmış ringa ve uskumrulara çok az D vitamini kaybı tespit edilmiştir. Bu kayıp pişirilmiş ve konserve edilmiş balık ürünleri için de çok azdır. Vitaminler okside olmuş yağlar tarafından parçalanabildiğinden balık yağlarının rafinerizasyonu sırasında da A, D ve E vitaminlerinde kayıplar olur^(53,61).

Sıcak dumanlanmış uskumrulara E vitamini kaybı söz konusu olmazken 200°C'de buğulanan ringa filetolarında % 5 E vitamini kaybı olmuştur. Yüksek E vitamini miktarı balıklarda antioksidatif etkilere karşı koruma sağlar. Ancak

derin dondurulmuş ürünlerde depolama süresine bağlı olarak tokoferol miktarında azalma meydana gelir^(53,61).

Tablo I.51: Vitaminlerin Stabilitesi⁽⁵³⁾

Balık	Isı	Oksijen	Işık	Asitlik	Nötralizasyon	Alkalinite
A	+/-	-	-	+/-	+	+
D	+/-	-	-	+	+	+/-
E	+/-	-	-	+	+	+
K	+	+	-	+	+	-
C	-	-	-	+	-	-
B ₁	-	-	+	+	-	-
B ₂	+/-	+	-	+	+	-
B ₆	+/-	+	-	+	+	+
B ₁₂	+	-	-	+	+	+
Biotin	+	+	+	+	+	+
Folikasit	+/-	+/-	-	-	+/-	+
Niasin	+	+	+	+	+	+
Pantotenikasit	-	+	+	+/-	+	-
+ = nispeten stabil - = nispeten stabil olmayan +/- = hem stabil hemde stabil olmayan (şartlara göre)						

KAYNAKLAR

- 1-İTERNET (2003): <http://www.fao.org/docrep>
- 2-ŞENGÖR, G., ERKAN, N. (2002): Su Ürünleri Kaynaklı Gıdaların İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi. Standart Dergisi, 44(484): 70-74.
- 3-TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung. Bd.1 –Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's Verlag, Hamburg .p:19-23
- 4-ERKAN, N., ÖZDEN, Ö., SELÇUK, A. (2010): Effect of frying, grilling, and steaming on amino acid composition of marine fishes. Journal of Medicinal Food, 13(6):1524-1531.
- 5-MOL, S., ALAKAVUK, D.Ü., TOSUN, Ş.Y. (2008): Effects of different processing technologies on the chemical composition of seafoods. Food Science and Technology Research, 14 (5):467-470.
- 6-KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOW, D., REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey in Berlin und Hamburg, p:251-268.
- 7-SIKORSKI, Z.E.(1989): The Nutritive Composition of The Major Groups of Marine Food Organisms. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. p.248
- 8-İNAL, T. (1988): Besin Hijyeni. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Gümüş Basımevi, İstanbul.
- 9-LUDORFF, W., MEYER, V. (1973): Fische und Fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, s:125-130. ISBN: 3 489 71914 X
- 10-ANON (1968): Food Composition Table for Use in Africa. FAO. p. 178. 206.
- 11-BALOGUN, A.M., TALABI, S.O.(1985):Proximate Analysis of the Flesh and Anatomical Weight Composition of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*). Food Chemistry 17. 117-123.
- 12-HAARD, N.F. (1994): Composition and Nutritive Value of Fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. Fish and Fishery Products. Holland, CAB International, 79. ISBN: 085198 927 6.
- 13-TÜRELİ, C., ÇELİK, M., ERDEM, Ü.(2000): İskenderun Körfezindeki Mavi Yengeç ve Kum Yengeçlerinde Et Kompozisyonu İle Verimin Araştırılması. Turk. J. Vet. Anim. Sci.; 24: 195-203.
- 14-ARSLAN, A.(1993): Keban Baraj Gölü Aynalı Sazanlarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kaliteleri. Turk. J. Vet. Anim. Sci.; 17: 251-259.
- 15-DİKEL, S., ÇELİK, M. (1998): Aşağı Seyhan Havzasında Yakalanan Tatlı Su Çipurası'nın (*Tilapia ssp*) Yenilebilir ve Yenilemez Bölümlerinin Ağırlık Oranları İle Bazı Besin Öğelerinin Belirlenmesi. Turk. J. Vet. Anim. Sci.; 22: 517-520.
- 16-LONG, J.W. (1978): Seafood Products Course Lecture Guide. Food Sci. and Techn. Dep. Seafood Pro.Res. Virginia. p. 163-175.
- 17-ANON (2001): http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/list_nut.pl. Crustaceans, shrimp, mixed species, raw. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. NDB No: 15149.
- 18-ZEE, J.A., POIRIER, D., CUSSON, M., ROBERGE, A.G., SEVIGNY, J.(1990): Nutritional Values of Some Fish and seafood Produced and Consumed in Quebec. Can. Ins. Food Sci. Technol.; 23(1): 66-71.
- 19-ANON (1982): Food Composition Tables for The Near East. FAO. İtaly. p: 92-97. 142.143. 164. 165.
- 20-ANON (1991): Besinlerin Bileşimleri. TÜBİTAK. Ankara. III. Baskı. 11. 39.

- 21-GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M. (1999): Su Ürünleri işleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Egridir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, ISBN: 975-96897-0-7.
- 22-REICHWALD, I. (1976): Chemie der Fischlipide. Fat Sci. Technol. 78 Jahrgang Nr. 8 :328-332.
- 23-LOHS, P., KAMPKE, G. (1980): Beitrag zur Histamin problematik bei Fischen und Fischerzeugnissen under besonderer Berücksichtigung weniger bekannter Fischarten. Nahrung, 24(3): 255-264.
- 24-HAWTHORN, J. (1972): Fish I. Varietie and Structre. Food Science and technology. John Murray so Albermarle Street London, p:83-84.
- 25-BANDARRA, N. M., BATISTA, I., NUNES, M. L., EMPIS, J. M., CHRISTIE, W.W. (1997): Seasonal Changes in Lipid Composition of Sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Science. 62 (1):40-41.
- 26-VILLARREAL, B.P., POZO, R. (1990):Chemical Composition and Ice Spoilage of Albacore (*Thunnus alalunga*). Journal of Food Science. 55(3):678-682.
- 27-ACKMAN, R.G.(1994): Composition and Nutritive Value of Fish and Shellfish Lipids. Fish and Fishery Products. Holland, CAB International,139. ISBN 0 85198 927 6.
- 28-BAYSAL, A. (1996): Beslenme. Hatiboğlu Yayınları: 93. Yüksek Öğretim Dizisi: 26. ISBN: 975-7527-73-4.
- 29-PAPAJEWSKI, H., SCHREIBER, W. (1979): Fettverteilung beim antartischen Marmorbarsch. Fette Seifen Anstrichmittel, N.4:166-168
- 30-KINSELLA, E.J. (1988): Fisch und Seefods Nutritional Implications and Quality Issues. Food Technology, Nr: 5: 146-150.
- 31-MOFFAT, C.F., ALISTER, S., HARDY, R., ANDERSON, S.R. (1993): The Production of Fish Oils Enriched in Polyunsaturated Fatty Acid-Containing Triglycerides. Journal of the American Oil Chemist's Society, 70(2): 133-138.
- 32-WIESKE, Th. (1977): Zusammensetzung tierischer Fette. Fette Seifen Anstrichmittel,p: 285-290.
- 33-WITTE, I. (1994): Fettsäure-spektrn wichtiger Nahrungsfette. Fette Seifen Anstrichmittel, (3): 81-85.
- 34-ÖZOĞUL, Y., ÖZOĞUL, F., ALAGÖZ, S. (2007): Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. Food Chemistry, 103:217-223.
- 35-ÖZOĞUL, Y., ÖZOĞUL, F. (2007): Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry, 100: 1634-1638.
- 36-TATO, A. (1993): Concerns for Utilization of Marine Lipids and Oils. Food technology, (5): 151-155.
- 37-WOLFRAM, G. (1989): W-3 und W-6 Fettsäuren-biochemische Besonderheiten und Biologische Wirkungen. Fette Seifen Anstrichmittel, (12) 459-468.
- 38- MURRAY, C.K., GIBSON, D.M. (1971): Prepacked Chilled Fish: Materials and Equipment. Torry Research Station. Torry Advisory Note. No:51. p.11.
- 39-ŞENTÜRK, A., BAYGAR, T., GÖKOĞLU, N., KAPLAN, M., ŞENTÜRK, İ. (2000): Kutu Konserveye İşlenen Ton Balığı Yellowfin Tunanın (*Thunnus albacares*, L.1758) Yapısında ve Bileşiminde Oluşabilecek Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Araştırılması

- ması. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü. Çanakkale. Proje Kod No: TAGEM/GY/98/07/01/015.
- 40-USDA (United States Department of Agriculture) (1987): Composition of Foods. 15th Fish and Shellfish. Agricultural Handbook. No: 8. U.S. Government Printing Office. Washington.
- 41-PAUL, A.A., SOUTHGATE, D.A.T. (1979): The Composition of Foods . Yayın No: 297. Amsterdam. p: 146-149.297.
- 42- LÖKER, M., AÇKURT, F., BİRİNGEN, G., GÜN, H., TEKEL, M., GİRGİN, Y., ERDOĞAN, B. (1998): Konserve Ton Balığının Beslenme Açısından Değerlendirilmesi. TÜBİTAK Gıda Bl. ve Araş. Ens. Proje No: 14.2.042.
- 43-ÖZDEN, Ö., ERKAN, N., ULUSOY, Ş. (2010): Determination of mineral composition of in three commercial fish species (*Solea solea*, *Mullus surmuletus*, and *Merlangius merlangus*). Environmental Monitoring and Assessment, 170 (1-4):353-363.
- 44-GÖKOĞLU, N., YERLİKAYA, P., CENGİZ, E. (2004): Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 84: 19-22.
- 45-ÖZDEN, Ö. (2010): Micro, macro mineral and proximate composition of Atlantic bonito and horse mackerel: A monthly differentiation. International Journal of Food Science and Technology, 45(3): 578-586.
- 46-AKSOYLAR, H. (1959): Ev Konserveciliği. Ziraat Vekaleti Mesleki Kitaplar Serisi D-2. Gürsoy Basımevi. Ankara.
- 47-İNTERNET (2003): <http://gesund.qualimed.de.jod.html>
- 48-SCF (Scientific Committee for Food) (1993): Nutrient and energy intakes for the European Community. Reports of the Scientific Committee for Food, Thirty First Series. European Commission, Luxembourg.
- 49-US Food and Nutrition Board (2001): Dietary Reference Intakes. A report of the Institute of Medicine. Pages 8-1 to 8-27, National Academy Press, Washington, DC.
- 50-DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, German Nutrition Society) (2002): Reference values for nutrient intake. Umschau Braus GmbH, Publisher, Frankfurt/Main, Germany.
- 51-HALDIMANN, M., ALT, A., BLANCK, A., BLONDEAU, K. (2005): Iodine content of food groups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 461-471.
- 52-KARL, H., MÜNKNER, W. (1998): Iod in Fischen und Fischerzeugnissen. Inf. Fischwirtsch. 45(3): 115-118.
- 53-OSTERMEYER, U. (1999): Vitamine in Fischen. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 46(3): 42-50.
- 54-KESKİN, H. (1987): Besin Kimyası. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları Sıra:3450 No:72. Cilt:1. 5. Baskı p.326-341.
- 55-ÖZTAN, A. (1995): Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No:13 p.68.
- 56-YILDIRIM, Y. (1996): Et Endüstrisi. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 4. Baskı.
- 57-MANN, H. (1970): Der Vitaminbedarf bei Fischen. Fette, Seifen Anstrichmittel, 72:1079-1083.
- 58-ACKMAN, G.R. (1994): Seafood Lipids, Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Edited by Fereidoon SHAHIDI and J. Richard BOTTA, s. 45. Blackie Academic&Professional-London-New York-Tokyo.

59-THED, S.T., ERICKSON, M.C., SHEWFELT, R.L. (1993): Ascorbate absorption by live Channel Catfish as a function of ascorbate concentration, pH and duration of exposure. J. Food Sci. 58:75-78.

60- İNTERNET (2003): www.carnipure.com

61-ÖZDEN, Ö. (2000): Su Ürünlerinin Vitamin İçeriği ve İşleme Teknolojilerinin Vitamin Kaybına Etkisi. Dünya Gıda Dergisi, 6(5):69-79.

SOGUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Tamer BAYGAR
Prof. Dr. Candan VARLIK

II. BÖLÜM

2000

SOGUTMA

TELENO QUI

TEKNOLOGIJS

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

Prof. Dr. Candan VARLIK

II. BÖLÜM

TEKNOLOJİSİ SÖĞÜTMA

Prof. Dr. Turgut BAYGAR
Prof. Dr. Candan VARLIK

II. SOĞUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

Prof. Dr. Candan VARLIK

İÇİNDEKİLER

II.1.	Soğutma Tekniğinin Gelişimi	63
II.2.	Soğutma ile İlgili Genel İfadeler	65
II.3.	Soğutulmuş Su Ürünlerinin Dünya ve Ülkemiz Ekonomisindeki Yeri ve Önemi	65
II.4.	Türkiye’de Soğuk Zincir Uygulamaları ve Sorunları	67
II.5.	Avlanma Sonrası Teknelerde Su Ürünlerine Uygulanan Soğutma İşlemleri	68
II. 6.	Su Ürünlerinde Kullanılan Soğutma Yöntemleri	70
II.6.1.	Buzla Soğutma	70
II.6.1.1.	Kırılmış Buz ile Soğutma	73
II.6.1.2.	Yaprak Buz (Flake Ice) ile Soğutma	75
II.6.1.3.	Tüp Buz ile Soğutma	76
II.6.1.4.	Sulu Kırma Buz (Pak Ice) ile Soğutma	76
II.6.1.5.	Kepek Buz (Scale Ice) ile Soğutma	76
II.6.1.6.	Ötektik Buz ile Soğutma	76
II.6.1.7.	Pelte Buz ile Soğutma	76
II.6.2.	Soğutulmuş Deniz Suyu ile Soğutma	76
II.6.3.	Su-Buz Karışımı ile Soğutma	78
II.6.4.	Kuru Buz ile Soğutma	78
II.6.5.	Yüksek Nemli Hava ile Soğutma	79
II.6.6.	Derin Soğutma	80

II.7.	Ön Soğutma	80
II.8.	Soğutma Teknikleri	81
II.9.	Soğuk Depolarla İlgili Kurallar	82
II.10.	Soğuk Muhafazaya Etkili Parametreler	85
II.10.1.	Sıcaklık	86
II.10.2.	Nem	87
II.10.3.	Hava Hızı	87
II.10.4.	Havalandırma	88
II.10.4.1.	Dış Faktörler	88
II.10.4.2.	İç Faktörler	88
II.11.	Soğuk Depolardaki Isı Kayıpları	89
II.12.	Soğutulmuş Su Ürünlerinin Toptan ve Perakende Satış Yerlerinde Taşımaları Gereken Şartlar	91
II.13.	Soğutma Sırasında Su Ürünlerinde Meydanda Gelen Değişimler	94
II.14.	Soğuk Depolarda ve Soğutulmuş Gıdalarda Görülen Mikroorganizmalar	96
II.14. 1.	Soğuk Depolarda Görülebilen Mikroorganizmalar	96
II.14. 2.	Soğutulmuş Gıdalarda Görülen Mikroorganizmalar	97
II.15.	Soğuk Depolama Süresinin Uzatılması İçin İlave Önlemler	99
II.16.	Soğuk Depoların Temizliği ve Dezenfeksiyonu	102
	Kaynaklar	103

II.1. SOĞUTMA TEKNİĞİNİN GELİŞİMİ

Gıdaların saklanması buzun kullanımı ve bu amaçla depolanması eski tarihlere dayanmaktadır. Eski zamanlarda gıdaları saklama yöntemlerinden birisi mağara ve çukurlara kar doldurulup gıdaların bunun içerisinde saklanması yöntemi olarak kullanılmaktaydı. Yine dağlardaki karlar, su içerisindeki buzlar vb gıdaların soğutulması ve soğukta saklanması amacıyla kullanılmıştır. On sekizinci yüzyılda sıcaklığı -32°C ' ye kadar düşüren birkaç kimyasal karışım bilinmekteydi. Bunların başında kalsiyum klorür ve kar karışımı ticari olarak kullanılmaktaydı. Bu karışımlarla soğutma yapan makinaların ilk üretildiği ülke ise İngiltere'dir. William Cullen 1748 yılında eteri vakum altında buharlaştırarak ilk soğutma ekipmanını kurmuştur. 1805 yılında Oliver Evans kapalı devre kompresyonla soğutma sistemini geliştirmiştir. John Gorrie ise 1844 yılında buz üretimi ve hava soğutma için geliştirmiş olduğu makinenin patentini almıştır⁽¹⁾.

Yeni tutulmuş balıkların muhafaza sürelerini uzatmak için soğutulması düşüncesi ilk olarak 18. yüzyılda som balıklarının deniz yoluyla İskoçya'dan, Londra'ya taşınması şekliyle yapılmıştır. Fakat bu metodun daha öncesinde Çinli balıkçılar doğal olarak buz tutan göllerden, akarsulardan ve havuzlardan toplanan buzları kullandıkları belirtilmektedir. Buz ilk olarak 1850 yıllarda İngiliz balıkçı teknelerinde kullanılmış ve 19. yüzyılın sonlarına doğru mekanik olarak üretilen buz, balıkçı teknelerinde soğutma görevi görmesi amacıyla doğal buzun yerine kullanılmaya başlanmıştır. Mekanik yolla soğutma işlemi ilk olarak 1880'lerde balıkçı teknelerinde denenmiştir. Bundan sonra bir takım sistemler geliştirilmiş olup, bunların hiçbirisi balıkların soğutulmasında kullanılan buz kadar faydalı olmamıştır. Su ürünlerinden gerekli ölçülerde yararlanabilme imkanları bunların tüketilmesine kadar kalitelerinin korunması ile gerçekleşmektedir. Balık avcılığının fazla olduğu dönemlerde balıkların kalitelerinin bozulmadan tüketiciye ulaştırılması uygun şartlarda soğuk depolama ile mümkün olmaktadır⁽²⁾.

Soğutma işlemi, buz kristallerinin oluşmadan ya da fark edilemeyecek düzeyde olduğu bir sıcaklık düşmesine dayanan konservasyon yöntemidir. Gıdaların kalitelerini istenilen düzeyde tutmak ve tüketicilere sağlıklı ve kaliteli gıda ulaştırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında soğutma teknikleri günümüzde oldukça önem kazanmakta olup soğutma tekniğinin en çok kullanıldığı alan ise gıda üretimi ve muhafazasıdır. Soğutma sıcaklığı, genellikle suyun donma noktasının üzerindeki bir sıcaklıktır. Balığın taze olarak muhafazası uygulamasında oldukça önemlidir. Balık kolay bozulabilir bir gıda maddesi olduğundan dolayı tüketiciye ulaşıncaya kadar soğuk muhafazası

zorunludur. Bu durum ise avlanmadan sonra başlatılacak olan soğutma ile sağlanabilmektedir. Taze balığın soğutulması için buz kullanılmaktadır.

Su ürünleri işletmelerinde soğutma başlıca şu amaçlar için uygulanmaktadır:

1. Yeni avlanmış balıkların 1-2 hafta üzerinde uzun süreli depolanmaları ve bunların deniz ya da karada nakli,
2. Yeni avlanmış balıkların daha sonra nakliye ve işleme için kısa süre depolanması,
3. Dondurma işleminin ön prosesi için balığın ön soğutulması,
4. İşleme sonucu meydana gelen ara ürünlerin kısa süre depolanması,
5. Farklı ürünlerin depolanmasında uzun süreli konservasyon amacı ile uygulanmaktadır^(3,4,5,6).

Depolanmadaki optimum koşullar ne kadar iyi sağlanırsa sağlansın her ürünün belirli bir süre dayanma olanağı vardır. Soğutma işlemi genellikle kısa süreli saklama amacıyla kullanılmaktadır. Tüm gıda maddelerinin bozulma hızı sıcaklıkla paralel olarak yükselmektedir. Bundan dolayı gıdalar uygun düşük sıcaklıkta tutulduklarında bozulmalar ve üründe oluşabilecek diğer kimyasal değişimler engellenmiş olmaktadır. Bu yöntemde gıda maddesi donma noktası üzerinde saklanmakta ve bu şekilde mikroorganizmaların ve diğer kimyasal reaksiyonların oluşma derecesi yavaşlatılmaktadır. Soğuk muhafaza kalitenin korunması yanında arz ve talep arasındaki dengesizliği kaldırarak ürünlerin pazarlanma süresini uzatmaktadır. Böylece tüketiciye kaliteli ürün sağlamanın yanında bozulma sonucu oluşacak ekonomik kayıplarda önlenmiş olacaktır. Hızlı bir şekilde bozulabilen su ürünleri soğutulmuş veya dondurulmuş değilse dağıtımı kısa mesafelerde yapılabilir. Soğutma ile sadece gıdaların bozulması yavaşlatılır. Su ürünlerinin soğukta muhafazası ile besinsel içeriklerinde oluşabilecek bozulmalar belirli bir süre önlenerek, tüketiciye taze ve kaliteli ürün tüketimi sağlanmış olacaktır. Soğukta depolama, taze ürünlerin raf ömürlerini artırmak üzere kullanılması yanında, çoğunlukla "Catering" (hazır yemek servis sistemleri) için de önemli bir avantaj sağlamaktadır. İyi uygulanan bir soğutma tekniğinde, sınırlı sürede de olsa mikrobiyel güvence, kalite korunumunu sağlamaktadır^(1,7,8).

Gıdaların soğutularak depolanmasındaki amaç, koruyucu katkı maddesi kullanılmadan gıdayı doğal haline en yakın şekilde muhafaza etmektir. Bütün muhafaza yöntemlerinde olduğu gibi su ürünlerinin soğukta depolanmasında göz önünde tutulan en önemli nokta, ortamda bulunan mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerinin durdurulması ve fiziksel, kimyasal ve enzimatik olayların mümkün olduğunca engellenmesidir. Soğutma ve donma sıcaklığının etkilerinden yararlanılarak ortamdaki mikroorganizmaların çoğalma faaliyetlerinin azal-

tilması veya durdurulması ve normalde oluşan fiziksel, kimyasal, biyokimyasal olayların mümkün olduğunca azaltılması başlıca amaçlara arasındadır^(9,10).

II.2. SOĞUTMA İLE İLGİLİ GENEL İFADELER

Ön soğutma: Gıdaların istenilen özellikte ve daha çabuk soğutulmasına veya dondurulmasına yardımcı olabilmek için soğutma veya dondurulmadan önce gıdanın en derin noktasındaki sıcaklığın 4-7°C'ye kadar soğutulması işlemidir.

Soğutma: Taze yada işlenmiş gıdaların buzun erime sıcaklığına yakın bir derecede soğutulması işlemidir.

Soğuk depo: Hemen dondurulmayacak olan taze ürünün, buzun erime sıcaklığında kısa bir süre korunduğu depolardır.

Muhafaza (depolama): Gıda ve ürünlerinin bozulmadan insan gıdası olarak kabul edilebilecek durumda saklanabileceği süredir.

Soğutulmuş deniz suyu: Balık temizlenmesinde kullanılan buzla veya soğutulmuş sistemle soğutulan sudan hazırlanmış, genellikle % 3'lük tuz çözeltisidir.

Soğutulmuş balık: 0°C civarında donmadan saklanan taze balıklardır.

Soğuk zincir: Birbirini kesintisiz takip eden soğuk ortamların oluşturduğu işlem basamaklarıdır. Amaç gıdaların içerdikleri besin elementlerini renk, koku, tat ve tekstürünü, üretimden tüketime kadar korumaktır. Bunun için ürünün olduğu andan tüketileceği ana dek soğuk ortamda ve aynı derecede korunmasını sağlayan sistemdir. Ürünlerin soğuk ortamdan çıkarılmaksızın soğuk hava depolarına konulması, soğutucu içinde nakliyesi, hatta tüketicinin de ürünleri buzdolabı veya derin dondurucuda saklaması sistemin işlem basamaklarından^(11,12).

II.3. SOĞUTULMUŞ SU ÜRÜNLERİNİN DÜNYA ve ÜLKEMİZ EKONOMİSİNDEKİ YERİ ve ÖNEMİ

Beslenmemizde oldukça önemli bir yere sahip olan su ürünlerinin, taze olarak tüketiciye kaliteli ve daha sağlıklı ulaştırılabilmesi için uygulanan yöntemler, balıkların avlandıktan hemen sonra başlayarak tüketilinceye kadar ki

geçen süre içerisinde soğuk zincir şartlarının en iyi şekilde uygulanması ile olmaktadır. Dünyada yılda üretilen 4500 milyon ton gıdanın yaklaşık üçte birinin, üretim ile tüketim kademeleri arasında herhangi bir şekilde soğutma işlemine gereksinim duyduğu belirtilmektedir. Tüm dünyadaki soğuk ve donmuş depoların 350 milyon m³ hacminde ve depolama kapasitelerinin 80-90 milyon ton olduğu kabul edilmektedir. Bu durum sonucunda ise toplam gıda üretiminin yalnızca % 5'ini saklayabilecek bir imkanın var olduğu anlaşılmaktadır⁽¹³⁾.

Türkiye'de su ürünleri çoğunlukla taze olarak tüketilmekte olup avcılığı yapılan ekonomik değere sahip su ürünlerinin 1995-2000 yılları arasındaki miktarları ise Tablo II.1'de görülmektedir.

Tablo II.1: Ülkemizde avcılığı yapılan ekonomik değere sahip su ürünlerinin 2004-2008 yılları arasındaki miktarları (ton)⁽¹⁴⁾

Su ürünleri – Fishery products	2004	2005	2006	2007	2008
Deniz balıkları – Toplam	456 752	334 248	409 945	518 201	395 660
Mezgit – Whiting	8 205	8 309	9 112	12 940	12 231
Hamsi – Anchovy (North Atlantic)	340 000	138 569	270 000	385 000	251 675
İstavrit (Kıraça) Atlantic horse mackerel	18 068	13 540	14 127	22 991	22 134
Kefal – Mullet	12 424	10 560	8 915	8 291	3 345
Lüfer – Bluefish	19 901	18 357	8 399	6 858	4 048
Palamut – Atlantic bonito	5 701	70 797	29 690	5 965	6 448
Sardalya – Pilchard	12 883	20 656	15 586	20 941	17 531
Bakalorya-Berlam – Hake European hake	4 380	4 100	3 460	3 337	1 252
Çaça – Sprat	5 411	5 500	7 311	11 921	39 303
Diğer deniz ürünleri – Other					
Akivades (Kum midyesi) – Carpet Shell	16 899	10 847	1 266	1 334	1 255
Kalamar – Squid	506	711	972	844	537
Deniz salyangozu – Sea snail	14 034	12 600	11 613	13 791	11 442
Karides – Prawn	5 279	6 339	3 856	3 917	4 668
İç su ürünleri – Toplam	45 585	46 115	44 082	43 321	41 011
İnci kefali – Tarek	14 259	14 103	11 978	11 623	11 758
Sazan – Common carp	13 451	13 718	12 116	12 286	11 625
Siraz – Transcaucasian barb	1 027	971	967	985	993
Levrek (Sudak) – Pike perch	1 852	1 768	1 656	1 586	1 346
Gümüş – Sand smelt	2 107	5 248	6 677	6 540	6 630
Salyangoz – Snail	1 879	1 873	1 462	1 397	1 007
Kerevit – Cray fish	2 317	809	797	816	783
Yetiştiricilik üretimi-Toplam					
Deniz balıkları	49 895	69 673	72 249	80 840	85 629
İç su ürünleri	44 115	48 604	56 694	59 033	66 557

Soğukta muhafaza edilmiş su ürünlerinin ekonomik yönden başlıca avantajları şunlardır:

1. Soğukta muhafaza ve işleme ekipman yatırımları çeşitli ürünler için değişken olmayıp piyasanın taze olan ürüne bağımlılığı azaltır.
2. Bununla birlikte soğuk muhafaza yatırımlarının gelişmiş teknolojilere gereksinimi olduğundan kalifiye iş gücü ihtiyacı oluşacaktır.
3. Dünya ticaretindeki kayıpların azaltılması ekonomik önem taşımaktadır. Soğutulmuş su ürünlerinde, gerekli dikkat gösterildiği durumda perakendeciye ulaşıncaya değin kalite korunmuş ve kayıplar azaltılmış olacaktır.
4. Avlanma bölgelerinden daha uzak yerlere bunların dağıtımı mümkün olmaktadır. Özellikle mevsimlik olan su ürünlerinin dağıtımı bu şekilde olmaktadır.
5. Yeni ve değişik ürünlerin tüketimi ortaya çıkacaktır⁽⁵⁾.

II.4. TÜRKİYE'DE SOĞUK ZİNCİR UYGULAMLARI ve SORUNLARI

Genel olarak üretim ile tüketim arasındaki düşük sıcaklığın sürekli korunması olarak ifade edilebilecek soğuk zincir tanımı ilk olarak 1908 yılında Uluslararası I. Soğutma Kongresi'nde kullanılmıştır. Günümüzde soğutma ve paralelinde dondurma teknolojisinin kesintisiz uygulanması ile ürün kalitesinin hasat, üretim, depolama, nakliye, dağıtım ve tüketim aşamalarında özellikle çabuk bozulabilir gıda maddelerinin muhafazasında bir çok ülke tarafından uygulanan bir muhafaza yöntemi olduğunu göstermiştir. Soğuk zincir gıda maddelerinin içerdikleri doğal ve karakteristik özellikleri hasattan yada üretimden tüketime kadar korumak amacıyla her gıda maddesinin özelliklerine göre kesintisiz olarak birbirini takip edecek şekilde uygulanan soğuk ortamların bütünü şekilde tanımlanabilir^(5,15). Ülkemizde soğuk ve donmuş muhafaza ile ilgili kapasite yetersizliği yanında, toplam su ürünleri üretiminin $\frac{1}{4}$ 'ü iskele, semt pazarları, seyyar arabalarda satılmaktadır. Balıklarımızın sahil bölgelerinden diğer bölgelere nakli, genellikle üstü açık kamyonlarda ve uygun olmayan koşullarda yapılmaktadır⁽¹⁶⁾.

Ülkemizde II. Dünya Savaşı yıllarında başlıca İstanbul mezbahası, İstanbul'da 3 adet soğuk depo ve Adana'da bir adet buz fabrikası bulunmaktaydı. İlk modern soğuk depo ise 1952 yılında Et ve Balık Kurum

tarafından kurulmuş olup, 1957 yılında ise 80 adet soğuk hava deposu olduğu belirtilmektedir. Bu miktar 1967 yılında ise 167 adete, 1975 yılında 391'e, 1980 yılında ise 955 adete ulaşmıştır. Ülkemizde soğuk hava depolarının büyük bir çoğunluğu Marmara ve Ege Bölgelerinde yer almaktadır.

Soğuk zincir uygulamalarında, su ürünleri kalitesinin istenilen düzeyde korunmasında işlenecek hammadde kalitesinden başlamak üzere zincirin tüm halkalarında amaca yönelik koşulların sağlanmış olması büyük önem taşımaktadır. Soğuk zincir halkalarının ayrı ayrı kendi içinde ve birbirleriyle olan ilişkisinde kalitenin korunması için öncelikle sıcaklık işleminin gerektiği şekilde ayarlanması gerekmektedir. Soğuk zincir sistemine girecek olan hammaddenin başlangıç kalitesi çok iyi olmalıdır. Kaliteli bir son ürün için, başlangıç kalitesinin en üst düzeyde tutulması gerekmektedir. Su ürünlerinin, avlanmasından hemen sonra ön soğutma tesislerine getirilinceye kadar buz ile muhafaza edilmelisin e dikkat edilmelidir.

Yapılan soğuk hava depolarının büyük bir kısmında soğutucu yüzeylerinin küçük olması, çözündürme sistemlerinin yetersiz ve hatalı yapılması başlıca enerji tüketimini artıran nedenlerin başında gelmektedir. Enerji tüketimini artıran önemli bir konu ise izolasyon yetersizliğidir. Bir çok soğuk hava deposunda, oda havasını nemlendirmek için ayrı tesisat ve ekipmanlar öngörüldüğü halde bunlar çeşitli nedenlerle çalıştırılamamaktadır. Oda nemini artırmak için uygulanan son çare ise yerlerin sulanması olmaktadır. Son yıllarda bağıl nemin, soğutucudaki sıcaklık farkı ile etkilenmesi yöntemi daha fazla uygulanmaya başlamıştır. Soğutucu yüzeyi büyük, oda hava sıcaklığı ile buharlaşma sıcaklığı arasındaki fark küçük seçilerek oda havasındaki bağıl nem oranının daha yüksek olması sağlanmaktadır. Daha büyük soğutucu yüzeyi defrost ve enerji tüketimi açısından olan sorunları bir miktar ortadan kaldırmaktadır. Soğuk odalarda sıcaklık dalgalanmaları, genellikle işletmeden ileri gelen kusurlar yüzünden olmaktadır. Soğutucu kapasitesi yetersiz odalarda ürün varken büyük miktarlarda yeni sıcak ürün alındığında sıcaklık yükselmektedir. Odalarda uygun istif yapılmaması yüzünden hava sirkülasyonunun yetersiz kalması ve oda içindeki sıcaklık dağılımının homojen olmaması da depolanan ürüne zarar verebilmektedir. Soğuk hava depolarında gerekli olan soğutma yükü artıkça, depolanan üründe nem kaybı da artmaktadır. Depolamada en önemli sorunlardan birisi de depolarda kullanılan ambalaj ve paletlemedir. Soğuk depolamada en önemli girdilerden birisi elektrik maliyetidir^(5,16).

II.5. AVLANMA SONRASI TEKNELERDE SU ÜRÜNLERİNE UYGULANAN SOĞUTMA İŞLEMLERİ

Hızlı soğutma işlemindeki en kritik nokta balığın yakalandıktan sonra güverte de bekletilmesi sırasında meydana gelmektedir. Balıklar ağdan çıkarılırken güvertede fazla bekletilmemeli ve balığın sıcaklığının artmasının yavaşlatılması gerekmektedir. Genellikle avlanan balıklara, güneş altında fazla bekletilmeden buz uygulanırsa, görünüş açısından ilk tazeliklerini korumuş olurlar. Balıkta istenmeyen kokunun meydana gelmesini önlemek için yeterli dolaşımın olması gerekmektedir. Büyük balıkların güvertede fazla çırpınıp, rigor dönemine erken girmeleri engellenmelidir. Kan; oksidatif acılaşmanın önlenmesi ve beyaz et kısmının (açık renkli et kısmı) kan ile bulaşmasının önüne geçilmesi için kan derhal uzaklaştırılmalıdır. Mide ve barsak içeriğinin uzaklaştırılması, balık etindeki enzimler ve sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalarca oluşturulabilecek otoliz olayını yavaşlatabilmektedir. Fakat bütün bu işlemlerin hepsi tam olarak yapılsa bile balığın teknede buzlanmadan önce sıcaklığının artması durumunda bu durum otolize sebep olabilmektedir. Teknede küçük balıkların iç organ temizlemesi alet olmadığı takdirde pek avantajlı olarak görülmemektedir. Balıklar güverteye alınmadan önce güverte yüzeyi ve balıklar temiz deniz suyu ile yıkanmalıdır^(2,12).

Uzak deniz balıkçılığında gemilerin depolarında, balığın ısısı genellikle 0°C'dir. Yeteri kadar buzun kullanılmadığı durumlarda balığın sıcaklığı 10°C'ye kadar çıkabilmektedir. Sahil balıkçılığında ise, buzun kullanılmadığında depodaki balık sıcaklığı 16°C civarında olmaktadır. Yaz aylarında 0°C'de soğutulmuş bulunan balıkları teknelerde bekletme sırasında sıcaklık 3 saat içerisinde 6°C'ye, 12 saat içerisinde ise 11°C'ye kadar çıkabilmektedir. Genellikle teknelerin orta bölgelerindeki balıkların sıcaklıkları daha düşük olmaktadır⁽¹⁷⁾.

Güvertede ilk olarak, insan gıdası olarak kullanılmayacak balıklar ayıklanarak uzaklaştırılmalıdır. Balıklar güneşten ve sıcaklıktan korunmalıdır. Genellikle balıkların soğutulmuş deniz suyu içerisine alınması önerilir. Ayrıca soğutulmuş deniz suyu veya soğutulmuş çözelti tanklarının çevresi, sıcaklıktan en az etkilenen şekilde izole edilmelidir. Bu soğutucu bölüm dolaşan suyun sıcaklığını -1/+2°C arasında tutabilme özelliğine sahip olmalıdır. Teknede yapılan buzlama işlemi uskumru, sardalya, hamsi gibi küçük balıklara daha fazla uygulanmaktadır. Eski sistemlerde buzlanmış balıkların istiflenmesi yatay olarak ayrılmış odalarda yapıldı. Bu odaların zeminleri ve duvarları başlıca alüminyum veya plastikten oluşmuştur. Balıklar buz tabakaları arasına depolanırdı. Balık istif yüksekliklerinin yüksek basınç uygulamalarından oluşabilecek ağırlık kay-

bından dolayı 50 cm den daha fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak buz miktarı, deponun izolasyonuna, dışarıdaki hava sıcaklığına, avcılığın süresine ve soğutucunun özelliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Balıkların gemide doğru olarak buzlanması için üç şey yapılması gerekmektedir. Birinci olarak, balığı mümkün olduğunca hızlı olarak soğutmak ve sıcaklığını buzun erime sıcaklığı olan 0°C'ye yakın bir sıcaklıkta tutmak için etrafına yeterli miktarlarda buz koymak, ikinci olarak, buz ve balığın istif edilişi kan ve mukoz birikintisinin akmasını sağlayacak şekilde yapmak, üçüncü olarak ise balığın üzerine fazla miktarlarda istif yaparak ezilmesini engellemek (Şekil II.1) ^(2,9,12,18).

II.6. SU ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN SOĞUTMA YÖNTEMLERİ

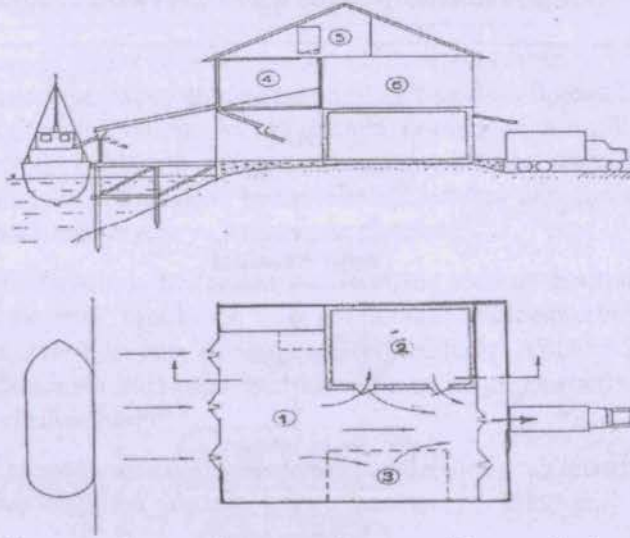
II.6.1. BUZLA SOĞUTMA

Çok eski yöntemlerden birisidir. Gıdalar doğal kar ve buz içerisinde muhafaza edilmekteydi. Çoğunlukla tatlı sudan yapılmış buzlar kullanılmakta ise de, direk olarak deniz suyundan yada mikroorganizmaların etkisini azaltmak için, içerisine antiseptik maddeler ilave edilmiş tatlı sulardan yapılan buzun kullanılışı daha uygundur. İri buzlar makinelerde kırıldıktan sonra küçük parçalar haline getirilerek kullanılmaktadır. Balıkların gemilerde soğutulmasında tatlı su buzı önemli ve sürekli bir rol oynamaktadır. Diğer soğutma yöntemlerinden daha avantajlıdır. Balık ve erimekte olan buz arasında iyi bir temas sağlanırsa, hızlı bir soğutma uygulanmış olur. Balık ve buz arasındaki ısı transferi direk kontakt şeklinde olmaktadır. Balık üzerinde etkili olan soğutma işlemi başlıca buzdan, buzun su haline dönüşümü esnasındaki soğukluk vermesinden ve buz ile balık arasında kalan havanın soğutma etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu şekildeki soğutma ile balık üzerinde en yüksek soğutma sağlanmış olur. Buz yeterli miktarda ve uygun şekilde kullanıldığında muhafazaya iki şekilde yardımcı olmaktadır.

- a) Balığın sıcaklığını, bakteriyel ve enzimatik değişimlerin yavaşladığı 0-2°C'ye düşürür,
- b) Buzun erimesi balığın soğuk ve temiz suda yıkanmasını, kan, bakteri ve mukozadan temizlenmesini sağlar ^(2,19,20).

Yeni yapılmış deniz suyu buzunun sıcaklığı -5/-9°C'dir. Bu sıcaklık derecesinde buz iki fazdan oluşur. Düşük tuz içerikli katı buz kristalleri arasında, donmamış oldukça konsantre tuz çözümü bulunur. Deniz suyu buz, bu nedenle sütümsü saydam olmayan bir yapıda, yumuşak ve ıslaktır. Bekletme ve

depolamada sıvı faz yavaşça akar ve kalan tortu buza dönüşür. Deniz suyu buzu pratikte modern buz üretim tesislerinde üretilir. Temiz deniz suyunda bulunan mikroorganizma içeriği çok azdır. Düşük sıcaklıklarda erime entalpisinin düşmesi ile, tatlı su buzuna göre daha hızlı soğutma yapar ve daha düşük sıcaklıklara erişilir. Bundan dolayı deniz suyu buzuyla herhangi bir donma belirtisi olmaksızın uzun süreli soğutmaya erişilir. Deniz suyu buzu özellikle kısa süreli depolama için uygundur. Bu nedenle balık miktarının % 10-15'i kadar buz ilavesi önerilir⁽⁶⁾.

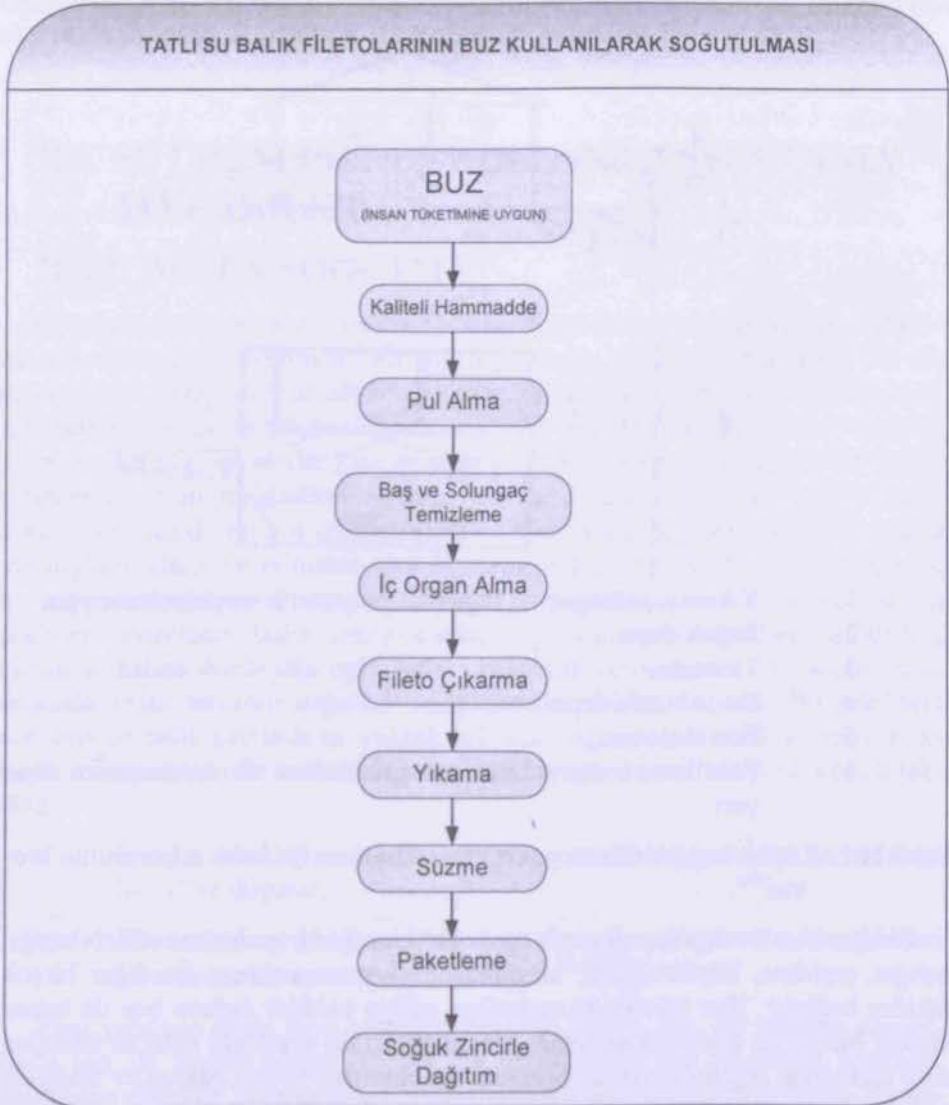


1. Yıkama, solungaç, iç organ alma, garnitür ve paketleme yeri,
2. Soğuk depo,
3. Tuzlama,
4. Parça buzda depolama,
5. Buz makinesi,
6. Paketleme materyalinin, tuz çuvallarının vb. malzemenin depo yeri.

Şekil II.1: Küçük boy balıkların paketlemesini yapan bir balık işletmesinin kroki⁽¹⁸⁾.

Balığın buz ile depolanmasında taze olarak ne kadar muhafaza edilebileceği; balığın çeşidine, büyüklüğüne, mevsime, beslenme şartlarına ve diğer birçok faktöre bağlıdır. Buz içerisinde muhafaza edilen balıklar sadece buz ile temas etmeli, birbiri ile fazla olarak temas etmemelidir. Bu şekildeki balıklar istenilen süre içerisinde soğutulamazlar. Sonuçta ise kokuşma yapan bakteriler faaliyete geçerek hoş gitmeyen kokular meydana getirirler. Balıkların ve işlenmiş su ürünlerinin buz ile muhafaza işlemleri Şekil II.2'de görülmektedir^(17,21).

Buzla soğutma işleminde istifleme oldukça önemlidir. Balıkların aşırı istiflenmemesine özen gösterilmelidir. Bir tabaka balık bir tabaka buz olarak istiflenmeli ve bu tabaka 1 metreyi geçmeyecek şekilde olmalıdır. İstifleme sırasında küçük buz parçaları kullanılırsa soğutma işlemi hızlandırılmış olmaktadır. Bu şekilde istiflenen balıklarda ısı derecesi 0 / 2°C civarında olmaktadır⁽²²⁾. Doğu Almanya açık deniz balıkçılığında soğutmada ilave edilen buz miktarı Tablo II.2’de görülmektedir.



Şekil II.2: Tatlı su balık filetolarının buz kullanılarak soğutulması⁽²⁰⁾.

Tablo II.2: Doğu Almanya açık deniz balıkçılığında soğutmada ilave edilen buz miktarının ortalama değerleri⁽⁶⁾.

Mevsim	Balık miktarına buz ilavesi (%)
Ocak-Mart	20-25
Nisan-Mayıs	30-40
Haziran-Ağustos	100
Eylül	75
Ekim	50
Kasım-Aralık	20-25

Buzlama sırasında dikkat edilecek önemli noktalar depolama derinliği ve gerekli hijyenin gösterilmesidir. Parçalanma ve ağırlık kaybını önlemek için balık ve buzun derinliği azaltılmalıdır. Aynı zamanda sınırlı olan derinlik ve yeterli bir drenajla en alttaki balıkların erime suyuna maruz kalması engellenmiş olunur. Buzlama sırasında kullanılacak buzun niteliği oldukça önemlidir. Buz üretiminde kullanılacak su, içme suyu kalitesinde olmalıdır⁽⁶⁾.

Balıkların muhafazasında kullanılan buz içerisine sodyum benzoat, sodyum propiyonat, sodyum nitrit, hipoklorit, hidrojen peroksit, sülfonamidler ve antibiyotikler gibi kimyasal koruyucular ilave edilebilmektedir. ABD ve Kanada'da balıkların muhafazasında kullanılan buz içerisine belirli miktarlarda tetrasiklin katılmasına izin verilmektedir⁽²³⁾.

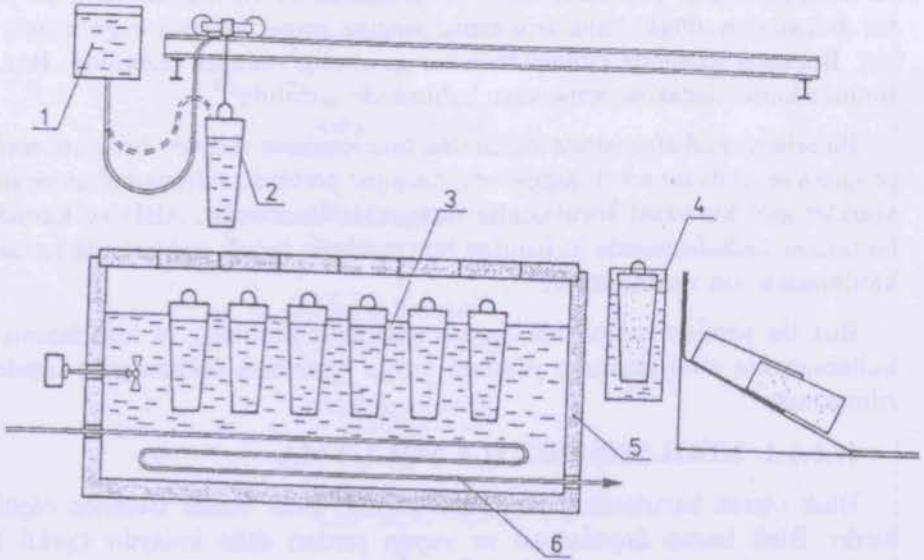
Buz ile yapılan soğutmada, çeşitli şekillerde üretilmiş ve hazırlanmış buz kullanılmakta olup soğutma yöntemi buzun hazırlanış şekline göre isimlendirilmektedir.

II.6.1.1. KIRILMIŞ BUZ İLE SOĞUTMA

Blok olarak hazırlanmış buzlardan yapılır. Blok buzlar istenilen ölçülerde kırılır. Blok buzun depolaması ve yapım şartları daha kolaydır (Şekil II.3). Yoğunluğu ise yaklaşık 720 kg/m^3 'tür. 25 kg'dan, 100 kg'a kadar ve daha fazlası üretilmektedir. Genellikle buz parçalarının ebatları 6-50 mm kalınlığında olur ve düzgün olarak kırılmış olmalıdır. Balıklara uygulandığı zaman ağırlığı ile balıkların ezilip zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Parçalanmış buzların sivri kenarları, balıkla iyi bir kontage geçemeyip, yeterli soğutma yapamamaktadır. Bu tip buzlar pulsuz yada hassas olan balıkların zedelenmesine neden olabilmektedirler. İnce bir şekilde kırılmış olan buz ise soğutma için en uygun olanıdır. Daha iri olarak kırılmış olanlardan daha çabuk erir ve balıklarla daha çabuk temas geçerek etkili bir soğutma yapar. Kırılmış buz ile depolamanın avantajlarından biri de, buz sadece balık vücudunu soğutmayıp aynı zamanda eriyen buz suyu aşağıya doğru akarak balık yüzeyindeki yapışkan mukus tabakadaki bakterileri de yıkar. Ayrıca balığın dış

yüzeyinde oluşabilecek dehidrasyon, acılaşma ve oksidasyonun oluşmasını engeller. Eğer oda sıcaklığını $-3/-4^{\circ}\text{C}$ gibi düşük sıcaklıklara soğutucular ile soğutulursa buz hiçbir zaman erimeyecek ve bu durum sonucunda da balık kasları yarı donmuş duruma gelerek kas dokusuna zarar vermiş olacaktır. Balığın buz ile depolanmasında taze olarak ne kadar süre kalabileceği, balığın türüne, beslenme şartlarına, büyüklüğüne, mevsimsel şartlar vb bağlıdır. Eğer balık yakalandıktan hemen sonra uygun olarak gerekli işlemlere tabii tutulursa buz ile depolama sonucunda 2-3 hafta depolanabilir. Küçük balıklar buz içerisinde 14 gün muhafaza edilebilmektedir.

Pratikte buzlama uygulaması bir kısım buz iki kısım balık şeklinde yapılmaktadır^(2,4,22,24,25).

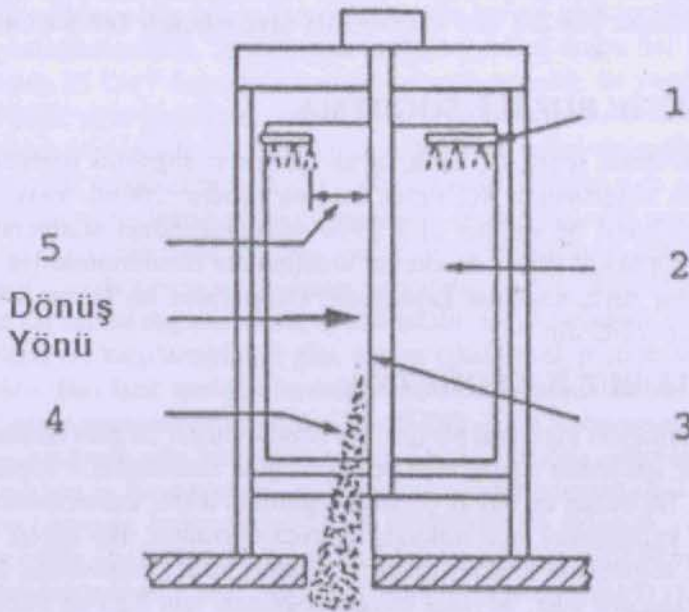


1. Buz kalıplarını doldurma tankları
2. Buz kalıpları
3. Dondurma çözeltisi
4. Çözündürme tankı
5. Yalıtım
6. Soğutucu.

Şekil II.3: Blok buz yapımı⁽²⁾

II.6.1.2. YAPRAK BUZ (FLAKE ICE) İLE SOĞUTMA

Modern su ürünleri işleyen tesislerinde, üretimi son derece pratik ve balığın yüzeyinde daha fazla etkiye sahip olduğundan özellikle yaprak buz kullanımı tercih edilmektedir. Yaprak buz üretimi, soğutulmuş yuvarlak pürüzsüz bir yüzeyde ince tabakalar halinde suyun dondurulması ve 2-3 mm kalınlıklarındaki buzun bıçaklar vasıtasıyla kazınması şeklinde olmaktadır. Modern yaprak buz makineleri, genellikle vertikal silindirik bir evaporatörü içermektedir (Şekil II.4). Buz üretimi iç, dış ve her iki tarafta birden olabilmektedir. Bu makinelerin kapasiteleri çok değişken olup, 100 kg/gün den, 60 t/gün kadar çıkabilmektedir. En büyük soğutma gücüne sahip buz çeşitlerinden birisi olup, yoğunluğu 480 kg/m^3 'tür. Kullanımı son derece kolay olup, balık aralarına ve yüzeylerine kolayca temas edebilir^(2,20).



1. Su püskürtücü
2. Buz üretici hazne
3. Buz kırıcı
4. Buz muhafaza yeri
5. Soğutma bölgesi.

Şekil II.4: Yaprak buz makinesi⁽²⁰⁾

II.6.1.3. TÜP BUZ İLE SOĞUTMA

Soğutulmuş bir tüp içerisinde tüp veya silindirik biçiminde buzun oluşturulmasıdır. Boyutları 40 mm x 40 mm civarlarındadır.

II.6.1.4. SULU KIRMA BUZ (PACK ICE) İLE SOĞUTMA

Islak bir formdaki buz olup ya bu şekilde kullanılır yada sıkıştırılarak ufak kalıplar haline getirilerek kullanılır.

II.6.1.5. KEPEK BUZ (SCALE ICE) İLE SOĞUTMA

Bu buzı yapan makine de çift cidarlı eksenli etrafında döner bir tambura sahiptir. Tambura cidarları arasında doğrudan doğruya genişleyen amonyakla -18°C'ye daha aşağı sıcaklıklara kadar soğutulurlar. Soğuk tamburun üzerine su püskürtülür. Su bu arada tamburaya değerek donmaktadır. Kazıyıcı bıçaklar yardımıyla da oluşan buz 2-3 mm kalınlığında ufak parçalar halinde hazırlanmaktadır.

II.6.1.6. ÖTEKTİK BUZ İLE SOĞUTMA

Özellikle dondurulmuş sebze, et, balık, tavuk gibi derin soğukluk dereceleri isteyen yiyeceklerin taşınmasında kullanılan özel bir buzdur. 100mL suda 29g mutfak tuzunun eritilmesi ile yapılan 21.1 bome yoğunluğundaki salamuranın -25°C' den düşük soğukluk yapan dondurma tünellerinde dondurulmasıyla oldukça kullanışlı bir derin soğutma kaynağıdır. Oluşturulan bu buzun erime derecesi ise yaklaşık -21°C'dir.

II.6.1.7. PELTE BUZ İLE SOĞUTMA

Bu buz jelatin halindeki kimyasal bir içeriğin dondurulması ile elde edilmektedir. Plastik kaplar içerisinde dondurulan pelte buz gıda maddelerinin soğutulmasında kullanılır. Bu buzun en büyük özelliği soğutulup tekrar kullanılabilmesidir. Buzlama da kullanılacak buz miktarı, oldukça önemlidir. Bir kg ılık bir balıktan -20 °C'ye soğutmada uzaklaştırılan ısı miktarı 80 KJ olmaktadır. Buz erirken 333 KJ/kg absorbe eder, böylece balığın soğuması için 0.25 kg buz gerekmektedir. Buz ağırlığının balık ağırlığına oranı 1:4 ten, 1:1' e kadar değişebilmektedir^(2,9,21).

II.6.2. SOĞUTULMUŞ DENİZ SUYU İLE SOĞUTMA

Buz yerine soğutulmuş deniz suyu kullanılarak balıkların tazelikleri korunabilmektedir. Bu depolama sistemi çok kullanışlı olup balıkların depolanması sırasında kalitenin korunması için çok uygundur. Özellikle balık avının çok olduğu dönemlerde bu yöntemin faydaları görülmektedir. Suyun soğutulması için iki yöntem kullanılır:

- a) Isı değişimi ile mekanik soğutma (RSW),
- b) Suyun buz ilavesi ile doğrudan soğutulması (CSW)

Su ürünlerinin soğutulmuş (0°C) ve sirküle edilen deniz suyunda soğutulması ticari koşullarda kırılmış buzla soğutmadan daha etkilidir. Bu şekilde soğutma yönteminde balık tam olarak su içerisinde soğutulduğundan dolayı ısı transferi daha hızlı olmaktadır. Denizden çıkarılmış balıkların başları kesilip iç organları çıkarıldıktan ve deniz suyu ile iyice yıkandıktan sonra -2 /-4°C'ye kadar soğutulmuş deniz suyu içerisine atılmakta ve deniz suyu kompresör ile soğutulmaktadır. Balık/su oranı genel olarak 3/1 ile 4/1 oranıdır. Su sirkülasyonu, bütün tank içerisinde sıcaklığın sabit kalmasını sağlar. Bu, balık/su oranı 4/1 olduğunda yeterince etkili olmaktadır. Su sirkülasyonu için çeşitli düzenlemeler kullanılır. Burada dikkat edilecek nokta, su akışının balıklar tarafından bloke edilmesidir. Bunun için bölme metal levhaların her m³ tank içeriği için 0.25 m² olarak yerleştirilmelidir. Sirkülasyon aşağıdan yukarı doğru her 100 ton balık için ortalama 25 L/s⁻¹ kapasiteli santrifüj pompa aracılığı ile yapılır. Borular galvanize elik veya plastikten oluşmalıdır. Soğutma cihazı, av materyalinin sıcaklığını hızlı bir şekilde 5°C'nin altına soğutmayı sağlayabilmelidir. Depolama sıcaklığı 0°C ya da daha iyisi -1°C' de olmalıdır. Balığın suda soğutulması eriyen buzdakine göre daha hızlı olabilmektedir. Bunun kapasite sınırı soğutma cihazının mekanik sistemine bağlıdır. Soğutma ya buzun suya katılması ile ya da soğutucu cihazla suyun soğutulması ile yapılır. Her iki durumda da soğutma cihazının kapasitesi değişik olarak ayarlanabilir. Böylece büyük miktarlardaki soğuk gereksinimi karşılanabildiği gibi, ortaya çıkabilecek problemlerde özömlenebilecektir. Buz tank içerisine konulur. Minimum sıcaklık su/buz karışımının erime noktasıyla tespit edilir ve bu da -1/1.5°C'dir. Tatlı su buzunun, sistemin tuz miktarını azaltmak gibi bir yararı vardır. Deniz suyunda depolama konteynerlerde de yapılabilir. Konteynerler izole edilmiş alüminyumdan ve 2 m³ hacimde yapılırlar. Limanda konteynerler buzla doldurulur ve avlanma yerinde deniz suyu ilave edilir. Bu su-buz karışımında 1350 kg'a kadar balık depolanabilir. Limana gelindiğinde konteynerler gemiden alınarak nakliye aracına yüklenir.

Suyun donmaması için de önceden içerisine bir miktar tuz ilave edilerek donma noktası yükseltilmektedir. Balıkların soğuk salamura içerisinde bırakılacağı süre balığın büyüklüğüne göre değişmektedir. Balıkların salamurada kalma süresi, balığın orta nokta sıcaklığının 0°C'ye düşürölmesi ile ölçölmektedir. Bu şekilde soğutulan balıklar daha sonrasında kasalara dizilerek nakliyesi yapılmaktadır. Bu soğutma yönteminin en önemli avantajı ısıyı çok iyi iletmesi ve balıkları çok hızlı soğutmasıdır. En önemli dezavantajı olarak ta balıkların tuzlu su içerisinde bekletme süresinin fazlalılığında balık etine tuzun geçmesidir. Tuzun balık tarafından alınma miktarı çok çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlardan

balığın büyüklüğü, cinsi, işleme şekli, depolama süresi ve balık/su oranı en önde gelen etkenlerdir. Özellikle kesilmiş balığın kesit yüzeyinde tuz alımı olmaktadır. Balık/su oranının 4/1 olmasında absorbe edilen tuz miktarı hiçbir zaman % 1' in üzerinde olmamaktadır. Bu oranlarda tuz geçişi önemsizdir. Depolama suyuna yaklaşık % 2 karboksimetilselüloz ilave edilirse balığın su alımı azaltılabilmektedir. Deniz suyu ile doldurulmuş tanklarda çok hafif oranda anaerob oluşur. Bundan dolayı mikroorganizmaların gelişimi kalitatif olarak çok az değişir. Kokudaki değişim de oldukça az olmaktadır. Çok sınırlı miktarlarda oksidasyon oluşumu söz konusu olabilmektedir^(6,9,26).

II.6.3. SU-BUZ KARIŞIMI İLE SOĞUTMA

Balığın blok veya kırılmış buz ile karıştırılmış musluk yada deniz suyunda içerisinde soğutulma işlemidir. Su-buz karışımı ile soğutmada dikkat edilecek noktalar şunlardır:

1. Karışımın sıcaklığı 0°C civarında olmalıdır.
2. Balık ve deniz suyunun soğutulmasında gerekli olan buz miktarı; yaklaşık olarak şu şekilde hesaplanır.

Bm: Balık ağırlığı

Dm: Deniz suyu ağırlığı

$$Buz = \frac{Bm + Dm \times DenizSuyu}{80} \text{ } ^\circ C$$

3. Balık etinin iç kısımları soğur soğumaz balık taşıma kutularına aktarılmalı ve kırılmış buz ile depolanmalıdır. Aksi durumda ölüm sertliği biter bitmez su ve tuz kas içine girerek protein denatürasyonuna sebep olur.
4. Balık su içerisinde uzun süre bekletilirse ağırlık artışı olmaktadır.
5. Balık, su ve buz içerisinde soğutulmadan önce, mukus, kan ve iç organlarından temizlenmelidir. Kullanılan suyun sıcaklık ve bulanıklılığı dikkatli kontrol edilmeli, su ısınmadan ve kirlenmeden devamlı değiştirilmelidir^(4,22).

II.6.4. KURU BUZ İLE SOĞUTMA

Kuru buz, karbondioksitin katı formudur. Karbondioksit, diğer gazlar gibi sıvı, katı ve gaz olarak çeşitli şekillerde olabilmektedir. Sudan yapılan buz, soğutacağı ortamda alacağı ısı karşısında eriyerek bir ıslaklık oluşturmaya karşılık, kuru buz, soğutacağı ortamda ısıyı alarak buharlaşması sonucu gıdayı soğu-

tup ıslaklık oluşturmamasından dolayı bu ismi alır. Kuru buz yüksek basınç altında karbondioksit gazının özel cihazlarda yoğunlaştırılması ile elde edilmektedir. Karbondioksit buzunun soğutma gücü oldukça büyük olup, 1 kg normal buz 0°C'de 80 kcal alabileceği halde, 1 kg karbondioksit buzu 152 kcal alabilmektedir. Sanayi de oldukça pahalıya mal edilmesi en büyük dezavantajlarından birisidir. Faz değişimi direk gaz haline geçiş şeklinde olduğundan dolayı balıklara uygulandığında ısı değişimi kontrol edilememektedir ve kapalı yerlerde çalışıldığında boğucu etki yaratabilmektedir^(5,27). Kuru buzun termo-fiziksel özellikleri şu şekildedir:

750 mm Hg basıncında süblimasyon sıcaklığı:	-78.5°C
Yoğunluk:	1.3-1.56 kg/L
Latent erime ısısı:	140-154 kcal/kg
Erime Noktası:	-56.6°C (P: 5.28 atm basınç altında)
Ağırlık:	1.3-1.5 kg/L
Soğutma sıcaklığı değişim aralığı:	-70/+10 °C
100 kcal soğutma için gerekli olan materyal ağırlığı:	0.6 kg ⁽²⁸⁾

II.6.5. YÜKSEK NEMLİ HAVA İLE SOĞUTMA

Isı transferi daima ısı yayan, depolanan üründen, sirküle eden soğuk hava yönüne doğru olur. Bu sırada depoya doymamış bir durumda giren hava nedeniyle depolanan üründen soğuk havaya doğru bir nem transferi yani ürünün ağırlık kaybı söz konusu olmaktadır. Yavaş soğutmalarda ağırlık kaybı daha çok olur. Doğal hava hareketinde soğuma daha yavaş seyredir. Soğuk ısının elde edilmesinde başlıca iki tip soğutucu ünitesinden yararlanılır. Bunlar; Buhar kompresyon sistemi ve buhar absorpsiyon sistemidir. İşletmelerde en yaygın olarak kullanılanı ise kompresyon sistemidir. Yüksek nemli ön soğutma sisteminde, soğutma aracı olarak kullanılan hava, soğuk su ile temas ettirilmekte ve böylece yoğun ısı ve kütle transferi yoluyla hava bir yandan soğutulmakta ve bir yandan da nemle doygün hale getirilmektedir. Yüksek nemli ön soğutma sisteminin başlıca çalışma prensibi şöyledir: Su tankından bir pompa yardımıyla alınan su, bir püskürtme sistemi ile buharlaştırıcı üzerine verilir. Bu sırada su hızlı bir şekilde soğur ve buharlaştırıcı borularında bir buz katmanı oluşur. Bu buz katmanının kalınlaşması, sürekli kontrol altına alınarak su sıcaklığı 0°C civarında tutulması sağlanır. Fanla ön soğutma odasından emilen hava buharlaştırıcıların üzerine gönderilir. Burada hava soğutulur ve gerekirse nemlendirilir. Soğutulan ve nemlendirilen hava damla tutucudan geçirilerek su damlalarına ayrılır. Bu çevirim soğutma odasına verilerek ürünlerin soğutulması sağlanır. Yüksek

nemli hava ile soğutma sistemlerinde; donma tehlikesi olmaksızın ürün 0°C'ye kadar soğutulabilmektedir. Sıcaklık daima 0°C'nin üzerinde olduğu için soğutucu üzerinde herhangi bir aşırı buz birikimi olmayacaktır. Yüksek nemle soğutma sisteminde sıcaklık 1°C'de, bağıl nem de %100 düzeyinde tutulabilmektedir. Paketlenmemiş ürünler uzun süreli depolamada kuruyabilirler ve havanın özelliklerine bağlı olarak mikrobiyel kontaminasyonda mümkün olabilmektedir. Tüm balık ürünleri soğuk havada belirli bir süre depolanabilirler. Bunun yanında bu yöntem özellikle işlenmiş ürünlerin depolanmasında da kullanılır. Ayrıca farklı üretim yöntemleri de (tuzlama, marinasyon vb) soğuk koşullarda yürütülebilmektedir^(5.6.29).

II.6.6. DERİN SOĞUTMA

Derin soğutma açık deniz balıkçılığında yakalanan balıkları muhafaza etme işleminde kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Balığın sıcaklığının homojen bir şekilde buzun erime noktasının biraz altına (-2/-4°C) düşürülmesidir. Bu şekilde balığın depolama ömrü uzatılmaktadır. Balık eriyen buz içerisinde tutulduğunda sıcaklığı düşmektedir. Bu depolamada, depolama süresi 30 gün ve daha fazla olabilmektedir. Derin soğutma, buzda veya deniz suyunda yapılabilir. Birinci durumda sıcaklık düşüşü deponun soğutulması ile elde edilir. Deniz suyunda ise tuz ilave edilerek, uygun kriyoskopik sıcaklığa kadar düşürülür. Burada soğutma genellikle soğutucu cihazla yapılır. Tuz, kan ve diğer maddeler sıcaklığı, tatlı su buzunun erime noktasının biraz daha altına indirir. Balık ve buz kütlesi biraz daha soğutulduğunda balıkta suyun bir kısmı donmaya başlar ve sıcaklık düşer. Balık etinin yavaş dondurulması, buz kristallerinin büyük parçalar halinde oluşarak balık kasına zarar vermesinden ve taze balığın normal görünüş ve lezzetini azalttığından dolayı istenmez. Süper soğutma ile balıktaki suyun yalnızca yarısı dondurulur. Geminin güvertesinde süper soğutma uygulanmadan önce balık buz içerisinde depolanmış olmalı ve daha sonra karışım sıcaklığı mekanik soğutma ile azaltılmalıdır^(4.6.30).

II.7. ÖN SOĞUTMA

Ön soğutma sistemlerinde toplam ısı yükü üründen, çevreden, konteynerden, hava filtrasyonundan, lambalar, fanlar ve pompalar gibi ısı üreten kısımlardan meydana gelir. Bir ön soğutma sisteminde ısı yükünün büyük bir kısmı ürünün ısı yükünün bir parçasıdır. Bununla beraber tam bir ön soğutma söz konusu olabilmesi için gerekli soğutma süresi birkaç saat aşıldığında, ürün sıcaklığının tam olarak saptanması ısı yükü hesaplarının kesin yapılmasında temel teşkil eder. Çünkü ön soğutma koşulları ile ürün arasındaki bağıntı konveksiyon ve kondüksiyonla ısı transferini içerir.

Ön soğutma sırasında ürünün içinde bir sıcaklık farkı vardır. Bu sıcaklık farkı ürün özelliklerinin, yüzeydeki ısı transferi parametrelerinin ve soğutma süresinin bir fonksiyonudur. Örneğin su ile soğutmanın başlangıç evresinde, ısı ürünün dış kısımlarından hızla uzaklaştırılır. Merkez sıcaklığı henüz hemen hiç değişmediği halde yüzeydeki sıcaklık hızla değişir. Bundan dolayı ürün kütlesinin sıcaklık ortalaması ısı yükü hesaplanmasında kullanılmalıdır. Burada en büyük faktör ürünün soğutulması için gerekli olan enerji miktarıdır. Ön soğutma sonrası; soğuk depolamada ekonomik olmakta ve ürünler optimum bir şekilde kalite kayıplarına uğramadan depolanmaktadır.

Ürünün donma noktası soğuk hava deposuna girebilecek olan en düşük sıcaklığın belirlenmesidir. Normal soğutma sisteminde hızlı soğutma ancak buharlaştırıcı sıcaklığının düşürülmesi ve hava hızının artırılması ile mümkün olmaktadır. Fakat bu durumlarda gereğinden fazla nem kaybı söz konusu olmaktadır.

Ön soğutma süresinin belirlenmesinde yarı soğutma süresinin önemi oldukça fazladır. Yarı soğutma süresi, bir soğutma işleminde soğutucu madde ile gıda maddesinin başlangıç sıcaklıkları farkının yarıya indirilmesi için geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Bir soğutma işleminin etkinliği yarı soğutma süresi ile ifade edilir. Yarı soğutma süresi ürün ve soğutucu madde sıcaklığı ile hava hızı ve paketlerdeki hava geçme boşluklarının alanına ve ürünün özelliklerine bağlıdır⁽⁵⁾.

II.8. SOĞUTMA TEKNİKLERİ

Soğutma sisteminin esası gazların yoğunlaşma sıcaklıklarının basınca göre değişmesine dayanmaktadır. Uygulamalarda en yaygın olarak kullanılan sistem, uygun maddelerin buharlarının sıkıştırılarak, artan ısısının alınması ve soğutma devresinin absorpsiyonudur.

Soğutma sisteminde kullanılan akışkanlara soğutkan denilir. Soğutkanlarda aranan başlıca özelliklerle ise ucuz ve kolay temin edilebilir olması ayrıca kaçak durumlarda kolayca farkına varılmasıdır. Örneğin amonyak kaçırımlarında kolayca farkına varılırken freon kaçaklarında kaçak kolayca tespit edilememektedir. Soğutma materyali olarak genellikle freon (diklordiflormetan ve monoklordiflormetan), metan, propan ve amonyak kullanılır. Mekanik soğutma sisteminde soğutucu gaz kompresör tarafından sıkıştırılarak borular yardımıyla kondansöre gönderilir. Kondansörde soğutulurken sıvılaştırılır ve başlangıçta sahip olduğu ısı enerjisini kaybeder. Sıvı durumdaki soğutucu genellikle giriş ve çıkış valfleri bulunan yüksek basınca dayanıklı bir silindir içerisinde depolanır. Yüksek basınç altındaki sıvı soğutucu, kontrollü bir akış altında soğutucu sıvı

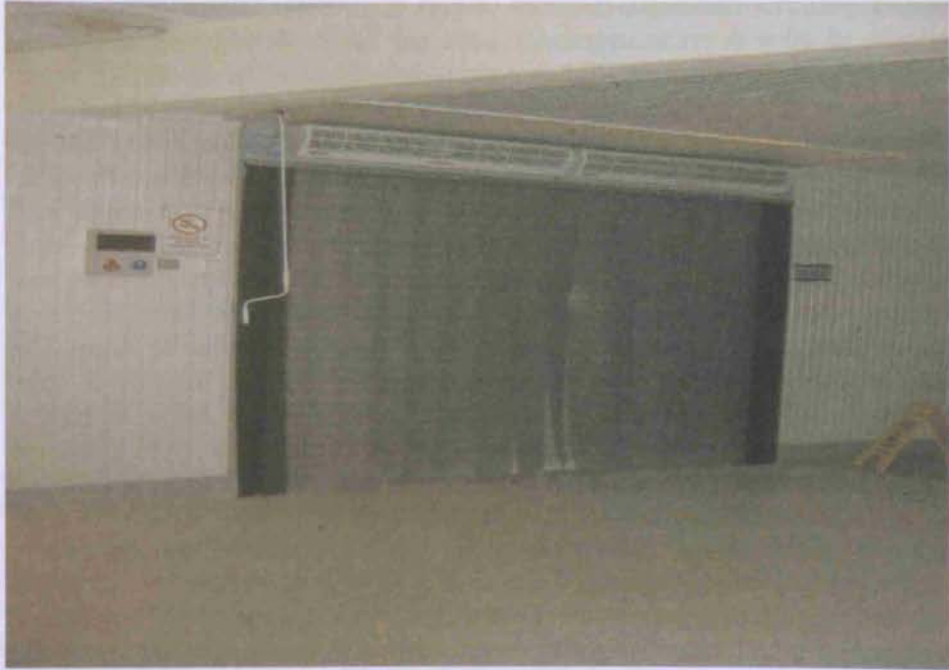
tankına gelir ve buradan genleşme valfine geçer. Genleşme valfinden basınç düşürülür ve sıvı durumdaki soğutucu düşük basınç altında atomize sıvı-gaz durumuna geçer ve evaporatör yada soğutucu adı verilen soğukluğun elde edileceği kısma gelir. Evaporatör normalde bir kaynatıcı olup burada sıvı-gaz durumundaki soğutucu tamamen gaz haline geçer ve bu arada soğutucudan ısı enerjisi alınır. Soğutucu soğurken gaz bir miktar ısınır ve daha sonra kompresör tarafından emilir. Bu şekilde devre tamamlanmış olur. Bu işlem sürekli tekrarlanarak soğutucudaki sıcaklık düşürülür, alınan ısı enerjisi kondansördeki soğutma suyuna verilir. Evaporatörler genellikle otomobil radyatörleri şeklinde, dış yüzeyi geniş olacak şekilde yapılır. Böylece çevresinde bulunan hava veya sıvıyı etkili bir şekilde soğuturlar. Soğutucudaki buharlaşma sıcaklık derecesi -18°C olabilir. Bu sıcaklık derecesinde buharlaşmanın sağlanabilmesi için 1.1 kg/cm^2 diklordiflormetan (Freon 12) için 0.63 kg/cm^2 dir. Bu basınçlar sağlanınca soğutucu madde buharlaşır ve çevreden buharlaşma için gerekli ısıyı alarak soğutur. Kompresör tarafından tekrar emilen soğutucu gaz tekrar sıkıştırılıp, basıncı artırılarak tekrar kondansöre gönderilir. Bu sırada basınç amonyak için 10.5 kg/cm^2 diklordiflormetan (Freon 12) için 6.3 kg/cm^2 olmalıdır. Kondansöre gönderilen basınçlı ve sıcaklığı artmış olan gaz bir ısı değiştirici olan kondansördeki atmosfer basıncındaki su ile soğutularak yoğunlaştırılır. Buharlaşma basıncı depolanacak ürün için gerekli olan düşük sıcaklığın derecesine ve soğutma veya dondurma hızına bağlıdır. Soğutucu veya dondurucularda gıdadan evaporatöre ısı aktarım oranları sıvı veya gazın dolaşım hızına ve sıcaklık farkına dayanır. Hava için ısı aktarım katsayısı, hareketsiz havada $5 \text{ kcal/m}^2 \text{ saat } ^{\circ}\text{C}$, hareketli havada $15-40 \text{ kcal/m}^2 \text{ saat } ^{\circ}\text{C}$ dir. Soğutma kapasitesini, ifade eden standart birim bir ton soğutma olarak bilinmektedir. Bir ton soğutma, 0°C deki bir ton suyun aynı sıcaklıktaki ve eşit ağırlıktaki buza gizli ısının uzaklaştırılarak dönüşmesinin 24 saatteki eşdeğerleridir. Standart soğutma; tonu 24 saatte 72.576 kcal , dakikada 50.4 kcal soğutmadır^(1,4,29).

Buharlaştırıcı bir sıcaklık değiştiricisidir. Hava soğutucusu olarak kullanıldığında (soğuk ve donmuş depolar, soğutucular, hava akımlı dondurucular) hava nemi kırağı şeklinde buharlaştırıcıda yoğunlaşır. Bu durum cihazın kapasitesini önemli ölçüde düşürür. İzole olmuş kırağı tabakasının sürekli olarak çözündürülmesi için bir donanım kullanılır (Örneğin elektrikli ısıtma, soğutma materyalinin dönüşüm yolunun değiştirilmesi, sıcak hava, buhar gibi). Genel olarak soğutma cihazının etkinliğini aşağıdaki faktörler belirler.

1. Soğutma materyalinin buharlaşma ve sıvılaşma sıcaklığı,
2. Kompresör ve cihazın verimliliği,
3. Buharlaştırıcının çözünmesi,
4. Uygun dondurucu ve soğutma cihazının seçimi⁽⁶⁾.

II.9. SOĞUK DEPOLARLA İLGİLİ KURALLAR

Soğuk hava depoları, soğukta saklama koşullarını oluşturmak üzere soğutucu üniteleri, nemlendirme aletleri bulunduran ve ısı iletimin önlemek üzere duvarları, tavan ve tabanları izole edilmiş depolardır. Diğer muhafaza yöntemlerinde olduğu gibi soğuk muhafaza yönteminde de kalite düzeltilememektedir. Fakat ürünün mevcut kalitesi belirli bir süre muhafaza edilmektedir. Soğuk depolar kurulurken depolayacağı gıdaya göre hesap yapılmalıdır. Eğer bu depolarda hammadde depolanacaksa üretim yerlerine yakın olmalı (bu arada ulaşım ve dağıtım sorunlarına da dikkat edilmelidir), su ürünlerinin depolanması durumunda kıyı şeritlerine veya satış bölgelerine yakın olmalıdır. Balıkların soğukta muhafaza yöntemi ile depolanması hakkında yapılan çalışmalar sonucunda küçük boy balıkların, büyük boy balıklara göre daha uzun süre depolanabilecekleri ortaya çıkmıştır. Su ürünlerinin muhafaza edileceği odaların, satış işlemleri dışında veya değerlendirme ve paketleme sonrası muhafazalarına imkan verebilen uygun teknik ve hijyen şartlarına sahip özelliklerde olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 2.5)^(1,31).



Şekil II. 5: Soğuk depo

Soğuk hava kullanılarak yapılan depolamanın avantajları başlıca şunlardır:

1. Harcanan iş gücünün azalması,
2. Soğuma süresinin kısılması,
3. Daha kaliteli ürün elde edilmesi,
4. Fire oranının daha az olması,
5. Hızlı soğumadan kaynaklanan yüzey mikroorganizmalarının önlenmesi,
6. Ürünün dayanma süresinin uzaması⁽¹⁰⁾

Su ürünleri işletmeleri için kurulacak olan soğuk hava depolarının büyüklükleri (kapasiteleri) ve oda sayıları, balıkların miktarına göre tespit edilmelidir. İyi bir soğuk hava deposunda izolasyon yeterli olmalı, izolasyonda imkan dahilinde ısı iletim katsayısı düşük maddeler kullanılmalıdır. Depoların dış duvarları çift katlı yapılmalı ve iki kat arasındaki boşluk izolasyon maddesi ile doldurulmalıdır. Bölme kapıları iyi kapanmalı ve hava geçirmemelidir. Özellikle kontrollü atmosfer altında muhafaza yapılan depolarda kapılar hermetik olmalı, gerektiğinde kullanılan kimyasal maddeleri uzaklaştırmak için havalandırma düzeni bulunmalıdır⁽¹¹⁾. Yükleme, boşaltma yapacak araçların ihtiyaçlarına cevap verebilecek yanaşma rampaları, manevra ve park alanı bulunmalıdır. Kapasiteleri, girecek ve çıkacak ürüne uygun, tek veya çift kapılı, ön soğutma ve soğutma bölümleri mevcut olmalıdır. Soğuk depo tesisinde bol ve temiz tazyikli su bulunmalı, zemin ve duvarlar düzgün, pürüzsüz, su, yağ ve koku emmez malzemelerden yapılmış, kolay temizlenebilir ve yıkanır vasıflarda olmalı, rahat hareket edilebilen, kaymaz bir zemine sahip olmalıdır. Depolarda otomatik nem ve sıcaklık kaydetici bulunmalıdır. Göstergeler soğutmayı sağlayan sistemin veya ekipmanın bulunduğu yere göre en uzak mesafeye yerleştirilmelidir. Sıcaklık kayıtları sürekli izlenmeli, gerektiğinde denetim için hazır tutulmalıdır. Bu odalarda dondurulmuş ürünler muhafaza edilecek ise, sürekli kayıt veren bir sistem kurulmalıdır. Depoda kullanılan taşıma kap ve arabaları, alet ve ekipmanlar paslanmaz özellikte olmalı ve kolay temizlenebilir olmalıdır. Isı kaybını önlemek için soğuk odaların kapıları mümkün olduğunca az açılıp kapatılmalı, gereksiz personel girip çıkmamalı, aydınlatma lambaları az ısı ve ışık veren özellikte olmalı ve gerek olmadığı zamanlarda kapatılmalıdır. Günlük kullanım sonunda, soğuk odalar dışındaki bütün zemin ve duvarlar alet, malzeme ve diğer ekipmanlar basınçlı bol suyla, gerektiğinde uygun temizlik solüsyonları kullanılarak temizlenmelidir. Soğuk deponun tamamen boşalma durumunda, en az haftada bir defa temizlenmeli ve havalandırılması yapılmalıdır. Depo içerisindeki malzemeler giriş-çıkışı ve hava dolaşımını engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Depo içerisine koku yayabilecek maddeler yerleştirilmemelidir. Soğuk depoya ürün giriş çıkışlarında ilk giren, ilk çıkar prensibine devamlı uyulmalıdır. Ürünlerin soğuk depodan çıkarılması, yüklenmesi, boşaltılması veya akta-

rilması sırasında nem yoğunlaşması olamaması için hızlı çalışılmalıdır. Soğutulmuş ürünlerde meydana gelen kayıplar, yoğunlukla yüzeyden su buharlaşması ile oluşmaktadır. Bu kayıplar, ürünün türüne, beslenme şekline, etin kalitesi-ne, büyüklüğüne, soğutma ve depolama süresine, depo sıcaklığına, ortamın nisbi nemine vb bağlı olarak değişebilmektedir. Ette bulunan yağ miktarı ne kadar fazla ise fire miktarı da o kadar az olmaktadır. Fire değerinin azaltılması için soğuk oda sıcaklığının ve nisbi nem miktarının özelliklerinin sabit kalması-na özen gösterilmelidir⁽¹¹⁾.

II.10. SOĞUK MUHAFAZAYA ETKİLİ PARAMETRELER

Soğuk depolarda ısı transferinin soğutulmuş hava ile sağlanması kasaplık hayvan etleri, yaban ve kanatlı etleri soğuk odalarda depolanabilmelerine karşın su ürünleri, soğuk depolarda süratli yüzeysel kurumaya, görünüş, kalite ve ağırlık kaybına uğradıklarından depolanmaları oldukça zordur. Materyalin başlangıç kalitesi, bütün depolama yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde de oldukça etkilidir. Materyal ne kadar taze olursa, hijyenik koşullara ne kadar titizlikle uyulursa, mikroorganizma yükü de o denli düşük olacak ve raf ömrü de o kadar uzun olacaktır. Mikroorganizma yükünün her 1/10 azalışı, balığın raf ömrünü 2°C'de 5 gün arttıracaktır. Balık cinsinin bileşimi, yakalanma yeri, yaşadığı derinlik, yaşı, seksüel olgunluk durumu, beslenme durumu, su ve yağ içeriği, avlanma şekli, avlanma sonrası işlemler, iç organların temizlenmiş olması, yıkama, paketlenme yöntemi ve materyali gibi çeşitli etkiler depolama üzerine az ya da çok etkilidir. İç organları alınmış su ürünlerinin muhafaza sürelerinin tespiti-nde en önemli olan parametrelerden birisi depolama sıcaklığının uygunluğudur. Balık filetolarına ön soğutma işlemi uygulandıktan sonra depolara alınmalıdır. Eğer bu şekilde yapılmazlarsa depo sıcaklık ve neminde önemli olan değişimler meydana gelecektir. Soğutma işleminin uygun bir biçimde yapılabilmesi ve soğutulan ürünün daha dayanıklı olması için gerekli olan işlemlerden birisi de su ürünlerinin ambalajlanmış olup olmadığıdır. Eğer işlenmiş su ürünleri ambalajlanmadan soğutulduğu takdirde ürünün yüzeyinde kısa bir süre içerisinde kuruma meydana gelebilecek, bu durum da ürünün görüntüsünü ve kalitesini düşürecektir. Ürüne özgü bir ambalaj ile bu durumun önüne geçilmesi mümkün olmaktadır. Soğutulmuş balıkların paketlenmesinde en uygun olan ambalaj türleri, plastikten yapılmış ince esnek filmlerdir. Bu tip ambalaj materyallerinin selüloz, polietilen, polipropilen, polivinil klorid, polivinildin klorid, polyester, alüminyum folya ve laminantlar olarak bir çok türü bulunmaktadır. İyi bir soğuk depolamanın yapılabilmesi için ham materyalin başlangıçtaki mikrobiyel yükü, kimyasal bileşimi, sıcaklık, bağıl nem, depo içindeki havanın dolaşım hızı ve

depo atmosferinin bileşimi gibi parametreler ürünün etkili bir şekilde depolanması için kontrol altında tutulması, ortam koşullarının uygun biçimde yönlendirilmesi ve kontrollerinin belirli zaman aralıklarında yapılması ile mümkündür.^(10,17,32,33,34)

Artan et kalınlığına göre balığın depolanmasında aşağıdaki değişimler ortaya çıkmaktadır:

1. Doku suyu kaybı,
2. Dokunun yumuşaması,
3. Ezilmiş bölgelerde kan akışı ve doku parçalanmaları,
4. Şekil değişikliği⁽⁶⁾

Soğuk depolamaya etki eden parametreler 4 grup altında incelenebilir:

II.10.1. SICAKLIK

En etkili parametrelerden birisi depo sıcaklığıdır. Depolama sıcaklığı ne kadar düşükse muhafaza süresi aynı oranda uzun olmaktadır. Örnek olarak bazı su ürünlerinin 16°C ile -1°C arasında depolandıklarında, depo sıcaklığının her 4-6°C azalması balığın raf ömrünü iki kat artırmaktadır. Bundan dolayı depo sıcaklığının istenen muhafaza derecesine hızla düşürülmesi gereklidir. Bu işlem ise ön soğutma ile yapılmaktadır. Ön soğutma, aynı depo içerisinde yapılacağı gibi başka bir yerde de yapılabilir. Depo sıcaklık derecesi ile evaporatör arasındaki sıcaklık farkı en fazla 6°C olmalıdır. Bunun üzerindeki sıcaklık farkı üründe bozulmaya neden olabilmektedir. Belirlenen muhafaza sıcaklığının depolama süresince sabit tutulmasına özen gösterilmelidir. Depo sıcaklık derecesinin sabit kalması başta depoyu soğutan evaporatörün sıcaklık derecesine bağlıdır. Depo sıcaklığı devamlı kontrol edilmeli, sıcaklık değişimi $\pm 1^\circ\text{C}$ 'yi geçmemelidir. Depolama sıcaklıkları farklı olan ürünler bir arada depolanmamalı yani farklı sıcaklıklarda muhafaza edilebilecek ürünler aynı depo içerisinde bulundurulmamalıdır. Soğuk depolamada genel bir ilke olarak depolama derecesi donma noktasının 1-2°C üzerinde olmalıdır. Evaporatörün sıcaklık derecesi deponun soğuk ihtiyacına ve evaporatör yüzey alanına bağlı bir faktördür. Soğukta muhafaza işleminde gıdalar 2/-2°C'ye kadar soğutulurlar. Soğuma olayı gıdanın içerisinde konduksiyon ile yüzeyinde ise değişken ısı iletimli konveksiyon ile olmaktadır. Isı iletim ortamı genellikle hava olup, hava gıdadan ısı enerjisini alır ve evaporatör içerisindeki soğutucuya verir. Eğer buradaki hava hareket halinde ise gıdanın yüzeyinden evaporatöre konveksiyonla ısı aktarım hızı daha fazla olmaktadır. Bazı uygulamalarda ise sıvı içerisinde soğutma uygulanmaktadır. Bu işlemde gıda maddesi soğuk sıvı içerisine daldırılır. Sıvı içerisindeki ısı iletim katsayısı 250-500 kcal/m² olabilir. Hızlı soğutma yapılırken havanın sıcaklığı soğutmanın ilk devrelerinde donma noktasının altına düşebilmektedir. Ancak bu

durumda yüzeyde donma işlemi oluşmadan sıcaklık artırılabilir. Buradaki soğutma oranlarının hesaplanmasında;

- a) Yüzey ısı aktarım katsayısı,
- b) Gıdayı saran ambalaj maddesinin ısı akımına karşı koyduğu direnç,
- c) Sabit olmayan ısı aktarım eşitliği kullanılmalıdır. Gıda maddelerinin büyük bir kısmının şekilleri homojen olmadığından en fazla benzediği şekiller (silindir, küp, dikdörtgen vb) baz alınır, ısı iletim hesaplaması buna göre yapılır^(1,10,11,16,25,28).

II.10.2. NEM

Depolanan ürünün kalitesi ve dayanma süresi üzerine etkili olan parametrelerden birisi de depo atmosferinin nem oranıdır. Depo nem yüzeyi ile depolanın ürünün su buharı basıncı arasında devamlı bir denge bulunmaktadır. Ürünün su buharı basıncı, depo atmosferinin su buharı basıncından büyük ise denge sağlanıncaya kadar ürün devamlı olarak su kaybedecektir. Bunun sonucunda ise üründe bir ağırlık kaybı meydana gelecektir. Bundan dolayı ürünlerin soğuk depolarda depolanması esnasında, depo ortamının nem düzeyinin ürün nem düzeyinden daha yüksek olması gereklidir. Ağırlık kaybı ise depolamada istenmeyen bir durumdur. Deponun nem düzeyi tüm önlemlere rağmen zaman içerisinde azalır, bunu önlemek için ise depo içerisine düşük basınçlı buhar enjekte edilir. Soğuk depolamada nem ve sıcaklık değerleri birbirleriyle yakından ilgilidir. Depo sıcaklığının 1°C artması halinde bağıl nem düzeyi ortalama %6 civarında düşmektedir. Nem düzeyinin ayarlanmasında en önemli faktör evaporatör yüzey alanı büyüklüğüdür. Evaporatör yüzey alanının büyük olması durumunda Δt küçülür. Δt 'nin küçülmesi demek depo atmosferindeki su buharının evaporatör yüzeyinde kar haline gelmesini azaltır.

Su ürünlerinin yapısında yüksek oranda su bulunması bu ürünlerin % 90-95 bağıl nem içeren soğuk depolarda muhafaza edilmelerini mecbur etmektedir. Soğuk muhafaza depolarının nem içeriği çok iyi ayarlanmalıdır. Depo neminin iyi ayarlanmaması durumunda su ürünlerinin mukozası kuruyunca balık hoş olmayan görünüm almakta ve üründe ağırlık kaybı yanında suda eriyen vitaminlerin ve mineral maddelerde de büyük miktarlarda kayıplara neden olabilmektedir. Bununla beraber kimyasal ve fiziksel özelliklerde de değişiklikler meydana gelebilmektedir. Ağırlık kaybının az olması, kurumanın önlenmesi ve bunlara benzer sorunların olmaması için depo neminin yüksek olması gereklidir^(7,16,25,35).

II.10.3. HAVA HIZI:

Depo içerisinde homojen soğuk bir ortam sağlamak depo içerisindeki havanın belirli bir hızda dolaşması ile mümkündür. Balıkların soğuk muhafaza sırasında soğuk odalardaki hava dolaşım hızı 0.1-0.2 m/sn olması homojen bir soğuk ortam sağlamak için yeterli olmaktadır. Hava hızı ve nem düzeyi depolanan ürünün su kaybı üzerine etki eden önemli faktörlerdir. Hava hızının iki katına çıkması durumunda depolanan ürünün su kaybı $\frac{1}{4}$ oranında artmaktadır. Soğuk depo içerisindeki hava dolaşım sayısı $n=Q/v$ formülü ile hesaplanır^(10,16).

II.10.4. HAVALANDIRMA:

Soğuk depoların odalarında kesin olarak havalandırma kapağı bulunmalıdır. Havalandırma sırasında içeriye verilecek havanın kuru olmamasına dikkat edilmelidir. Ağırlık kaybını en aza indirmek için bağıl nem sürekli kontrol edilmelidir. Deponun havalandırma süresinin saptanması $Z=n.v/Q$ (saat) formülü ile hesaplanır^(10,16).

Bunların yanında su ürünlerinin soğutulması sırasında etkileyen faktörleri iç ve dış faktörler olarak ta belirtebiliriz. Bunlar:

II.10.4.1. DIŞ FAKTÖRLER:

1. Soğutma ortamının karakteri (hava, azot vb. diğer gazlar veya buzlu su oluşu),
2. Soğutma ortamının sıcaklığı,
3. Soğutma ortamının olumsuzlukları (gıdanın etrafında hızla gelişen sıcak noktalar veya ortamın sürekli sirkülasyon yapmadığı hallerde yavaş soğuma),
4. Gıdanın ambalajı veya taşıyıcının geometrik şekli,
5. Gıdanın içinde olduğu ambalaj veya taşıyıcının dolm ağırlığı,
6. Sıcak gıdanın ve soğutma ortamının sıcaklıkları arasındaki fark,
7. Ambalaj veya taşıyıcının boyutu,
8. Ambalajın kapatılmış olup olmadığı.

II.10.4.2. İÇ FAKTÖRLER:

1. Isıl geçirgenlik ve sıcaklık kapasitesi,
2. Yoğunluk,
3. Başlangıç sıcaklığı,
4. Kütle ve toplam hacim,
5. Nem içeriği

Ambalajlanmamış gıdalar, ambalajlanmışlara göre hava, azot vb. gaz sirkülasyonu veya kurutma sistemlerinin etkileriyle daha kolay soğutulabilirler. Ambalajlı gıda da ise % 15 oranında daha uzun zamanda soğutma söz konusudur⁽⁸⁾.

II.11. SOĞUK DEPOLARDAKİ ISI KAYIPLARI

Bir soğuk hava deposunda ısı yayan ve ısı kaybına sebep olan kaynaklar şunlardır:

1. Soğutulacak üründen uzaklaştırılacak ısı,
2. Ürünün solunum yapmasıyla oluşan ısı,
3. Duvarlardan depoya iletilen ısı,
4. Kapılardan hava değişimi ile gelen ısı,
5. Elektrikli aletlerin ve insanların yaydığı ısı,
6. Depo havasını nemlendirme sonucu yayılan ısı^(1.36)

Bunların toplamı uzaklaştırılması gereken ısıyı vermektedir. Bu ısı kaynakları daha detaylı incelenecek olursa;

1. Soğutulacak üründen uzaklaştırılacak ısı miktarı genel ısı aktarım eşitliği yardımı ile hesaplanabilir.

$$Q1 = W \times c \times \Delta t$$

Q1= Üründen uzaklaştırılacak ısı,

W= Ürünün ağırlığı

c= Ürünün özgül ısısı

Δt = Ürünün depoya girdiği sıcaklık ile ulaşacağı sıcaklık arasındaki sıcaklık farkı °C olarak.

Eğer ürün ambalajlanarak depoya konulmuşsa ambalaj maddesinden alınacak ısı miktarı da hesaplanarak bu değere eklenmelidir. Üründen uzaklaştırılacak ısı miktarı oldukça büyük olmaktadır. Bu nedenle büyük miktarlarda depolama yapılacağı zaman ürün belirli bir süre ön soğutma odasında bekletildikten sonra bu odalara alınırlar.

2. Özellikle meyve ve sebzeler canlı hücrelerden oluştukları için solunum yaparak depo içerisine ısı yayarlar. Solunum ısısı şu şekilde hesaplanır:

$$Q2 = W \times q_A$$

W = Ürün ağırlığı (ton)

q_A = Solunumla yayılan ısı (kcal/ton- 24 saat)

3. Duvarlardan depoya yayılan ısı.

$$Q3 = A \times h \times \Delta t$$

A = Isı aktarımının oluşturduğu yüzeyin alanı (m^2)

h = Isı aktarım katsayısı (kcal/ m^2 saat $^{\circ}C$)

Δt = Depo ve dış havanın sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)

4. Kapılardan hava değişimi ile yayılan ısı:

$$Q4 = V \times c \times \Delta t$$

V = Depoya giren havanın hacmi (m^3)

c = Havanın özgül ısısı (0.24 kcal/kg $^{\circ}C$)

Δt = Giren havanın sıcaklığı ile depo sıcaklığı arasındaki fark ($^{\circ}C$)

$Q4$ değerinin hesaplanabilmesi için depoya giren havanın hacminin bilinmesi gerekir. Bu değer tam olarak ölçülmesi pratikte mümkün olmadığından daha önceden hesaplanan sabit değerler alınır. Örneğin depoya giren hava $15^{\circ}C$ sıcaklıkta ve % 65 nisbi nem derecesinde ise $1 m^3$ ' te 8.2 g su buharı içerir. Bu hava $3^{\circ}C$ 'ye soğutuluyorsa ve depo nisbi nemi % 90 ise sadece 5.4 g su buharı taşıyabileceğinden 2.8 g su yoğunlaşarak ayrılacaktır. Yoğunlaşan su buharlaşma ısısını ortama geri vereceğinden $Q4$ değerinin hesaplanmasında bu ısı miktarı da dikkate alınmalıdır.

5. Elektrikli aletlerin ve insanların yaydığı ısı: Depoda mevcut aletlerin çalışma süreleri (saat olarak) ve KW güçleri saptanıp 1 KW gücün ortaya çıkardığı 860 kcal ile çarpılırsa, çarpım sonucu aletlerin yaydığı ısı miktarını verir. Depoda çalışan insanların yaydığı ortalama ısı miktarları ise önceden hesaplanarak aşağıdaki Tablo II.3'de verilmiştir. Aletlerin yaydığı ısı miktarı ile depoda çalışanların yaydığı ısı miktarlarının toplamı Q_5 i vermektedir.

Tablo II.3: Depoda çalışan insanların yaydığı ortalama ısı miktarları

İşçi	Yaydığı ısı(kcal/saat)
Yükleyici operatörü	200
El arabası ile çalışan işçi	250
Sırtta taşıma yapan işçi	375

6. Nemlendirme ile yayılan ısı: Depo havasını nemlendirmek için pulverizatör memeleriyle depo havasına su püskürtülür. Nemlendirme işlemi depodan havanın su ile doyurulduktan sonra tekrar depoya sevk edilmesi yoluyla da yapılır. Uygulamalarda 1 m³ depo havasına günde yarım litre su verileceği hesabı yapılır. Su buhar halinde verildiğinde 1 kg suyun yaklaşık 600 kcal buharlaşma ısını ortama geri vereceği hesaplanır. Bu verilen altı maddenin yaymış oldukları ısılar toplanarak soğuk hava deposundaki toplam ısı kaybı hesaplanmış olur^(1,36).

II.12. SOĞUTULMUŞ SU ÜRÜNLERİNİN TOPTAN ve PERAKENDE SATIŞ YERLERİNDE TAŞIMALARI GEREKEN ŞARTLAR

Su ürünlerinin taze pazarlanması sırasında diğer gıdalara uygulanan işlemlerden daha dikkatli olunması gerekmektedir. Balıklar çabuk bozulabilir gıda maddesi olduklarından, doğal yapılarının bozulmaması için dağıtım araçları, muhafazaları, kasalara istiflenmesi, depolama odalarının seçimi ve uygulanmasında oldukça dikkatli davranılmalıdır. Depolama materyali olarak plastik standart kasalar kullanılmalıdır. Bunların ölçütleri ve şekilleri ülkeden ülkeye farklı olabilmektedir. Tahta kasaların kullanılması hijyenik nedenlerden dolayı tercih edilmemelidir. Taze balıklar genellikle buz içerisinde muhafaza edilirler. Hijyen şartlarına dikkat edilerek hazırlanmış balıklar cinslerine göre kasalara konulur ve buz tabakası ile üzeri örtülür. Doldurulmuş kasaların istiflenmesinde buz tabakasının balıklar üzerinde baskı yapmamasına dikkat edilmelidir. Dış ortamın sıcaklık şartları ne olursa olsun, buzun yavaş erimesi ve balığın yüzeyini 0 °C civarında tutması istenmektedir. Dolum miktarı balık cinsine göre ayarlanmalıdır^(6,37). Şekil II.6'da balık satış halinde su ürünlerinin buz içerisinde plastik kasalarda hijyenik olarak satış koşulları görülmektedir.

Deniz yada karayolu taşımacılığında kasalar istiflenir. Yeterince buz mevcut ise, iyi izole edilmiş odalarda depolama sıcaklığı uygun bir şekilde ayarlanmalıdır. Bu işlem kapalı soğutma sistemi (soğuk oda) veya CO₂ buzu (kuru buz) ile desteklenerek sabitlenmelidir. Depo çıkışında kasalardan buzlar alınır, gerekirse tartılır, yeniden paketlenir ve devam edecek nakliye için yeniden buzlandıktan sonra tüketiciye ulaştırılır. Plastik kasalarda depolama taze balık için mevcut en iyi depolama yöntemidir. Plastik kasalarda depolama aşağıdaki nedenlerle yapılmaktadır:

1. Minimum tabaka kalınlığının sağlanması,
2. İyi temizleme ve dezenfeksiyon imkanı, böylelikle balıklarda daha az mikrobiyel kontaminasyon,
3. Balığın avlanması tüketicide kadar ki değişen koşullarda daha az mekanik zedelenme.



Şekil II.6: Taze su ürünlerinin buz içerisinde plastik kasalarda satışı⁽³⁸⁾

Kasaların, balık ve buz ile doldurulması, güvertede kasaların yerlerinin değiştirilebilmesi ve satışa sunulabilmesi, balıkların gemilerden boşaltılabilmesi ve sonraki nakliyenin kolaylıkla yapılabilmesi ve diğer önemli proseslerden (buzların atılması, tartım, sonraki paketleme vd.) ötürü kasada depolama soğutma ve depolama yöntemleri açısından en kullanışlı işlemdir^(6,37).

Su ürünleri satış halinde, gelen ürünlerin satış veya organoleptik muayene öncesi bekletildiği ve ürünlere buz ilavesinin yapılabileceği 0°C ile +4°C arasında soğutma kapasitesine sahip muhafaza odalarının bulunması gerekmektedir. Su ürünleri halinde balıkların soğuk muhafazasında birim ürün ağırlığa karşılık 1/3 oranında buz kullanılması gerektiğinden, uygun kapasitede, kriterlere uygun su veya deniz suyundan imal edilecek buz üretimine ve dağıtımına imkan sağlayan buz üretim ünitesi olmalıdır. Buzun dışarıdan temin edilmesinin gerektiği durumlarda, ilgili bakanlıkça onaylanan buz üretim yerlerinden alınmalıdır. Şoklama ve donmuş muhafaza üniteleri varsa, bu ünitelere ait sürekli sıcaklık kaydı veren sistemler bulunmalıdır. Su ürünlerinin nakliyesinde kullanılan vasıtalar, ürün formuna uygun sıcaklığı muhafaza edebilecek yapıda donatılmış olmalıdır. Ürünleri soğutmak için buz kullanılıyorsa, buzun erimesiyle oluşan suyun ürünlerle temasını önleyecek drenaj sistemi bulunmalıdır. Yine bu eriyen buzun vermiş olduğu ısı ile depo içerisinde sıcaklığı devamlı değişebilmekte olup deponun ısı değişimlerinin sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir. Perakende satış yerlerinde mutlak suretle soğuk muhafaza odaları bulunmalı ürünler, sergi ve satış zamanları dışında bu odalarda muhafaza edilmelidir. Perakende satış yerlerinde ürünler yarı kapalı, soğutmalı dolaplarda 0°C ile +4°C arasında, nemli ortamlarda sergilenmeli ve satışa sunulmalıdır. Satış yerlerinde kullanılan su ve buz, içme ve kullanma suyu kriterlerini içermelidir.

Aynı şartlarda bile aynı balık türleri içerisinde büyük (yaşlı) örnekler, küçük- lere göre her zaman mekanik etkilere daha dirençli ve daha dayanıklıdır. Bunun nedeni daha fazla bağ doku içermelerindendir. Çok fazla yiyecek alan balıkların sindirim sisteminin proteolitik aktivitesi çok gelişmiştir. Aynı zamanda mikrobiyolojik yükleri de çok fazlalaşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı karşılaştırılabilir bir şekilde bu tip balıklar diğerlerine göre daha az raf ömrüne sahiptirler. Mevsime bağlı olarak dayanma süresinin değişimi çok çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Olgunluk siklusu, beslenme, su sıcaklığı, yağ miktarı, suyun mikro- organizma yükü vb bu parametrelere örnek verilebilir (Tablo II.4)⁽⁶⁾.

Tablo II.4: Bazı taze ve işlenmiş su ürünlerinin soğukta depolanabilme şartları^(2,9,12,37)

Balık cinsi	Depolama sıcaklığı (°C)	Bağıl nemi (%)	Süresi
Mezgit	0/1	95-100	10 gün
Ringa	0/2	80-90	10 gün
Uskumru	0/1	95-100	6-8 gün
Orkinos	0/2	95/100	14 gün
Sardalya	0/2	95/100	5-8 gün
Hamsi	0/2	95/100	5-8 gün
Morina	0/2	95/100	14 gün
Berlam	0/2	95/100	14 gün
Kalkan	0/1	95/100	24 gün
Dil	0/1	95/100	29-30 gün
Tekir	0/1	95/100	29-30 gün
Çipura	0/1	95/100	29-30 gün
Karagöz	0/1	95/100	29-30 gün
Mercan	0/1	95/100	29-30 gün
Yayın balığı	0/1	95/100	15 gün
Çaça	0/1	95/100	3 gün
Tuzlu yağsız balık	-2	80/85	10 ay
Tuzlu ringa balığı	-2	90/95	12 ay
Havyar	-3/-2	85/90	3 ay
Tarama	-4/-2	85/90	6 ay

II.13. SOĞUTMA SIRASINDA SU ÜRÜNLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Soğutularak depolama işleminde depolama yöntemi çok eskiden olarak bilinmesine rağmen bugün bile hala bilinçsizlik veya dikkatsizlikten kaynaklanan hatalar sonucu kalite kayıpları oluşabilmektedir. Balıkların işlenmesinde hammaddenin kalitesinin büyük bir önemi vardır. Kalitesiz bir hammadde den hiçbir zaman işlenmiş iyi bir ürün elde edilemez. Endüstride uygulanan tüm işleme teknikleri, su ürünlerinin işlemeye alındığı andaki kalitesini, tüketim aşamasına kadar korunmasını sağlamaktır. Su ürünleri avlanmalarından tüketimlerine kadar bulundukları ortam koşullarının etkisi altındadırlar. Bu ortamdaki süre sıcaklık ilişkisi balığın kalitesini belirleyen en önemli parametrelerden birisidir. Su ürünlerinin kalitesinin korunmasında özellikle avlanmadan sonra sıcaklıkların en ideal depolama sıcaklığına düşürülmesi oldukça önemlidir. Bu durum sonucunda ise balığın hem besin içeriğinin korunması hem de pazarlanabilme şansının korunması bakımından oldukça önemli olmaktadır. Avlanan balıkların işlenmeleri

öncesinde güneşe ve rüzgara maruz kalmasında balık etindeki oksidasyon artar. Yakalanan balıklar, sıcaklık ve rüzgarın etkisi altında kalmadan buz ile depolandıkları zaman tüketim kalitesi 10-12 gün, buzsuz olarak muhafaza edildiklerinde ise 4-6 gün dayanabilmektedirler (Şekil 2.7)^(5,17).

Buzda depolamada kalite değişimlerine esas itibarıyla mikroorganizmalar neden olurlar. Bazı psikrofil mikroorganizmalar soğutulmuş gıdalarda duysal kalitede değişimlere sebep olabilmektedir. Enfeksiyon balığın avlanmasında ve kesimindeki işlemlerle ve depolama sistemlerinin donanımı ile olur. Bu donanımlar, duvarlar, yerler, kasalar, avadanlıklar (çekiç, tornavida vb.) ve kullanılan buzdur. Eriyerek akan buz suyu ile balık üzerindeki kirler ve mikroorganizmalar aşağıya doğru akıp gider. Bundan dolayı bütün depolama donanımları, erimiş buz sularının akıp gidebileceği ve balıklarla birlikte kasalarda birikmeyecek şekilde düzenlenmelidir^(6,39).

Soğutulmuş su ürünlerinin depolanması sırasında protein, yağ, nem ve kül gibi besin bileşimlerinde fazla bir değişim olmamasına rağmen, depolama boyunca, depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak esansiyel aminoasitlerde bir azalma meydana gelebilmektedir. Balığın TVB-N değerlerinde ise bir miktar artış meydana gelebilmektedir. Depo sıcaklığının 0-6°C'ler arasında olduğu bir soğuk depoda muhafaza edilen balıkların TVB-N değerindeki artış, 12°C'de depo edilenlerden daha az olmaktadır. Su ürünlerindeki ilk tazelik kaybı başlıca endojen enzimlerin aktivitesi, lipid ve pigmentlerin oksidasyonu ile oluşan kuruma şeklinde olmaktadır. Arzu edilmeyen kalite değişimleri ve son bozulma bakteriyel bozulma ile meydana gelmektedir. Uzun süre soğukta depolama ile balık yağındaki doymamış yağ asitleri oksidasyona uğramaktadır. Buradaki oksidasyonun oluşumunda atmosferin oksijeni önemli rol oynamaktadır. Sürenin ilerlemesi ile reaksiyon hızı da artmaktadır. 0°C'de muhafaza edilen balıkların yağlarında meydana gelen oksidatif bozulma az olmaktadır. Bu değişimler başlıca, sıcaklık, balığın türü, yakalanma şartları, iç organ ve solungaç çıkarımı olup olmaması, mikrobiyel kontaminasyon, atmosfer nemi ve bileşimi, koruyucuların ilavesi ve kullanılan diğer anti mikrobiyellere göre değişebilmektedir. Yine balıkların uzun süreli depolanması sonunda enzimatik aktivite nedeniyle balık yağlarında serbest yağ asitlerinin (FFA) düzeylerinde artış olabilmektedir. Sardalya balığının buz içerisinde depolanması sırasında TBA değerinde bir artış meydana gelebilmektedir. Su ürünlerini -1°C'ye hızlı bir şekilde soğutulması patojenik mezofil ve psikrofil mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek balığın tazeliğini ve depolama ömrünü uzatmaktadır^(2,17,40,41,42,43,44,45,46). Aynı zamanda bütün soğutma sistemlerinde oldukça fazla fiziksel değişimler ya da kayıplar ortaya çıkar. Fiziksel değişimlerde, çözünmüş maddeleri içeren (hücre sıvısı) su ilk sırayı almaktadır. Bunlar itinalı depolama yöntemlerinde daha az olmakla beraber, gemilerdeki raflı depolamalarda oldukça fazla görülmektedir (Tablo II.5 ve 6).

Bu çeşit fiziksel değişimler balığın yada balık filetosunun tuz solüsyonuna veya polifosfat solüsyonuna daldırılmasıyla azaltılabilir. Deniz suyunda depolamada kural olarak ıslanmayla hacim artmaktadır. Bu alınmış su dokularda bağlanmaz ve devam eden işlemlerde de kolaylıkla verilir.

Tablo II.5: Kasalarda depolamada (0°C) farklı depolama zamanına göre hacim kaybı (%)⁽⁶⁾

Balık Türü	Depolama Süresi (saat)	Hacim Kaybı (%)			
		20	60	100	140
Morina		% 1.0	% 1.5	% 2.5	% 3.5
Küçük pisi balığı		% 2.5	% 3.5	% 4.5	% 5.0
Büyük pisi balığı		% 2.5	% 5.5	% 8.0	% 9.5

Tablo II.6: Buz içerisinde saklanan balıklarda meydana gelen bozulmalar^(23,47)

Bozulma Zamanı	Balık etindeki Değişimler	Organoleptik değişimler	Mikroorganizma Sayısı	Kimyasal değişimler
0-5. gün	Ölüm sertliği, ATP→İnosin, TMA'da yükselme	Deri, solungaçlar ve gözler parlak; doku sert	10^2-10^3	TMA<1-1.5 mg/100g
5-10.gün	Hissedilebilir bakteriyel gelişme; Hipoksantin oluşumu, TMA-O→TMA, NH ₃ de artış	Deri ve solungaçlar solmuş,gözler mat, dokuda yumuşama, balıgımsı koku	10^3-10^6	TMA<5 mg/100g TVB-N<15 mg/100g
10-14. gün	Bakteriyel gelişimin ete yayılması, Hipoksantin→Ksantin, ürik asit artışı, TMA da hızlı artış, TVB-N de artış	Solungaçlar renksiz, gözler çökmüş,deri rengi açılmış, balık etinde yumuşama, balıgımsı koku artışı	10^6-10^8	TMA=10 mg/100g TVB-N=20-30 mg/100g
>14.gün	TVB-N de hızlı artış, TMA daki artış fazla, Fakat durma aşamasında, Proteoliz başlamıştır	Gözler solmuş ve çökmüş, Solungaçlar renksizleşmiş, yumuşamış balık eti, Kokuşma	10^8	TMA>10 mg/100g TVB-N>30mg/100g H ₂ S ve İndol oluşumu (hissedilir oranlarda)

II.14. SOĞUK DEPOLARDA ve SOĞUTULMUŞ GIDALARDA GÖRÜLEN MİKROORGANİZMALAR

II.14.1. SOĞUK DEPOLARDA GÖRÜLEBİLEN MİKROORGANİZMALAR

Mantarlar ve küfler, bakteriler gibi etki gösteren, fakat bakterilerden oldukça büyük ve komplike bir yapıya sahip olan mikroorganizmalardır. Etlerin -10°C veya daha üstünde depo edilmelerinde bazı sınıf mantar (*Phycomycetes* ve *Fungi imperfecti*) çoğalabilmektedir.

Mantarlar herhangi bir besi yerinde çoğalmaya başladıklarında, gözle görülebilir ve büyümeleri merkezden kenarlara doğru olur. Bazı besi yerlerinde büyüme derinliğine de olabilmektedir. Mantarlar besi yerlerinde ve uygun koşullarda (sıcaklık, nem vb) yüzeyde çoğalmaları koloni şeklinde olmakta ve daha sonra beyaz, ince saç şeklinde bütün yüzeyi kaplamaktadırlar. *Mucor*, psikometlerin temsilcisidir ve soğuk depolarda saklanan etlerin bozulmalarına neden olurlar. Soğuk depo koşullarında mantarlar vejetatif olarak çoğalırlar. Bu familyadan etlerde en çok rastlananlar *Mucor*, *Rhizopus* ve *Thamnidium* türüne aittir. Bu tür mantarlar çok sayıda spor içerirler ve çoğalmaları ilk olarak ince bir zar şeklinde daha sonra gri renkte ve petri kutusunun tüm yüzeyinde olabilecek şekildedirler. *Thamnidium*, et proteinini aktif bir şekilde parçalayarak değişik bir koku çıkmasına neden olurlar. *Mucor* ve *Rhizopus*'un -5/-8°C'lerde, *Thamnidium*'un ise -10°C'de çoğalmaları durur. Mantarların et üzerinde en kötü etkileri, proteolitik özelliklerinden ileri gelmektedir. Bu nedenle etlerin bir yerden bir yere taşınmaları sırasında sıcaklığın -10°C'nin altında olması gerekmektedir.

Penisilinlerin büyümeleri merkezden dışarı doğru olmakta ve ilk sıralarda beyaz renklidirler. Et yüzeyi kuru olduğu zaman, penisilinlerin spor yapmaları çok daha kolaylaşmaktadır. Bu sırada et yüzeyi gri, mavi veya kahverengimsi renk almaktadır. Penisilinlerin et yüzeyinden temizlenmesi çok kolay olmaktadır. Hatta su ile uzaklaştırılabilir. Ancak ete sinen penisilin kokusunu uzaklaştırmak kolay değildir. Penisilinler bulundukları ortama son derece çabuk yayılmakta ve bu şekilde soğuk depoya bulaşabilmektedirler. *Aspergillus*larda düşük ısılarda yaşayamazlar. Bütün soğuk koşullarda yaşayan mantarlar etlerin kokusunun, lezzetinin ve renginin değişmesine neden olurlar. Bazı mantarlar diğerlerine göre daha düşük ısılarda çoğalabilmekte ve proteolitik olarak etki göstermektedirler. Örneğin, *Cladosporium* -8/-12°C'ye kadar canlı kalabilmekte ve proteolitik olarak etki gösterebilmektedir.

Enzim oluşturan küfler (fakültatif anaeroblar) düşük ısıda çoğalamazlar. Küfler, süt asiti oluşturdıkları için etin pH'nı değiştirebilirler ve et yağından serbest yağ asitleri oluşturarak acılaşmaya neden olurlar. Ette bulunan küflerin büyük bir kısmı lipolitik karakterlidirler. Etlerin -10°C veya daha altında depo edilmelerinde küfler, depolama süresinin kısalması üzerinde etkili olmaktadır⁽⁴⁸⁾.

II.142. SOĞUTULMUŞ GIDALARDA GÖRÜLEN MİKROORGANİZMALAR

Her mikroorganizmanın en iyi şekilde gelişebileceği optimum bir sıcaklık değeri ve gelişemeyeceği minimum bir sıcaklık bulunmaktadır. Bundan dolayı düşük sıcaklıklar çeşitli mikroorganizmalar üzerinde farklı etkiler yapabilmektedirler. Örneğin depo sıcaklığının belirli bir düzeye indirilmesi sonucu bazı mikroorganizmaların gelişme hızını sadece yavaşlatırken diğer bazı mikroorganizmaların gelişmesine tamamen engel olabilmektedir. Bu nedenle de düşük sıcaklıkta muhafaza edilen gıdalarda sıcaklık hangi tip mikroorganizmaların ortamda dominant hale gelebileceğini belirleyici önemli bir çevre faktörüdür. Bazı psikrofilik mikroorganizmalar soğutulmuş gıdalarda duyu kalitede az da olsa değişimler gösterebilmektedirler. Soğukta muhafaza edilen balıklarda genel olarak *Pseudomonas* sayısı artmaktadır^(39,49).

Soğuk muhafaza sırasında mikroorganizmalarda hücre proteinleri zarar görmeden metabolik aktivite yavaşlamakta, bozulmalara neden olan organizma ürünlerinin oluşumları önlenmekte veya geciktirilmekte, bazı patojen organizmaların gelişimleri ve toksin oluşumu engellenebilmektedir⁽⁵⁰⁾. Soğukta muhafaza edilen gıdalarda en önemli bakteri grubu psikrofil ve psikrotrof bakterilerdir. Bu bakteriler için optimum gelişme sıcaklığı genellikle 15-20°C civarında olmakla beraber donma noktasının altında -10°C'ye kadar gelişme gösterirler. Fakat sıcaklık düştükçe gelişme hızları da o oranda yavaşlamaktadır. Örneğin, *E.coli* sayısının bir saatte 30°C'deki artışı, 15°C'de 4 saatteki artışına denk gelebilmektedir. Soğukta muhafaza edilen gıdalarda genellikle bozulma *Pseudomonas*, *Morexella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* ve *Alteromonas* gibi aerobik psikrofil bakterilerin metabolik aktivitesi sonucu meydana gelmektedir. Vakum paketlenmiş soğukta depolanan etlerde ise daha çok laktik asit bakterileri ile birlikte *Brochothrix thermosphacta*, psikrotrof *Enterobacteriaceae* ve *Aeromonas* türleri bozulmaya neden olurlar. Bir çok küf ve maya türü 0°C civarında ve hemen altındaki sıcaklıklarda yavaş da olsa gelişebilmektedir. Örneğin *Cladosporium* ve *Sporotrichum*' un gıdalarda -6/7°C'lerde, *Penicillium* ve *Monilia*'nın -4°C'de geliştiği, bazı maya türlerinin ise ette -5°C'de gelişebilmektedir. Genel olarak 10°C'de muhafaza edilen bir gıda 5°C'de muhafaza edilen gıdaya oranla 2 kat, 0°C'de muhafaza edilene göre de 4 kat daha hızlı bozu-

lur. Mezofilik bakteriler genellikle 4°C'nin altında gelişemezler. Psikrotrof *C. botulinum* tip E, proteolitik olmayan tip B ve F, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila* ve *Listeria monocytogenes* hariç gıda zehirlenmesine neden olan bakterilerin gelişmesi ve toksin üretmesi 4.4°C'nin altındaki sıcaklıklarda etkin bir şekilde inhibe edilir. Koşullar anaerobik metabolizma için uygun olduğunda *C. botulinum* tip E, proteolitik olmayan tip B ve F'nin buzdolabı sıcaklığında 3.3°C'ye kadar gelişerek toksin üretebildiği belirtilmektedir. Uygun koşullarda psikrotrof *Yersinia enterocolitica* -2°C'ye, psikrotrof *Aeromonas hydrophila* 4°C'ye ve *Listeria monocytogenes*'in ise 0°C'ye kadar gelişebilmektedir. Balıkların sıcaklıklarının 2.8°C'den, -0.3°C'ye düşürülmesi sonucu dayanma süreleri iki katına çıkabilmektedir^(47,49,51). Soğutulmuş gıdalarda risk oluşturabilen bakteri türleri Tablo II.7'de gösterilmiştir.

Tablo II.7: Soğutulmuş gıdalarda risk oluşturabilen bakteri türleri⁽⁸⁾.

Gram Negatif	Gram Pozitif
<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>
<i>Vibrio</i>	<i>Listeria</i>
<i>Acinetobacter</i>	<i>Micrococcus</i>
<i>Moraxella</i>	<i>Corynebacterium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Sarcina</i>
<i>Achromabacter</i>	<i>Clostridium</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Vibrio</i>	<i>Listeria</i>

II. 15. SOĞUK DEPOLAMA SÜRESİNİN UZATILMASI İÇİN İLAVE ÖNLEMLER

Taze balıkların, $\pm 1^\circ\text{C}$ dolaylarında soğutulmuş olarak ambalaj içerisinde satışa sunulması bir muhafaza yöntemi olmaktan daha çok bir satış tarzı olmaktadır. Bu tür ambalaj ile satılan balıkların raf ömrü ambalajsız satılanlara göre bir miktar daha uzun olabilmektedir. Tablo II.8'de soğutulmuş taze balıklarda kullanılan ambalaj ve özellikleri belirtilmektedir.

Genellikle taze su ürünlerinin buzda depolanması birkaç günden fazla değildir. Uygun buzlama yapılmadığı zaman ve buzun erimesi ile balığın sıcaklığı 10°C civarına yükselebilir. Çoğu perakende satış yerlerinde balıkların buzlanmadan satıldığı düşünülürse bu sıcaklıkların daha üstüne de çıkabileceği bir gerçektir. Soğuk zincir şartlarındaki balıkların raf ömürlerini artırmak için MAP ile muhafaza, paketlenme, ışınlama, kimyasal koruyucular kullanma gibi alternatifler bulunmaktadır. Soğuk depolamada konserve edici maddelerin ilavesi ile

raf ömrünün artırılması pratikten daha çok laboratuvar koşullarında uygulanmaktadır. Bunun başlıca nedenleri ise şunlardır:

1. Sonuçlar, laboratuvar koşullarında yani hijyenik ve özellikle uygun koşullarda yürütülmektedir. Bu koşullar ise pratikte işletmelerde sağlanamamaktadır.
2. Yüksek fiyat ve kesin dozajlama ve aynı ölçüde katkı maddesinin verilmesi özellikle teknolojik maliyeti artırması, bu yöntemi ekonomik kılmamaktadır.
3. Konserve edici maddelerin ilavesinin yasak olması yada tüketici tarafından pek fazla kabul görmemesi.

Taze su ürünleri için ilk kimyasal uygulamalar 1958 yılında olmuştur. Kimyasal koruyucu olarak borik asit, salisilik asit, benzoik asit ve esterleri, kloraminler, sodyum hipoklorit, etilen dioksit, formaldehit, glikol, hidrojen peroksit, fosfatlar, propionatlar, kükürt dioksit vb. birçok madde balık üzerinde denenmiştir. Denemeler sonucunda insan sağlığını ve balıkların duyuşal özelliklerini etkilemeyecek şekilde kullanıldıkları zaman, istenilen korumayı sağlamadığı görülmüştür. Daha sonraları ise buzlanmış balıkların bozulmasının önlenmesinde oldukça etkili olan sodyum nitrit uygulanmaya başlamıştır. Kanada'da bunun limit değeri, son üründe 200 ppm.in altında olması gerekmektedir. Şu an bu maddenin taze balıkta kullanılması sonucu kansorejen etkiye sahip N-nitrozamin oluşumunu sağladığı ve toksik etkiye sahip olduğu için pek güvenilir olarak bulunmamaktadır. İnsan sağlığı üzerinde güvenilir olarak kullanılabilir antibiyotiklerden olan CTC (Auramisine)'den, 1950'lerden beri yararlanılmaktadır. Bu madde özellikle bozulma yapan bakterilere karşı önemli bir etkiye sahip olup, balıkları en az bir hafta muhafaza etkisine sahiptir. Taze balıkların bozulmasının önlenmesinde EDTA (Etilen diamintetraasetikasit)'in % 1 solüsyonu da kullanılabilir. Özellikle bu maddenin etkisi psikrofil bakterilerden olan *Pseudomonas spp.*'nin gelişmesinin engellenmesinde oldukça etkilidir. İlave olarak taze su ürünleri için potasyum sorbat kullanımı da mevcuttur. Sorbik asit elli yıldan beri bir çok ülkede farklı gıdalar da güvenli bir şekilde kullanılabilir. Sorbik asit 5.9 pH, 25°C'lik su içerisinde zor çözünür ve kullanımın da %1'lik konsantrasyonu uygundur. Potasyum sorbat ise daha geniş pH aralığında daha fazla çözünme özelliğine sahiptir. Sorbatlar özellikle küf ve mayalar üzerinde oldukça etkili olmalarına karşılık, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.* ve *Vibrio parahaemolyticus* üzerinde de etkiye sahiptir. Sorbatların aktiviteleri düşük pH'ya sahip gıdalarda en fazladır (Tablo II. 9)^(2,17).

Tablo II.8: Soğutulmuş taze balıkların ambalajında kullanılan filmlerin özellikleri^(17,52)

Materyal Tek filmler	Gaz Geçirgenliği (Bariyer)				
	Su bu- harı	Oksijen	Karbondioksit	Koku transferi	Kullanım şekli
PE ld	İyi	Zayıf	Zayıf	Yok	Torba olarak
PE md	İyi	Zayıf	Orta	Yok	Torba olarak
PE hd	Çok iyi	Orta	İyi	Yok	Torba olarak
PP	Çok iyi	Orta	Orta	Yok	Paket olarak
Poliamid	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Yok	Vakum torba
Selüloz	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Yok	Paket olarak
Kaplanmış tek filmler					
Selüloz/PVdC (bir yanı)	İyi	İyi	İyi	Yok	Paket olarak
Selüloz/PVdC (iki yanı)	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Yok	Paket olarak
PP/PVdC (bir yanı)	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Yok	Paket olarak
Laminatlar					
PE ld/PP	Çok iyi	İyi	İyi	Hafif	Torba olarak
PE md/PP	Çok iyi	İyi	İyi	Hafif	Torba olarak
PE ld/PP (PVdC ile kaplı)	Çok iyi	Mükemmel	Mükemmel	Kuvvetli	Vakum torba
PE md/PP (PVdC ile kaplı)	Çok iyi	Mükemmel	Mükemmel	Kuvvetli	Vakum torba
PE md/Polyester	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Yok	Vakum torba
PE md/Selüloz	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Yok	Torba olarak
PE md/Selüloz (bir yan PVdC ile kaplı)	Çok iyi	Mükemmel	Mükemmel	Hafif	Vakum torba

Kısaltılmış ifadeler ve Film Kalınlıkları

PE: Polietilen

PP: Polipropilen

PVdC: polivinilidin klorit

ld: Düşük yoğunluklu

PE: 38 yada 50 µm

PP: 12.5 yada 19 µm

Polyester: 12.5 µm

md: Orta yoğunluklu

hd: Yüksek yoğunluklu

Tablo II.9: Balıkların soğuk depolanmasında konserve edici olarak kullanılan maddeler^(2,17)

Konserve edici maddeler	Uygulama	Etki
Sodyum benzoat	Buz; % 0.5	Mikroorganizmaların engellenmesi yada azaltıcı
Potasyum sorbat	Buz; % 0.4	Amonyak ve TMA-N oluşumun engelleyici
Propilgallat	Buz; % 0.01-0.03	Antioksidan
Butilhidroksitoluol	Buz; % 0.5	Antioksidan
Karboksimetilselüloz	Deniz suyu 20 kg t ⁻¹	Sulanmayı azaltıcı

II. 16. SOĞUK DEPOLARIN TEMİZLİĞİ ve DEZENFEKSİYONU

Soğuk depolar düzenli olarak denetlenmeli, mikroorganizma gelişmesine imkan verilmemelidir. Özellikle küf gelişmesi problem olduğunda duvarlara, temizlikten hemen sonra fungusit solusyonu veya fungusit içeren boyaların kullanımı gibi yöntemlere başvurulmalıdır. Çeşitli durumlarda formaldehit uygulaması (2L % 40'lık formaldehit/100 m³ depo hacmi) önerilmektedir. Uygulama 1 kg potasyum permanganat üzerine 2 litre % 40'lık formaldehit ilavesi ve üzerine ıslak bir bez örtülüp 3-4 gün bekletilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Fakat toksik özellikleri olduğundan dolayı hazırlanan bu çözelti kullanıldığı zaman oldukça dikkat edilmelidir. Uygulama sonrası soğuk depoların 24-36 saat kadar boş bırakılmaları gerekmektedir. Diğer taraftan laktik asit uygulamaları da mikroorganizma sayılarında formaldehit kadar bir azalma yaratabilmektedir. Burada önerilen etkin laktik asit dozu ortalama 300 mg/cm³ (hava) şeklindedir. Ön ısıtılmış laktik asitin ortama püskürtülerek yaklaşık 3 saat bekletilmesi formaldehit uygulamalarına alternatif olabilmektedir. UV uygulaması da mikroorganizma sayısının azalmasında etkili uygulamalardan birisidir. Kapı ve pencereler de fungusit çözeltilerle veya %1'lik bakıroksiklorit çözeltisi ile temizlenebilir. Depolarda kullanılan sandık, kasa vb malzemeler de iyice temizlenip, dezenfekte edilmelidir. Bu amaçla ısıtılan kasalar %4' lük NaOH çözeltisi ile fırçalanmalı, daha sonra iyice yıkanarak durulanmalıdır^(10,50).

KAYNAKLAR

1. KILIÇ, O. (1989): Gıda İşletme Mühendisliği I. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü. Gıda Bilimi ve Teknolojisi ABD Ders Notları:5. II. Baskı.,Bursa.
2. SIKORSKI, Z. E., KOLAKOWSKA, A., BURT, Ü.R. (1989): Postharvest Biochemical and Microbial Changes Seafood; Resources Nutritional Composition and Preservation. Eat. SIKORSKI CRC Press-Inc Boca Raton Florida. p. 71.
3. SCHORMULER, J. (1968): Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III 12 Teil Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York. p. 1561-1578-1584.
4. ERTAŞ, H. (1978): Balıkların Soğutma, Dondurma ve Salamura metotları İle Muhafazası. Gıda Dergisi, Kasım, 2: 237-246.
5. PALA, M., SAYGI, B. (1993): Türkiye'de Soğuk Zincir Uygulamaları ve Geliştirilmesi. İstanbul Ticaret Odası. İstanbul. Yayın No: 1993-6.
6. TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung Rohstoffeigenschaften von Fischen und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Band 1. Behrs Verlag, s. 87.102. ISBN: 3-86022-196-5
7. TİMUR, N. (1985): Tarımsal Ürünlerin Pazarlanmasında Soğuk Depo İşletmelerinin Rolü ve Marmara Bölgesindeki Uygulamalar. Doktora tezi. Anadolu Üniversitesi Yayınları. No:131
8. TOPAL, Ş. (1996): Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK-MAM Araştırma Merkezi. Gıda ve Soğutma Tek. Bölümü. Gebze
9. VARLIK, C. (1987): Balık ve Kanatlı Etlerinin Soğutulması, Dondurulması ve Depolanması. Soğuk Tekniği Uygulamaları Semineri. TÜBİTAK MAM. Gebze.
10. CEMEROĞLU, B., ACAR, İ. (1986): Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6. Ankara.
11. TSE (1988): TSE 6160. Kırmızı Etler-Soğutma, Dondurma, Muhafaza-Taşıma ve Çözdürme Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü. Birinci baskı. Ankara.
12. BAYGAR, T., VARLIK, C. (2002): Balıklarda Soğuk Zincir Uygulaması ve Balık Satış Yerlerinin Durumu. Standart Dergisi. 41(484):48-54.
13. MATTAROLO, L. (1997): The Role of Refrigeration in Worldwide Nutrition. Bulletin of The International Institute of Refrigeration. Vol:77. p.12.
14. INTERNET (2003): <http://www.die.gov.tr/IstTablolar/13ta187t.xls> (DİE 2001 verileri)
15. DEVRES, O. (1998): Gıda Kayıplarının Azaltılmasında Soğutmanın Önemi-Küresel Yaklaşım. Gıda Dergisi. Nisan s.45-49.
16. ANON (1976): Storage Life and Quality. Refrigeration Techniques in Developing Country International Institute of Refrigeration (I.I.R.). 177. Boulevard-75017. Paris.
17. GÖĞÜŞ, A.K., KOLSARICI, N. (1992): Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1243. Ankara. 176.

18. POWER, H.E., MARGARET, L.M., SINCLAIR, R.E. (1969): The Chemical and Physical Characteristics of Cod Stored at Superchill Temperatures. (Ed. Kreuzer, R.). Freezing and Irradiation of Fish. FAO. Fishing Boks Lmt., London, p.104-113.
19. STANSBY, M.E. (1963): Industrial Fishery Technology. Reinhold Publishing Corporation Chapman & Hall, London. p.124.
20. INTERNET (2003): <http://www.fao.org/docrep/w0495e/w0495E02.htm#21>
21. VARLIK, C., HEPERKAN, D. (1990): Hamsinin Buzda Muhafazası. İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi. (4):53-58.
22. İNAL, T. (1988): Besin Hijyeni. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Ders Notları İstanbul.
23. ÜNLÜTÜRK, A., TURANTAŞ, F. (1988): Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. (Ünlütürk, A.; Turantaş, F.). Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Matbaası. İzmir. s. 263-287
24. SUNDUR, S. R. (1978): Besinlerin Soğukta Saklanması. Çağlayan Kitapevi. İstanbul. s.423-431.
25. YILDIZ, M. (1995): Soğuk Depolamanın Gökkuşuğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, L. 1758) Protein ve Yağ Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. T.C. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
26. YÜCEL, A. (1993): Et ve Su Ürünleri Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:47. s.
27. KUNDAKÇI, A. (1982): Soğuk Tekniği ve Gıda Sanayinde Uygulaması Sempozyumu. 12-13 Ekim, Bursa.
28. GÖKOĞLU, N. (2002): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Su Vakfı Yayınları. İstanbul, ISBN:975-9703-48-3. s.157.
29. DELVENPORT, J.K. (1982): Food Hygiene in the Catering and Retail Trades, H.K. Lewis and Co. Ltd. VIII, p. 214.
30. VARLIK, C.; GÖKOĞLU, N. (1992): Balıkların Soğutulması. Su Ürünleri Dergisi. (3):25-31.
31. BİNGÖL, Ş. (1980): Türkiye'de Soğuk Hava Deposu Varlığı ve Soğuk Teknolojisi Konusunda Bilgiler. Ege ve Marmara Bölgelerindeki İşletmelere İlişkin Araştırma Bulguları. Milli Produktivite Merkezi Yayınları. s.232.
32. ANON (2002): 19.06.2002 Su Ürünleri Toptan ve Perakende Satış Yerleri Yönetmeliği, Sayı: 24790 (Asıl).
33. BRAMSNAES, F. 1965: Handling of Fresh Fish, Fish as Food, Department of Food Science Michigan State University. Vol: IV, Processing: Part 2. Chapter 1. p. 49.
34. HARTE, B. R., GRAY, J. I. (1986): The Influence of Packaging on Product Quality. Food Product Package Compability Proceedings. p.17-24.
35. ÜLGER, P. (1985): Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. T.Z.D.K. Mesleki Yayınları. Yayın No: 37. s. 125-148.
36. TANER, K. (1987): Soğutma Tekniği. Anadolu Ü. Eğitim, Sağlık ve Bilimsel Araştırma Vakfı yayınları No: 51. Eskişehir, s.243.

37. LORENTZEN, G. (1969): Design and Operation of Cold Stores for Fishery Products. (Ed. Kreuzer, R.) Freezing and Irradiation of Fish. FAO. Fishing Books Ltd., London, p.381-390.
38. BELL, A. (1999): Main Players in the UK pelagic industry to be found at Peterhead. Company Profile. Eurofish Magazine. April 2/99. p.50-52.
39. BERRANG, M. E., BRACKET, R. E., BEUCHAT, L. R. (1989): Growth of *Listeria monocytogenes* on fresh vegetables stored under a controlled atmosphere. J. Food Protection. Vol: 52. p.702-705.
40. KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOV, D., REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin, p.160-243.
41. REHBEIN, H., OEHLenschlaeger, J. (1982): Zur Zusammensetzung der TVB-N Fraktion (Flüchtige-Basen) in Säuren Extrakten und Alkalischen Destilaten von Seefischfilet. Archiv für Lebensmittelhygiene. 33:44-48.
42. KONING, A. J., MOL, T. (1992): The Free Fatty Acid Content of Fish Oil, Part III.; The Influence of Different Variables on Free Fatty Acid Formation During Storage of Anchovy oil at 25°C. Fat. Sci. Tech. 94(12): 453-456.
43. NUNES, M., BATISTA, I., MORAO DE CAMPOS, R. (1992): Pysical, Chemical and Sensory Analysis of Sardine(*Sardine pilchardus*) Stored in Ice. J. Sci. Food Agric. 59: 37-43.
44. YANKAH, V. Y., OHSHIMA, T., KOIZIMI, C. (1993): Effects of Processing and Storage on Some Chemical Characteristics and Lipid Composition of a Ghanaina Fermented Fish. J. Of Sci. Food and Agriculture, 63: .227-235.
45. ÖZDEN, Ö. (1995): Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus*, W.1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Bozulmaların Belirlenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
46. METİN, S. (1995): Taze ve Soğukta Depolanan Gökkuşluğu Alabalığının Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerinin İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
47. ICMSF (1988): ICMSF. Fish and Fish Products. Microorganisms in Food 6. Microbial Ecology of Food Commodities. Black Academic&Prooessional. London. s.130-189.
48. YILDIRIM, Y. (1996): Et Endüstrisi. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi. 4. Baskı. Ko-zan Ofset. Ankara. s. 637.
49. ÜNLÜTÜRK, A. (1988): Mikrobiyal Gelişmenin İnhibasyonu. (Ünlütürk, A.; Turantaş, F.). Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Matbaası. İzmir. s.195-199.
50. ARAN, N. (1993): Soğutulmuş ve Dondurulmuş Gıdalarda Mikrobiyolojik Değerlendirmeler. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. TÜBİTAK MAM Gıda ve Soğutma Bölümü. Gebze. s.147-161. ISBN:975-403-000-6.
51. PALUMBO, S.A. (1986): Is refrigeration enough to restrain food borne pathogens. J. of Food Protection, 49(12): 1003-1009.
52. MURRAY, C. K., GIBSON, D. M. (1971): Prepacked Chilled Fish: Materials and Equipment, Department of Trade and Industry. Torry Research Station, Torry Advisory Note. No: 51. s.12.

1. The first of these is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

2. The second is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

3. The third is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

4. The fourth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

5. The fifth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

6. The sixth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

7. The seventh is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

8. The eighth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

9. The ninth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

10. The tenth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

11. The eleventh is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

12. The twelfth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

13. The thirteenth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

14. The fourteenth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

15. The fifteenth is the fact that the
the world is a very different place
from what it was a few years ago.

III. BÖLÜM

DONDURARAK MUHAFAZA TEKNOLOJİSİ

Prof.Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Candan VARLIK

III. BÖLÜM

DONDURARAK MUTLAFAZA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nury ERKAN
Prof. Dr. Candan VARLIK

III. DONDURARAK MUHAFAZA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nuray ERKAN

Prof. Dr. Candan VARLIK

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	111
III.1. Gıdaların Dondurulması	111
III.1.1. Suyun Kristalizasyonu	112
III.1.1.1. Çekirdeklenme	112
III.1.1.2. Çekirdeklerin Büyümesi	112
III.1.1.3. Kristal İriliği ve Sayısı	112
III.1.1.4. Rekristalizasyon	113
III.1.2. Donma Olayı	114
III.1.2.1. Saf Suyun Donması	114
III.1.2.2. Basit Bir Çözeltinin Donması	114
III.1.2.3. Gıdalarda Donma Olayı	115
III.2. Donma ve Çözülme Hızlarının Karşılaştırılması	116
III.3. Dondurarak Muhafaza Teknolojisinin Genel Prensipleri	117
III.4. Dondurarak Muhafazayı Etkileyen Faktörler	118
III.4.1. Materyal	118
III.4.2. Ön İşlemler	119
III.4.3. Donma Hızı	119
III.4.4. Dondurma Sıcaklığı	120
III.4.5. Glazeleme	120

III.4.6.	Depo Sıcaklığı	120
III.4.7.	Depo Şartları	121
III.4.8.	Depolama Süresi	121
III.4.9.	Paketleme	121
III.4.10.	Transport	121
III.4.11.	Çözündürme	121
III.5.	Dondurma Sırasında Meydana Gelen Değişimler	122
III.6.	Dondurarak Depolama Sırasında Meydana Gelen Değişimler	122
III.7.	Çözündürme Sırasında Meydana Gelen Değişimler	124
III.8.	Dondurarak Muhafaza Yöntemleri	125
III.8.1.	Soğuk Hava İle Dondurma	125
III.8.1.1.	Durgun Havada Dondurma	125
III.8.1.2.	Hava Akımında Dondurma	126
III.8.2.	Kriyojenik Sıvılarla Dondurma	127
III.8.3.	Daldırarak Dondurma	128
III.8.4.	Kontakt Dondurma	129
III.9.	Dondurulmuş Su Ürünleri	129
III.9.1.	Dondurulmuş Balık	130
III.9.2.	Dondurulmuş Midye	130
III.9.3.	Dondurulmuş Karides	130
III.9.4.	Dondurulmuş Salyangoz	132
III.9.5.	Dondurulmuş Kerevit	132
III.10.	Dondurulmuş Gıdaların Ambalajlanması	132
III.11.	Dondurulmuş Ürün Üniteleri ve Depoları	133
III.12.	Dondurulmuş Ürünün Çözündürülmesi	136
III.13.	Dondurulmuş Ürünlerde Kalite ve Kalitenin Korunması	137
	Kaynaklar	140

GİRİŞ

Dondurarak muhafaza teknolojisi gıdaların uzun süre bozulmadan depolanabilmelerini sağlayan bir konserve etme yöntemidir. Dondurulmuş gıdalar taze materyalin tüm özelliklerini içerir ve bu özellikleri de uzun süre muhafaza eder. Et, balık gibi kolay bozulabilir gıdaların taze durumda uzun süre muhafazası ancak dondurma teknolojisi ile mümkündür. Gıdalar $-1/4^{\circ}\text{C}$ 'de soğukta da muhafaza edilebilirler, ancak soğuk depolama sırasında mikroorganizmaların gelişimi ve biyokimyasal olaylar yavaşlatıldığından gıdanın muhafaza ömrü sınırlıdır. Dondurma ile mikroorganizmaların gelişimi tamamen önlenir, biyokimyasal olaylar ve enzim aktivitesi yavaş hızla devam eder. Çok düşük sıcaklık derecelerinde (-30°C) enzimlerin aktivitesi de durur. Genelde dondurma ve dondurarak depolama sırasında kullanılan sıcaklıklar -18°C ve bunun altındaki sıcaklıklardır. Mikroorganizmalar $-5/-8^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar mayalar $-10/-12^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar küfler $-12/-18^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar biyolojik aktivitelerini sürdürebilirler. Mikrobiyal bozulma olmaksızın -18°C ve bunun altındaki sıcaklık derecelerinde ürünler depolanabilirler^(1,2).

Muhafaza sıcaklığı düştükçe depolama süresi uzar. Ancak bir çok ürün için -18°C 'nin altında muhafazanın sağladığı yarar marjinaldir ve bu sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda depolamanın sağladığı yarar sistemdeki ekstra enerji maliyetini karşılamaz.

Dondurarak muhafaza işleminde dondurulmuş ve derin dondurulmuş gıda terimleri spesifikittir. Endüstriyel bazda derin dondurulmuş ürün tanımı geçerlidir. Ürünün -10°C ve -12°C sıcaklıklarda bulunması dondurulmuş ürün tanımını gerektirirken, -18°C sıcaklık ve altındaki sıcaklık derecelerinde bulundurulması derin dondurulmuş ifadesini gerektirir^(1,3).

III.1. GIDALARIN DONDURULMASI

Gıdaların dondurulması sırasında gıdada serbest halde bulunan suyun bağlı su formuna geçmektedir. Gıdalarda donma olayının anlaşılabilmesi için en iyi örnek suyun donmasıdır.

Gıdalarda su çok sayıda çözünmüş madde içeren çözelti niteliğindedir. Gıdaların donma noktası gıdanın içerdiği sudaki çözünmüş maddenin cinsi ve miktarına bağlı olarak 0°C 'nin altındaki bir sıcaklık derecesidir⁽⁴⁾. Donma olayında ürünün cinsi ve yağ miktarı da etkili olur. Ürün -0.5 ve -2°C 'de mekanik olarak donar. Gıdanın içerdiği suyun önemli bir kısmı -10°C 'de donar. Yağsız ba-

lıklarda mevcut suyun %90'ı -30°C 'de donar. Pratikte soğuk konservasyon için bu sıcaklık yeterlidir. Donabilir suyun tamamı ancak $-50/-70^{\circ}\text{C}$ de buz kristalleri haline geçer. Ticari ürünlerde bu sıcaklıklarda dondurma yapılamadığından donmamış donabilir nitelikte su ayırt edilir. Esasen kimyasal reaksiyonların önlenmesi için bu düşük sıcaklıklara dek soğutma yapılmalıdır⁽⁵⁾.

III.1.1. SUYUN KRİSTALİZASYONU

III.1.1.1. ÇEKİRDEKLENME

Suyun buz haline dönüşmesi önce çekirdeklenme sonra bu çekirdeklerin irileşmesi olmak üzere iki aşamadan oluşur. Su soğutulup belli bir dereceye ulaşıncı su molekülleri "kristal çekirdeği" denen küçük kümecikler oluşturur. Ancak oluşmuş bu kümeciklerin bir kısmı kaybolurken, yeniden bir kısım kümecikler oluşur. Ortamda kararsızlık hüküm sürer, çekirdeklerin oluşması ve kaybolması arasında bir denge başlar. Ortam soğumaya devam eder ve sıcaklık derecesi uygun bir noktaya eriştiğinde çekirdeklerin oluşması ve kaybolması durur. Çekirdek, buz kristali çekirdeği olabilecek kadar büyüme şansı kazanır. Böylece ortamdaki kararsızlık kaybolurken çekirdeklenme olayı üstünlük kazanır. Bu kararsızlık döneminde, yani gerçek buz kristal çekirdeğinin oluşmasının gecikmesi aşamasında su gerçek donma noktası olan 0°C 'nin altına kadar soğur. Buna "aşırı soğuma" denir. Çekirdeklerin, bir buz kristali için gerçek olabilme şansını kazandığı irilik, ortam sıcaklık derecesi ile ilgilidir. Örneğin, $-1/-2^{\circ}\text{C}$ 'lerde 120 angstrom boyuta erişen çekirdekler, o koşullarda buz kristal çekirdeği olabilme şansına kavuşabilmektedir. Ortam sıcaklık derecesi ne kadar düşükse, buz kristal çekirdeklerinin boyutu o kadar küçük olabilmektedir⁽¹⁾.

III.1.1.2. ÇEKİRDEKLERİN BÜYÜMESİ

Çekirdekler oluştuktan sonra, ortam koşullarına göre hızlı veya yavaş olarak belli bir iriliğine kadar büyürler ve böylece buz kristalleri oluşur. Kristallerin büyüme hızı, ortam sıcaklık derecesi ile ortamdaki ısı transfer hızı gibi başlıca iki faktöre bağlıdır. Diğer tüm faktörler sabit kalmak koşulu ile, ortam sıcaklık derecesi ne kadar düşükse kristallerin büyüme hızı o kadar düşüktür. Diğer taraftan, ortam sıcaklık derecesi ne kadar hızlı uzaklaştırılırsa (hızlı soğuma), kristallerin büyüme hızı o kadar artmaktadır. Suda erimiş halde maddelerin bulunması kristallerin büyüme hızını azaltmaktadır⁽¹⁾.

III.1.1.3. KRİSTAL İRİLİĞİ ve SAYISI

Kristallerin büyüme hızı ile kristallerin iriliği farklı olgulardır. Örneğin bir çekirdek hızla ancak belli bir iriliğe kadar büyürken, başka koşullarda yavaş fakat çok iri bir boyuta kadar büyüebilir. Bu yüzden kristal büyüme hızı ile kristal iriliğine etki eden faktörler farklıdır. Kristal iriliği başlangıçta ortam-

da oluşmuş çekirdek sayısına bağlıdır. Ortamda ne kadar fazla çekirdek varsa, kristallerin boyutu o kadar küçük kalır. Aksine ortamda çekirdek ne kadar az ise, o kadar iri kristaller oluşur. Şu halde kristal iriliğini kontrol etmenin ilk koşulu, ortamda fazla sayıda çekirdek olmasının sağlanmasıdır. Ortam sıcaklık derecesi, süratle düşürülür ve daha sonra suyun kristalizasyonu sonucu serbest kalan donma gizli ısı (79.7 kcal/kg) süratli bir şekilde uzaklaştırılırsa, fazla sayıda ve küçük kristaller oluşmaktadır. Ancak, ortam sıcaklığının süratle düşürülmesine karşın daha sonra serbest kalan donma gizli ısı hızla uzaklaştırılmazsa, ortam ısınır, sıcaklık derecesi donma noktasına kadar yükselir. Bu koşullarda yeni çekirdeklerin oluşma şansı azaldığından, ortamda bulunan az sayıdaki çekirdekler iri buz kristalleri haline dönüşür. Gıda maddelerinin dondurulmasında böyle bir durum arzu edilmez. Gıda maddelerinin dondurulmasında, dondurulan maddenin her tarafında fazla sayıda ve küçük boyutlarda buz kristallerinin oluşturulması amaçtır^(1,6).

III.1.1.4. REKRİSTALİZASYON

Gıda maddelerinin dondurulmasında gerekli tüm faktörlere itina ederek kristal iriliğini kontrol altında tutmak mümkündür. Ancak kristallerin her zaman daha fazla büyüme eğiliminde olmaları yüzünden, uygun koşullarda irileşebildikleri dikkatten kaçmamalıdır. Küçük kristallerin daha sonra büyümesi olayına "**rekristalizasyon**" denir. Rekristalizasyon özellikle depolamada ve çözülmede belirir. Optimum koşullarda en iyi şekilde dondurulmuş ürün, gereği gibi depolanamazsa kötü dondurulmuş bir üründen farklı olmayabilir. Kristal iriliğinin, sadece dondurma işleminde değil, depolamada da kontrol altında tutulması zorunludur.

Rekristalizasyon gezgin ve yapışma rekristalizasyon olmak üzere iki türdür.

Yapışma rekristalizasyon: Birbirine çok yakın kristallerin birleşerek büyümesidir.

Gezgin rekristalizasyon: Bazı kristallerin kaybolurken diğerlerinin irileşmesidir.

Rekristalizasyon çok düşük derecelerdeki ve bu derecenin sabit kaldığı depolarda yavaş bir hızla belirir. Depo sıcaklık derecesinin oynaması, özellikle gezgin tip rekristalizasyonu hızlandırır.

Depo sıcaklığının bir miktar yükselmesi depolanan donmuş ürünün dış tabakalarındaki sıcaklığın artmasına ve buradaki buz kristallerinin buhar basıncının yükselmesine neden olur. İç tabakalardaki buz kristalleri daha düşük sıcaklık derecelerinde bulunduklarından buhar basınçları da düşüktür. Bu durumda dış tabakalardaki kristaller süblimasyonla küçülür, hatta bazıları kaybolurken iç

tabakada bulunanlar büyür. Daha sonra depo derecesi düşünce bu defa aynı olay aksi yönde gelişir. Ancak bu durumda yeni kristaller oluşamaz, sayısı azalmış kristaller hızla irileşirler. Depo sıcaklık derecesindeki oynamaların donmuş ürünlerdeki buzun, buhar olarak yer değiştirmesine neden olduğu kristal sayılarının azaldığı, ancak kristallerin irileştiği bilinmektedir.

Dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesinde de rekristalizasyon gerçekleşmekte, ancak çözme işlemi hızlı olarak yapılıncı, hem olayın süresi hem de zararları azaltılabilmektedir⁽¹⁾.

III.1.2. DONMA OLAYI

III.1.2.1. SAF SUYUN DONMASI

Saf suyun donma diyagramı incelenirken, suyun özgül ısısının 1.0 buzun özgül ısısının 0.49, kristalizasyon gizli ısısının (donma veya erime) 79.7 kcal/kg olduğu hatırlanmalıdır.

20°C'deki su 0°C'ye kadar soğutulurken 20 kcal/kg ısı uzaklaştırılmaktadır. Isının uzaklaştırılmasına devam edilince sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü, fakat donmanın başlamadığı görülür. Bu olay "aşırı soğuma olup, nedeni çekirdeklenmedeki gecikmedir. Aşırı soğuyan su, belli bir sıcaklık derecesine düşünce (0°C'nin altı) çekirdeklenme başlar ve bunu kristal büyümesi izler. Bu sırada serbest kalan "donma gizli ısı", ortamın sıcaklık derecesini, suyun gerçek donma noktası olan 0°C'ye yükseltir. Tüm kitlenin donması için, donma sonucu serbest kalan, 79.7 kcal/kg düzeyindeki ısının uzaklaştırılması şarttır. Bu yüzden donma boyunca uzaklaştırılan ısı, sadece kristalizasyon gizli ısıdır. Bu ısının hızla uzaklaştırılması donma olayını hızlandırır, ortamın sıcaklık derecesinin düşmesine neden olmaz. Donma boyunca ortam sıcaklığı 0°C'de sabit kalır. Suyun tamamı donar ve ancak bundan sonra uzaklaştırılan ısı 0°C'deki buzun sıcaklık derecesinin düşmesine neden olur. Saf su 0°C'de donmaya başlar ve donma 0°C'de devam eder^(6,7,8).

III.1.2.2. BASİT BİR ÇÖZELTİNİN DONMASI

Basit çözelti tanımı: İçerisinde bir tane erimiş madde içeren çözeltiyi belirlemek için kullanılmıştır. Örneğin; içerisinde sadece mutfak tuzu veya sakkaroz eritilmiş çözelti.

Çözelti soğutulunca, özgül ısısu suyun özgül ısısından küçük olduğundan, sıcaklık derecesi hızla düşer ve aşırı soğuyarak 0°C'nin altında bir sıcaklık derecesine erişir. Donma burada başladığından, serbest kalan donma gizli ısısu çözeltinin sıcaklık derecesini o çözeltiye özgü donma noktasına yükseltir çözeltinin donma noktası, erimiş madde çeşidi ve konsantrasyonuna bağlı 0°C'nin altındaki herhangi bir sıcaklık derecesidir. Donma olayı burada başlar. Bir

çözeltinin donması demek; çözeltideki suyun “saf su kristalleri” şeklinde ayrılması demektir. Donan sadece sudur. Donma olayı başladığında çözeltinin bir kısım suyu, buz olarak ayrılır ve bu yüzden geri kalan çözeltinin konsantrasyonu yükselir. Konsantrasyonu artmış olan bu yeni çözeltinin yeni bir donma noktası vardır ve bu bir önceki donma noktasındaki değerden düşüktür. Donma boyunca devamlı olarak buz kristalleri oluşmakta ve buna bağlı olarak konsantrasyonu gittikçe artan çözelti meydana gelmektedir. Bu nedenle basit bir çözeltide donma başladıktan sonra, sıcaklık derecesi saf suda olduğu gibi sabit kalmamakta, gittikçe düşmektedir. Çözeltinin konsantrasyonu, ancak bulunduğu sıcaklıktaki “doyma noktasına” kadar yükselebilir. Bu noktada donarak ayrılan su ile orantılı olarak çözünmüş madde de kristalize olup ayrılır ve böylece geride kalan çözeltinin konsantrasyonu daima sabit kalır. Bir çözeltinin eriştiği sabit donma sıcaklık derecesine “ötektik nokta” veya “ötektik sıcaklık derecesi” denir. Solvent (Erikten) su olursa kriyohidrik deyimi kullanılır^(6,7,8).

Kriyohidrik Nokta: sulu bir çözeltide solüt (eriyen) ve suyun maksimum düzeyde kristalizasyonunun gerçekleştiği en yüksek sıcaklık derecesidir.

Sadece bir tane erimiş madde içeren basit bir çözeltinin donma olayı incelenmiştir. Birden fazla, örneğin A ve B gibi iki erimiş madde içeren bir çözeltinin donma diyagramı incelenirse, tek madde içeren çözeltiye benzer ve fakat biraz daha karışık bir tablo belirir. Böyle bir çözeltide donma 0°C'nin altında başlar. Çözeltinin A ve B maddelerine göre konsantrasyonu artar ve donma sıcaklığı, konsantrasyona bağlı olarak gittikçe düşer. Erimiş maddelerin birine doyararak birinci kriyohidrik noktaya erişir. Bu noktadan itibaren donan su ile orantılı olarak A maddesi de kristalize olup ayrılır ve çözeltinin A maddesi açısından konsantrasyonu bundan sonra değişmez. Ancak çözelti B maddesine henüz doymamış olduğundan çözeltinin B maddesi konsantrasyonu gittikçe artar ve bu nedenle birinci kriyohidrik derece sabit kalmaz. Nihayet çözelti B maddesine de doyar ve ikinci kriyohidrik sıcaklığa erişilir. Donma bundan sonra bu sabit sıcaklıkta devam eder ve bu sırada donan suya eşdeğer miktarda A ve B solutleri (eriyenleri) kristalize olup ayrılırken, çözeltinin A ve B maddeleri bakımından konsantrasyonu sabit kalır. Nihayet olay sona erip tüm kitle donmuş olur^(6,7,8).

III.1.2.3. GIDALARDA DONMA OLAYI

Gıdalardaki su, çok sayıda çözünmüş madde içeren bir çözelti niteliğindedir. Bu nedenle gıdalarda donma, belli bir derecede başlar, içerdiği erimiş maddelere bağlı olarak birçok kriyohidrik noktadan geçer ve nihayet donma en düşük kriyohidrik derecede sona erer. Ancak, gıdalarda çok sayıda ve değişik miktarlarda çözünmüş madde bulunduğundan, gıdaların donma diyagramlarında basit bir çözeltideki gibi belirgin kriyohidrik noktalar fark edilemez. Çeşitli

kriyohidrik dereceler birbirini adeta maskeleyeceğinden gıdaların donma diyagramları, kavisli bir eğri olarak ortaya çıkar.

Son kriyohidrik nokta her gıda için farklıdır. Örneğin etlerde -50°C ile -55°C arasında, yumurta akında -55°C dolaylarındadır. Bir çok gıdanın ticari amaçla dondurulup depolanmalarında genellikle -20°C dolaylarında sıcaklık derecesi uygulandığından, dondurulmuş gıdalarda son derece konsantre olmuş, fakat donmamış ancak "donabilir nitelikte" sıvı fazın bulunduğu kolaylıkla anlaşılabilir. bilmektedir.

Diğer taraftan, gıda maddelerinde bulunan suyun bir kısmı, özellikle iyonlara veya elektrik yüklü diğer parçacıklara bağlı halde bulunmaktadır. "bağlı su" denen bu su, aynı zamanda bir çözücü olma niteliğinde değildir. Bağlı su, herhangi bir sıcaklıkta da dondurulamaz bu yüzden buna "donmayan su" denir. Hayvansal dokulardaki suyun % 8-10'u bağlı sudur. Ticari amaçla dondurulmuş gıdalarda, donmamış halde, fakat donabilir nitelikteki suya ek olarak, donmayan su (bağlı su) da bulunmaktadır⁽⁷⁾.

III.2. DONMA ve ÇÖZÜLME HIZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bir gıdayı dondurmak için gereken süre, onun çözündürülmesi için gerekli bulunan süreden daima daha kısadır. Bir materyalin donma ve çözülme eğrileri kıyaslanırsa her iki olayın farklı niteliklerde geliştiği görülür. Buzun ısı iletim katsayısının sudan 4 misli büyük olduğu göz önüne alınır, buna göre buzun ısıl ayılım katsayısının suyunkinden 9 misli daha fazla olduğu hatırlanırsa, her iki olayın gelişme hızının farklılık nedeni de anlamak kolay olacaktır. Bir materyalin dondurulmasında veya çözülmesinde fiziksel nitelikleri de, özellikle ısıl niteliklerinde farklı üç katman gözlenir. Ancak bu katmanların sırası donma ve çözülmede farklıdır.

Dondurulan materyalde; en dışta "donmuş faz" içte "donmamış faz" ikisinin arasında ise "donmakta olan faz" şeklinde katmanlar sıralanır.

Donmuş tabaka iç kısma doğru gelişirken, donmakta olan tabaka da en içte bulunan donmamış bölgeye doğru genişler. Donma olayının dıştan içe doğru geliştiği, materyalin ısısının en içten dışarı doğru atılmak zorunda olduğu görülmektedir. Örneğin, -2°C olan bir gıda maddesinin dondurulmasında en içte bulunan donmamış bölgesinin sıcaklık derecesinin 4°C 'de olduğu sıradaki durum incelenirse, bu kısmın donma noktasına erişmesi için buradan 6°C 'lik bir sıcaklık düşüşünü sağlayacak duyarlı ısı uzaklaştırılmalıdır. Bu ısı hemen ken-

dini çevreleyen "donmakta olan" bölge üzerinden donmuş bölgeye oradan da soğutucuya ulaşır. Diğer taraftan donmakta olan tabakadan serbest kalan donma gizli ısı da hemen kendini çevreleyen donmuş tabaka üzerinden dışarı atılır. Donmuş tabakanın yani buzun, ısıyı daha iyi ilettiği göz önüne alınınca, donma sırasında iç tabakalardan uzaklaştırılması gereken ısının kolaylıkla iletilerek soğutucuya ulaştırılabildiği görülmektedir. Donmuş tabaka ne kadar hızlı oluşur ve hızla genişlerse iç tabakalardan uzaklaştırılması gereken, duyarlı ısı ile donma gizli ısısından oluşan toplam ısının uzaklaştırılma hızı o kadar artar. Bu olaylar sırasında donmuş tabakanın sıcaklığı da gittikçe düşerek soğutucu sıcaklığına erişir. Nihayet tüm kitle donarak istenen sıcaklık derecesine kadar soğuma gerçekleşir. Buna karşın çözülme sırasında bu olaylar tam aksi yönde gelişir. Çözülen materyalde; en dışta "**çözölmüş faz**" ortada "**don halindeki faz**" ikisinin arasında ise "**çözölmekte olan faz**" şeklinde katmanlar sıralanır. Çözölme sırasında çözölmüş faz dıştan içeri doğru gittikçe gelişir. Çözölme için gerekli olan "**çözölme gizli ısı**" ile çözölme sonunda ortamın sıcaklık derecesinin yükselmesini sağlayacak "**duyarlı ısı**" dıştan içeri doğru iletilmek zorundadır. Çözölmenin donmaya göre daha uzun sürmesinin nedeni budur. Ancak çözölme olayının donma olayından önemli bir farklılığı da tüm çözölme olayının materyalin donma noktasında gerçekleşmesidir.

Don çözölmesinin hemen başlangıcında materyale verilen ısı, buzun ısıl yayınının katsayısının yüksek olmasına bağlı olarak materyal tarafından hemen absorbe edilir. Bu yüzden kitlede henüz çözölme belirmeden sadece sıcaklık derecesi yükselir, böylece kitlenin sıcaklık derecesi süratle ve aynı anda materyalin kendine özgü donma sıcaklık derecesine erişir. Erime ancak bundan sonra başlar. Önce yüzeyde oluşan ince bir tabaka halindeki çözölme, iç tabakalara doğru gelişir⁽¹⁾.

III.3. DONDURARAK MUHAFAZA TEKNOLOJİSİNİN GENEL PRENSİP- LERİ

Dondurma işlemi yapılırken, bozulmayı önlemek amacıyla gıdaya ön soğutma uygulanmalıdır. Bu nedenle çalışma alanındaki sıcaklık 10°C'nin altında olmalıdır. Su ürünlerinin dondurulmadan önceki kalitesinin en iyi şekilde korunması ancak hızlı dondurma ile mümkündür. Ortalama dondurma hızı 1-3 cm/saat olmalı ve özellikle kritik bölge olan buz kristali oluşum sıcaklığı aralığı olan -0.5/-5°C süratle geçilmelidir. Böylelikle büyük buz kristallerinin oluşması ve bunların hücre duvarını tahrip ederek hücre suyunun dışarı çıkması ve buna

bağlı su kaybı ile oluşan kuruma ve diğer kalite kayıpları önlenir. Çok hızlı dondurulmuş su ürünlerinde hücre içi suyu hücre dışına çıkma olasılığı bulamadan kristalleşir ve hücre içinde kalır. Bu “**hücre içi dondurma**” olarak isimlendirilir. Donma hızı yüksek değilse buz kristalleri hücre dışında oluşur, hücre içi suyu hücre dışına çıkar ve orada kristalleşir. Buda “**hücre dışı dondurma**” olarak isimlendirilir.

Hücre dışı donmuş ürün uzun süre depolanıp çözündürüldüğünde, çözünen hücre dışındaki su tekrar hücre içine dönemez, hücre dışında kalarak ürün dokusunun sulu bir hal almasına, dokunulduğunda pürüzlü olmasına ve bazı niteliklerini kaybetmesine neden olur. Donma hızının süratı; ürünün kalınlığına, seçilen dondurma yöntemine ve paketlenmiş ürünlerde, paketleme materyaline bağlıdır.

Su ürünleri, dondurulma işleminden sonra soğutulmuş suya daldırılarak veya üzerlerine soğutulmuş su püskürtülerek glaze edilirler. Bu işlemle ürünün yüzeyinde oluşturulan buz tabakası balığı, özellikle yağlı balığı kuruma ve oksidatif değişimlerden korumakta ve yüzey kurumasını önlemektedir.

Dondurma işlemi soğuk zincirin başlangıç halkasıdır. İşlemin başarıya ulaşması, zincirin bundan sonraki halkalarında herhangi bir kırılmanın olmamasına bağlıdır. Dondurma ile başlayan soğuk zincir, depolama, nakliye, toptancı deposu, perakendeci taşınması, perakende deposu, satış ve tüketici olarak devam eder.

Dondurulmuş balığın depolama sıcaklığına bağlıdır. Depolama sıcaklığı ne kadar düşük seçilirse ürün o kadar iyi kalitede ve uzun süre depolanabilir. Dondurulmuş ürünün sıcaklığı mümkün olduğunca depo sıcaklığına yakın olmalıdır. Depo sıcaklığı genelde -18/-30°C arası seçilmelidir. Depo sıcaklığının sabit olması önemlidir. Artan/azalan depo sıcaklığı üründe kristalizasyon hızını yükseltir. Kurumanın önlenmesi için depo nemi yüksek olmalıdır. Ancak hava hızı düşük olmalıdır. Paketleme materyalinin hava ve ışık geçirgenliğinin düşük olması arzu edilir^(1,6,8).

III.4. DONDURARAK MUHAFAZAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

III.4.1. MATERYAL

Ürünün kalitesinin korunması ve dayanıklılık bakımından ürün çok taze olmalıdır. Materyalin tazeliği yanında yaşı, olgunluk durumu, beslenme şekli, av

mevsimi, av yöntemi, içerdiği su ve yağ miktarı ölüm sertliği, çevre sıcaklığı, işleme şartları kalite ve raf ömrünü etkileyen diğer faktörlerdir^(5,9).

III.4.2. ÖN İŞLEMLER

Ürün avlandıktan sonra hemen yıkanıp temizlenerek mikroorganizma yükü düşürülmelidir. Dondurulmadan önce ön soğutma uygulanmalıdır. Ancak uzun süre buzda bekletme dondurma sonrası raf ömrünü sınırlamaktadır. Dondurma öncesi balık ve diğer et ürünleri % 2 tuz çözeltisine daldırılabilir. Bu şekilde kuruma mümkün olduğunca önlenir, tat güzelleşir, damlama kaybı nispeten azaltılır⁽⁵⁾.

III.4.3. DONMA HIZI

Donma hızını yüksek olması halinde etin kalitesi taze et kalitesine çok yakın olmakta ve donma süresi kısalmaktadır. Yüksek donma hızında su kas fibrilleri içinde ve fibriller arasında küçük düzgün mikroskobik buz kristalleri haine dönüşmekte ve fibrillerde aşırı bir zedelenme histolojik bir deformasyon olmaktadır. Bu şekilde donmuş etin çözünmesi sırasında, çözünen buz kristallerinin suyu doku tarafından tekrar etkin bir şekilde absorbe edilmektedir. Donma hızı düştükçe ekstraselüler buz oluşumu artmaktadır.

Fibriller arasında su donmaya başladığında buradaki tuz ve diğer bileşenlerin konsantrasyonu yükselmekte fibriller içinde donmamış haldeki su hücreler arası boşluklara diffüze olmakta büyük amorf şekilli buz kristalleri oluşmaktadır. Bunun sonucunda fibrillerde büzülme, büyük buz kristallerinin neden olduğu zedelenmeler meydana gelmektedir. Hızlı dondurmada hücre içi ve hücre dışı osmotik basıncında fazla bir farklılık olmadığından dolayı selüler ve ekstraselüler su bulunduğu yerlerde küçük düzgün kristaller halinde hızla donmaktadır. Yavaş dondurmada hem hücre içi hem hücre dışında belirli bölgelerde donan suyun hücreye yaptığı basınç nedeniyle hücrede histolojik deformasyon ileri seviyede olmaktadır. Bu nedenle de yavaş dondurmada protein denatürasyonu fazla olmaktadır.

Yavaş dondurmada; dış yüzeylerdeki suyun hızlı, iç yüzeylerdeki suyun yavaş donması nedeniyle et kütlesi içindeki içten dışarı su hareketi fazla olmaktadır. Yüzeye doğru olan bu hareket sonucu süblimasyonla olan ağırlık kaybı daha fazla olmakta, don yanığı riski artmakta ve yağ oksidasyonu daha hızlı olmaktadır. Hızlı dondurmada; hem süblimasyonla olan ağırlık kaybı düşük, hem de don yanığı ve oksidasyon hızı yavaş olmaktadır. Yavaş dondurmada, yüzeye doğru olan su hareketi sonucu suda çözünen protein, vitamin ve diğer bileşenlerde et yüzeyinde fazlaca birikecek ve çözünme sırasında çözünme suyu içerisinde bu bileşenlerin kaybı yüksek miktarda olacaktır. Ayrıca yavaş dondurma mikrobiyolojik faaliyetlere daha fazla imkan tanıdığı gibi, yavaş dondu-

rulmuş etlerin çözündürülmesi sırasında meydana gelen ileri seviyedeki tekstürel bozulmalar ve yüksek orandaki sızıntı suyu oluşumu da mikrobiyolojik riski artırmaktadır⁽⁴⁾. Dondurma hızı 0.3cm/saat altına düşmemelidir. Ortalama 1-3 cm/saat olmalı -0.5/-5°C arasındaki buz kristal oluşum alanı mümkün olduğunca hızlı gerçekleştirilmelidir. Çok yavaş dondurmada dondurma hızı 0.1 cm/saat in altındadır. Yavaş dondurmada bu hız 0.1-0.5 cm/saat tir yavaş dondurma -18°C civarında gerçekleştirilir. Hızlı dondurmada ise -30°C sıcaklıkta horizontal veya vertikal hava akımında dondurma hızı 0.5-5 cm/saat hava hızı 1-4 m/sn dir. Çok hızlı dondurmada dondurma hızı 5 cm/saatin üzerindedir. Sıvı azot kullanılarak -196°C gibi düşük sıcaklık derecelerinde bu olay gerçekleştirilebilir⁽¹⁰⁾.

III.4.4. DONDURMA SICAKLIĞI

Dondurma sıcaklığı ile dondurma süresi sıkı ilişki içerisinde. Hızlı dondurma yapılmalı, -25/-40°C gibi düşük sıcaklık derecelerine inilmeli, ürünün orta nokta sıcaklığı -18/-20°C olmalıdır⁽⁵⁾.

III.4.5. GLAZELEME

Balık dondurulduktan sonra çoğunlukla bir kez nadiren birkaç kez 10-20 sn süreyle soğuk suya daldırılır veya balığın üzerine soğuk su püskürtülür. Glaze etmekle ürün kurumaya, ağırlık kaybına, acılaşmaya, renk kaybına ve don yanığına karşı korunabilir⁽⁵⁾.

III.4.6. DEPO SICAKLIĞI

Dondurma prosesinde sıcaklık genellikle -25/-40°C de değişirken depolama sırasında -18/-25°C kullanılır. Depolamada sıcaklık -30°C ye kadar düşürülebilir. Düşük dereceler (-30°C ve altı), özellikle enerji sarfiyatından dolayı ekonomik nedenlerle uygulanmamaktadır ve buna teknolojik açıdan da gerek yoktur. Yağlı balıklar için -25/-30°C, yağsız balıklar için -18/-20°C uygun depo sıcaklıklarıdır. -15/-12°C' den daha yüksek sıcaklıklardan uzun bir depolama periyodu sonucunda küf çoğalması görülebilir. Çok düşük sıcaklık derecelerinde (-30°C) enzimlerin aktivitesi tamamen durmakta, biyokimyasal reaksiyonların hızı önemli ölçüde azalmaktadır. Depo sıcaklığı sabit olmalıdır. Depo sıcaklığında en fazla $\pm 1^{\circ}\text{C}$ oynama olmalıdır. Artan, azalan depo sıcaklığı büyük buz kristallerinin oluşumuna neden olmaktadır. Depo sıcaklığının sabit ve düşük sıcaklık derecelerinde olması ile su kaybı, aroma kaybı, kuruma, buz kristallerinin oluşumu, rekristalizasyon önlenir⁽⁵⁾.

III.4.7. DEPO ŞARTLARI

Yukarıda saydığımız kalite kayıplarının meydana gelmemesi için depo neminin mümkün olduğunca yüksek seviyede tutulması gerekir ve depoda yeterli düzeyde düşük bir hava sirkülasyonu sağlanmalıdır. Özellikle paketlenmeden dondurulan ürünler hava hareketli olmayan odalarda depolanmalıdır. Özellikle yağlı ve yassı balıklar ışıktan uzak tutulmalıdır⁽⁵⁾.

III.4.8. DEPOLAMA SÜRESİ

Depolama süresi, depo sıcaklığı ile sıkı ilişki içindedir. Depo sıcaklığı düş-tükçe depolama süresi uzar. Depolama süresini balığın su, yağ miktarı, hijyenik koşullar, ön soğutma süresi, ambalajlama şekli, et parçalarının büyüklüğü etki-ler. Yağsız balıklar daha uzun süre dayanır. Kısa bir süre ön soğutmaya tabi tutulmuş ve dondurulmuş etlerin muhafaza süresi, uzun süre ön soğutma uygu-lanmış dondurulmuş etlere kıyasla daha uzundur. Uzun süre ön soğutma daha fazla mikrobiyal enzimin mevcudiyetine ve yağlardaki değişimlerin başlamasına imkan sağlamaktadır. Ambalajsız ürünlerde de ağırlık kaybı, don yanığı ve ransidite fazla görülmekte depolama süresini sınırlamaktadır^(1,5).

III.4.9. PAKETLEME

Kurumanın, ağırlık kaybının ve okidasyonunun önlenmesi için ışık ve nem geçirmeyen materyal ile paketlenmelidir. Yağlı balıklar için vakum pak-ket uygulanmalıdır⁽¹¹⁾.

III.4.10. TRANSPORT

Transport için seçilen sıcaklık -20/-25°C olmalıdır. Transportta 3°C sıcaklık değişimine izin verilebilir. Yüksek sıcaklık derecelerinde (-18°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda) transport yapıldığında kalite kayıpları meydana gelir⁽¹⁾.

III.4.11. ÇÖZÜNDÜRME

Dondurulmuş et ve ürünlerinin çözündürülmesi ürün kalitesi açısından dondurma ve donmuş muhafazadan daha fazla önem arz etmektedir. Uygun koşul-larda dondurulmuş ve depolanmış kaliteli ürün, uygun olmayan koşullarda çö-zündürüldüğünde kalitesi önemli derecede düşmekte, ağırlık kaybı artmakta ve ürün tamamen elden çıkabilmektedir. Çözündürme işlemi kontrollü şartlarda yapıldığında gerek mikroorganizma sayısındaki artış, gerekse ağırlık kaybı ka-bul edilebilir sınırlar içerisinde tutulabilmekte ve kalite korunabilmektedir^(10,12). Kontrolsüz şartlarda çözündürme sırasında yüzey ve yüzeye yakın kısımların sıcaklığı bakteri çoğalmasına izin vermekte çözündürme süresi uzadıkça bakteri sayısı da artmaktadır. Çözündürme işlemi sırasında oluşan sızıntı su miktarı

çözündürme ve dondurma hızına bağlıdır. Hızlı dondurulan-yavaş çözündürülen üründe çözündürme suyu (sızıntı suyu) miktarı düşüktür. Yavaş dondurulan-hızlı çözündürülen üründe sızıntı suyu ve ağırlık kaybı fazla olmaktadır. Sızıntı suyu ile birlikte besin değeri de azalmaktadır.

Dondurulmuş ürünün çözündürülmesi 0/5°C sıcaklık aralığında % 95 bağıl nemde 4 m/sn hava hızında gerçekleştiğinde daha az doku suyu kaybı meydana gelmekte ve yüzey kuruması, yüzeyde mikroorganizma üremesi önlenmektedir. Folyada paketlenmiş, vakum paketlenmiş ürünler su kaybetmeden su banyosunda çözündürülmelidir⁽¹⁰⁾.

III.5. DONDURMA SIRASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Dondurmada, birincisi buz kristallerinin oluşması, diğeri dokunun düşük derecelere kadar soğuması gibi iki farklı olay belirdiğine göre, dondurulan dokuda ki değişimler bu iki olguya dayanmaktadır.

Dondurmanın esas etkisi buz kristalleri oluşumundan kaynaklanmaktadır. Buz kristallerinin oluşması, bir taraftan hacimde bir artışa, diğer taraftan hücre içi sıvısının konsantrasyonunun yükselmesine neden olarak hücrede mekanik zedelenmelere yol açar. Geri dönüşü olmayan bu değişimlerin donma hızının kontrolü ile az veya çok sınırlandırılabilmesi mümkündür⁽¹²⁾.

Diğer taraftan, dondurma işlemi süresince enzim aktivitesi, kimyasal reaksiyonlar ve mikroorganizma faaliyeti yavaş olarak devam eder. Belli bir sıcaklık derecesinden sonra mikrobiyolojik değişimler tümünden sona ererken enzim aktivitesi tamamen durmadığından biyokimyasal değişimler yavaş bir hızla devam eder^(1,12).

III.6. DONDURARAK DEPOLAMA SIRASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Dondurma ve dondurarak depolama sırasında dondurma hızı ve depo sıcaklığına bağlı olarak buz kristalleri oluşur. Oluşan buz kristalleri hücrenin zarar görmesine sebep olur.

Dondurulmuş ürünlerde kuruma ve don yanığı görülür⁽⁴⁾. Genelde bu durum paketlenmeden dondurulan ürünlerde görülse de uygun olmayan paket materyali kullanılmış ve hatalı paketlenme yapılmış ürünlerde de görülür. Uygun olmayan koşullarda dondurulmuş ve depolanmış su buhar geçirgenliği düşük olan ambalajda paketlenmiş ürünler zamanla su kaybederler ve kuruma belli bir düzeye ulaştığında su kaybetmiş yoğun alanlar oluşur. Buna **don yanığı** denir. Don yanığı meydana gelmiş balık kuru, keçemsi asbestimsi görünüşte ve kahverengi renktedir. Don yanığı donma hızı, depo sıcaklığı, soğutucu ortamdaki havanın dolaşım hızı, ürünün su buhar basıncı ile ortamın su buhar basıncı arasındaki farka bağlı olarak değişir⁽¹⁰⁾.

Dondurarak depolama sırasında kas etinin kırmızı pigment maddesi myoglobin metmyoglobine dönüşür ve hoş giden kırmızı renk yerini soluk kahve rengine bırakır. Ayrıca balık yağında bulunan karotinoidlerde rengin donuk hoş gıtmeyen durum almasına neden olur.

Dondurarak depolama sırasında taze balığa özgü aroma kaybolur, bunun nedeni inozin 5 monofosfatın enzimatik yıkımıdır. Bunun sonucu olarak balık acı bir tat alır ve hipoksantin miktarı yükselir. Dondurulmuş balık etinin vitamin ve minerallerinde çözümler olur. Donmuş balık etinin proteinleri depolama sırasında denatüre olur, su bağlama güçlerini geniş ölçüde kaybeder. Tuzlu suda çözünabilir proteinler dondurma ve dondurarak depolama sırasında denatüre olur ve çözünemez durma gelirler. Tuzlu suda çözünabilir proteinlerin miktarındaki değişimler kalitenin göstergesidir^(12,13). Özellikle yağsız balıklarda protein çözünmezliği lipit oksidasyonundan daha önemlidir. Protein çözünmezliğinin gelişim hızı ve büyüklüğü balık türüne, balığın beslenme durumuna, kasın ölüm sonrası durumuna, ön işlemlere, donma hızına, depolama sıcaklığına, dondurulmuş ürünün ulaştığı sıcaklığa, lipit oksidasyonuna bağlıdır. Yağsız balıkta protein denatürasyonu yağlı balıklara göre daha fazladır⁽¹³⁾. Örneğin aynı koşullarda depolanan mezgit balığında morinaya göre protein denatürasyonu daha fazladır. Ölüm sertliğine girmeden önce dondurulan balıktaki depolama sırasındaki protein denatürasyonu ölüm sertliği çözüldükten sonra dondurulan balıktaki denatürasyona göre azdır.

Çok hızlı dondurulan kaslarda ve hücre içinde küçük buz kristalleri oluşur. Yavaş dondurulan ette ise daha büyük buz kristalleri oluşur ve tek kolon halinde donma meydana gelir. Erimiş durumdaki tuzlar yoğun tuzlu bir faz oluşturarak myofibriller proteinlerin denatürasyonuna sebep olur. Depo sıcaklığı donma noktasından uzaklaştıkça tuzlu suda çözünen proteinlerin miktarındaki azalma yavaşlar. Ayrıca artan azalan depo sıcaklığı sonucu oluşan rekristalizasyon hücrelerin hasar görmesine ve çözünmeyen fazdaki tuzların myofibriller proteinleri denatüre etmesine, dolayısıyla proteinlerin su tutma kapasitelerinin düşmesine ve balık etinin daha sert bir yapı kazanmasına sebep olur. Defalarca dondurulup

çözündürülmüş ürünlerdeki protein denatürasyonu bir kez dondurulup çözündürülmüş ürüne göre daha fazladır⁽¹³⁾.

Protein denatürasyonu sonucu tat kaybolur. Koku ve istenilmeyen kıvam değişimleri özellikle kas etinin sertliğinde ve yapışkanlığında bir artış görülür. Protein denatürasyonuna uğramış ürün çözündürüldüğünde fazla su kaybeder, su kaybıyla besleyici maddelerin kaybı sıkı ilişki içindedir.

Dondurarak depolama sırasında oksidatif değişimler meydana gelir. Balık yağları çok doymamış yağ asitlerini önemli düzeyde içerdiğinden dondurarak depolama koşullarında da olsa otooksidasyona karşı duyarlıdır. Yağlı balıklarda depolama ömrünü sınırlayan en önemli etken lipit bileşiklerinin oksidasyonudur. Lipit oksidasyonunun hızı ve büyüklüğü bünyesindeki yağ asitlerinin doymamışlık derecesine, dondurarak depolama süresine, depo sıcaklığına, dondurma öncesi bekleme süresine, bulunduğu ortamın oksijen miktarına, bünyesindeki antioksidan ve prooksidan varlığına bağlı olarak değişir. Ayrıca balığın türü, yaşı, cinsiyeti, avlanma mevsimi, işleme şartları da yağ oksidasyonunu etkiler. Kırmızı kaslardaki hemin bileşikleri yağ oksidasyonunda katalitik etki gösterir. Yağlı balıkların yağının oksidasyonunda lipaz ve lipoksidaz enzimleri düşük sıcaklık derecelerinde dahi aktiftirler ve yağ yıkım ürünlerinin oluşumuna (aldehit, keton, asit, peroksit) ve fosfolipidlerin parçalanmasına sebep olur. Parçalanma ürünlerinden asit ve karboniller hoş olmayan koku ve tattan sorumludur. Aldehitler ve doymamış yağ asitleri trimetilamin ile birleşirler, kırmızı kahverengi renk değişimlerine neden olurlar. Yağlı balıklarda otooksidasyon sonucu tatta acılaşma, üst yüzeyde sarımsı kahverengi renk değişimleri gözlenir. Buda organoleptik değer kaybıdır. Dondurulmuş ürünlerde acılaşmanın yavaşlatılabilmesi için -30/-35°C'de depolanması gerekir. Yağlı balıkların hava geçirmez ambalajlarda paketlenmesi şarttır. Prooksidatif enzimler otooksidasyon hızını artırır. Glaze etmekle balık bir nevi acılaşmadan korunabilir. Askorbik asit çözeltisine (% 0.5-2) daldırma veya bu çözeltinin ürüne püskürtülmesi sonucu acılaşmaya karşı iyi sonuçlar alınabilir⁽⁶⁾.

III.7. ÇÖZÜNDÜRME SIRASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Gerekli önlemler alınmazsa, dondurulmuş bir üründe çözülme sırasında çok önemli değişimler belirir ve ürün sanki hiç dondurulmamışçasına hızla bozulur.

Dondurma sırasında oluşan buz kristallerine bağlı hücre zedelenmeleri çözülmedeki olumsuz değişimlerin başlıca nedenidir⁽¹⁴⁾.

Dondurarak depolamanın herhangi bir aşamasında beliren olumsuz olay, bunu izleyen diğer aşamalarda başka olumsuzluklara neden olmaktadır.

Çözülme olayı donma noktası civarında gerçekleştiğinden bu noktada rekristalizasyon fazladır. Yine bu nokta psikrofilik mikroorganizmaların çoğaldığı kritik bölgedir. Kısaca çözülme sırasında gıdada mekanik ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir.

Dondurulmuş bir ürünün çözülme sırasında, başlangıçtaki niteliklerini ne ölçüde kaybettiği; dondurulan ürünün çeşidine, dondurma, depolama ve çözme koşullarına bağlıdır.

Genelde gıdalar; daima başlangıçtaki sıkı ve sert yapılarını kaybederler. Çözünen ürün, bir kısım hücre suyunu dışarı bırakır. Bu olaya damlama veya sızıntı kaybı denir. Sızıntı ile sıvı kaybı, ürün çeşidine, ürünün yüzey büyüklüğüne, dondurma, depolama ve çözme koşullarına bağlıdır. Bu yüzden sızıntı ile kaybolan sıvı miktarı dondurulmuş ürünün kalite kriterlerinden birisi olarak değerlendirilir⁽¹⁾.

III.8. DONDURARAK MUHAFAZA YÖNTEMLERİ

III.8.1. SOĞUK HAVA İLE DONDURMA

Bu yöntemde, soğutucu gaz olarak genellikle, bir soğutma ekipmanının evaporatörü ile soğutulan soğuk hava kullanılır. Bundan ötür yöntem **“soğuk hava ile dondurma”** olarak anılır. En yaygın uygulanan, değişik cihazlardan yararlanılan ve birçok modifikasyonları olan en eski yöntem budur. **“durgun havada dondurma”** ve **“hava akımında dondurma”** olmak üzere iki farklı uygulaması vardır^(1,8).

III.8.1.1. DURGUN HAVADA DONDURMA

Yöntemde kullanılan hava hareketsizdir. Bu yöntemin esası, iyice izole edilmiş soğuk odadır. Kullanılan ekipman basit ve ucuzdur. Hava hareketini sağlayan hiçbir düzen yoktur. Hava sadece “doğal konveksiyonla” hareketlidir. Ancak bu etkisiz olduğundan hava hareketi olarak kabul edilemez.

Donma süresi; dondurulan maddenin büyüklüğüne, ambalajın niteliğine, dondurulan birimler arasındaki boşluğa ve bunun gibi değişik faktörlere bağlı olarak değişebilir^(4,15).

III.8.1.2. HAVA AKIMINDA DONDURMA

Bu yöntemin genel ilkesi; havanın dondurulan gıda maddesi ile evaporatör arasında hızlı hareket etmesidir. Güçlü fanlar tarafından hareket ettirilen hava, soğutma spiralleri (evaporatör) üzerinden geçerken soğur ve sonra ürünün üzerinden 10-15 m/sn hızla geçer. Isı transfer katsayısı, hava hızına bağlı olarak arttığından, gıda maddesinin hızla dondurulması sağlanır. Hava dolaşımli dondurmada denilen bu yöntemde hava sıcaklığı -30°C ila -45°C arasındadır. Bu yöntemde balık, -35/-45 °C sıcaklık, % 90-95 bağıl nem ve 2-5 m/sn hava hızında dondurulur.

Hava dolaşımli dondurmada; çok değişik tipte dondurucular kullanılır. Bunlar; tünel dondurucular (paralel ve zıt akımlı tüneller), kabin dondurucularıdır. Akışkan yatak donduruculardır. Akışkan yatak dondurucularda, ürüne alttan verilen çok yüksek hızlı hava ürünü havada yüzer şekilde tutar. Akışkan yatak dondurucularda, hava içinde yükselen ve geri düşen adeta kaynamaya benzer hareket yapan parçacıkların her biri, tüm yüzeylerden soğuk hava ile tam olarak temas sağlayarak süratle donar. Akışkan yatak dondurucularda, diğer hava dolaşımli dondurma sistemlerinin hiçbirinde ulaşılabilen hızlı bir dondurma gerçekleşebilmektedir. Bu yöntemde hızlı bir donma sağlanmakla kalmayıp, ayrıca her parça tek tek donduğundan ürünün blok haline dönüşmesi önlenmiş olur. Böylece her tane veya parçacığın ayrı ayrı donmasına "**bireysel hızlı dondurma yada Individually Quick Frozen (IQF)**" denir.

Akışkan yatak sisteminde dondurulacak ürün, belli bir hava akımında akışkanlık kazanabilecek kadar küçük parçalar halinde bulunması gerekir. Bantlı donduruculardan başka "spiralli bantlı dondurucular" da vardır. Yalıtılmış bir kabin içinde yer alan ve toplam uzunluğu 100-300 m arasında değişen bir bant dondurulacak ürünü spiral bir yolla aşağıdan, yukarıya doğru taşıırken soğuk hava yanlardan verilir. Spiral bantlı dondurucular özellikle plakalı dondurucularda dondurma olanağı bulunmayan ambalajlanmış haldeki şekilsiz ürünlerin dondurulmasında kullanılmaktadırlar.

En yaygın olarak kullanılan dondurma yöntemi soğuk hava akımında dondurma yöntemidir. Pek çok olumlu yönlerinin yanı sıra olumsuz bir yönü, ambalajsız ürünlerde nem kaybının oluşmasıdır. Ürünün üzerinden yüksek hızda soğuk hava geçirilmesi temel kuraldır. Ancak hava ne kadar soğuk olursa olsun havanın nem içeriğine bağlıdır. Kuruma sıcaklık ikinci derecede ve dolaylı etki eden bir faktördür. Eğer ıslak bir maddenin su buharı basıncı kendini çevreleyen havanınkinden yüksekse diğer bir deyişle havanın nemi düşükse, sıcaklık ne olursa olsun daima bir buharlaşma ve su kaybı olacaktır. Ambalajsız ürünlerin hem dondurulması hem de depolanması sırasında ortamın nem düzeyine bağlı olarak az veya çok bir kuruma olacaktır.

Dondurulan ürünün su kaybetmesi iki önemli soruna neden olur. Bir, kaybedilen su miktarına göre kalite kaybına neden olan fiziksel değişimlerin belirmesi, ikincisi ise evaporatör spirallerinde karlanma olmasıdır.

Ürünün yüzeyinden süblimasyon yoluyla oluşan su kaybı don yanığının oluşumuna neden olur. Don yanığı görünüşe ait kaliteyi olumsuz etkilemesinin yanı sıra besin değeri kaybına da neden olmaktadır. Don yanığında, gözenekli yapı oluşur. Bu boşluklara oksijen girerek oksidatif değişimlerde oluşur.

Ürünün su kaybını önlemek veya düşük düzeyde tutmak amacı ile çeşitli önlemler alınabilmektedir. Bunlardan en önemlisi ürünün ambalajlandıktan sonra dondurulmasıdır. Ancak bu önlem IQF gibi bir yöntemde olanaksız olduğu gibi, diğer yöntemlerde ambalajın ısı iletimini engellemesi yüzünden donma süresinin çok uzamasına neden olmaktadır. Su kaybını önlemede bir başka yöntemde ön soğutmadır. Ön soğutma; dondurulan ürünün henüz sıcak olduğu ve bu sebeple fazla su kaybettiği donma başlangıcında, nem oranı yüksek olan $-4/-5^{\circ}\text{C}$ gibi sıcaklık derecelerinde yapılır. Ürünün su kaybına karşı bir başka önlem soğutma sırasında ürünün hafif ıslatılmasıdır. Diğer bir önlem ise kabin zeminine ıslak süt çuvallarının serilmesi.

Ürünün kaybettiği su, buhar olarak havaya karışır. Nem düzeyi artmış hava, evaporatör spirallerine ulaştıkça, nemin bir kısmı bu spiraller üzerinde yoğunlaşıp kar halinde toplanır. Karlanma sonucu soğutma gücü azalır ve sık sık karın çözülmesi için evaporatörlerin devre dışı bırakılması gerekir. Dondurulan ürünün su kaybını azaltan önlemlerin çoğu, evaporatörlerin karlanmasına neden olmaktadır. Karlanmayı azaltacak en etkin önlem, evaporatör sıcaklık derecesinin soğuk hava sıcaklık derecesinden birkaç derece düşük olmasıdır. Yani evaporatör ve soğuk hava sıcaklık dereceleri arasındaki fark en çok $5-10^{\circ}\text{C}$ olmalıdır. Bu ise evaporatör yüzey alanının yeterli büyüklükte seçilmesi ile sağlanabilir^(1,6,8).

III.8.2. KRIYOJENİK SIVILARLA DONDURMA

Kaynama derecesi çok düşük olan sıvılaştırılmış gazlara kriyojenik sıvılar denir. Bu sıvılaştırılmış gazlar ayrıca soğutma ekipmanında soğutulmamakta, kendi fiziksel özellikleri ile soğutucu görevi yapabilmektedir. Bu yüzden sıvılaştırılmış gazlarla yapılan dondurmaya, daldırarak dondurma yönteminden ayırmak için buna kriyojenik dondurma yöntemi denir. Gıdaların dondurulmasında en fazla kullanılan kriyojenik sıvılar sıvı azot ve sıvı karbondioksittir. Kriyojenik dondurma çok düşük derecelerde, genellikle -60°C ' in altında gerçekleştirilen dondurma olarak tanımlanmaktadır. Diğer dondurma yöntemleri ile çok iyi niteliklerde dondurulmuş ürünler elde edilebildiğine göre, bu kadar düşük sıcaklıklara gereksinim olmaması gerekirdi. Ancak çilek, bazı üzüm

meyveler, dilimlenmiş domates, mantar, karides, kalamar gibi bazı duyarlı gıdalardan, ancak çok hızlı bir dondurma ile kusursuz ürün elde edilebilmektedir. Kriyojenik dondurma yöntemi esasen bu tip ürünler için geliştirilmiş olup uygulaması da halen bu ürünlerle sınırlıdır. Bununla birlikte, kriyojenik dondurmada kullanılan cihazların basit ve ucuz olmaları az yer kaplamaları gibi üstünlükleri de vardır. Ancak kriyojenik sıvıların pahalı olması yöntemin en olumsuz yönüdür.

Sıvı azot; en çok kullanılan kriyojenik sıvıdır. Havanın sıkıştırılıp önce likit halin getirilmesi ve sonra oksijenin kaynama derecesinin -183°C , azotun ise -196°C olması olgusundan yararlanılarak, sıvı havanın özel valften geçirilmesi ile damıtılarak azotun oksijenden ayrılması ile üretilmektedir. Üretilen azot tekrar sıvılaştırılarak sıvı azot gazı elde edilir.

Sıvı azotun öncelikle kullanılmasının nedenleri; toksik olmaması, gıda maddesinin hiçbir ögesi ile reaksiyona girmemesi, havanın yerini alarak bir çok oksidatif reaksiyonları önlemesi, dondurmada ayrı bir soğutma ekipmanına gereksinim bulunmaması, sıvı azotun -196°C gibi çok düşük sıcaklıklarda bulunması, donma olayının çok hızlı gerçekleşmesi.

Karbondioksit, sıvı veya katı halde (kuru buz) olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır. Sıvı karbondioksit, karbondioksit gazının yüksek basınç altında sıkıştırılması ile elde edilir. Diğer bir kriyojenik sıvı kaynama derecesi -220°C olan freon, -120°C olan diflorodiklormetandır. Kriyojenik sıvılar üç yolla uygulanırlar^(6,16,17).

- Dondurulacak gıda kriyojenik sıvıya daldırılır.
- Dondurulacak gıda üzerine kriyojenik sıvı pülverize edilir.
- Dondurulacak gıda üzerinden kriyojenik sıvı geçirilir.

III.8.3. DALDIRARAK DONDURMA

Bu yöntemde sıvı soğutucular kullanılmaktadır. Bir soğutma ekipmanında soğutulmuş şeker şurubu, salamura veya gliserol çözeltisi kullanılır. Gıda maddeleri bu sıvılara daldırılarak dondurulduğundan yöntem daldırarak dondurma adını almıştır. Ambalajlanmış veya ambalajlanmamış ürün, soğutulmuş suya daldırılarak veya bu sıvı ürün üzerine püskürtülerek dondurulur. Ürün ambalajlı olması durumunda, soğutucu ile soğutulan arasında bir engel olduğundan yöntem indirekt kontakt dondurma olarak ta anılır. Ambalajsız gıdaların dondurulmalarında, gıda maddesi ile sıvı soğutucu arasında kusursuz bir ısı iletimi sağlanmakta ve hızlı donma gerçekleşmektedir. Belirgin şekilde olmayan birçok ürün bu yolla başarılı bir şekilde dondurulmaktadır⁽¹⁵⁾.

Bu yöntemin olumsuz tarafları şöyle sıralanmaktadır.

Sıvı dondurucunun ürüne geçmesi ile üründe renk, lezzet değişimleri gibi kalitatif kayıplar olmaktadır. Solüsyon birkaç kullanımdan sonra kirlenmekte ve mikrobiyal kirlenme olmaktadır. Bu kirlilik ürün ile birlikte donmaktadır. Yöntemde kullanılacak sıvı soğutucuların sayısı sınırlıdır. Çünkü; bu sıvı soğutucunun bazı özellikleri içermesi gereklidir. Her şeyden önce düşük derecelerde donmaması gereklidir. Gıda ile direkt temas olduğundan toksik olmamalı, yabancı renk, koku ve tat içermemelidir. Gıdanın rengini değiştirici etkide bulunmamalıdır. Sıvı dondurucularda aranan en önemli özellik dondurulan ürünün duyuşsal özellikleri ile uyuşmasıdır. Örneğin, meyveler şeker şurubu, balıklar salamura ile dondurulmalıdır. Bu dondurucuların en yaygın kullanılanları ve elde edilen sıcaklıklar; %23'lük tuz çözeltisi (-21°C), % 62 sakkaroz (-21°C), % 67'lik gliserol (-47°C), % 60'luk propilen (-51°C) olarak bildirilmektedir^(1,17).

III.8.4. KONTAKT DONDURMA

Katı soğutucu olarak genellikle, içten soğutulan metal plakalar kullanılmakta ve gıda maddesi bu plakalar zerinde tutularak dondurulmaktadır. Bu yöntemde gıda maddesi soğutucu ile direkt temas etmemekte, arada plaka bulunmaktadır. Bundan ötürü yöntem "**indirekt kontakt veya dolaylı temasla dondurma**" olarak adlandırılır. Dondurmada plakalar kullanıldığından "plakalı dondurma yöntemi" de denmektedir. İçten soğutulan iki plaka arasına yerleştirilmiş ambalajlı ürünler, plaka ile temas ettirilerek dondurulurlar⁽¹⁵⁾. Gıdaların bu yöntemle dondurulmasında tek koşul ürünün dikdörtgen prizması şeklinde bir ambalajda bulunmasıdır. Ambalajın düzgün bir yüzey ile plakaya değmesi donma süresi açısından çok önemlidir. Düzgün şekilli ve aynı kalınlıktaki ambalajlar plaka üzerine yan yana yerleştirilip, diğer plakada üstten oturunca iki yönden hızlı bir dondurma sağlanabilmektedir. Donma süresi; ambalajla plakanın temas derecesine, ambalaj materyalinin cins ve kalınlığına, dondurulan ürünün çeşidine, sıcaklık derecesine, gıdanın kalınlığına göre değişir⁽⁶⁾.

III.9. DONDULMUŞ SU ÜRÜNLERİ

Dondurulmuş su ürünleri olarak, dondurulmuş bütün balık, dondurulmuş fileto balık, dondurulmuş midye, karides ve diğer kabuklu su ürünleri, balık köfteleri, paneli balık ürünleri sayılabilir.

Bütün veya fileto halinde balık yıkanıp, temizlendikten sonra boylarına göre ayrılır.

Karidesler soğuk bir salamuraya veya bir şeker ve tuz solüsyonuna daldırarak suretiyle, hava akımıyla veya plakalı dondurucularla dondurulabilir. Daldırma ve hava akımı ile dondurma yöntemleriyle dondurma işlemi özellikle Kuzey Denizinde avcılık yapan teknelerde başarıyla uygulanmaktadır.

Şeker ve tuz solüsyonunda dondurmada karidese bir glaze teşekkül ettirilir ve çözündüğü zaman karideslerin daha kolay ayrılmasını sağlar. Derin su karidesleri -20°C ' deki salamuraya 10-15 dakika daldırmakla dondurulabilir. Çok uzun daldırma süreleri aşırı tuz alımı nedeniyle istenmeyen bir ürün oluşumuna neden olabilir. Karides aynı zamanda 50mm bloklar halinde bir vertikal plakalı dondurucuda dondurulabilir. Karidesler bir polietilen torbaya konur ve plakalar arasına yerleştirilir. -35°C 'de dondurucu bir plakada 50 mm' lik bir blok için dondurma süresi 90 dakikadır. Donmuş olan polietilen torba içindeki karidesler karton kutular içerisine yerleştirilir ve bu şekilde saklanır.

III.9.1. DONDURULMUŞ BALIK

Dondurulmuş balık, taze balıkların tekniğine uygun olarak -35°C veya daha düşük sıcaklıkta dondurulmuş halidir. Özellikleri; kendine özgü renk, tad ve kokuda olmalı, bozuk olmamalıdır, hiç bir yabancı madde içermemeli ve karınları patlamamış, gözleri yuvalarında olmalıdır⁽¹⁸⁾.

III.9.2. DONDURULMUŞ MİDYE

Dondurulmuş midye eti, yenilebilir midyelerin mekanik bir yıkama makinasında yıkanarak ve üzerine su püskürtülerek, kum, çamur, kabuk kırıntıları, taş, toprak gibi maddelerden temizlenmesi, bir tasnif makinasından geçirilerek boylara ayrılması, bisus ipliklerinin temizlenmesi, kabukların açılması için 115°C ' de 0.74 kg/cm^2 basınçtaki buharda dört dakika veya 100°C 'deki sıcak suda altı dakika süre ile bırakılmasını müteakip etlerin çıkarılması, yabancı maddelerin ayıklanması, yıkanması, çiğ veya pişirildikten sonra glaze edilerek ve değişik tipteki dondurucularda dondurularak elde edilen üründür. Çiğ olarak dondurulmuş midye eti, ve pişirilmiş dondurulmuş midye eti olarak ikiye ayrılır⁽¹⁹⁾.

III.9.3. DONDURULMUŞ KARİDES

Taze karideslerin bütün, başı alınmış, kum kanalı alınmış, gövde ve parça halinde, içme suyu ile yıkanması, suyunun sızdırılması, çiğ yarı pişmiş ve tam pişmiş olarak, etin merkezindeki sıcaklık -18°C 'de sabit kalacak şekilde herhangi bir dondurma yöntemiyle dondurulması sureti ile elde edilen üründür. Dondurulmuş karidesler piyasaya arz şekillerine göre şöyle sınıflandırılır⁽²⁰⁾.

Çiğ veya pişirilmiş, hava akımında bireysel olarak veya plakalı bir dondurucuda blok halinde dondurulmuş karidesler -30°C 'deki bir soğuk depoda en az 6 ay iyi durumda kalabilir. Bireysel dondurulmuş karidesler -20°C ' de 3-4 ay, -10°C ' de 1 ay kalabilir. -10°C 'de depolanmış karides çözündürüldüğü zaman kabuğu zor çıkarılır.

Dondurulmuş Karides: Taze karideslerin bütün, başı alınmış, kum kanalı alınmış, gövde ve parça halinde, içme suyu ile yıkanması, suyunun sızdırılması, çiğ yarı pişmiş ve tam pişmiş olarak, etin merkezindeki sıcaklık -18°C 'de sabit kalacak şekilde herhangi bir dondurma yöntemiyle dondurulması sureti ile elde edilen üründür. Dondurulmuş karidesler piyasaya arz şekillerine göre şöyle sınıflandırılır⁽²⁰⁾.

Bütün Dondurulmuş Karides: Başı, kabuğu, kum kanalı kuyruk yelpaze-si, ayakları ve antenleri alınmamış hiçbir kesim işlemine tabi tutulmamış olan taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Başsız Dondurulmuş Karides: Başı birinci segmente olan bağlantısından koparılmış taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Kabuğu Alınmış Dondurulmuş Karides: Başı, ayakları, antenleri ile kabuğu alınmış, son segment kabuğu, kum kanalı ve kuyruk yelpazesi gövde üzerinde bırakılmış olan taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Dondurulmuş Et Karides: Başı, ayakları, antenleri, kabukları, kuyruk yelpazesi alınmış, kum kanalı alınmış veya alınmamış taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen ve tüketime hazır hale getirilmiş üründür⁽²⁰⁾.

Dondurulmuş Parça Karides: Taze karidesin besten az segment içeren parçalarının dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Dondurulmuş karidesler dondurulmadan önce ısıtma işlemi uygulanıp uygulanmadığına göre ve ısıtma işlemin süresine göre;

Dondurulmuş Çiğ Karides: Taze karidesin pişirilmeden dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Yarı Pişmiş Dondurulmuş Karides: İç kısımlardaki proteinleri koagule olmayacak ancak yüzey kısımlardaki proteinleri koagule olabilecek süre ve sıcaklıkta pişirilmiş olan taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

Pişmiş Dondurulmuş Karides: Proteinleri tümü ile koagule olabilecek süre ve sıcaklıkta pişirilmiş olan taze karidesin dondurulmasıyla elde edilen üründür⁽²⁰⁾.

III.9.4. DONDURULMUŞ SALYANGOZ

Dondurulmuş salyangoz, karada yaşayan bağ salyangozu, küçük gri salyangoz ve suda yaşayan su salyangozunun tuzlanıp, kaynar suda 6-9 dakika süre ile haşlandıktan sonra kabuklarından çıkarılıp, sümüksü maddesi ve iç organlarından temizlenip, 30-40 dakika süre ile ikinci haşlamayı müteakip, vakum altında ambalajlanarak, -35°C'de derin dondurma işlemi sonunda elde edilen üründür⁽²¹⁾.

III.9.5. DONDURULMUŞ KEREVİT

Konserve teknolojisine uygun, yenilebilir canlı kerevitlerin temizlenip sıcak su içerisinde rengi kızarıncaya kadar haşlanıp, ayıklanıp özel ambalaj kaplarına dizilmesini, torbalanıp, sos ilavesini takiben vakumlanıp, sıcaklığı 85-110°C olacak şekilde ısı işlemine tabi tutulup dinlendirildikten sonra -35°C'de derin dondurulmuş üründür⁽²²⁾.

III.10. DONDURULMUŞ GIDALARIN AMBALAJLANMASI

Dondurulmuş gıdalarda kullanılan ambalajlar, içindeki gıdayı atmosferik oksijenden, yabancı aroma sinmesinden, mikroorganizma bulaşmasından, mekaniki hasarlardan ve ışıktan korunmalıdır. Ayrıca ambalaj ürünün depolanmasında su kaybını ve don yanığını önlemek için su buharı sızdırmamalıdır. Böylece ambalaj içinden dışarı ve dışarıdan içeri aroma geçişi önlenebilmektedir. Ambalaj konduğu gıdaya, renk, koku ve tat vermemeli ve sağlık açısından zararlı nitelikte olmamalıdır. Ayrıca ambalajın düşük derecelerde kırılabilirlik kazanmaması, esnek olması ve ıslanabilir nitelikte olmaması gereklidir. Ambalajlandıktan sonra dondurulacak ürünlerde ambalaj materyalinin ısı iletiminin yüksek olması zorunludur. Dondurulmuş ürünlerde yaygın olarak kullanılan ambalaj çeşitleri; ahşap sandıklar, plastik kaplar, karton kutular, kağıt torbalar, metal kutular, plastik filmler olarak sıralanabilir.

Ahşap kasa: İçindeki malın özelliklerini bozmayacak ve insan sağlığına zarar vermeyecek, 10 kg ağırlığında tahta kasalardır⁽¹⁸⁾.

Plastik kap veya kasa: Sekiz, on kg ağırlığında ürün alabilen dikdörtgen şeklindeki kasalardır⁽¹⁸⁾.

Karton kutular: Mumlanmış veya plastik materyalle kaplanmış olması gereklidir. Gıda maddesinin nem kaybının sınırlandırılması için bir dış sargı ile kaplanması da zorunludur.

Kağıt torbalar: Dondurulmuş ürünler, 10-25 kg' lık kağıt torbalarda ambalajlanmaktadır. Bu amaçla içleri polietilen kaplanmış kraft kağıdından yapılmış torbalar kullanılır.

Plastik filmler: Dondurulmuş ürünlerin ambalajında torba, poşet ve sargı olarak çok çeşitli esnek plastik filmler kullanılmaktadır. Bunların hemen hemen tümü organik polimerlerdir. Plastik filmler doğrudan kullanıldığı gibi kaplamalarda veya laminasyonlarda da kullanılmaktadır⁽²³⁾.

En yaygın olarak kullanılan plastik madde, polietilen filmlerdir. Polietilen filmler sıcaklık etkisiyle birbirine yapışarak kapatılabilmektedir. Bu niteliğinden ötürü kaplamalarda ısı yolla birbirine yapışmayan iki tabakayı birbirine bağlamak için ara tabaka olarak yaygın halde kullanılmaktadır. Ayrıca berrak olmaları, yırtılmaya dirençli bulunmaları, su buharı geçirme düzeylerinin düşük olması ve düşük derecelerde de esnekliklerini önemli ölçüde korumaları gibi olumlu özelliklere sahiptirler. Ancak bu özellikler, polietilenin yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Dondurulmuş gıdaların ambalajında, çok düşük yoğunluklu ve orta yoğunluklu polietilenler kullanılmaktadır. Berrak olanlar ışık geçirdiğinden ürünlerde zamanla renk değişimleri görülebilmektedir. Bu durumda beyaz-opak filmler kullanılmalıdır⁽¹⁰⁾.

Yağ oksidasyonunu önlemek için vakum paketlenme yapılarak dondurarak muhafaza uygulanırsa çok daha iyi sonuçlar elde edilir⁽¹¹⁾.

III.11. DONDURULMUŞ ÜRÜN ÜNİTELERİ ve DEPOLARI

Dondurulmuş balık yapılacak ünitelerin kurulması ve dizaynında dikkat edilecek noktalar şu şekilde sıralanmaktadır.

Dondurucu ünite balık işleme ve dondurma amacına uygun olarak inşa edilmelidir.

Dondurucu ünite ve çevresi bariz koku, duman, toz veya diğer bulaşıcılardan mümkün olduğu kadar uzak olmalı, ünite girişi böcekleri, kuşların ve diğer zararlıların girmesini engelleyecek şekilde düzenlenmelidir.

İşletme atıkları çevreye zarar vermeyecek bir düzenek içinde düzenlenmelidir.

Döşemeler bozulmaz, su geçirmez, zehirsiz, su tutmaz materyalden yapılmalı ve kolay temizlenebilir, dezenfekte edilebilir olmalıdır.

Döşemelerin duvarla birleşme yerleri suya karşı dayanıklı, ısı geçirmez olmalıdır.

Drenaj sistemi ünitenin atıklarını atabilecek yapıda (iç drenaj borularının iç çapı en az 10 cm büyüklükte olmalı) temizlenebilir, temizlik sırasında açılır, kapanabilir olmalıdır.

Ana duvarları düzgün, su geçirmeyen çatlamaya karşı dayanıklı, açık renkli ve kolay temizlenebilir, duvarların iç yüzü paslanmaz çelik veya alüminyum levhalardan, dayanıklı metalik olmayan malzemeden yapılmalıdır.

Kaplama aralıkları ve bağlantı yerleri sıcak suya dayanıklı malzeme ile doldurulmalı, duvarla zemin arası bağlantılar yuvarlağımsı ve kolay temizlenebilir olmalı, duvarlarda böceklerin saklanabileceği kablo ve boru bulunmamalıdır.

Balık ve ürünlerinin geçirileceği kapılar paslanmaz malzemeden, kendi kendine kapanabilen ve düzgün, kolay temizlenebilen ve hava boşluklu olarak inşa edilmelidir.

Tavanlar tercihen 3m yükseklikte, çatlaksız, düzgün, kirlerin depolanmasını ve mantar gelişimini önleyici, su geçirmez, açık renkli, kolay temizlenebilir özellikte olmalıdır.

Pencereler 45° meyilli, yerden en az 1 m yükseklikte ve çerçeveler düzgün ve su geçirmez malzemeden yapılmış olmalıdır.

Işık donanımı, genel aydınlatma alanlarında en az 20 lükslük, köşelerde en az bir lükslük aydınlanma sağlayacak şekilde olmalıdır.

Balık ve balık ürünlerine bulaşmaları önlemek için balık ana ürünü veya yan ürünlerini işleyecek üniteler ayrı binalar halinde inşa edilmelidir.

Dondurma ünitesinin her odasının çeşitli kısımlarında bütün çalışma saati boyunca yeterli basınç ve miktarda soğuk ve sıcak içilebilir su veya temiz deniz suyu bulunmalıdır.

Klorlama sistemi, üniteye hijyenik sorunları çözecek serbest klorun en az etkili düzeyde kalmasını sağlayacak şekilde olmalıdır.

Tuvalet atıkları hijyenik şartlara göre uzaklaştırılabilecek şekilde inşa edilmeli, uygun sıcaklıkta olmalı, gıdaların elden geçirildiği yerlere doğrudan açılmamalı, sıcak ve soğuk içilebilir su veya temiz deniz suyu ile hijyenik el temizleme ve kurutma malzemeleri bulunmalı, duvarları, tabanları düzgün yıkanabilir

açık renkli, zemin su geçirmez, kolay yıkanabilir malzemeden yapılmalı, kapılar otomatik kapanabilir olmalıdır.

Personel için yemek odası, elbise değiştirme odaları ve duşlu banyolar bulunmalıdır.

Ambalaj malzemeleri, ayrı bir depoda depolanmalıdır.

Temizlik malzemeleri, dezenfektan maddeler ayrı odalarda ve kilitli olarak tutulmalıdır.

Aralıksız çalışacak büyük depoların kurulmasında yer altı suyunun düzeyi ölçülerek gerekli önlemler alınmalıdır. Yer altı suyunun düzeyi yükselse tabandan sızan soğuk yer altı suyunun zamanla donmasına ve binada çatlaklar olmasına neden oluşturur.

Dondurulmuş ürünler üç türlü depoda veya üç ayrı amaçla depolanırlar.

- Dondurma tesisinin yani üretimin deposu
- Transit deposu
- Dağıtım aynı perakende deposu

Gerek bu depolarda, gerekse depolar arasındaki taşımalarda ürün sıcaklığı -18 °C önemli çıkmamalıdır. Dondurulmuş ürünlerin depolanması sırasında dikkat edilecek önemi hususlar aşağıda verilmiştir.

Dondurulmuş ürünler depoya, paletler üzerinde istif edilerek bloklar halinde yerleştirilir. İstif yüksekliği, kullanılan ambalaj ve palet tipine bağlı olarak 3-6m arasında değişebilir.

Depoya yerleştirilen ambalajlar tabana değmemeli yaklaşık 10 cm yükseklikte bulunmalıdır. İstiflerde duvar arasında doğal hava akımı sağlanması için 20-30 cm boşluk bırakılmalıdır.

Rekristalizasyonu önlemek için, depo sıcaklığı ile evaporatör sıcaklığı arasındaki fark 5-8°C'i aşmamalı ve depo nemi % 80-90 arasında sabit tutulmalıdır.

Dondurucu depo, balık türüne, balık ürününe, depolama süresine, ve uygun sıcaklık ihtiyacına göre planlanmalı ve en kısa sürede, en az ısı kaybı ile nakline ve dondurucu depodan ürünlerin diğer araçlara yüklemeye uygun boşaltım sistemiyle donanmalıdır.

Dondurucu deponun dış yüzünde dış donmaları önlemek için tavan ve zeminden tecrid tabakalarını saran bir buhar bariyer sistemi zorunludur.

Dondurucu depo kapısı açıldığında; dışardan hava girmemesi için kapalı hava odası, soğuk hava perdesi ve kendi kendine kapanır sisteme sahip olmalıdır.

Dondurucu depoda ürünün kuruması, hava hareketine, havanın nemine, depoya giren hava miktarına, ambalaj malzemesine ve depoda tutulma süresine bağlı olduğundan depolardaki relatif nem mümkün olduğu kadar yüksek olmalı ve aşırı hava dolaşımı önlenmelidir.

Dondurucu deponun soğutucu yüzeylerindeki buz, soğutma gücünü azaltacağından soğutucunun aşırı çalışmasına neden olacağından düzenli ve yeterli şekilde eritilmeli, buz ve buzun erimesiyle oluşan suların ürünlerle teması önlenmelidir.

Bütün dondurucu depolarda içerden kumandalı alarm sistemi bulunmalı, dondurucu depolara işçilerin yalnız girmeleri önlenmelidir^(24,25,26,27).

III.12. DONDURULMUŞ ÜRÜNÜN ÇÖZÜNDÜRÜLMESİ

Dondurulmuş ürün, teknolojisine uygun çözündürülmezse, ürün dondurulmamışçasına hızla bozulur. Dondurma sırasında buz kristallerinin oluşumuna bağlı olarak beliren hücre zedelenmeleri, çözülme sırasında görülen her türlü olumsuz değişimlerin başlıca nedenidir.

Çözülmede, ürünün sıcaklık derecesi hemen donma noktasına erişir ve bütün çözülme bu derecelerde devam eder. Donma noktası civarı, bir taraftan rekristalizasyonun en fazla olduğu, diğer taraftan özellikle psikrofilik mikroorganizmaların en fazla çoğalabildiği kritik bir bölgedir. Bu nedenle çözülme sırasında mutlaka mekanik ve mikrobiyolojik değişimler olabilmektedir⁽¹⁸⁾.

Dondurulmuş balık etleri en hızlı şekilde çözündürülmelidir. Hızlı çözündürme ette var olan ve çözününce tekrar aktif hale geçen mikroorganizmaların çoğalabilmelerine zaman bırakılmadığı ve ekonomik olduğu için daha çok tercih edilmektedir⁽¹⁹⁾.

Yüksek nem içeren ve sıcaklığı 0/8°C olan odalarda çözündürme en ideal olanıdır. Pratikte yapılan, suya daldırmadır. Soğuk suyun amaca uygun strüktürün korunması için, su miktarının balık ağırlığının dört mislini aşmaması gerekmektedir. Dondurulmuş ürün plastik torbalar içine konarak akarsu altında tutulur ve çözülme bu koşullarda da gerçekleştirilebilir.

Dondurulmuş midye etinin çözündürülme işlemi, % 2.84 tuz çözeltisine daldırılarak buzunu tamamen çözülünceye dek yapılır⁽¹⁹⁾.

III.13. DONDURULMUŞ ÜRÜNLERDE KALİTE ve KALİTENİN KORUNMASI

Dondurulmuş ürünün kalitesi, dondurulacak ürünün başlangıç kalitesine, niteliklerine, uygulanan ön işlemler ve işleme yöntemlerine, paketleme şekline, depo sıcaklığına ve depolama süresine bağlıdır.

Dondurulacak ürün mümkün olan en yüksek kalitede olmalıdır. Avlamadan itibaren dondurma işlemine kadar yapılacak işlemler şu şekilde sıralanabilir.

Avlana balık gemiye alınır alınmaz insan yiyeceği olmayanlar, ana üründen farklı türler, ürünün tat ve kokusunu değiştirebilecek olanlar en kısa sürede ayrılmalıdır.

Balıkların yığın haline getirilip, ezilip kalite kaybetmesi önlenmelidir.

Balık rüzgar ve güneşin kurutucu etkisinden korunmak için üzerine buz serpilerek, soğutucu deniz suyuna daldırılarak veya ıslatılarak korunmalıdır.

Kan akıtma işlemi yapılacaksa, av gemiye alınır alınmaz düşük sıcaklıkta, iç organ temizliğinden önce yapılmalıdır.

İç organ temizliğine balık güverteye alınır alınmaz başlanmalıdır. Gemide iç organ temizliği yapılamıyorsa ağdaki basınçla balıklardan atılan pisliklerden uzaklaştırmak, mikroorganizmaların üremesini azaltmak için bütün balıklar yıkanmalı ve soğutulmalıdır.

İç organ temizliği yapılmışsa temizlenen balık, dondurulmadan önce kanın, sümüksü maddelerin ve iç organ parçalarının temizlenmesi için soğutulmuş temiz deniz suyu veya içilebilir su ile yıkanmalıdır. Yıkama işlemi tanklarda yapılıyor ise devamlı kana temiz deniz suyu veya içilebilir su ile bulaşan maddelerin birikmesi önlenir.

İlk yakalanan balık partisi önce dondurulmalıdır. Balık ölüm sertliğine girmiş ise düzgün olmayanlar kesinlikle dondurulmaya alınırken kırılmayı önlemek için düzeltilmemelidir.

Balığın şekli ölüm sertliği ile deforme olmuş ise zorlanarak düzeltilmesi kas yapısının hasar görmesine neden olacağından ya ölüm sertliğinin geçmesi beklenmeli veya sonradan fark edilmesi için markalı özel bloklar halinde olduğu gibi dondurulmalıdır.

Dondurma ünitesi avlama kapasitesine göre ayarlanmalıdır.

Donmuş balıkların şekil ve büyüklük bakımından yeknesak olması depolamayı ve boşaltmayı kolaylaştırması, balıkların zarar görmesini ve çözüldüğünde

tüketicilere düzenli, porsiyonlar verilmesini sağlayacağından balıklar uygun büyüklük ve şekilde olmalıdır.

Ton balığı gibi büyük balıklar soğutulmuş tuz çözeltisine daldırılarak dondurulmalıdır.

Yatay plakalı dondurucular kullanıldığında balık ve balık filetoları tepsiler üzerinde veya diğer uygun kaplarla blok veya paketler haline getirilmeli, blok içinde boşluk kalmaması, blokların yeksenak yassı kalıplar halinde yapılması ve tepsilere aşırı olarak yığılmaması, ürünün plakalarla iyi temas etmesi sağlanmalıdır.

Hava cereyanlı dondurucularda ürün doldurma işlemi yeterli dolaşımı engellemeyecek şekilde yapılmalıdır.

Dondurma işleminin uygun yapılabilmesini sağlamak için dondurucu sistemdeki sıcaklık ve basınç ölçümleri sık sık yapılmalıdır.

Dondurucuya yükleme ve boşaltma zamanları, blok sayısı, blokların büyüklüğü ve çeşitleri, devamlı ve düzenli kaydedilmelidir.

Donmuş ürünlerin kontrolünü sağlamak için ürün üzerine, yakalandığı yer, dondurma tarihi ve diğer özelliklerini belirten plakalar takılmalıdır.

Gemide dondurma işlemi yapılmışsa, ürün karadaki donmuş muhafaza depolarına en kısa sürede uygun vasıta ile taşınmalıdır.

Donmuş balık ve balık ürünleri son ürüne uygun sıcaklıkta depolanmalıdır.⁽²⁴⁾

Dondurarak muhafaza sırasında meydana gelen kayıplar;

Ağırlık kaybı: Dondurma ve depolama sırasında su sızmalarından dolayı meydana gelen kayıptır.

Lezzet kaybı: Kas liflerinde buz teşekkülü sırasında sıvı kaybı ile protein denatürasyonu sonucu oluşan lezzet değişimleridir.

Koku kaybı: Dondurma işleminde uçucu maddelerin kaybolması veya bozulması sonucu doğal kokunun değişmesidir.

Çeşni kaybı: Lezzet ve sıvı kaybı ile besin maddelerindeki değişimler, oksidasyon veya diğer reaksiyonlarla yeni maddelerin meydana gelmesi sonucu doğal çeşninin değişmesidir.

Renk bozulması: Sıvı kaybı veya başka bir sebep ile doğal rengin kaybolması ve yeni rengin meydana gelmesidir.⁽²⁴⁾

Dondurulmuş ürünün depolanabilirliği üründen beklenen tipik ürün niteliklerine ve depo sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Ürünün depolanabilirliği kalite azalması ile sınırlıdır, kalite azalması fiziksel, kimyasal değişimlerin sonucu ortaya çıkar^(1,11).

Gıdaların dondurularak muhafaza edilmesinin avantajları şu şekilde sıralanabilir.

Dondurarak muhafazada gıdaya dışarıdan koruyucu veya benzeri hiçbir kimyasal madde ilave edilmez. Dondurarak muhafaza edilen gıdaların doğal lezzetinde önemli bir değişiklik olmaz. Donmuş ürünün besin değerinde önemli bir kayıp söz konusu değildir.

Dondurarak muhafaza edilen gıdalardaki canlı mikroorganizma sayısında azalma meydana gelir, ancak mikroorganizmalar tamamen ortadan kaldırılamaz, ve toksinler dondurma işleminden etkilenmezler. Bu iki durum dondurarak muhafaza teknolojisinin dezavantajı olarak kabul edilebilir⁽³⁾.

KAYNAKLAR

- 1-HERRMANN, K. (1970): Tiefgefrorene Lebensmittel. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. ISBN: 3 489 70214 X.
- 2-TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung. Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Band.1 Behr's Verlag,Hamburg. ISBN: 3-86022-196-5
- 3-ÜNLÜTÜRK, A. (1998):Gıda Muhafaza İlkeleri.Gıda Mikrobiyolojisi. Edt. A. Ünlütürk ve Turantaş, F. Mengi, Tan Basımevi. İzmir. ISBN: 975-483-383-4
- 4-UZUNKUŞAK, A. (1971): Gıda Maddelerinin Dondurulması Prensipleri ve Donmuş Gıda Endüstrisinin Tekamülü. Et Endüstrisi Dergisi, 5(29):29-36.
- 5-WILLE, O. (1949): Band III: Handbuch der Fischkonservierung. Kapital IX: Das Gefrieren des Frischfisches. Der Fisch, Mitteilungen für die fischindustrie von Rudolf Baader.s. 266-283. Im Hans A. Keune Verlag.
- 6-KIETZMANN, U., PRIBE, K., RAKOW, D., REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey in Berlin und Hamburg, p:251-268.
- 7-WRITH, F. (1979): Kühlen, Gefrieren, Lagern und Auftauen von Fleisch nach heutigem Erkenntnisstand. Fleischwirtschaft, 59(12): 1787-1797.
- 8-LUDORFF, W., MEYER, V. (1973): Fische und Fischerzeugnisse. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, s:125-130. ISBN: 3 489 71914 X
- 9-KUNDAKÇI, A.(1984): Dondurma Öncesi Süre-Sıcaklık İlişkilerinin Donmuş Haskefal ve Lüfer Kalitesine Etkileri. TÜBİTAK Veteriner ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje No: VHAG-564.
- 10-EFFENBERGER, G., HARTUNG, F., ERMERT, W. (1985): Verpackung von Tiefgefrorenem Fleisch. Die Fleischerei, (5): 386-387.
- 11-PAULUS, K., GRUNEWALD, T., EHLERMANN, D. (1987): Veränderungen von Heidschnuckenfleisch während der Gefrierlagerung. Fleischwirtschaft, 67(10): 1260-1263.
- 12-HAMM, R., GOTTESMANN, P., KIJOWSKI, j. (1982) : Einfrieren und auftauen von Fleisch: Einflüsse auf Muskelgewebe und Tausaftbildung. Fleischwirtschaft, 62(8): 983-989.
- 13-POLYMENIDINIS, A., KOTTER, H.C.L., TERPLAN, G. (1978): Kühlen und Gefrieren von Fleisch. Fleischwirtschaft, (5): 702-711.
- 14-ÖZTAN, A. (1995): Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik fakültesi Yayınları, Yayın No: 19.
- 15-SEZER, S. (1967): Dondurma Teorileri ve Metotları. Et Endüstrisi Dergisi, 2(7): 47-49.
- 16-GROSSKLAUS, D. (1977): Tiefgefrierkost auf Fleischgrundlage (Einschliesslich Geflügel und Wild). Fleischwirtschaft, 57(5): 947-949.
- 17-GARTHWAITE, G. A.(1994): Chilling and freezing of fish. Fish Processing Technology. Edt: HALL, G.M. Blackie Academic and Professional, published in North America by VCH Publishers, INC. New York. ISBN: 0-7514-0280-X (HB) 1-56081-562-2(USA)

- 18- TSE (1977): TSE Dondurulmuş Hamsi. TS 2540/Şubat, UDK 639.222. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 19- TSE (1993): TSE Dondurulmuş Midye Eti. TS 10924/Nisan, UDK 664.8.037.5 Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 20- TSE (1994): TSE Dondurulmuş Karides. TS 11344/Nisan, UDK 664.8.037.5 Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 21- TSE (1988): TSE Dondurulmuş Salyangoz. TS 5669/Mart, UDK 639.45 Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 22- TSE (1988): TSE Dondurulmuş Kerevit. TS 5670/Mart, UDK 595.384 Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 23- YÜCEL, A. (1993): Gıda Maddelerinin Ambalajlanması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 45. Düzeltilmiş II. Baskı.
- 24- TSE (1985): TSE Balıkların Dondurarak Muhafaza Koşulları. TS 4641/Kasım, UDK 639.33. Türk Standartları Enstitüsü. Necatibey cad. No: 112-Bakanlıklar/Ankara
- 25- YÜCEL, A. (1991): İşletme Hijyeni. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 36.
- 26- YILDIRIM, Y. (1996): Et Endüstrisi. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 4. Baskı.
- 27- SIKORSKI, Z. E., PAN, S. B. (1994): Preservation of seafood quality. Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Edt: SHAHIDI, F. and BOTTA, J.R. Blackie Academic and Professional, ISBN: 0 7514 0218 4.

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

1. The first of these is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

2. The second is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

3. The third is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

4. The fourth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

5. The fifth is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

6. The sixth is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

7. The seventh is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

8. The eighth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

9. The ninth is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

10. The tenth is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

11. The eleventh is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

12. The twelfth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

13. The thirteenth is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

14. The fourteenth is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

15. The fifteenth is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

16. The sixteenth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

17. The seventeenth is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

18. The eighteenth is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

19. The nineteenth is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

20. The twentieth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

21. The twenty-first is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

22. The twenty-second is the fact that the system is not a static one, but a dynamic one, involving many different factors.

23. The twenty-third is the fact that the system is not a homogeneous one, but a heterogeneous one, involving many different factors.

24. The twenty-fourth is the fact that the system is not a uniform one, but a non-uniform one, involving many different factors.

25. The twenty-fifth is the fact that the system is not a simple one, but a complex one, involving many different factors.

IV. BÖLÜM

KURUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

IV. BÖLÜM

KURUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Öykü ÖZDEN

IV. KURUTMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

İÇİNDEKİLER

	Giriş	147
IV.1.	Su Ürünlerinde Suyun Bulunuş Şekli, Oranları ve Su Aktivitesi	148
IV.1.1.	Su Aktivitesi ve Su Ürünlerinin Bozulması İle İlişkisi	155
IV.1.2.	Kuruma Olgusu	156
IV.1.2.1.	Kuruma Hızı	156
IV.1.2.2.	Kuruma Hızına Etki Eden Faktörler	159
IV.2.	Kurutma İşlemi Sırasında Meydana Gelen Değişimler	161
IV.2.1.	Fiziksel Değişimler	161
IV.2.2.	Kimyasal ve Diğer Değişimler	163
IV.3.	Kurutma Yöntemleri	165
IV.3.1.	Doğal Yöntemler	166
IV.3.1.1.	Açık Havada Kurutma	166
IV.3.1.2.	Kuru Tuzlama İle Kurutma	167
IV.3.2.	Yapay Kurutma Yöntemleri	168
IV.3.2.1.	Kabinde Kurutma	168
IV.3.2.2.	Tünelde Kurutma	170
IV.3.2.3.	Konveyörde Kurutma	175
IV.3.2.4.	Karıştırıcı Sistem İle Kurutma	176
IV.3.2.5.	Püskürterek Kurutma	176
IV.3.2.6.	Silindir Sistemiyle Kurutma	177

IV.3.2.7.	Vakum Kurutma	178
IV.3.2.8.	Dondurarak Kurutma	178
IV.4.	Kurutulmuş Balık Ürünleri ve Nitelikleri	181
IV.4.1.	Açık Havada Kurutulmuş Balık (Stockfisch)	182
IV.4.2.	Kurutulmuş Tuzlanmış Balık (Klippfisch)	182
IV.4.3.	Balık	183
IV.4.4.	Çiroz	183
IV.5.	Kurutulmuş Ürünlerin Kalitesi	183
IV.5.1.	Kimyasal Kalite	184
IV.5.2.	Mikrobiyolojik Kalite	186
IV.5.3.	Duyusal Kalite	188
IV.6.	Kurutulmuş Ürünlerin Depolanması ve Ambalajlanması	189
	Kaynaklar	191

GİRİŞ

Balığın su miktarının bakteri üreme ve gelişmesine uygun olmayan seviyeye getirilmesi kurutma teknolojisi olup en eski balık işleme yöntemidir. Özellikle balık avcılığının çok gerçekleştiği dönemlerde taze olarak tüketilemeyen balıkların daha az avcılığın gerçekleştiği dönemlere saklanması için uygulanan bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır^(1,2,3). İkinci Dünya savaşında ordu beslenme ihtiyaçlarının ön plana çıkması sonucu konuya olan ilgi artmış ve bu sayede kurutma teknolojisinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir⁽⁴⁾.

Kurutma; gıda maddesinin içerdiği nemin, kontrollü koşullarda buharlaştırılması işlemidir. Bu işlemin en önemli amacı, dayanma süreleri kısa olan ürünlerin dayanma sürelerini artırmaktır⁽⁵⁾.

Bir çok gıda muhafaza yöntemi arasında kurutmanın yeri ve ayrıcalıkları değişik açılardan karşılaştırılabilir. Her şeyden önce, gıdadaki mevcut su, onun bozulmasına olanak vermeyecek bir düzeye kadar azaltıldığı için kesin bir muhafaza olanağı doğmaktadır. Su oranı belirli bir oranın altına düşürülmüş olan gıda maddeleri, normal atmosfer koşullarında kimyasal enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklıdır. Gıda, su bakımından mikroorganizmalar için elverişsiz duruma getirilirse, diğer tüm faktörler uygun olsa bile mikroorganizmalar faaliyet gösteremez. Kurutulmuş gıdalar, diğer yöntemlere dayanıklı kılınanlardan farklı olarak besin öğeleri açısından yoğunlaştırılmış bir yapı kazanmaktadır. Ayrıca kurutma en ucuz muhafaza yöntemidir. Nitekim kurutulmuş gıda üretiminde, daha az işçilik ve daha az ekipman gerektiği gibi bunların depolanması ve taşınmasında da daha az masraf oluşur. Bunların dışında bir çok ülkede büyük endüstri halinde gelişmiş olan hazır yemek yapımında (Ör: Toz Çorba) hammadde olarak kullanımları da yaygındır^(5,6).

Doğada kuruma, güneş ısıyla gerçekleşmekte olup, bu yöntemin her yerde koşulda uygulanması her zaman mümkün olmamaktadır. Bu yüzden güneş ısısından yararlanılarak uygulanan kurutma yöntemleri yanında başka kaynaklardan elde edilen ısı yardımıyla da kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir.

Kurutma işlemi bu ilke doğrultusunda iki ana gruba ayrılmakta ayrıca bu iki ana gruptan da alt gruplara ayrılabilir⁽⁷⁾.

IV.1. SU ÜRÜNLERİNDE SUYUN BULUNUŞ ŞEKLİ, ORANLARI ve SU AKTİVİTESİ

Su, gerek hayvansal gerekse bitkisel besin maddelerin de ekstra- ve intrasellüler bileşen olarak bulunmaktadır⁽⁸⁾.

Besin maddeleri suyu üç değişik şekilde yapılarında ihtiva eder;

1. Bağlı su (Monomoleküler yapıda)
2. Kapılar su (Tutuklu su)
3. Serbest su (Zayıf bağlı su, Multimoleküler yapıda)

Bağlı suyun kesin tanımını yapabilmek çok zor olmakla birlikte genel olarak aşağıdaki iki tanımda uzlaşmaktadır⁽⁸⁾.

- Bağlı su 0°C'nin altında (genellikle -20°C'de) donmadan kalabilen sudur.
- Bağlı su, bir sistemdeki suyun çözgen olarak yararlanılamayan kısmıdır.

Su ürünleri etlerinde su oranı türlere, cinsiyete ve yaşlara göre çok büyük farklılıklar gösterir. Genelde beyaz etli balıklarda % 75-85, kırmızı etli balıklarda % 70-75, kabuklu su canlılarında % 80-94 oranında su bulunur. Bazı balıklarda bu oran % 50-62'ye kadar düşer. Su ürünlerinde su oranı yağ oranı ile ters orantılıdır. Yağ oranı arttıkça su oranı azalır. Bu nedenle yağ oranı düşük olan sudak, mezigit, dil balığı gibi beyaz etli balıklarda ve kabuklu su canlılarında su oranı yüksektir. Ayrıca aynı türe ait yavru ve genç bireylerde su oranı yüksek, yağ oranı düşüktür. Balık yaşlandıkça su oranı azalırken yağ oranı artmaktadır.

Tablo IV.1: Yılan balığının büyüklüğe bağlı olarak yağ ve su oranlarındaki değişimler.

Boy (cm)	Ağırlık (g)	Su (%)	Yağ (%)
30-40	0-100	79.45	6.10
40-50	100-300	72.26	10.91
50-75	300-900	64.57	15.00
75-85	900≤	57.27	22.21

Aynı balığın vücudunun tüm bölgelerinde yağ oranı aynı olamayacağı gibi su oranı da aynı değildir. Genelde uskumru, deniz alası gibi karın bölgeleri yağlı olan balıkların bu bölgelerinde su oranı düşüktür. Anodrom (erişkin devresini geçirmek için tatlı sulardan denizlere göç edip, yumurtlamak için tatlı sulara dönen balıklar) ve katodrom (erişkin devreleri tatlı sularda geçiren fakat yu-

murtlamak için denizlere göç eden balıklar) balıklarda, üreme sonrası beslenme yapan pelajik balıklarda (yüzey ile zemin arasında devamlı hareket halinde yaşayan balıklar) ve göç sonrası yağ oranlarında büyük bir azalma, su oranlarında ise büyük bir artış gözlenir.

Tablo IV.2: Bazı su ürünlerinin su miktarları

Balık Türleri	Su Miktarı (%)	Balık Türleri	Su Miktarı (%)
Uskumru	60-64	Vatoz	77-82
Levrek	77	Dil	78
Kalkan	76	Orkinos	71
Mezgit	78-83	Hamsi	75
Camgöz	75	Torik	70
Kefal	76	Yılan Balığı	61-70
Kırlangıç	66-77	Alabalık	70-79
Sardalya	60-80	Sazan	67
Kolyoz	60-74	Yengeç	74
Tekir	75	Istakoz	75
Palamut	67-77	Karides	68-70
Salyangoz	80-84	Ahtapot	83.3
Midye	77-79	Mürekkep Balığı	80.3
İstridye	73-79		

Taze beyaz etli balığın su içeriği % 80 civarındır. Bu oran yaklaşık olarak % 25' in altına düştüğü zaman mikroorganizma gelişimi durmakta, % 15 in altına düştüğü zaman ise küf oluşumu durmaktadır. Su ürünlerinin su içeriği önceden hesaplanarak uzaklaştırılması gereken su miktarı yapılacak ürüne göre hesaplanmalıdır;

M: Yaş Ağırlık

M^k: Kuru Ağırlık

Ms: Yaş maddeki suyun ağırlığı

Mty: Katının Toplam Yaş Ağırlığı

Mtk: Kuru Maddenin Toplam Ağırlığı

- Yaş kütle üzerinden hesap:

$$M = \frac{Ms}{Mty} \times 100$$

- Kuru kütle üzerinden hesaplanırsa:

$$M^k = \frac{Ms}{Mtk} \times 100$$

İki formül arasında oluşturulacak ilişki içi aşağıdaki formüller uygulanır.

$$M^k = \frac{100 \times M}{100 - M} \times 100$$

$$M = \frac{100 \times M^k}{100 - M^k} \times 100$$

Örneğin % 80 su içeren bir balık türünün 10 kg' ının % 25 su içeriği kuru-tulmuşsa, ayrılan su miktarı yaş kütle prensibine göre aşağıdaki gibi hesaplan-mıştır;

10kg balık = 8 kg su + 2 kg kuru katı madde

2 kg kuru maddenin % 25' i su ise % 75' i katıdır.

100-25= % 75 Ağırlığın % 75' i kuru madde

$2 \times 100 / 75 = 2.67$ $2.67 - 2 = 0.67$ su 2 kg kuru madde

Ortamdan çıkarılması gereken suyun miktarı $8 - 0.67 = 7.33$ kg⁽⁹⁾.

Su ürünlerindeki suyun miktarı, suyun niteliklerine etki eden en önemli fak-tördür. Su ve niteliklerini belirlemek ve bunun gerek kurutma teknolojisi, ge-rekse su ürünlerinin dayanıklılığı açısından önemi ortaya koymak için, birbirle-riyle ilişkili iki kavramı "**sorpsiyon izotermi**" ve "**su aktivitesini**" öncelikle bilmek gerekir.

Suyun ortamdaki varlığı mikroorganizmaların fiziksel aktivitesi ile direkt olarak ilgilidir. Buda gıdanın kuruması açısından önemlidir⁽⁹⁾.

Gıdalardaki su mikroorganizmaların çoğalabileceği uygun şartları sağlamak-ta olup su aktivitesi ifadesiyle belirtilmektedir. Su aktivite değerlerine göre gı-daları 3 gruba ayırmak mümkündür. Buna göre; 0.90-1.00 a_w değerli gıdalar "**nemli gıdalar**", 0.60-0.85 a_w arasında "**orta nemli gıdalar**" ve $a_w < 0.60$ olalar ise "**düşük nemli gıdalar**" grubuna girmektedir⁽¹⁰⁾.

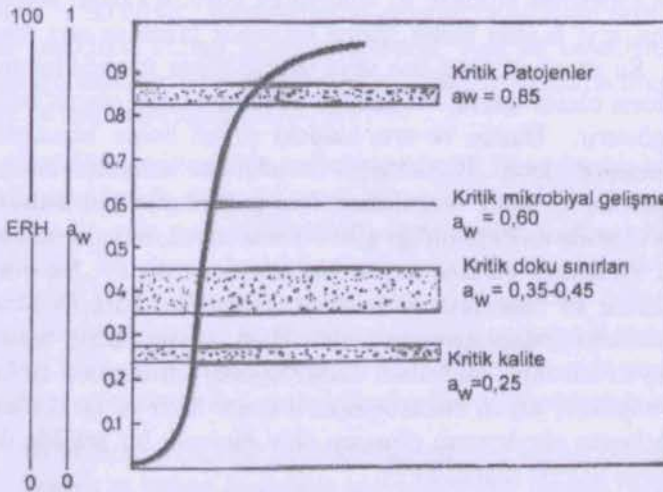
Her mikroorganizma veya mikroorganizma grubunun gelişebildiği bir mini-mum, optimum ve maksimum a_w değeri vardır. Gıdalarda genellikle mikroor-ganizma gelişiminin önlenmesi önemli olduğundan, gıda mikrobiyolojisi açısın-dan daha çok minimum a_w değeri dikkate alınmaktadır. Tablo IV.3.' de bazı mikroorganizma veya mikroorganizma grupları ve gelişebildikleri minimum a_w değerlerine yer verilmiştir⁽¹¹⁾.

Genel olarak bakteriler mayalardan, mayalar ise küflerden daha yüksek su aktivitesine gereksinim duyarlar. Ancak bu her zaman geçerli değildir. Örneğin

bazı küflerin minimum a_w değeri bazı mayaların minimum a_w değerlerinden daha yüksektir (Tablo IV.3)⁽¹¹⁾.

Tablo IV.3:Gıdalardaki mikroorganizmaların gelişebildiği minimum a_w değerleri^(11,12).

Organizma	a_w	Organizma	a_w
Gruplar		Spesifik mikroorganizmalar	
Bozulma etmeni bakteriler	0.91	<i>Pseudomonas sp.</i>	0.97
Bozulma etmeni mayalar	0.88	<i>Leuconostoc sp.</i>	0.97
Bozulma etmeni küfler	0.80	<i>Campylobacter sp.</i>	0.97
Halofilik bakteriler	0.75	<i>E. coli</i>	0.96
Kserofilik küfler	0.60	<i>Clostridium perferingens</i>	0.95
Osmofilik mayalar	0.60	<i>Salmonella sp.</i>	0.94
		<i>C. botulinum</i> (tip A ve B)	0.94
		<i>Candida utilis</i>	0.94
		<i>Lactobacillus sp.</i>	0.93
		<i>Listeria monocytogenes</i>	0.90
		<i>S. aureus</i>	0.86
		<i>Penicillium patulum</i>	0.81
		<i>Aspergulus galucus</i>	0.70
		(<i>Eurotium glaucus</i>)	
		<i>Zygossaccharomyces rouxii</i>	0.62
		<i>Xeromyce bisporus</i>	0.61



Şekil IV.1: Bazı önemli kritik a_w değerleri⁽¹³⁾

Tablo IV.4: Su ürünleri işleme teknolojisinde su aktivite değerlerine göre mikroorganizma faaliyetleri

Mikroorganizma	a_w Değeri	Su Ürünleri Kökenli Gıda Maddeleri	Grup
<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>C. perferinges</i> , <i>C. Botulinum</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>V. parahaemolyticus</i>	1.00-0.98	Taze su ürünleri (balık, kabuklu, yumuşakça ve v.s.) Konserve su ürünleri	Yüksek Nemli Gıdalar
<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>C. Perferinges</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , <i>Lactobacilus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Enterobakteriaceae</i>	0.98-0.93	Az tuzlu su ürünleri, Marinat ürünleri, Füme su ürünleri,	Nemli Gıdalar
<i>Micrococcus sp.</i> , Maya ve küfler <i>S. aureus</i>	0.93-0.85	Islak tuzlama uygulanmış su ürünleri	
Osmofilik mayalar, Halofil bakteriler	0.85-0.60	Kuru tuzlama uygulanmış su ürünleri	
Mikrobiyal aktivite yok	0.60-0.00	Tam kurutulmuş su ürünleri	Kuru Gıdalar

Her hangi bir gıda maddesinde bulunan su bulunduğu koşullara bağlı olarak az veya çok fakat daima, sıvı fazdan buhar fazına ve buhar fazından sıvı faza geçme eğilimi gösterir. Su ister katı, ister sıvı veya isterse buhar fazında bulunsun, başta sıcaklık derecesi olmak üzere, bulunduğu koşullara bağlı olarak belli bir “buhar basıncı” gösterir. Buzun ve sıvı haldeki suyun buhar basıncına doğrudan “su buharı basıncı” denir. Buna karşın havadaki su buharının basıncına, havanın toplam basıncı içindeki vurgulamak için çoğunlukla “su buharı kısmi basıncı” denir. Yukarıda da değinildiği gibi serbest suyun, havaya su buharı molekülleri olarak karışması olayına suyun buharlaşması denir. Bu olay sonucu, bir gıdada bulunan su buharlaşarak miktarı azalır, yani kuruma olur. Suyun tanımlanan bu anlamda buharlaşmasının itici gücü, suyun buhar basıncıyla, kendisini çevreleyen havanın “su buharı kısmi basıncı” arasındaki farkıdır. Bu fark ne kadar büyükse, suyun buharlaşması o kadar hızlı ve fazla olur. Bu olayda net bir buharlaşma söz konusu olmayıp olay dinamik bir şekilde iki yönlü gerçekleşir ve denge haliyle ilişkilidir ⁽⁷⁾.

Suda erimiş madde varsa veya su bir maddeye bağlı ise suyun buhar basıncı düşer. Roultt yasasına göre, suda erimiş maddeler suyun kaynama ve donma

noktasını deęiřtirdięi gibi onun buhar basıncını da dūřūrler. Roul't yasası "Eęer, uęabilir nitelikte veya elektrolit nitelikte olmayan maddeler aynı molar aęırlıkta olmak üzere, belli aęırlıktaki bir çözücüde çözülrlerse, aynı kořullardaki saf çözücünün donma noktasını dūřūrler, kaynama derecesini artırır ve buhar basıncını dūřūrler. Bu deęiřiklikler çözünen maddeye baęlı olmayıp, sadece molariteye baęlıdır řeklinde bir ilkeyi ortaya koymaktadır⁽⁷⁾.

Suyun buhar basıncı üzerine bunlardan başka, daha biręok faktörler de etkilidir. Bunlar arasında kurutma teknolojisi ağısından önemli olan birisi ise kapılar kuvvetin etkisidir. Nitekim daha ince bir kapılar borudaki suyun buhar basıncı, daha kalın bir kapılar borudakinden daha dūřüktür. Böylece kapılar çapı küçüldükçe içindeki suyun, su buhar basıncını dūřürme etkisinin arttığı anlaşılmaktadır. Kurumada gıda maddelerindeki su, hücreler arasında oluşmuş bir kapılar sistemle yüzeyle ulaşarak buradan uzaklaştığından, bu kapillardaki suyun buhar basıncı, aynı sıcaklıktaki serbest suyun buhar basıncından daha dūřüktür.

Nitekim su ürünleri de aynı davranışı göstererek bulunduğu sıcaklıkta kendisini çevreleyen atmosferle nem ağısından bir dengeye ulaşır. Bu ilişkiye "sorbsiyon izotermi" denir. Örneęin herhangi bir gıda maddesi belli bir sıcaklık derecesinde % 80 bağlı nem içeren atmosfer altında tutulunca, nemi % 20' ye ulaşarak dengeye erişir. Yani bu gıdanın nemi % 20'nin altında ise (örneğin kurutulmuşsa) kendini çevreleyen havadan nem kazanarak nemi % 20' ye erişir, eęer nemi %20 den fazla ise bu defa kendini çevreleyen havaya nem vererek nemi % 20 dūřer. Buna göre bu gıdanın % 80 bağlı nemli atmosfer altında belli bir sıcaklıkta daima % 20 su içerdiiği, yani bu koşullarda denge neminin %20 olduğu anlaşılmaktadır. Her gıdanın belli koşullarda ulaştığı denge nemi farklıdır ve kendine özgüdür.

Su aktivitesi temelde sorbsiyon olgusu ile iç içe bir kavramdır. Örneğin, bir gıda maddesi % 80 bağlı nemli atmosfer altında %20 su içeriğinde dengede kalıyorsa bu gıda maddesinin % 20 nem içerdiiği durumdaki su aktivite değeri (a_w) 0.8'dir. Bu durumdan da anlaşılaçağı gibi su aktivite değeri, havanın denge neminin 100'e oranıdır. Buna göre, herhangi bir gıda maddesinin değişik su içeriğinde gösterdiği su aktivite değerleri, sorbsiyon izoterm eğrisinden bulunabilir. Saf suyun su aktivitesi 1.0 olduğuna göre, gıda maddelerindeki su miktarı arttıkça su aktivite değerinin yükselerek 1.0'e yaklaştığı anlaşılmaktadır.

Su aktivitesi (a_w) bir ortamda bulunan su buharı basıncının, aynı sıcaklıktaki en yüksek su buharı basıncına (doymuş buhar basıncı) oranıdır⁽¹²⁾.

Su aktivite değeri, yukarıda tanımlandığının dışında, çeşitli açılardan farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. Her tanım aynı şeyi ifade etmektedir. Nitekim su aktivitesi, su buharı basıncı açısından da tanımlanmaktadır. Buna göre su

aktivitesi, gıdadaki suyun buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır. Böylece su aktivitesinin:

$$a_w = P/P_1 \text{ veya } a_w = ERH/100 \text{ olduğu tanımlanmış bulunmaktadır.}$$

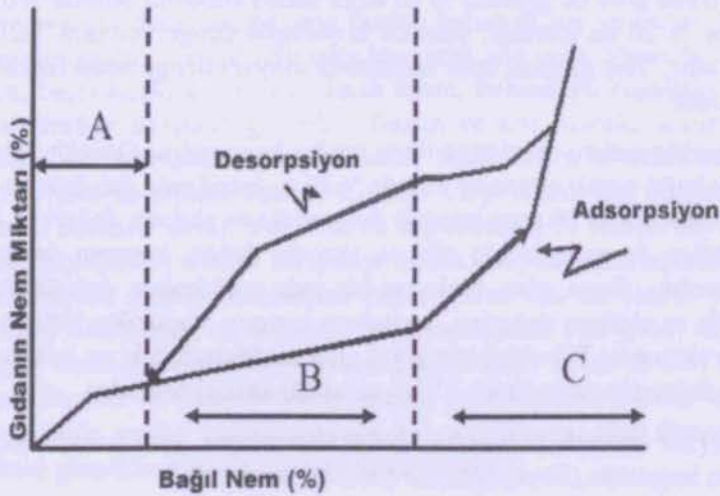
a_w : Su aktivitesi

P: Gıda maddesindeki suyun buhar basıncı

P_1 : Aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı

ERH: Havanın denge bağıl nemi

Sorpsiyon izotermine ilişkin olarak yapılmış açıklamalarda, buna ait eğrilerin saptanmasında gıdanın yaş veya kuru olmasının değişik bir sonuç vermeyeceği şeklinde bir açıklamayla ifade edilmiş olup gerçekte ise bu farklılık arz etmektedir. Çünkü yaş gıdanın nemini vermesi (**desorpsiyon**) ile, kuru gıdanın nem kazanması (**adsorpsiyon**) olgusu tam olarak aynı yolu izleyen bir dönüşüm değildir. Buna göre, yaş materyalin farklı bağıl nemli atmosferde tutulup, dengeye erişmesi beklendikten sonra tartılarak, ağırlık kaybının saptanmasıyla bulunan eğriye “**sesorpsiyon**” izotermi denir. Buna karşın, başlangıçta tam anlamıyla kuru olan aynı materyalin, yine değişik bağıl nemli ortamlarda tutularak dengeye erişmesi beklendikten sonra tartılarak ağırlık artışının saptanmasıyla bulunan eğriye “**adsorpsiyon**” izotermi denir. Her iki olguya “**sorpsiyon izotermi**” denir. Adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi Şekil IV.2. de gösterilmiştir⁽⁷⁾.



Şekil IV.2: Adsorpsiyon ve Desorpsiyon izotermi⁽⁷⁾

Sorpsiyon izoterm eğrileri genellikle S şeklinde eğriler olup, her kıvrım noktası, gıdadaki suyun niteliği ile ilgilidir. Nitekim şekil IV.1.de, gösterilen sorpsiyon izoterminin bu kıvrım noktalarına göre A, B ve C gibi üç bölgeye ayrıldığı görülmektedir. A bölgesinde su, materyal yüzeyinden tek bir molekül katmanı halinde sıkı sıkıya tutulmaktadır. Genellikle tek bir molekül tabakası halinde tutulmakta olup buna monomoleküler film denir. Bu moleküllerin adsorpsiyon ısısı 2000-10000 cal/mol olduğu dikkate alınınca, materyale ne kadar güçlü olarak bağlandığı görülür. Esasen bu nedenle bu suyun uzaklaştırılması zordur, veya çoğu kez olanaksızdır.

Sorpsiyon izoterminin B bölgesi ise, alttaki tek molekülli su tabakası üzerinde çoklu su tabakası bulunduğunu göstermektedir. Bu tabakada su gittikçe azalan bir adsorpsiyon ısıyla bağlanmış olduğundan, bu suyun gevşek olarak bağlanmış bulunduğu kabul edilmektedir. Nihayet C bölgesindeki su ise, kapillar ve gözeneklerde yoğunlaşmış halde bulunan ve içinde çeşitli maddelerin çözülmesi serbest sudur. Buna çoğunlukla “kapillar su” denir.

Bu açıklamalara göre sorpsiyon izotermi aynı zamanda gıdalarda suyun başlıca üç formda bulunduğunu da ortaya koymaktadır. Bunlar, monomoleküler bağlı su, kapillar su ve multimoleküler halde gevşek sudur. Bağlı su donmayan ve suda eriyen maddeler için çözücü nitelikte olmayan kısmı temsil etmektedir.

IV.1.1. SU AKTİVİTESİ ve SU ÜRÜNLERİNİN BOZULMASI İLE İLİŞKİSİ

Su aktivitesi; gıdalardaki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olayları sınırlayan en önemli etkidir. Su aktivitesi düştükçe gıdanın dayanıklılığı artmaktadır. Su aktivitesi, gıdadaki suyun buharlaştırılıp uzaklaştırılması suretiyle yani, kurutma ve konsantrasyonla azaltılabildiği gibi tuzlama teknolojisiyle de azaltılabilmektedir.

Genellikle mikroorganizmalar en yüksek a_w gereksinimi göstermekte, küfler ise daha düşük a_w değerlerinde faaliyet göstermektedirler.

Gıda maddelerinde önemli bozulmalara neden olan bakteriler, su aktivite değeri 0.90 altında olan gıdalarda çoğalamazlar. Bazı halofilik bakteriler ise, su aktivite değeri 0.75'e kadar faaliyet gösterebilmektedir. Osmofilik mayalar, su aktivite değeri 0.60'a düşene kadar çoğalıp faaliyet gösterirlerse de bunlar sadece bazı ürünler de bozulma nedeni olmaktadır. Genellikle küfler bakterilere göre kuraklığa daha dayanıklıdır. Bu nedenle su aktivitesi 0.80'e düşene kadar kolaylıkla çoğalırlar. Ancak su aktivitesi 0.70 gibi düşük değerlerde dahi, çok yavaş da olsa, bazı küfler çoğalabilmektedirler. Küf üremesi su aktivite değeri 0.65'in altına düşünce tümünden durmaktadır.

Kurutulan ürünlerin bozulmadan kalması için ortamda mikroorganizmalar için "elverişli suyun" bulunmaması gerekir. Bu da su aktivitesiyle örtüşen bir ifadedir.

Su aktivitesi 1.00 ile 0.98 arasında olan gıda maddeleri yüksek nemli gıdalar, 0.98-0.85 arasında olanlar nemli gıdalar, 0.85-0.60 arasında bulunanlar orta nemli gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Su aktivitesi 0.60' ın altında olan gıdalar kurutma işleminden geçenlerdir ve kuru gıdalar olarak sınıflandırılır⁽¹⁴⁾.

Diğer taraftan, su aktivite değerinin düşmesi enzimatik değişimleri de sınırlamakta veya önlemektedir. Nitekim gıdalarda çok yaygın enzimler olan ve önemli değişikliklere neden olan amilazlar ve peroksidazlar gibi enzimler, $a_w=0.85$ 'den aşağıdaki değerlerde inaktif hale gelmektedirler. Buna karşın lipaz enzimleri, su aktivitesi 0.25–0.30'a kadar aktif kalmaktadırlar. Üstelik bu kadar düşük su aktivitesinin söz konusu olduğu ortamda enzimler, ısı etkisiyle inaktif hale getirilmeye karşı da son derece dirençlidirler.

Su aktivitesinin kimyasal reaksiyonlarla da ilişkisi olup su aktivitesi düştükçe reaksiyonların hızlarında da düşüş gözlemlenir. Yani kimyasal bozulma prosesleri de yavaşlamış olur.

IV.1.2. KURUMA OLGUSU

IV.1.2.1. KURUMA HIZI

Kuruma olayı nemli materyalden suyun uzaklaştırılmasıdır. Olayın gelişimini kavrayabilmek için önce, higroskopik nitelikte olmayan katı bir maddenin kurumasının izlenmesi gerekir. Buna göre sadece üstü açık bir sandık içine dondurulmuş, higroskopik nitelik taşımayan bir madde olan nemli kumun kuruması, iyi bir örnektir. Sandığın üstünden belli bir hızla geçirilen sıcak hava, yüzeydeki suyun buharlaşmasına neden olur. Nemli yüzeyden buharlaşan su, kumdan bir miktar ısı absorbe eder. Sıcak havadan nemli ve serin kuma akan ısı, kumun soğumasını engeller ve böylece kumun sıcaklık derecesi belli bir dengeye erişir. Eğer hava hızı yeterli bir düzeydeyse ve şüphesiz kum bir radyasyon kaynağından ayrıca ısı almıyorsa, kumun sıcaklık derecesi, sıcak havanın ıslak termometre derecesine (Bir gaz (hava) akımı ile temasta olan bir su kütlelerinin yüzeyinde, gazdan suya aktarılan ısının, sudan gaza aktarılan ısıya (gizli buharlaşma yoluyla) eşitlenmesiyle kurulan dinamik denge sırasında ulaşılan sıcaklık ıslak termometre sıcaklığı (TY) olarak bilinmektedir. Bir gazın ıslak termometre sıcaklığı, civa haznesi ıslak bir fitil (kumaş parçası) ile sarılmış bir termometrenin gaz akımına daldırılması ile ölçülmektedir. Gazın su buharı ile doymun olmaması durumunda, su buharlaşarak ıslak fitilden gaza geçer. Buharlaşma için gerekli ısı fitilden alındığı için, fitil soğumaya başlar. Fitilin soğuması nedeniyle bu defa gaz akımından konveksiyon ve çevreden radyasyon

yolu ile fitle ısı aktarımı gerçekleşir. Sonuçta, ters yönlerdeki bu ısı alış veriş bir dengeye ulaşır ve termometrenin sıcaklığı sabit bir değer alır. Bu sıcaklık, ıslak termometre sıcaklığıdır. Bu sırada gerçekleşen ısı alış – veriş buharlaşan su miktarı ile ilintilidir. Islak termometre sıcaklığı, bir gaz akımının nem miktarını belirlemek için kullanılan en eski yöntemlerden biridir ve halen kullanılmaktadır. Islak termometre sıcaklığında meydana gelen düşme, $TY=TK-TY'$ dir. Bu fark gazın su buharı ile doygunluğunun bir ifadesidir. Eğer gaz başlangıçta su buharıyla doymuşsa, $TY = 0$ olur⁽¹⁵⁾.) eşit hale gelir. Olay bu şekilde havanın ıslak termometre derecesinde devam eder ve Sandığın yüzeyinden belli bir sürede, sabit miktarda su buharı uzaklaşır. Yüzeydeki su bitince; alt tabakalardaki su kum tanecikleri arasında oluşan kapillar kuvvetle yüzeye taşınır ve buradan buharlaşıp gider. Kumdaki kapillar kuvvet alt tabakalardaki suyu yüzeye, yüzeyden uzaklaşan miktardaki suyu taşımaya yeterli geldiği sürece, kumun yüzeyindeki buharlaşma hızı, yani kuruma hızı sabit kalır. Kuruma hızının sabit kalması demek, belli bir sürede, belli alandan aynı miktar su uzaklaşması demektir. Bu süreye kurumanın “**sabit kuruma dönemi**” denir^(7,16).

Sabit kuruma dönemi devam ederken, sandıktaki kumun su içeriği alt tabakalardan üst tabakalara doğru gittikçe aşama aşama azalır. Nihayet kumun kapillar kuvveti artık suyu daha alt tabakalardan yüzeye ulaştırmaya yeterli gelemmez, yani su artık derinlerde kalmıştır. Öyle biran gelir ki, yüzeydeki su oranı sıfıra erişir. Artık bu andan itibaren, suyun buharlaşma hızı yavaşlar. Sabit kuruma hızı döneminden sonra başlayan bu döneme “**azalan kuruma dönemi**” denir⁽¹⁶⁾. Bu dönem devamınca her geçen sürede, belli bir alandan belli bir sürede uzaklaşan su miktarı, bir önceki süreye göre gittikçe azalmaktadır. Yine aynı dönem boyunca kurumuş kum tabakası, yüzeyden itibaren aşağıya doğru gelişim göstererek kurumuş tabaka gittikçe derinlere iner. Üstteki kurumuş tabaka kalınlaştıkça, suyun buharlaşma hızı da aynı oranda yavaşlar. Bunun nedeni ise açıktır. Çünkü su artık sabit kuruma döneminde olduğu gibi kapillar kuvvetle yüzeye taşınıp buradan kolaylıkla buharlaşma olanağını kaybetmiştir. Su, artık alt tabakalardaki gözeneklerde buhara dönüşmekte ve suya göre daha zor bir hareketle buradan yüzeye ulaşmaktadır. Ayrıca buharın kurumuş tabaka içinde kat etmek zorunda kaldığı yol gittikçe daha uzamaktadır.

Yukarıdaki örnekte değinildiği gibi kum, higroskopik nitelikte değildir. Böylece kumda bulunan suyun tamamı serbest sudur. Bu nedenle kuruma, su oranı sıfıra düşene kadar devam eder. Buna karşın higroskopik nitelikteki bir materyalde örneğin gıdalarda kuruma olgusu çeşitli nedenlerle daha farklı bir şekilde gelişir.

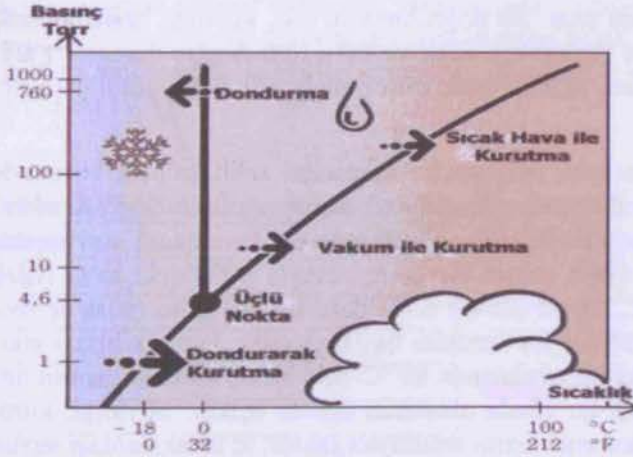
Gıda maddelerindeki suyun “**serbest su**” dan “**kimyasal bağlı su**” ya kadar değişik özelliklerde bulunmaktadır. Ayrıca gıda maddelerinde granüler bir yapı bulunmaması alt tabakalardan suyun ve buharın yüzeye çıkışını zorlaştırarak

sınırlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı gıda maddelerindeki suyun kapillar yapıdaki kısmının daha kolay uzaklaştırıla bileceği anlaşılmaktadır.

Gıda maddelerinden suyun uzaklaştırıldığı bu döneme **“sabit kuruma”** dönemi denmektedir. Bu dönem boyunca, birim zamanda uzaklaşan su miktarı sabit kalmaktadır. Gıda maddesindeki su miktarı azaldıkça, geride kalan suyu materyale bağlayan güç artmaktadır. Bu nedenle, gıda maddesindeki su oranı belli bir düzeye inince **“sabit kuruma dönemi”** sona erer ve kuruma hızının gittikçe düştüğü **“azalan kuruma dönemi”** başlar. Bu dönemde, kuruyan gıda maddesinin dışında, ısıya az veya çok yalıtkan özellik gösteren bir tabaka oluşmakta ve bu tabaka ısının iç kısımlara gereğince iletilmemesine sebep olmaktadır. Kuruma hızında değişimin meydana geldiği andaki gıdanın nem düzeyine **“kritik nem”** denir. Kuruma hızının değiştiği bu noktaya **“dönme noktası”** denir. Gıdalarda genellikle birden fazla dönme noktası bulunmaktadır⁽⁷⁾.

Kritik nem, her gıda maddesi için farklı düzeyde olup, o gıda maddesinin bileşimiyle ilişkili bir değerdir. Ancak bir genelleme yapılırsa bir çok gıda maddesinin kritik nemi, bu gıdanın % 58-65 bağıl nemli hava ile dengeye eriştiği zaman, içerdiği su miktarına eşittir.

Azalan kuruma dönemin de iki önemli sonuç bulunmaktadır. Bunlardan birisi, kurutulan ürünlerin belli bir nem düzeyine erişmesinden (kritik nem) sonra kurumaları gittikçe zorlaşmakta ve kuruma süresi uzamaktadır. Bu nedenle kurutucu çok uzun süre işgal edilmektedir. Şu halde; kurutmanın bu döneminin veya bu döneminin son kısımlarının başka bir kurutucuda geçirilmesi, kurutucunun uzun süre işgal edilmesini engellemede en yararlı bir önlemdir. Diğer sonuç ise; kurutmada uygulanan koşullara göre ürün neminin ancak belli bir düzeye kadar düşürülebilmesidir. Halbuki birçok ürünün dayanıklı kalabilmesi için bunların, kurutucularda ulaşılanın da altında nem içermesi gerekmektedir. İşte bazı durumlarda bunu sağlamak için; kurutma işlemine başka bir kurutma sisteminde, nemi çok düşük düzeye indirilmiş ılık hava kullanılarak devam edilir. Böylece daha düşük bir denge nemine erişilir⁽⁷⁾.



Şekil IV.3: Kurutma diyagramı

IV.1.2.2. KURUMA HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kuruma hızı doğrudan doğruya, ısı ve kütle transferlerine etki eden faktörler tarafından kontrol edilir. Bu faktörlerin başlıcaları, sıcaklık derecesi, havanın nemi ve kurutucudaki hızı, kurutulacak materyale maksimum yüzey alanı kazandıracak geometrik düzenleme (parça iriliği, şekli, yığın kalınlığı v.s.) gibi fiziksel faktörlerle, kurutulan materyalin, başta bileşimi olmak üzere, kendine özgü nitelikleridir.

Bu faktörlerden en önemlisi kurutulan ürünün kendine özgü nitelikleridir. Üstelik bu nitelikler kuruma boyunca değişip durur.

Kaliteli kurutulmuş ürün yapımı için; mikroorganizmasız, hızlı hareket eden hava ve düşük sıcaklık gereklidir. Materyalin taze ve mikroorganizma içermemesi çok önemlidir. Hammadde olarak genellikle yağsız materyal kullanılır.

Materyalin su düzeyinin çok hızlı düşürülmesinde; hücre duvarı suyunu süratle kaybeder ve hücre içeriği konsantre olarak **YÜZEY SERTLEŞMESİ** oluşur. Bu nedenle iç kısımlardaki su dışarı çıkamayacak ve kalitesiz ürün üretilecektir.

Kuruma hızına etki eden en önemli faktörlerden bir diğeri ise, kullanılan sıcak havanın kuru ve ıslak termometre dereceleri arasındaki farktır. Kullanılan sıcak havanın sadece sıcaklık derecesi (kuru termometre derecesi) bu hususta çoğu kez önemli bir anlam taşımaz. Islak ve kuru termometre dereceleri arasında herhangi bir fark olmayan havanın, sıcaklık derecesi ne olursa olsun hiçbir kurutma etkisi bulunmamaktadır. Islak ve kuru termometre derecesi arasındaki

fark arttıkça kuruma hızı da artar. Bu doğru orantılı etki, kurutma başlangıcında çok belirginse de, kuruma ilerledikçe ıslak ve kuru termometre dereceleri arasındaki fark arttıkça kuruma hızının artık aynı oranda artmadığı görülür (Nispi Nem) ⁽⁷⁾.

Diğer taraftan ıslak ve kuru termometre dereceleri sabit kalmak koşuluyla havanın kuru termometre derecesi yükselince, kurutmanın başlangıç aşamasında, kuruma hızında herhangi bir değişme görülmezse de, kurumanın ileri aşamalarında bir artış belirir. Daha somut bir tanımlamayla 80°C'deki hava (ıslak termometre derecesi 55°C, 80-55=25°C) 60°C'deki havaya göre (ıslak termometre derecesi 35°C, 60-35=25°C) kurutma başlangıcında, kuruma hızını etkilemezse de, kurumanın ileri aşamalarında 80 °C'deki hava, kuruma hızının artmasına neden olur. Etkinin bu yönde oluşunun nedeni açıktır. Şöyle ki; kurumanın ileri aşamalarında kuruma hızını sınırlayıcı faktör, iç tabakalardaki suyun yüzeye difüzyonudur. Sıcaklık derecesi artınca bu difüzyon olayı hızlanmakta ve buna bağlı olarak da kuruma hızı yükselmektedir.

Kuruma hızına etki eden diğer bir faktör, kurutucudaki hava hızıdır. Hava hızı arttıkça kuruma hızı da artmaktadır. Kurutulan maddenin yüzeyinde kuruma sırasında, daima durgun bir buhar filmi oluşur. Eğer bu filmin oluşması önlenir, daha doğrusu bu film, sürekli olarak uzaklaştırılırsa, suyun evaporasyonunda bir hızlanma beliri, işte hava hızı, bu buhar filmini devamlı olarak sürüklemek suretiyle kuruma hızını artırıcı yönde etkide bulunmaktadır. Ancak bu etki belli bir hava hızına ulaşılan kadar görülmektedir. Nitekim 300 m/dak'dan daha fazla bir hava hızının kuruma hızı üzerine artık etki göstermediği saptanmıştır. Diğer taraftan hava hızının olumlu etkisi, kurumanın bulunduğu aşamaya göre değişmektedir. Gerçekten kurumanın başlangıç aşamalarında hava hızı çok etkiliyse de kurumanın ileri aşamalarında kuruma hızı artık, alt tabakalardaki suyun yüzeye taşınma hızı ile sınırlandırıldığından, hava hızının yüksek olmasının bu konuda bir etkisi bulunmamaktadır. Hammaddenin şekilsel boyutları da kuruma hızı üstünde büyük bir etki yapmaktadır. Geniş yüzeyli ince ürünler daha hızlı, dar yüzeyli kalın ürünler ise daha yavaş kuruma eğilimi göstermektedir. Burada meydana gelen kuruma eğilimi havayla meydana getirilen temas alanı ve suyun yukarıda da belirtilen yüzeye ulaşma mekanizmasıyla ilişkilidir.

Örneğin 27°C'de kurutulan 0.6 cm kalınlıktaki fileto balık etinde mevcut suyun yarısının kaybı 2.5 saat içinde meydana gelir. Buna karşılık fileto etin kalınlığı 1.27 cm olduğunda % 50 su kaybı 10.5 saat sonunda ortaya çıkmaktadır. Aynı kalınlıkta ve aynı sıcaklıkta kurutulan yağlı balıklarda bu periyod, yağsız başlıklardan daha uzundur. En iyi koşullarda tam kurutulmuş balık etlerinde % 5 kadar su bulunur. Ancak kurutulmuş balıkta bu su sabit kalmaz. Kuru balık bulunduğu ortamın nispi nemine göre su absorbe eder. Bu durumda balık kuru-

tulduktan sonra yüksek nispi nem koşullarında muhafaza edilecek ise, fazla kurutmaya ve dolayısıyla fazla enerji harcamasına gereksinim yoktur. Yağsız balık etleri için aşağıda belirtilen nispi nem şartlarına göre su içeriği ayarlanmalıdır (Tablo IV.5)⁽¹⁷⁾.

Tablo IV.5: Kurutulmuş yağsız balığın nispi nem/su içeriği

Nispi Nem (%)	Su İçeriği (%)
20	7
30	8
40	10
50	12
60	15
70	18
80	24

IV.2. KURUTMA İŞLEMİ SIRASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

IV.2.1. FİZİKSEL DEĞİŞİMLER

Kabuk Bağlama: Kurutma koşullarının hatalı seçilmesi sonucu gerçekleşir. Kurumanın ilk aşamasında yüksek sıcaklık uygulanmasından kaynaklanır. Böylece yüzeyde hızla oluşan kuru tabaka büzüşme sonucu alt tabakalara baskı yapar. Ancak alt tabakalar henüz o kadar ıslaktır ki, üstten yapılan basınca direnç gösterir. Bu durumda kuruma sonucu büzüşme olanağı bulamayan üst tabaka gerilip sert bir kabuk haline dönüşür. Böylece oluşan sert kabuk, kurumanın ileri aşamalarında, alt tabakalar kuruyup buruşsa dahi bir daha göçmez ve fakat alt tabakalardan ayrılarak sert bir tabaka yapısını korur. Kabuk bağlama ile birlikte kuruma hızı birden bire düşer.

Tanımlanan bu oluşumlara kabuk bağlama denir. Görüldüğü gibi kuruma hızı, kurutulmuş ürünün kalite ve niteliklerini etkileyen en önemli faktördür. Kurutma koşulları ayarlanarak, "kabuk bağlamanın" önlenmesi olanaklıdır.

Kitle Yoğunluğunda Değişmeler: Herhangi bir materyalin birim hacminin ağırlığına kitle yoğunluğu denir. Örneğin m³ hacmi dolduran elmanın ağırlığı onun kitle yoğunluğudur. Kurutulmuş bir ürünün kitle yoğunluğu, onun kurutulmasında uygulanan koşulların bir belirticidir. Ayrıca kitle yoğunluğu, kurutulmuş ürünün bir kalite ölçüsüdür.

Eğer kurutulan herhangi bir materyalde hiçbir büzüşme, buruşma, olmasa ve materyal kurutma sonunda da başlangıçtaki boyutlarını korusa bu materyalin kurutma sonundaki kitle yoğunluğu sadece kaybedilen su kadar azalır. Fakat kurutulan maddelerde genelde bir buruşma, büzüşme ortaya çıkar.

Gıda maddeleri genelde elastik özellik gösteren materyallerdir. Kusursuz elastik bir maddeden su uzaklaşınca büzüşme miktarı ile kaybedilen su arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ancak gıdalar her ne kadar elastik özellikteyse de kusursuz bir elastikiyet taşımadıklarından kurtulan gıdalarda büzüşme ile su kaybı arasında lineer bir ilişki görülemez. Her ürün, kurutmada uygulanan koşullara bağlı olarak kendine özgü bir buruşma niteliği gösterir. Buna göre kurutulan materyalin hacmi az veya çok düşerek kurutulmuş ürünün kitle yoğunluğu değişir⁽⁷⁾.

Kurutma koşulları eğer; iç kısımlarına göre materyal yüzeyinin daha fazla ve hızlı kurumasına neden olmayacak kadar ılımlıysa, tüm kitle beraberce kurur ve muntazam bir buruşma belirerek materyal şeklini kaybederek son derece küçülür. Böyle bir ürünün kitle yoğunluğu çok yüksektir. Buna karşın önce yüzeyde aşırı bir kuruma oluşacak şekilde hızlı bir kurutma uygulanırsa, dış tabakalar sertleşir ve ürünün içi henüz ıslak kalır. Daha sonraki kuruma aşamalarında nihayet alt tabakalarda kurur. Ancak sertleşmiş dış tabaka, daha sonra kuruyan alt tabaka üzerine çökemediğinden kurumuş ürünün içinde kat kat boşluk ve çatlaklar oluşur. Böyle bir kurumuş ürün dış görünüşüyle, orijinaline benzer ve sanki hiç buruşma olmamış veya çok az olmuş izlenimi verir. Bunlarda kitle yoğunluğu çok düşüktür. Kitle yoğunluğu düşük olan kurutulmuş ürünlerin iç kısmında bir sürü boşluk ve çatlak bulunur⁽⁷⁾.

Yine balık ürünlerinin vakum altında kurutulması sırasında kuvvetli eksi basınç uygulaması, su buhar çıkışının hücre yapısının parçalanmasına daha sonraki rehidrasyon işlemi sırasında dağılmalara sebep olarak ürün kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir⁽¹⁸⁾.

Açıklıkla ortaya konduğu gibi kitle yoğunluğu, bir ürünün kurutma koşulları hakkında bilgi veren önemli bir değerdir. Aynı ürünün, düşük kitle yoğunluğunda veya yüksek kitle yoğunluğunda olmasının olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Kitle yoğunluğu düşük olanlar tüketici tarafından tercih edilir. Çünkü her şeyden önce aynı ağırlıktaki mal, daha fazla görülür. Ayrıca bunların rehidrasyon yetenekleri daha iyidir, yani daha fazla ve hızlı su absorbe ederler. Kurumuş ürün orijinaline daha fazla benzer. Ancak bunların ambalaj, depo ve taşınma masrafları daha fazladır. Ayrıca içerdeki boşluklar aynı miktar ürünün yüzey alanının çok artmasına neden olduğundan bunlarda oksidasyon eğilimi daha fazladır, yani depolanma stabilitesi azdır. Ayrıca rehidrasyonda bazen ta-

baka tabaka dağılma görülebilir. Yoğunluğu fazla olan kuru ürünler, özellikle bunları başka ürünlere işleyen imalatçılar tarafından tercih edilirler⁽⁷⁾.

Kurutulmuş Ürünün Rehidrasyon Yeteneği: Kurutulmuş bir üründe aran en önemli nitelik, bunun kullanılması sırasında verilen su ile, eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün suda tutulunca, taze halinde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dönüşürse, mükemmel niteliklerde olduğu kabul edilir. Bu özellik dondurularak kurutulmuş ürünlerde önemli ölçüde sağlanabilirse de, geleneksel kurutma yöntemleriyle kurutulanlarda önemli ölçüde kaybedilmiş olur. Ürünlerin rehidrasyon yeteneği kuruma koşulları ile yakından ilgilidir.

Kurutulmuş ürünlerin rehidrasyon yeteneği bizzat fiziksel bir olaysa da, bunun kurutma sırasında değişmesi materyaldeki kimyasal, fiziko-kimyasal ve fiziksel değişmelerle ilgilidir. Nitekim, kurutma koşullarına bağlı olarak buruşma ve parçalanma sonucu, hücreler ve dokunun kapillar yapısının bozulması, rehidrasyonu olumsuz yönde etkileyen fiziksel faktörlerdir. Buna karşın rehidrasyon yeteneği daha çok kimyasal ve fizikokimyasal nedenlerle etkilenmektedir. Gerçekten kurutmada uygulanan ısı etkisiyle ve kuruma sonucu hücredeki tuzların konsantrasyonuna bağlı olarak proteinler denatüre olmaktadır. Denatüre olan proteinler artık suyu tekrar absorbe etme ve bağlama yeteneğini büyük ölçüde kaybeder. Bütün bunlara ek olarak artık hücre duvarı eskisi gibi esnek değildir. Ayrıca, rehidrasyon suyuna hücre içinden tuz geçmesi, hücrenin turgor özelliğini kaybetmesine neden olur⁽⁷⁾.

Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucu kazandığı su miktarıyla ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süre, rehidrasyon yeteneği üzerine son derece etkilidir. Bu yüzden bir ürünün rehidrasyon yeteneğine ilişkin sayısal bir değer verilirken, bunun nasıl saptandığına ait yöntemin ve koşullarının da ayrıntıyla tanımlanması gerekir.

Donmuş ürünlerin donunun çözülmesinde olduğu gibi, kurtulmuş ürünlerin rehidrasyonu sırasında kaybedilen kuru madde, ürünün kalitesinin bir ölçüsüdür. Rehidrasyonda, sadece yeterli miktar su kullanılarak bu kayıp azaltılabilir.

IV.2.2. KİMYASAL ve DİĞER DEĞİŞİMLER

Kurutma sırasında yukarıda değinilen fiziksel değişmelere paralel olarak çeşitli kimyasal değişmeler de belirir. Bu değişiklikler kendisini, kurutulmuş ürünün veya rehidre edilmiş ürünün, renginde, lezzetinde, tekstüründe, viskozitesinde, besleme değeri ve depolama stabilitesinde gösterir. Bu değişmelerin oluşumu veya düzeyi her üründe kendine özgü bir şekilde gelişir. Ayrıca, kurutma

işleminde uygulanan ısıнын şiddeti, bu değışimlerin düzeyini etkileyen en önemli faktördür.

Ancak her kurutulan üründe daima ortaya çıkan en önemli olumsuzluk renğinde esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutmada önce, kurutma sırasında ve/veya depolama süresinde oluşur. Renk esmerleşmesi enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu olabilir. Kurutmada uygulanan havanın sıcaklık derecesi, materyaldeki enzimleri inaktif hale getirmeye çoğu kez yeterli gelemmez. Bilindiğı gibi materyal, kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklığa rağmen suyun buharlaşması sonucu daima soğuk kalır.

Bununla birlikte kurutulmuş ürünlerde renk esmerleşmesi daha çok, enzimatik olmayan yolla meydana gelmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, kurutma sırasında ve depolaması sırasında koşullara göre belli bir hızla devam eden sürekli olaylardır. Diğer kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları da sıcaklık derecesi arttıkça ve reaksiyona giren maddelerin ortamdaki konsantrasyonu yükseldikçe hızlanmaktadır. Kurutmada hem sıcaklık derecesi yüksek bulunmakta ve hem de reaksiyona giren maddeler ortamda gittikçe yoğunlaşmaktadır. Maillard reaksiyonlarının oluşumu için, ortamda belli bir düzeyde su bulunmalıdır. Nem oranı % 2'nin altında olması durumunda hiçbir esmerleşme reaksiyonu olmaz. Buna karşın nem düzeyi % 15-20 arasındayken, Maillard reaksiyonları en hızlı bir şekilde oluşur. Nem düzeyi % 15'in altına inerken reaksiyon hızı azalır. Bu nedenle gerek kurutucu dizaynında, gerekse kurutmada uygulanan ısı programında, % 15-20 nemli bölgeyi hızla aşacak her türlü önlem alınır. Esmerleşme reaksiyonu sıcaklık derecesine bağlı olduğundan depolamada sıcaklık olabildiğince düşük olmalıdır. Gerçekten depolamada her 10°C sıcaklık artışı, esmerleşme reaksiyon hızının ürünün içerdiği su oranına bağlı olarak 6-8 misli artışına neden olduğu belirlenmiştir⁽⁷⁾.

Esmerleşme reaksiyonlarının sonucu, kendini sadece renkte göstermez. Ürünün lezzet ve beslenme değerinde de değışmeler belirir.

Balıkların kurutulmasında kullanılan kontrollü mekanik kurutucularda 35-70°C arasındaki sıcaklıkların uygun olduğu, 70°C üzerindeki sıcaklıklarda protein denatürasyonları sebebiyle protein kalitesinde düşüşler söz konusu olmaktadır⁽⁶⁾.

Kurutulan ürünlerde, gerek kurutma işlemlerinde gerekse depolamada besleme değerinde bazı kayıplar kendini göstermektedir. Örneğin kurutmada önce uygulanan haşlama veya tuzlama işlemi sırasında suda eriyen birçok madde ve vitaminlerde azalmalar görülür. Gerek kurutma ve gerekse depolamada, vitaminler oksidasyonla önemli düzeyde kaybolmaktadır. Tiamin (B₁ vitamini) ısıya duyarlı bir madde olduğundan kurutmada önemli düzeyde azalmaktadır.

Kurutulan ürünlerin besleme değeri kaybı, kurutma koşullarına ve uygulanan kurutma yöntemine bağlıdır.

Kurutma işlemi sırasında meydana gelen değişimler kurutulacak olana hammaddenin nem miktarına, sıcaklığa ve hangi nem seviyesinde, hangi sıcaklıkta ve ne kadar süre kaldığına bağlıdır. Bu edenle ürünün nem miktarı; sıcaklık süre ilişkisi, kullanılan kurutucu tipine göre de değiştiğinden, proses kinetiğini kontrol eden faktörlerin etki derecelerinin ölçülmesi, en uygun kurutucu tipinin seçimine de yardımcı olur^(5,6).

Ancak şu husus vurgulanmalıdır ki, kurutulmuş ürünler çeşitli besin maddelerini yoğun bir şekilde içerirler. Çünkü su uzaklaşmış ve geride yoğun bir madde kalmıştır.

Güneşte kurutma yönteminde kurutma koşulları doğaya bağlı olduğundan ve hijyenik kurallara tam olarak uyulmadığından mikroorganizmaların sayısı kurutma boyunca artar, ve bunlar kurutma sırasında faaliyet gösterirler. Kuruma sırasında mikroorganizmalardan oluşan sorunların önlenmesinin kesin yolu, mikrobiyolojik açıdan sağlıklı ham madde kullanılması, ham maddenin hazırlanma ve kurutulmasında hijyenik koşullara uyulmasıdır. Eğer ürünün nem oranı belli bir düzeye inmişse, depolamada mikrobiyolojik açıdan bir bozulma beklenemez. Buna göre kurutulmuş ürünlerde canlı mikroorganizma bulunduğu, ancak koşullar elverişli olmadığı için faaliyet gösteremediği açıktır. Özellikle kuru ürünlerde birçok patojen mikroorganizmanın uzun süre canlı kalabildiği, gıda zehirlenmesi yapan mikroorganizmaların yaygın olarak bulunabildiği saptanmıştır.

IV.3. KURUTMA YÖNTEMLERİ

Balık kurutma işleminde kullanılan sistemlerin temeli iki kategoride incelenir;

1. **Hava yada hava temasıyla kurutma**, ısı sıcak havadan yada sıcak bir yüzeyden balığa transfer edildiğinde, nemin taşınması için balığın çevresinde oluşturulan hava hareketinden yararlanır.
2. **Vakum kurutma**, azalan basınç altındaki balıktan daha büyük orandaki suyun buharlaştırılarak, yayılan buharın vakum ile alınması veya ısınmış yüzeylerle uzaklaştırılmasıdır.

Tüm temel sistemler ise iki başlık altında toplanmıştır.

- Doğal Yöntemler
- Yapay Yöntemler

IV.3.1. DOĞAL YÖNTEMLER

Doğal yöntemler ikiye ayrılarak sınıflandırılmaktadır;

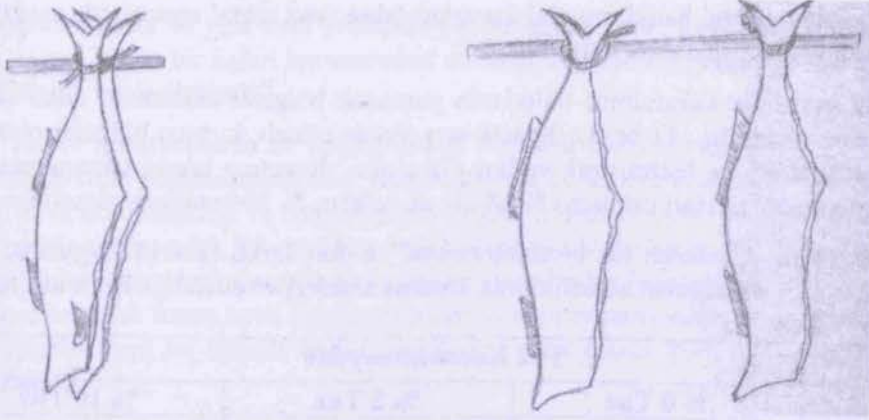
1. Açık havada kurutma,
2. Kuru tuzlama ile kurutma,

IV.3.1.1. AÇIK HAVADA KURUTMA

Eski bir yöntemdir. Sıcak bölgelerde kullanılan yöntem olup, düşük hava nemi, hızlı esen rüzgar gerektirir.

Balığın baş kısmı kesilip iç organları çıkarıldıktan ve iyice yıkandıktan sonra balıklar çift olarak kuyruklarından bağlanır ve kurutulmak üzere çubuklara dizilirler. Bu şekilde kurutulmaya hazırlanan ürün "**TITLING**" olarak adlandırılır. Eğer balık "**ROTSHEER**" şeklinde kurutulmaya hazırlanacaksa, balığın baş kısmı kesilip iç organları çıkarılır. Balık kuyruk kısmına kadar açılır, sırt kılçığı arka üçte birlik kısmına kadar çıkarılır ve balıklar tek tek çubuklara asılarak kurutulur⁽¹⁹⁾.

Kurutma işlemi mevsime ve hava şartlarına göre 2-3 ayda tamamlanır. Kurutma en iyi ilkbahar ve sonbahar aylarında yapılır. Kurutma işlemi süresince balıklar yağmurdan ve yoğun güneş ışınlarından korunmalıdır. Balığın nem alması, bakteri gelişimini hızlandırır, güneş etkisiyle de et sarımsı renk alır. En uygun hava sıcaklığı 2°C ila 12°C'dır. Yüksek hava sıcaklığında kurutmada ürünün özellikle dış yüzeyinde çok süratli kuruma ve dolayısıyla ürünün hatalı olması söz konusu olduğu gibi kış şartlarında da ürünün donması ve poröz bir hal alması mümkündür. Açık havada kurutma yöntemiyle kurutulmuş iyi bir ürün; sert, tahta gibi kuru ve temiz olmalıdır. Karın boşluğunda ve sırt kılçıkları boyunca herhangi bir yumuşama olmamalıdır. Et beyaz olmalı, kan lekesi veya başka renk değişimleri olmamalıdır. Koku ve lezzet tipik ve hoş olmalıdır. Su miktarı mümkün olduğunca düşük olmalıdır. % 18'in üzerinde olmamalıdır. Diğer özellikleri taze balığa oranla daha konsantre olmalıdır. Örneğin protein ortalama % 80 mineral maddeler ortalama % 3.5.



Şekil IV.4: Titling ve Rotscher tipi yıkanmış balıkların kurutma öncesi askıya alınış şekilleri

IV.3.1.2. KURU TUZLAMA İLE KURUTMA

Kurutma teknolojisinin, tuzlama teknolojisi ile kombine uygulandığı bir teknolojidir. Bu tip kurutma uygulaması diğer metotlara göre işlem de tuz kullanılmasından dolayı daha dayanıklı olmakta ayrıca tuzun olgunlaştırmasına dayalı olarak balıkta değişik aromaların oluşmasına da sebep olmaktadır. Bu yöntemle hazırlanmış ürünler **“KLIPFISCH”** olarak adlandırılır. Tuzlamayla yapılan kurutma işlemlerinde dikkat edilmesi gereken önemli husus tuzun havadan nem kapmasına meydan vermeyecek şekilde hava neminin düşük olduğu vakitlerde işlemin yapılması veya nem düzeyi ayarlanmış özel odaların kullanılması gereklidir. Kurutmanın tuzla suyun uzaklaştırılması ve olgunlaştırma işlemi sonrası açık havada veya kabinlerde uygulanacak hava akımıyla kurutma işlemine göre 2-8 hafta arasında kuruma gerçekleşmektedir.

Balığın baş kısmı kesilip, iç organları çıkarıldıktan sonra iyice yıkanır. Karın boşluğundan kuyruk ucuna kadar açılır. Sırt kısmı kesilmeden orta kılçık çıkarılır. Balığın her iki yarısı sırt kısmından birbirine bağlıdır. Son ürün etinin mümkün olduğunca beyaz olması için balığın kanının iyi çıkarılması zorunludur.

Tuzlama işleminde balık filetoları üzerinde kuru veya fiçilerde ıslak olarak tuzlanır. Balıklar deri kısmı aşağıya gelecek şekilde tuz ile birlikte üst üste dizilir. En üste gelen balıkların deri kısmı dışa dönüktür. Üst üste bir kat balık bir kat tuz olarak istiflenmiş balık kümeleri tuz ile iyice örtülür. Kuru tuzlamada tuz gereksinimi 100 kg balık için ortalama 80 kg ıslak tuzlamada ise 60 kg dır. Balıklar tuzda, et kalınlığına göre 1-4 hafta bırakılır ve kurutmadan önce balıklar iyice yıkanır ve fırçalanırlar.

Kurutma işlemi balıkların deri kısımları tahta veya metal ızgaralarda aşağıya gelecek şekilde yayılarak kurutulur.

Bu yöntemle kurutulmuş balıklarda yumuşak bölgeler olmamalı, doku sert ve temiz olmalıdır. Et beyaz ile açık sarı renkte olmalı, kırmızı bölgeler olmamalıdır. Koku ve lezzet tipik ve hoş olmalıdır. Kurutma işlemi tamamlanmış bir üründe tuz miktarı ortalama % 18-20, su miktarı % 38 in altında olmalıdır.

Tablo IV.6: Üç farklı tuz konsantrasyonu ve dört farklı sıcaklık uygulanarak kurutulan alabalıklarda kuruma süreleri ve sıcaklığa bağlı azalmalar⁽⁶⁾

Tuz Konsantrasyonu						
Sıcaklık	% 0 Tuz		% 5 Tuz		% 10 Tuz	
	Kuruma Süresi (saat)	Kuruma Süresinde Azalma (%)	Kuruma Süresi (saat)	Kuruma Süresinde Azalma (%)	Kuruma Süresi (saat)	Kuruma Süresinde Azalma (%)
35°C	53		73		105	
35-45°C		47.16		43.83		60.95
45°C	28		41		41	
45-55°C		50.00		56.09		41.46
55°C	14		18		24	
55-65°C		21.42		11.11		20.83
65°C	11		16		19	

IV.3.2. YAPAY KURUTMA YÖNTEMLERİ

Yapay olarak ayarlanabilen kurutma koşulları ile kurutma, günümüzde en geçerli yöntemdir.

IV.3.2.1. KABİNDE KURUTMA

En basit yapay yöntemdir. Bu yöntem daha ziyade küçük balıkların ve kabukluların kurutulmasında kullanılsa da bu yöntem haşlanmış, tuzlanmış ya da doğal halindeki tüm ürünlerin kurutulması için oldukça uygundur. Hatta deniz yosunlarının kurutulmasında da kullanılmaktadır.

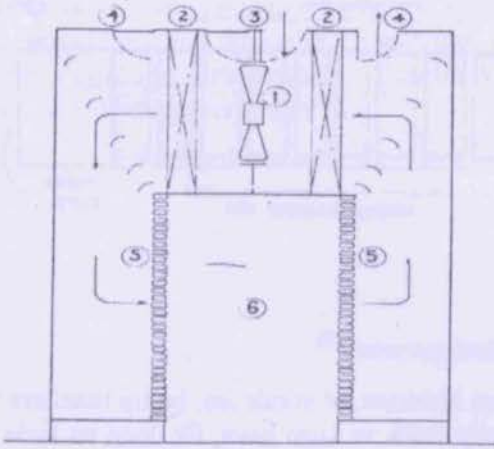
Çok çeşitli kabin kurutucu tipleri varsa da hepsinin ilkesi aynıdır. Kurutulacak ürün, alt tarafı ızgara şeklinde bir tür tepsi olan ızgaralara yerleştirilir, ızgaralar üst üste istif edilerek bir vagon haline getirilip, kurutma kabine alınır. Tüm kurutma boyunca ızgaralar olduğu gibi hareketsiz kalır. Sıcak hava, kabinin ayarlanabilen panjurlardan ibaret olan yan duvarlarından girerek ızgaralar

arasından geçer ve yine aynı şekildeki yan duvardan kabin dışına çıkarak ısıtıcıya ulaşır. Böyle bir kabin kurutucunun en basit uygulaması Şekil IV.5'de şematik olarak gösterilmiştir⁽⁷⁾.

Kabin kurutucularda en önemli sorun ızgaralar üzerinde her yerde aynı kurutma hızının sağlanamamasıdır. Bunun başlıca nedenleri, ızgaranın her tarafında, hava hızı, sıcaklığı ve nemin aynı düzeyde tutulamayışıdır. Bu kurutucularda diğer bir sorun, sıcak havanın kurutma hücreğine ilk girdiği tarafta bulunan ürünün daha hızlı kurumasına karşın, diğer kısımlardakilerin yavaş kurumasıdır. Bunu önlemek üzere hava sirkülasyon fanı zaman zaman pozisyon değiştirilerek çalıştırılır veya bu amaçla uygun pozisyona sabit olarak yerleştirilmiş çift fan kullanılır.

Sabit yatırımı nispeten az, çalıştırılmaları kolaydır. Isıtıcılar, içerisinde buhar dolaştırılan, yüzeyi genişletilmiş serpatinler şeklinde yapılmaktadır. Ancak içerisinde doğrudan yanmış gaz dolaştıran ısıtıcılar da kullanılabilir. Kabin kurutucularda hava hızı genellikle 2.5-5 m/saniye dolayındadır. Kuruma süresi şüphesiz ürüne ve istenen son nem içeriğine bağlı olarak 10-20 saat kadardır.

Genellikle küçük balıkların ve kabukların kurutulmasında kullanılır. Kurutma DİREKT yada ENDİREKT ısıtma ile olur. Başlangıç sıcaklığı 60-70°C olup kurutma sonunda sıcaklık kısa süre için 95°Cye çıkarılır⁽⁷⁾.



Şekil IV.5: Kabin Kurutucu (1) Sirkülasyon Fanı, (2) Isıtıcı, (3) Taze Hava Girişi, (4) Kullanılmış Hava Çıkış Kapısı, (5) Aralıkları Ayarlanabilir Pancur Şeklinde Yan Duvarlar ve (6) Vagon Boşluğu⁽⁷⁾

IV.3.2.2. TÜNELDE KURUTMA

Tünel kurutucular, kabin kurutucuların daha gelişmiş bir şekli olarak düşünülebilir. Bunların kabin kurutuculardan en önemli farkı, ızgara istiflerinden oluşan arabaların, bir tünel boyunca ray üzerinde hareket etmesidir. Bu hareket, kurutulacak taze ürün taşıyan bir arabanın tünele sokulurken, diğer uçtan yaş ürün taşıyan başka bir arabanın alınması sırasında, diğer tünel içindeki arabalar belli bir hızda hareket ederek tünel boyunca ilerleyip kurumuş halde tünelin sonuna ulaşır.

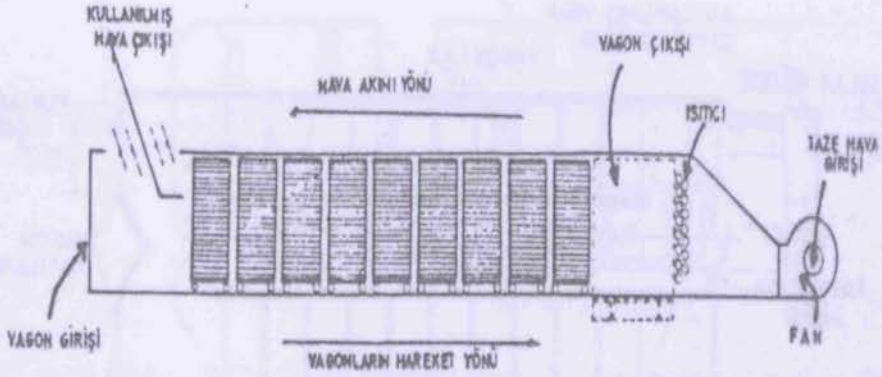
Tuzlu yada taze balığın kurutulması genelde bu yöntemle gerçekleştirilir. Çeşitli tipteki tünel kurutucularda hava ve ürünün birbirlerine göre hareket yönleri farklıdır. Eğer, arabalarla sıcak hava aynı yönde hareket ederse bu tip tünellere **“paralel akış tüneli”** denir. Başka bir tanımlama ile, paralel akış tüneline sıcak hava ile kurutulacak ürün aynı yerden girer. Bu tip tünel kurutucularda sıcak hava, önce taze ürünle karşılaşır ve sıcak hava gittikçe soğuyup nemi atarken, daha ileri düzeyde kurumuş olan ürünle temas eder. Bu durum pek arzu edilmemektedir. Basit bir paralel akış tüneli Şekil IV.6’ da gösterilmiştir⁽⁷⁾.



Şekil IV.6: Basit bir paralel akış tüneli kurutucu⁽⁷⁾

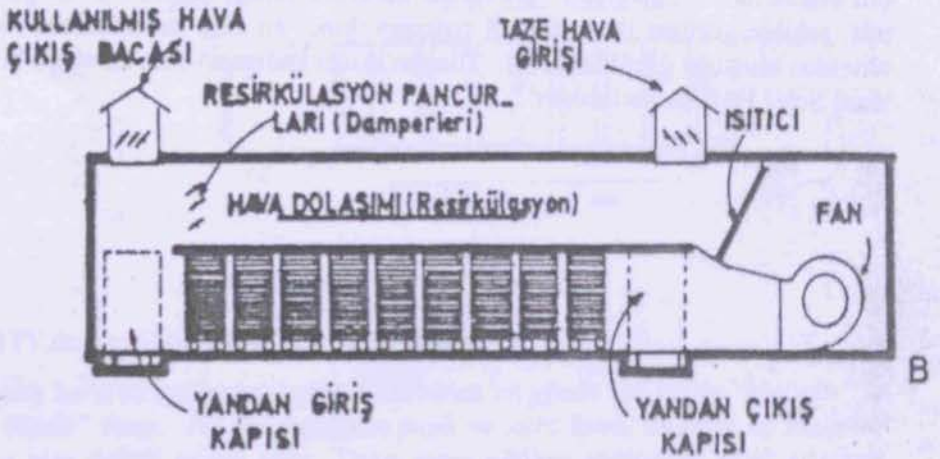
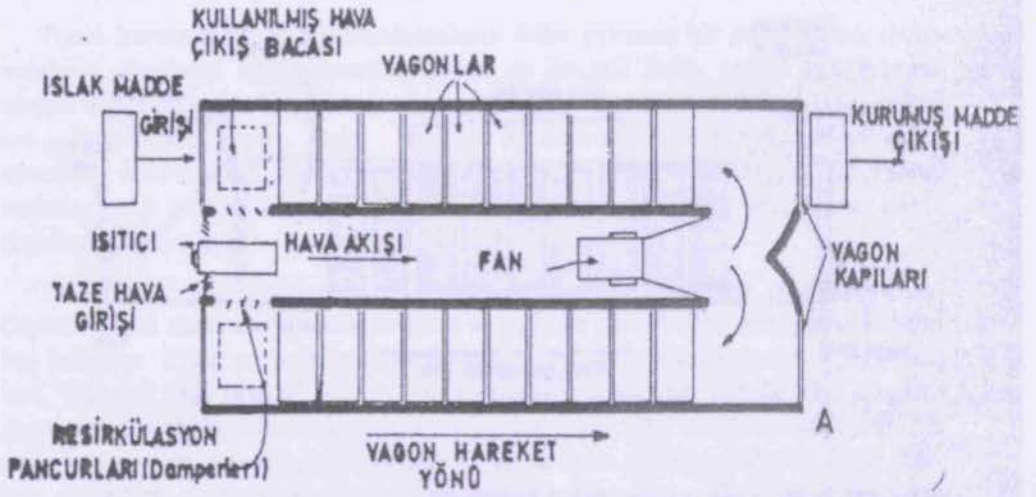
Sıcak hava ile arabaların hareketi birbirine zıt yönde ise, bu tip tünellere **“zıt akış tüneli”** denir. Bu tip tünellerde sıcak ve kuru hava, ilk önce en fazla kurumuş olan ürünle temas eder. Daha sonra gittikçe soğuyarak nemi artarken, son defa en ıslak ürünle temas eder. Şekil IV.7’de basit bir zıt akış tüneli kurutucu gösterilmiştir⁽⁷⁾.

Tünel uzunlukları ort. 10-60 m, Hava hızı ort. 1 m/s., Kurutulacak ürünün hızı 0.003-0.01 m/s (3-10 mm/s), sıcaklık 16-17 °C, bağıl nem % 45-55 olmalıdır⁽⁷⁾.

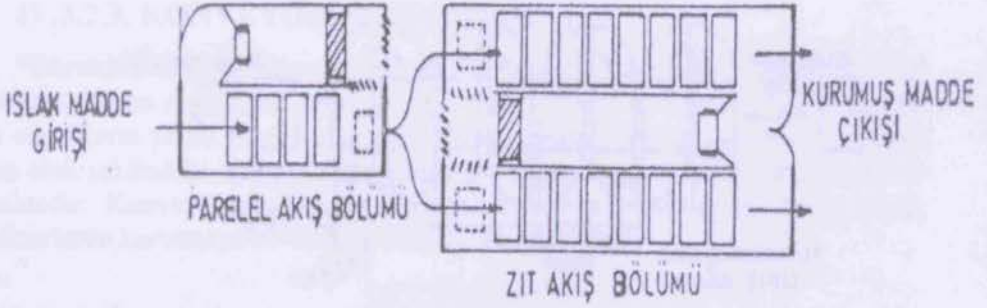


Şekil IV.7: Bir basit zıt akış tünel kurutucu⁽⁷⁾

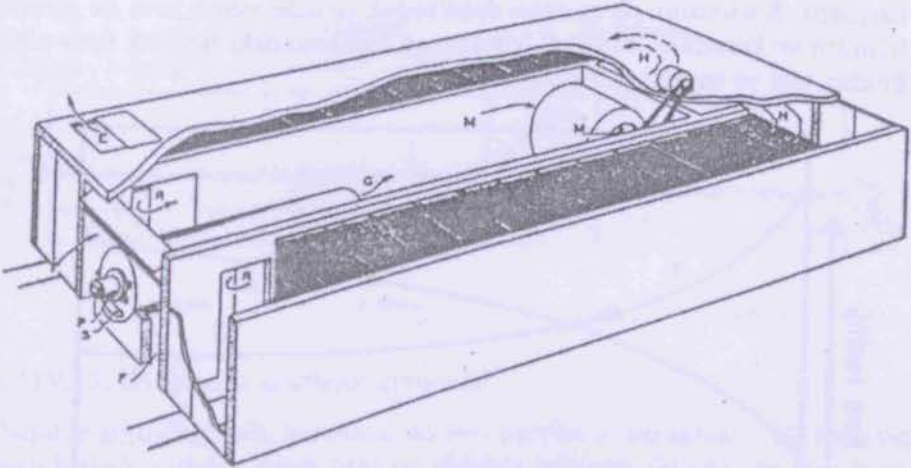
Diğer taraftan bir bölmesi paralel akış, diğer bölmesi zıt akışlı olan iki kademeli veya çok kademeli tüneller de mevcuttur. Çift şamalı tünellerin birinci aşaması genellikle paralel akış tüneli, ikinci aşaması ise ters akım tüneli şeklindedir. Böyle bir sistem Şekil IV.8 ve IV.9' da gösterilmiştir. Tüneller bazen çift olarak da yapılmaktadır. Bu tip bir kurutucu örneği Şekil IV.9' da gösterilmiş, şekilde görülen iki kademeli sistemin ikinci zıt akış kademesinin, bir çift tünelden oluştuğu görülmektedir. Tünelin ikinci kademesi olan zıt akışlı bir ikiz tünel Şekil IV.9'da verilmiştir⁽⁷⁾.



Şekil IV.8: Resirkülasyonlu zıt akış tünel kurutucu. A. Direkt ısıtmalı zıt akış tünelinin üstten görünüşü. B. Yandan girişli zıt akış tünelinin yandan görünüşü⁽⁷⁾



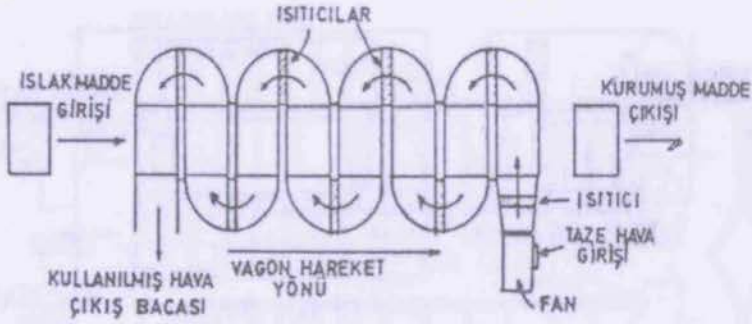
Şekil IV.9: İki kademeli kurutma tüneli, birinci kademe paralel ve ikinci kademe zıt akış⁽⁷⁾



Şekil IV.10: Zıt akışlı ikiz tüneller, direkt yağ yakılarak ısıtma ve santrifüj fan⁽⁷⁾

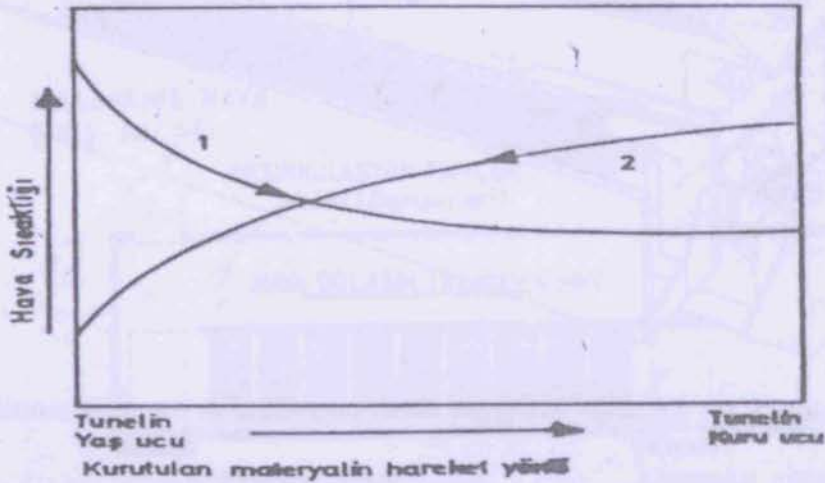
Bu tüneller, gerçekten zıt akış tüneliyle kabin kurutucuların kombinasyonundan ibarettir. Bu kurutucularda hava tünel boyunca yer yer ısıtılarak tünele çapraz olarak verilmektedir. Böyle bir sistem Şekil IV.10'da gösterilmiştir⁽⁷⁾.

Paralel akış tünellerinde başlangıç kuruma hızı çok fazladır. Kurutma tünelinin sonunda kurutucu hava nispeten soğuk ve fazla nemli olduğu için, kurutmanın son aşaması çok yavaş gerçekleşir.



Şekil IV.11: Çapraz akışlı tünel kurutucu⁽⁷⁾

Zıt akış tünellerinde ise madde, kurudukça daha uygun kurutma koşulları ile karşılaşır. Kurumanın ilk aşaması daha soğuk ve daha nemli hava ile gerçekleştiğinden ve kurutulan materyal içinde nem dağılımındaki farklılık fazla olmadığından, tam ve engelsiz bir kuruma olur⁽⁷⁾.



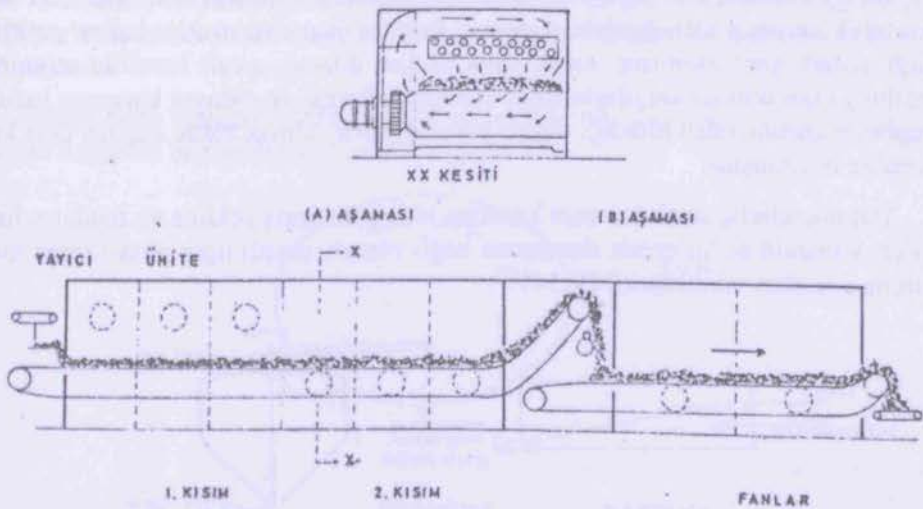
Şekil IV.12: Zıt ve paralel akış tünellerinde hava sıcaklığının tünel boyunca değişimi. 1. paralel akış, 2. Zıt akış⁽⁷⁾

Ayrıca arabaların ızgaraları üst üste konunca arada havanın engelsiz bir şekilde hareket edebilmesine elverişli bir boşluk bulunmalıdır. Yine arabalarla tünel arasında (Yan ve Tavanda) havanın rahatça hareket edebileceği bir boşluğun kalmamasına titizlik gösterilmelidir. Eğer zorunlu olarak kalacaksa bu açık-

lıklar 5 cm den fazla olursa, içinde istenen bir düzende hava akımı elde edilemez.

IV.3.2.3. KONVEYÖRDE KURUTMA

“Sürekli bant kurutucular” da denen bu sistemlerin ilkesi gerçekte tünel kurutuculardan önemli bir farklılık göstermez. Tünel kurutuculardaki ızgaralar ve vagonların yerini sürekli çalışan bir bant almıştır. Paslanmaz çelikten yapılmış elek şeklindeki bir bantla taşınan ürüne alttan veya üstten sıcak hava verilmektedir. Konveyör kurutucular daha çok bir sezon boyunca aynı ürünü büyük miktarlarda kurutmaya elverişli cihazlardır.



Şekil IV.13: İki aşamalı konveyör kurutucu⁽⁷⁾.

Şekilde görüldüğü gibi kurutucu, iki ayrı banttan oluşmaktadır. İlk bant yaş ürünün hızla kuruduğu, ikinci bant ise oldukça kurumuş ürünün son nem içeriğine kadar kuruduğu aşamayı oluşturmaktadır. Birinci aşama genellikle kendi içinde bölmelerden oluşur. Birinci aşaması iki bölmeli olan bir sistem Şekil IV.13. görülmektedir. Her bölümde sıcaklık ve nem içeriği bakımından birbirine bağlı olmayan farklı nitelikte hava kullanılarak kurutma son derece kontrollü ve hızlı olarak yürütülebilmektedir. Bunun gibi her bölmede bir öncekinin aksi yönde hava akımı kullanma olanağı bulunduğundan, bant üzerindeki üründe tek düze bir kurutma sağlanabilmektedir⁽⁷⁾.

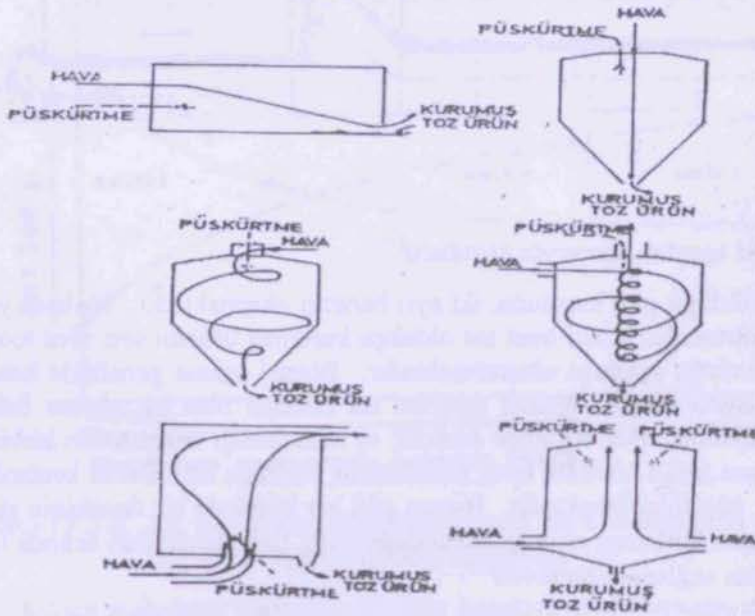
IV.3.2.4. KARIŞTIRICI SİSTEM İLE KURUTMA

Bu kurutma sistemi genellikle balık unu yapımında kullanılan klasik bir yöntemdir. Kurutma; buharda veya alev ateşinde sağlanan sıcak hava ile gerçekleştirilir. Kurutucu kendi eksenini etrafında dönerken içindeki yapraklarda ürünü karıştırır ve ileri doğru sürükler. Kurutucunun girişinde hava sıcaklığı 400°C civarındadır. Kurutucunun çıkışındaki havanın sıcaklığı ise 90-95°C dolayındadır. Balık ununun sıcaklığı ise 40°C ile 50°C arasındadır⁽¹⁸⁾.

IV.3.2.5. PÜSKÜRTEREK KURUTMA

Bu tip kurutma sıvı veya püre halindeki ürünlere uygulanabilmektedir. Püskürterek kurutma tekniğindeki düzenek; ürünün ince damlacıklar haline getirildiği sistem yani atomizer, sıcak hava üretim düzeni, sıcak hava ile atomize edilmiş olan ürünün karşılaştırıldığı kurutma hücresi ve nihayet kurumuş tozun toplanıp kurutucudan alındığı düzen yani kolektör, olmak üzere başlıca dört kısımdan oluşmuştur.

Damlacıklarla, sıcak havanın kurutma hücresine giriş şekline ve bunların hareket yönünün birbirlerinin durumuna bağlı olarak, çeşitli tipte püskürterek kurutma cihazları vardır(Şekil IV.14)⁽⁷⁾.

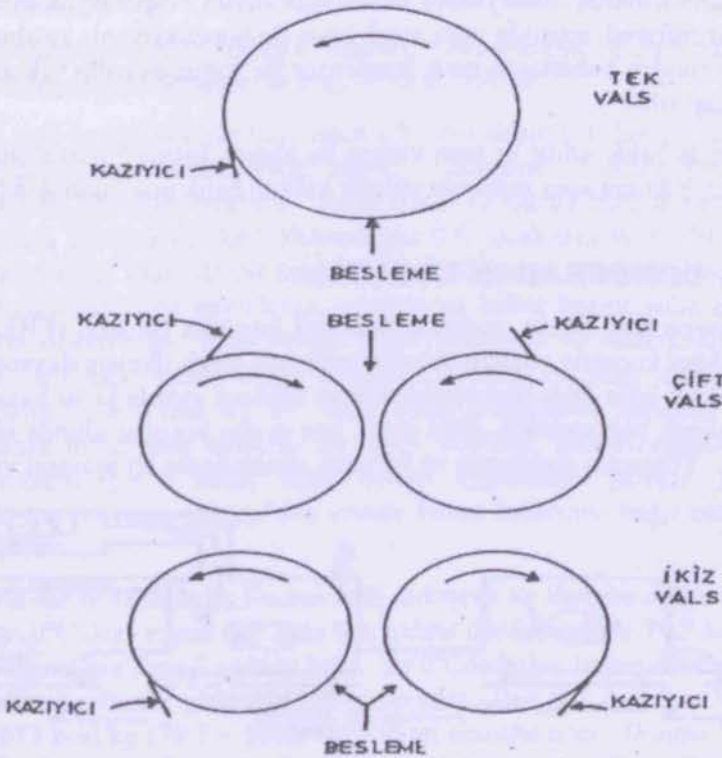


Şekil IV.14: Çeşitli püskürme kurutucu cihazlar⁽⁷⁾

IV.3.2.6. SİLİNDİR SİSTEMİYLE KURUTMA

Bu kurutucularda ilke, içten ısıtılan bir silindirin sıcak yüzeyine ince bir tabaka halinde yayılan sıvı veya lapa halindeki gıdanın, silindirin yaklaşık 300°'lik dönüşü sırasında yüzeyde kuruması ve buradan kazınıp alınmasıdır. Silindirler içeri verilen buhar, sıcak su veya ısı iletimi yüksek bir sıvı ile ısıtılabilir. Silindir yüzeyinin sıcaklığı 100°C'nin üzerinde çoğunlukla 150°C dolaylarında tutulur. Böylece yüzeye çoğunlukla 1.0-1.5 mm kalınlıkta yayılan sıvı, ürüne bağlı olarak birkaç saniyeden bir dakikaya kadar değişen kısa bir süre içinde tamamen kuruyabilmektedir. Silindir kurutucularda elde edilenler, daha ağır bir ısı yükü altında kalmış olduğundan, aroma ve renkleri iyi değildir, pişmiş bir lezzeti vardır. Rehidrasyon yeteneği daha kötüdür. Ancak bu sakıncaların önemli olmadığı yerlerde kullanılmak üzere bir çok sıvı ürün bu yöntemle ucuz şekilde kurutulmaktadır⁽⁷⁾.

Çeşitli tipte olanları vardır. Ancak genellikle tek silindirli ve çift silindirli olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar (Şekil IV.15).



Şekil IV.15: Silindir kurutucular⁽⁷⁾

IV.3.2.7. VAKUM KURUTMA

Bu kurutucularda kuruma vakum altında, düşük derecelerde gerçekleşir. Gerek tesis ve gerek işletme masrafları çok yüksek olduğundan, ısıya çok duyarlı ürünlerin kurutulmalarında veya nem içeriği herhangi bir zarara neden olmadan, çok düşük düzeye düşürülmesi gereken ürünlerde uygulanmaktadır. Vakum kurutucularda hem sıvı hem de katı parçacıklar halindeki ürünler kurutulabilmektedir. Bu kurutuculardaki koşulların duyarlı bir şekilde ayarlanma olanağı bulunması bunların başarı ile kullanılmasına olanak vermektedir^(7,18).

Kurutma vakum altında, düşük derecelerde gerçekleşir. Ortamda hava bulunmadığından kurutulan ürünün oksidasyon tehlikesi söz konusu değildir.

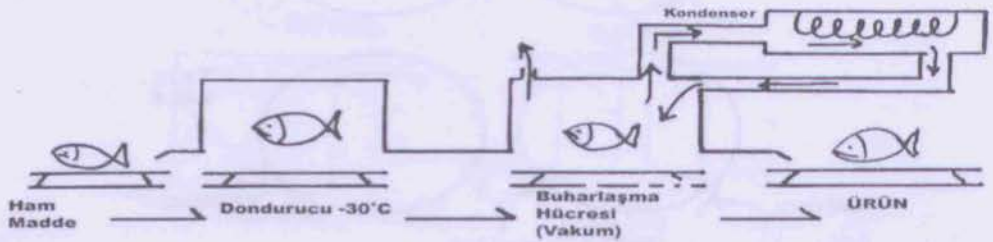
Vakum kurutucuların çok değişik tipleri bulunmakla birlikte hepsinde daima, vakum hücresi, ısıtma düzeni, vakum üretimi, vakumun korunmasını sağlayan sitem ve kuruma sonucu oluşan buharı toplayan düzenek olmak üzere başlıca dört kısım bulunur.

Vakum kurutucularda materyalden buharlaşan suyun evaporasyon gizli ısı materyalin bir infrared ısıtıcıyla veya sıcak hava ile kondüksiyonla ısıtılmasıyla oluşturulur. Üründen buharlaşan nem, kondenser ile yoğunlaştırılıp vakum hücresinde uzaklaştırılır.

Bu yöntemde balık ısıtılır ve nem vakum ile alınır. Isıtma 55-70°C arasında yapılmaktadır. Yöntem aynı zamanda yüksek kaliteli balık unu imali içinde önerilmektedir.

IV.3.2.8. DONDURARAK KURUTMA

Liyofilizasyon ismi ile de anılan dondurarak kurutma yöntemi (**FREEZE-DRYING**), diğer kurutma yöntemlerinden tamamen farklı ilkelere dayanmaktadır. Kurutulacak ürün önce dondurulmakta ve böylece gıdada ki su bulunduğu yerde buz halinde bağlanmakta, daha sonra buz uygun koşullar altında süblime edilmektedir. Yöntemin dondurma ve kurutma olmak üzere iki aşaması vardır.



Şekil IV.16: Dondurarak kurutma prensibinin şematize edilmesi

Ürün herhangi bir dondurma yöntemi ile dondurulur. Uygulanan dondurma hızı, kurutulmuş ürünün rekonstitüsyon özelliklerine son derece etkilidir. Ne kadar hızlı dondurma uygulanırsa, o kadar küçük ve fazla sayıda buz kristali oluşur. Kurumuş üründe de o kadar fazla gözenek oluşur. Böylece ürünün rehidrasyon hızı yüksek ve tamdır. Ancak oluşan gözenekler çok küçük olduğu için kuruma hızı yavaştır.

Kurutulacak ürün 0.5- 3.0 cm/saat hızla dondurulur, ürün çoğunlukla -30°C'ye kadar soğutulur.

Dondurulmuş ürün, dondurarak kurutma cihazında vakum altında kurutulur.

Buharlaştırma hücresinde, kurutma sırasında üründen SÜBLİMASYON ile alınan ısı, bir ısıtma düzeniyle ısıtılarak devamlı ürüne verilir. Kurutulan materyale ısı, kondüksiyonla veya radyasyonla ulaştırılır.

Materyaldeki buzun tümünün süblüme olması ile sona erer. Kurumuş ürünün nem düzeyi genellikle % 2-4 arasında olduğunda depolamada herhangi bir sorun olmaz.

Kurutulan materyalin fiziksel yapısına, parça iriliğine ve ısı iletiminde uygulanan yönteme göre dondurarak kurutma hızı değişir.

Katı, sıvı ve gaz halinde bulunabilen bir maddenin katı fazdan doğrudan gaz fazına geçmesine süblimasyon denir. Süblüme olabilen her maddenin süblimasyon koşulları farklıdır. Kuru buz (CO_2 buz); normal basınçta ve oda sıcaklığında süblüme olurken, Bilinen buz 0°C sıcaklıkta ve 4.579 mm Hg basıncında süblüme olur. Daha geniş bir tanımla buzun süblimasyonu; Buzun su buhar basıncının, onu çevreleyen ortamın su buhar basıncından daha yüksek olmasıyla olanaklıdır. Yani buzun buhar basıncına ve materyalin sıcaklığına bağlıdır. 0°C'deki buzun buhar basıncı 4.579 mm Hg iken -15°C'deki buzun buhar basıncı 1.436 mm Hg'dir. Buna göre; Dondurarak kurutma yönteminde kurutulacak materyalin sıcaklığı ne kadar düşükse, süblimasyonla kurumanın gerçekleşmesi için o kadar fazla vakum uygulaması gerekir. Tüm bunlar süblimasyon olayının vakum'dan ziyade buhar basıncına bağlı olduğunu göstermektedir.

Suyun faz değişiminde; Daima belli miktarda ısı absorbe edilir veya serbest bırakılır. 0°C'deki suyun 0°C'deki buz haline dönüşmesinde 79.7 kcal/kg düzeyinde "donma gizli ısı" serbest kalır. Su 0°C'de buhar haline dönüşürken 597.2 kcal/kg "buharlaştırma gizli ısı" absorbe eder. Buz 0°C'de buhar haline dönüşürken 677 kcal/kg ($79.7 + 597.2 = 676.9$) ısı absorbe eder. Donma ve buharlaştırma gizli ısılarının toplamı olan bu ısıya "süblimasyon gizli ısı" denir.

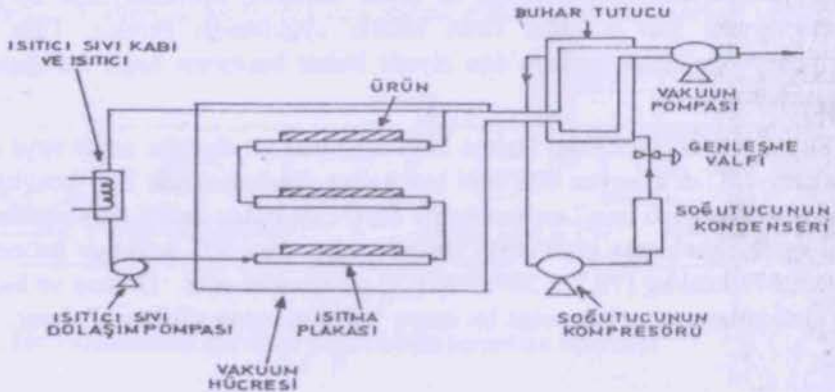
Buzun süblimasyonu için gerekli ısı eğer buzdan alınırsa buzun sıcaklık derecesi gittikçe düşer. Dondurarak kurutma da, üründeki buz süblime oldukça, ürün sıcaklığı gittikçe düşer. Bir süre sonra ürün o kadar soğur ki kuruma durur. Bunun önlenmesi için kurutulan ürüne, süblimasyon gizli ısıasına eşdeğer ısı verilir. Isıtma buzun erimesine neden olmayacak düzeyde yapılır. Vakum yeterince düşük düzeyde tutulursa, buzun süblimasyonu maksimum düzeyde gerçekleşir.

Dondurarak kurutmada en önemli bir sorunda materyale ısı verilmesidir. Kurutulan materyalin sıcaklık derecesi, daima kondenserin sıcaklık derecesinden yüksek tutulmalıdır ki, üründen kondensere buhar akışı olabilsin.

Süblimasyon, önce yüzeyde oluşur. Bu şekilde yüzeyin kuruması ile buz tabakası gittikçe içlerlere doğru geriler. Gıda dıştan içe doğru kurur. Merkezde en son kalan buzda süblimasyona uğrayınca ürün kurumuş olur. Nem düzeyi ortalama % 5'in altına iner. Kurumanın bu şekilde gelişmesi, materyalin derinliklerine kalmış buz tabakasına ısının ulaştırılması oldukça zordur. Isı kurumuş yalıtkan tabakayı oldukça zor aşar.

Bu nedenle dondurarak kurutma yönteminde bir süre sonra kuruma hızı düşer. Daha iyi bir ısı iletimi için, kondüksiyonla ısıtmadan çok, derinlere sızma niteliği olan infrarodive mikrodalga gibi radyasyon kaynaklarından yararlanılmaktadır. Bazı dondurarak kurutma cihazlarında ısıtıcı tablalar çivili olarak yapılmıştır. Böylece kurutulan maddenin derinlerine kadar ulaşan bu çivilerle daha iyi bir ısı transferi sağlanarak kuruma hızlandırılmış olmakta ve sistem **hızlandırılmış dondurarak kurutma** olarak nitelendirilir.

Bu bilgilerden, dondurularak kurutulan ürünlerin sanılanın aksine önemli bir ısı etkisinde kaldığı anlaşılmaktadır. Gerçekten kuruyan maddenin buz fazı çok düşük derecelerde bulunduğu sırada, yüzeyinin 60°C-70°C'lere kadar ısınmasının söz konusu olduğu bilinmektedir.



Şekil IV.17: Dondurarak kurutma cihazı⁽⁷⁾

Yöntemin avantajları ve dezavantajları

Avantajları;

- Bu yöntemle kurutulmuş ürün kalitesine hiçbir yöntemle erişilemez. Değerli ve ısıya duyarlı ürünler bu yöntemle kurutulur. (Kahve ekstraktı, meyve suları, kuşbaşı piliç eti, karides, mantar, çilek v.b.)
- Kurumuş ürünün **REHİDRASYON** yeteneği çok yüksektir.
- Hücre içindeki maddeler diğer yöntemlerdeki gibi hücre dışına ve materyalin yüzeyine çıkıp dağılmamıştır. Çünkü bu yöntemde su bulunduğu noktada buz olarak bağlandığında, kuruma sırasında dokularda sıvı hareketi yoktur. Aynı şekilde kuruma ile ürünün şeklinde ve boyutlarında değişme belirmez. Ürünün hemen hemen orijinal irilik ve şekli bozulmaz.

Dezavantajları;

- Diğer yöntemlere göre yüksek yatırım gerektirmekte. İşletme masrafları da yüksektir. Bu yöntem de, Kurutmada uçurulan birim miktarındaki su için yapılan harcamalar, geleneksel yöntemlere göre masrafların 2 ila 5 kat daha fazla çıkmasına sebep olur.
- Kurutulacak materyalin yeterli şekilde kuruyabilmesi için küçük parçalar halinde kıyılıp doğranmış forma getirilme zorunluluğu bulunur.
- Kurumuş ürün sünger gibi son derece gözenekli bir yapıda olduğunda hızlı nem ve oksijen bağlama özelliğindedir. Bu nedenle kurutma sonunda vakumun kırılması için vakum hücresine azot verilir. Gözeneklerde O_2 yerine N_2 bağlamış olur. Paketlemede de azot gazı kullanılır.
- Gözenekli yapı, ürüne aşırı kırılabilirlik özelliği kazandırır.

IV.4. KURUTULMUŞ BALIK ÜRÜNLERİ ve NİTELİKLERİ

Kurutulmuş deniz ürünlerinin nitelikleri; zamanlama, depolama koşulları, paketlemeye engel olabilecek özelliklere, tuzlama/kurutmanın uygulamalı prosedürü ve materyal özelliklerine bağlıdır. Kurutulmuş ürünlerin genel kategorileri aşağıda sıralanmıştır;

- Sade kurutma(Stokfisch, kurutulmuş surimi ve ringa balığı yumurtası),
- Haşlama ve kurutma (Karides, Köpek balığı yüzgeci)
- Tuzlama ile kurutma(İskandinav Balıkları, Çiroz ve Balık),
- Dondurma ve kurutma (Alaska pollack),
- Haşlama, kızartma ve kurutma (Bonito)

Çeşitli toplumlarda kurutulmuş deniz ürünlerinin nitelikleriyle ilgili beklentileri farklıdır. Bazı ülkelerde ise böyle bir beklenti yoktur. Diğer bölgelerde ise onlar işlenmemiş (ham) gıdaların yerini alır. Bazı kurutulmuş ürünler lezzetli kabul edilerek ürünler iştah açıcı olarak sade kurutulmuş balıklar gibi hazırlanan bütün yemekler için kullanılabilir, meze sofralarında çeşni olarak alkollü içecekler ile birlikte değerlendirilir⁽¹⁵⁾.

IV.4.1. AÇIK HAVADA KURUTULMUŞ BALIK (STOCKFISCH)

Morina, mezgit, somon, gelincik gibi balıklardan yapılır. Baş ve iç organlar temizlendikten sonra yıkanan balık kuyruğundan bağlanarak bir askıya asılır ve kurumaya bırakılır. İlkbahar ve sonbahar aylarında sıklıkla kurutma yapılır. Kışın kurutma yapılacaksa kuruma süresi 2-3 ay kadardır. Kurumanın süresince balık yağmur ve yoğun güneş ışınlarından korunmalıdır. Hava sıcaklığı 2-12°C dir. Bu şekilde hazırlanmış iyi bir ürün sert ve kurudur. Su miktarı % 18'i geçmez, % 12-15 arasındadır. % 80 protein, % 3.5 mineral madde içeriğine sahiptir. Tüketilmeden önce birkaç gün su içinde bırakılır, derisi uzaklaştırılır ve küçük porsiyonlara ayrılır veya fileto edilir. Bekletildiği su % 0.5 soda yada kireç içermelidir. Bu şekilde hazırlanmış balık ta kıvam sıkı olmalıdır, çok yumuşak olmamalıdır. pH 11'i geçmemelidir. Derinin uzaklaştırıldığı etin rengi beyazımsı gri olmalı kırmızılık içermemelidir^(19,21).

IV.4.2. KURUTULMUŞ TUZLANMIŞ BALIK (KLIPPFISCH)

Bu tip ürünler kurutulmuş tuzlu balık olarak ta adlandırılabilir. Geçmiş diğ er tip ürünlere göre daha kısadır, 18. y.y dan beri yapılmaktadır. En çok Norveç'te yapılır ve tüketilir. Bu tip ürünlerde de morina türü balıklar kullanılır. Kafa ve iç organlar ayrılıp, temizlendikten sonra balıklara kuru veya ıslak tuzlama yapılır. Kuru tuzlamada 100 kg balık için 80 kg tuz, ıslak tuzlama için 100 kg balığa 60 kg tuz kullanılır. Kurutma koşulları açık havada kurutulmuş balık ile aynıdır. Burada da balık yağmur ve güneş ışığından korunmalıdır. Kurutma süresi 7-8 haftadır. Bu tip bitmiş ürün % 18-20 tuz içerir. Su miktarı

% 38' in altında olmalıdır, % 42'yi geçmemelidir. Kuru, havadar ve soğuk ortamda depolanmalıdır. Bu tip ürünler İtalya, Portekiz, İspanya, Latin Amerika ülkelerinde ve Afrika'da çok tüketilmektedir. Bu üründe tüketilmeden önce su ile yenilebilir duruma getirilmelidir. Bu işlem için içme suyu yeterli olmaktadır. Suda bekletilme süresi yaklaşık 72 saattir. Suda tuzu alınmış bu tip ürünler taze balık gibide tüketilebilir^(19,21).

IV.4.3. BALIK

Bu ürün Rusya'ya özgü bir üründür. Somon, mersin ve diğer yağlı balıklar bu tip ürünler için kullanılır. Balığa biber içeren kuru tuzlama işlemi yapıldıktan sonra (3-6 gün sonra) balık yıkanır, üzerine tekrar biber ve tuz sürülür. Bu işleminden sonra balık genellikle çatıda kurumaya bırakılır. Etin tadı yumuşak ve hafif tir, görünüş kehribar rengidir⁽²¹⁾.

IV.4.4. ÇİROZ

Çiroz Marmara bölgesine has bir ürün olup doğal kurutma yöntemleri ile kolyoz balığından gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda Marmara denizinden yakalanan balıkların azalması bu ürünün iri istavrit balığından değişik yöntemlerle yapılmasına ve aynı isim ile lanse edilmesine sebep olmuştur.

Çiroz yapım işlemi balıkların ayıklama, yıkama, kan çıkarma prosesleri sonrası geleneksel ve kuru tuzlama kombinasyonu olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilmektedir (Şekil IV.17.).

Çiroz ürünleri tüketime daha önceden asetik aside bekletilmiş olarak sunulmamış ise tüketim aşamasında 24 ila 48 saat sirkede bekletilmek suretiyle değişik sunum teknikleriyle tüketilir.

IV.5. KURUTULMUŞ ÜRÜNLERİN KALİTESİ

Ürünün kalite ve dayanıklılığı, hammaddenin tazelik derecesine, kurutma havasının mikroorganizma içeriğine, işletme ve çalışan personelin hijyen koşullarına göre farklı olmakla birlikte kurutulmuş ürünün su miktarı da kalite ve dayanma süresine etkili olmaktadır. Aynı zamanda kurutma işlemi sırasında bir çok fiziksel, kimyasal, mekanik, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olayla meydana gelmektedir^(5, 6). Kurutulmuş ürünlerde kalite üç başlık altında toplanmaktadır;

1. Kimyasal kalite
2. Mikrobiyolojik kalite
3. Duyusal kalite

IV.5.1 KİMYASAL KALİTE

Kurutulmuş su ürünleri dayanımlarının artırılması için suları uzaklaştırılmış gıdalar olup, protein, yağ, mineral madde bakımından konsantre ürünler grubuna girmektedir. Uygun olmayan şartlarda muhafazası veya üretimi ürünlerin kimyasal kalitelerinin hızla bozulmasına neden olmakta veya konsantre ürünler olmasından dolayı bazı zararlı maddeleri yüksek düzeyde içerebilmektedir (Tablo IV.5.).

Kurtulmuş ürünlerin kimyasal kalite analizleri insan sağlığı açısından değerlendirmeleri bakımından dikkatli takip edilmeli herhangi bir standartlara veya tüketim limitlerine aykırı ürünlerin piyasaya arzına müsaade edilmemesi gerekir.

Kurutma işlemindeki sıcaklık yükseldikçe kurutulmuş ürünlerin protein kalitesi düşer, vitamin kaybı artar. Bu tip değişimlerde ürünün besinsel kalitesi ve orama yapısı üzerinde olumsuz etkide bulunur.

Kurutulmuş su ürünleri kökenli gıdalarda rastlanan en önemli kimyasal problem ürünün yağ muhtevisine bağlı olarak oksidasyona uğramasıdır. Oksidasyon olayı kurutulmuş balıklarda yağın konsantrasyonunun yüksek olmasında dolayı en sık rastlanan problemlerden biri olup kaliteyi direkt etkilemektedir.

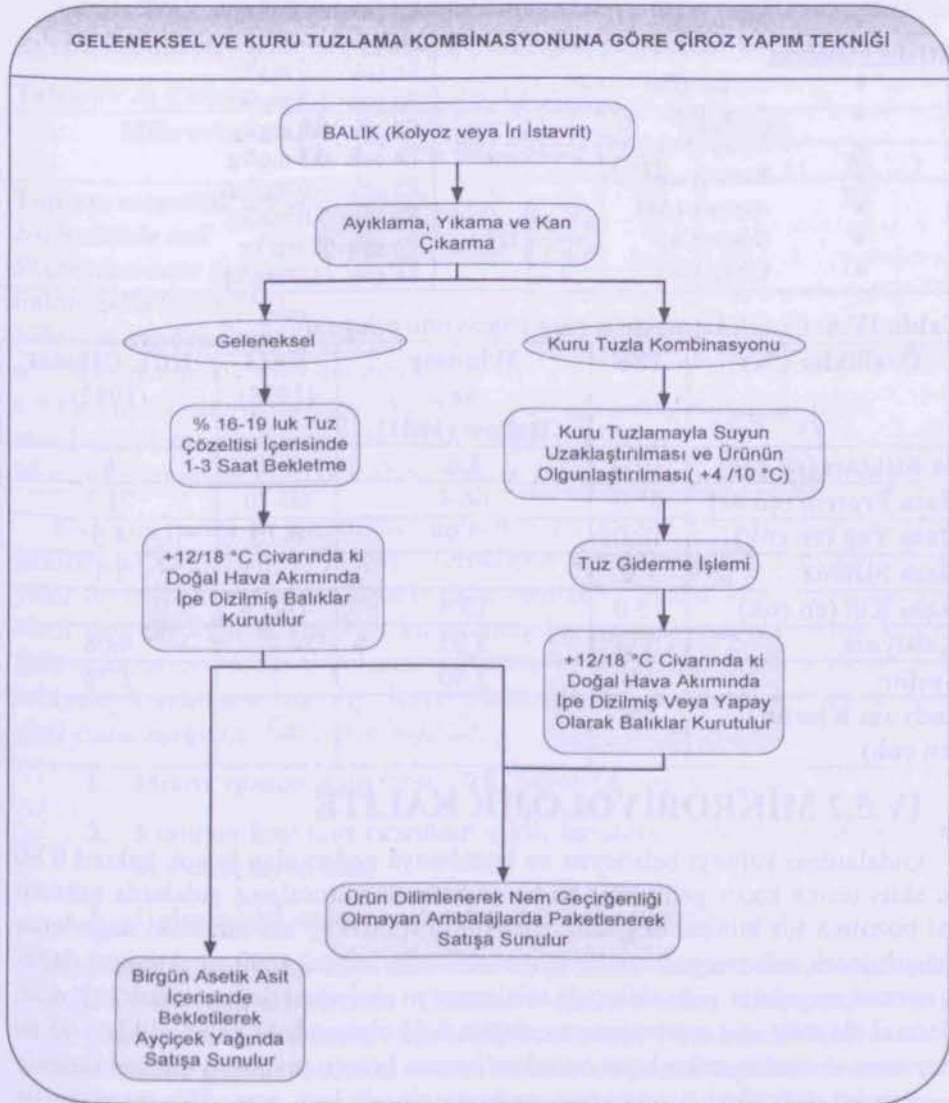
Yağlarda meydana gelen parçalanma reaksiyonları sadece yağın yapısı ile sınırlı değildir. Bu reaksiyonlar yağın bulunduğu doku içerisinde meydana gelir. Bu nedenle bozulan yağ aynı zamanda kurutulmuş ürünlerin tüketilebilirlik ve beslenme özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

Bu nedenle bozulan yağ aynı zamanda bulunduğu ürünün tüketilebilirlik özelliklerini kaybetmesine ve lezzetsiz bir hal almasına sebep olur. Yağların bozulması sonucunda üründe meydana gelen değişimler şu şekilde sıralanabilir.

Lezzet ve koku değişimi, asitlik değişimi, peroksit oluşumu, aldehit oluşumu, keton oluşumu.

Bu tip değişiklikler yağlarda genel bir değişim tipidir ve "acılaşma" adını alır. Yağ molekülüne lipoksidad enzimi veya havanın oksijeninin etkisiyle olu-

şur. Sürecin ilerlemesi ile reaksiyon hızı artar. Otooksidasyon farklı faktörlere bağlı olarak değişir. Bunu özellikle etkileyen faktör yağların doymamışlık durumu, yüksek sıcaklık, ışık ve nemdir. Ayrıca balıktaki yağ oranı da oksidasyonu artırıcı etkide bulunur. Yağın okside olması ile protein ve vitaminlerde bozulma görülmektedir, bunun sonucunda tat ve aromada değişim, kalite ve beslenme değeri azalma meydana gelmektedir⁽²³⁾.



Şekil IV.18: Geleneksel ve kuru tuzlama kombinasyonuna göre çiroz yapım tekniği

Tablo IV.6: Çirozun kimyasal özellikleri⁽²²⁾

Özellikler	Sınırlar
• Nem	En çok %13.0
• Protein	En az %55.0
• Yağ	En çok %25.0
• Ham Kül (Tuz hariç)	%1.0- 3.0
• pH	4 - 5
• Amonyak	En çok 10 mg/kg
Metalik Maddeler	
• Kurşun (Pb)	En çok 3.0 mg/kg
• Civa (Hg)	En çok 1.5 mg/kg
• Kalay (Sn)	En çok 2.0 mg/kg
• Kadmiyum (Cd)	En çok 0.3 mg/kg
• Arsenik (As)	En çok 3.0 mg/kg
• Bakır (Cu)	En çok 3.0 mg/kg
• Çinko (Zn)	En çok 60 mg/kg
	En çok 15.0 mg/kg

Tablo IV.6: Çeşitli kaynaklara göre hamsi unu bileşimi⁽²⁰⁾

Özellikler (%)	TSE	Windsor ve Ballow (1981)	FAO (1975)	Kirk-Othmer (1982)
Su Miktarı (en çok)	10.0	8.6	6-10	8
Ham Protein (en az)	65.0	66.4	60-70	71.3
Ham Yağ (en çok)	10.0	7.9	6-10	4.5
Ham Selüloz	1.0	-	-	1.1
Ham Kül (en çok)	15.0	15.4	14.18	-
Kalsiyum	5.0	3.95	-	4.08
Fosfor	3.0	2.60	-	2.70
Sodyum Klorür (en çok)	4.0	-	-	-

IV.5.2 MİKROBİYOLOJİK KALİTE

Gıdalardaki kaliteyi belirleyen ve bozulmaya neden olan birçok bakteri 0.90 su aktivitesine kadar gelişebilir ve bu nedenle de kurutulmuş gıdalarda bakteriyel bozulma söz konusu değildir. Su aktivitesinin 0.90'nın altındaki değerlerde gelişebilecek mikroorganizmalar maya küflerdir. Ancak 0.90 su aktivitesi değeri normal mayaların gelişebileceği minimum su aktivitesi değerine çok yakındır. Normal mayalar için minimum a_w değeri 0.88 civarındadır. Genellikle 0.65 su aktivitesi civarında mikrobiyal bozulma hemen hemen tamamen önlenilebilmekle beraber bu değerdeki su aktivitesi ve biraz altında bazı ozmofilik mayalar ve bazı küfler çok yavaşta olsa gelişebilirler. Genellikle 0.80-0.85 su aktivitesi arasındaki kurutulmuş gıdalarda küf ve maya bozulması 1-2 hafta içerisinde

meydana gelir. Su aktivitesinin 0.75 olması küf ve maya gelişmesini ve bozulmasını geciktirir ve 0.70 su aktivitesinde ise mikrobiyolojik bozulma uzun süre gözlenmez. Genellikle 0.60 a_w değeri mikrobiyal gelişme için alt sınır kabul edilmekle birlikte 0.70 su aktivitesi değerine kadar kurutulmuş gıdalar uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilir. Bu nedenle de uzun süre muhafaza edilecek gıdalar için önerilen kurutma düzeyi 0.70 su aktivitesi değeridir⁽²⁴⁾.

Ayrıca Türk standartlarınca kurutulmuş uskumru balığının (Çiroz) mikrobiyolojik özellikleri verilmiştir (Tablo IV.8.).

Tablo IV.8: Çirozun mikrobiyolojik özellikleri⁽²²⁾

Mikroorganizma	Sınırlar			
	N	C	M	M
Toplam mezofilik aerobik bakteri	5	2	10^5	10^6
<i>Escherichia coli</i>	5	2	4	40
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10^2	10^3
<i>Salmonella</i> (adet/25g)	5	0	0	-
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5	0	10^2	-

n = Analize alınan deney numunesi
c = En yüksek sınır değerinin (M) bulunabileceği deney numunesi sayısı
m = Deney numunelerinde kabul edilen sınır değerler
M = Deney numunesi (c) de bulunabilecek kabul edilebilir maksimum değer

Kurutma işlemi ve kurutulmuş gıdaların muhafazası sırasında bazı mikroorganizmalar canlılığını kaybeder. Genellikle kurutulmuş gıdaların mikrobiyal yükü orijinal hammaddeye kıyasla daha düşüktür. Ancak kurutulmuş bir gıda steril değildir. Bu nedenle de kurutulmuş bir gıdanın mikrobiyolojik kalitesi gıdaya kurutma öncesi uygulanan işlemlere ve dolayısıyla hammaddenin mikrobiyolojik kalitesine bağlıdır. Kurutmanın mikroorganizmalar üzerindeki öldürücü etkisi aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

1. Mikroorganizmanın cinsi, türü, fizyolojik yaşı ve sayısı
2. Kurutma koşulları (kurutma şekli, kurutma sıcaklığı, kurutma süresi ve dehidrasyon hızı)
3. Gıdanın türü ve kompozisyonu (pH, inhibitör maddeler v.s.).

Kurutma işlemine en dayanıklı mikroorganizma formu bakteri sporlarıdır. Bakteri ve küf sporları kurutma işleminden etkilenmezler. Mayaların ve ısıya karşı hassas bazı bakterilerin vegetatif hücrelerinin bir kısmı kurutma işlemi sırasında canlılığını kaybederler. Ancak düşük sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde bazı mikroorganizmalar çoğalarak sayıca artabilir. Genel olarak genç kültürler kurutma işleminde eski kültürlerle kıyasla daha hassastırlar⁽²⁴⁾.

Kurutma işlemi sırasındaki mikroorganizma yükündeki azalma oranı mikro-organizmanın cins ve türüne göre farklılık gösterir. Su ürünleri için riskli patojenlerden *Salmonella*'nın kurutma işlemi ile inhibe edilebildiği, fakat bunun ancak 20 günlük kurutma sonrasında görülebildiği belirtilmiştir. Bu durum, kurutma sırasındaki koşulların ve kurutma süresinin ürün güvenirliliği açısından önemini ortaya koymaktadır⁽²⁵⁾.

Kuru gıdaların rehidre edilmesi sırasında kuru gıdanın mikrobiyal yüküne ve suyun sıcaklığına bağlı olarak mikrobiyal aktivite tekrar başlar. Ancak rehidrasyon için kullanılan suyun sıcaklığı mikrobiyal yük ve aktivite üzerinde etkili olmaktadır.

IV.5.3. DUYUSAL KALİTE

Kurutulmuş balık ürünlerinde çatlak, çizik, kopuk, kesik vs. kusurların olmaması veya ürünlerin karın boşluğu kısımlarında her hangi bir organ kalıntısı ve yumuşak bölgelerin bulunmaması gerekir. Yine bu ürünlerde protein denatürasyonuna işaret eden herhangi bir aroma değişiminin gözlenmemesi gerekirken, yağ oksidasyonuna bağlı bozulma, acılaşma, ekşime, sırt kemiği deformasyonuna bağlı olarak kamburluk, çöküklük, yarım ay şeklinde kıvrık durum, deride aşırı renk solması, küfümsü, acımsı koku veya dış yüzeyin değişik noktalarında sarımsı renk değişimleri sebebiyle tabii rengin kaybolması gibi kusurların görülmemesi gerekir^(22,26).

Kurutulmuş ürünlerin duyuusal özellikleri böceklerin istilası, esmerleşme ve lipidlerin oksidasyonu sebebiyle bozulabilir. Kurutulmuş ürünlerin duyuusal kalitesini etkileyen hazırlanırken uygulanan işlemlerden kaynaklanabilen ısınma yüzünden aminoasitlerin yapılarında değişimler ve kayıplar oluşabilir⁽¹⁵⁾.

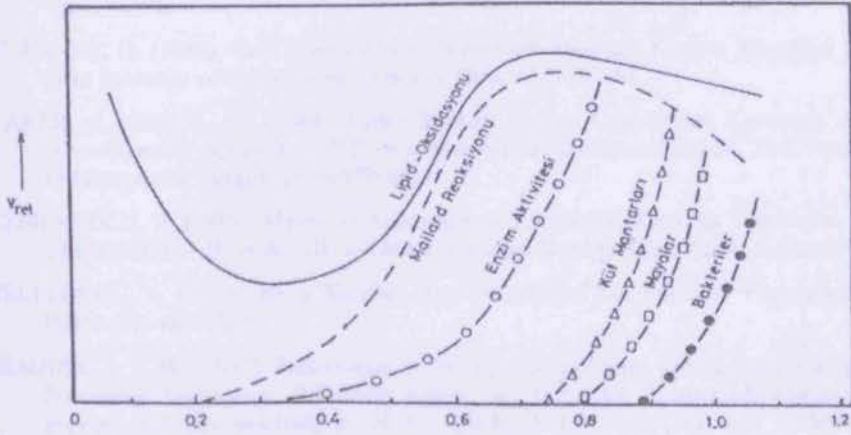
Balık unlarında ise küf kokusu, kurutmanın fazla olmasından kaynaklanan yanık kokusunun bulunup bulunmadığı, balık ununda fazla yağın sebep olduğu ağır kokunun olup olmadığı duyuusal olarak muayene edilmelidir. Bu tip ürünlerde nem almaya bağlı olarak oluşabilecek topaklaşmaların bulunmaması gerekir. Topaklaşma oluşumu aynı zamanda arzu edilenden fazla yağ bulunmasında meydana gelir ki balık unlarında arzu edilmeyen bir durumdur⁽²⁰⁾.

Kurutulmuş balıklarda tuzlama işlemi uygulanmış (kuru tuzlama ile kurutma) ve tuz giderme işlemi uygulanmamış ise derilerinin üzerinde tuz kristalli oluşumuna sıklıkla rastlanmaktadır. Bu durum kurutulmuş balığın su miktarının azalmasına ve buna bağlı olarak deri yüzeyinde tuz birikimi nedeniyle beyaz lekelerin oluşumuna sebep olmaktadır. Tüketici duyuusal açıdan arzu etmediği bir görünüm ile karşılaşmaktadır.

IV.6. KURUTULMUŞ ÜRÜNLERİN DEPOLANMASI ve AMBALAJLANMASI

Kurutulmuş gıdaların nemi genelde % 20 nin altındadır. Böyle gıdalar çevreden nem absorbe ederler. Yapılarının kurutma işlemlerine bağlı olarak gözenekli olması ve yüzeylerin genişliğine bağlı olarak nem tutma özellikleri de artmaktadır.

Su ürünleri kökenli gıdaların diğer gıda maddelerinde olduğu gibi depo kararlılıkları su aktivitesine bağlı olarak gelişim göstermektedir (Şekil IV.17.).



Şekil IV.18: Gıdaların depo kararlılıklarının su aktivitesine bağımlılığı⁽¹⁷⁾

Su aktivitesi, besinlerin kalitelerinin korunmasında en önemli faktör olduğundan uzun süreli depolama için ambalajlamanın optimal koşullarının belirlenmesi gerekir. Ambalaj maddelerinin seçiminde sorpsiyon izomerleri önemli rol oynar kurutulmuş ürünler dik bir sorbsiyon eğrisine sahiptirler. Bu tip ürünlerin ambalajlanması veya depolanmasında bu noktaların göz önünde tutulması gerekir.

Depolama ufak paketlerde özel ambalajlar şeklinde yapılmayacak veya kısa bir süre toplu şekilde depolanacaksa hava nemi bakımından kuru, soğuk odalarda ve zararlı haşaratlardan da korunaklı bir şekilde depolanması gerekir. Özellikle tuzlama işlemi yapılmamış ürünlerde güvenlenmeye karşı dikkatli olunmalıdır.

Kurutmanın hızlı yapılması durumunda ambalajlama işlemi de nemi oldukça düşük olan klimalandırılmış odalarda yapılmalıdır. Yağ oranı yüksek olan ku-

kurutulmuş su ürünlerinin yağının özelliklerinden dolayı oksidatif bozulmaya çok duyarlı olduklarından dolayı nem ve oksijen geçirmeyen ambalaj materyali ile ambalajlanmalıdır. Genellikle de vakum veya inert gaz altında ambalajlanmalıdır⁽²⁷⁾.

Uygun koşullarda muhafaza edilen kurutulmuş ürünlerde mikrobiyal gelişme gözlenmez ve ürün kalitesi uzun süre stabil tutulabilir. Kurutulmuş ürünler nem geçirgenliği olmayan uygun ambalajlarda muhafazası mikrobiyolojik gelişmenin engellenmesi açısından önemlidir.



KAYNAKLAR

- 1-GRAU, R. (1969): Fleisch und Fleischwaren. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- 2-LUDORFF, W., MEYER, V.(1973): Fischen und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag Berlin und Hamburg.
- 3-ÖZDEN, Ö., METİN, S., ERKAN, N. (2001): Bestimmung der Herstellungszeit und Haltbarkeit bei vakuumverpackten luftgetrockneten Mittelmeermakrelen. Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung, 53(5):111-113.
- 4-ŞENTÜRK, A. (1994): Bazı Kurutulmuş Sebzelerin Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkili olan Faktörlerin Araştırılması, T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü-Çanakkale, Genel Yayın No: 18. Özel Yayın No:30.
- 5-EVRANUZ, Ö. (1988): Gıda Maddelerinin kurutulması Sırasında Kuruma Kinetiğini Kontrol Eden Faktörler ve Kalite Üzerine Etkileri. Gıda, 13 (1):51-58.
- 6-YAPAR, A., ERDÖL, M. (1999): Farklı Sıcaklık ve Tuz Uygulanarak Kurutulan Alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) larda Kurumanın Fonksiyonel İfadesi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 23(3):479-483.
- 7-CEMEROĞLU, B. (1986): Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Kurutma Teknolojisi. Editör; CEMEROĞLU, B. ve ACAR, İ., Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6. Ankara.
- 8-TELEFONCU, A. (1993): Besin Kimyası. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:149. ISBN: 975-483-222-6.
- 9-HORNER, A. F. W. (1992): Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking), Fish Processing Technology. Edited by HALL, M., G.Blackie Academic&Professional, an imprint of Chapman&Hall, p. 31-53. ISBN0-7514-0280-X (HB) and 1-56081-562-2 (USA).
- 10-TOPAL, Ş. (1993): Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Düşük Nemli Gıdalarda Mikrobiyolojik Riskler, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze-Kocaeli. ISBN: 975-403-000-6.
- 11-TEMİZ, A. (1998): Gıda Mikrobiyolojisi, Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. Editör; ÜNLÜTÜRK, A. ve TURANTAŞ, F. Mengi Tan Basımevi-İzmir. ISBN: 975-483-383-4.
- 12-KARAKUŞ, M. (1993): Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları, Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze-Kocaeli. ISBN: 975-403-000-6.
- 13-YİĞİT, V., ERDAĞ, E., ARISOY, B., NAS, C. (1985): Bazı Türk Gıdalarında Su Aktivitesi (Etkinliği). TÜBİTAK, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Proje No: 05 0153 8001. Yayın No:96.
- 14-UĞUR, M., NAZLI, B., BOSTAN, K. (1999): Gıda Hijyeni, Teknik Yayınları, s. 167. İstanbul.
- 15-SIKORSKI, E., Z., PAN SUN, B. (1994): Preservation of seafood quality, Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Edited by SHAHIDI, F. and BOTTA, R.,

- J. G.Blackie Academic&Professional, an imprint of Chapman&Hall, p. 183-185. ISBN 0 7514 0218 4.
- 16-INTERNET (2003): <http://www.kimyamuhendisi.com/dosya/enerji/kurutmasistemleri/7.pdf>
- 17-BELITZ, D., H., GROSCH, W., SCIEBERLE, P (2001): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 5 Baskı, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. ISBN: 3-540-41096-1.
- 18-WILLE, O.(1949): Der Fisch, Handbuch der Fischkonservierung, Band III., Im Hans A. Keune Verlag, s.399-452.
- 19-BORTTGEGER, C., GERLOFF, J., GRUNER, E., H., KALLE, K., KREFFT, G., RIEDEL, D., SCHUBERT, K. (1962): Meeresprodukte, Ein Handwörterbuch der Marinen Rohstoffe, Herausgegeben von Ferdinand PAX, Bebrüder Borntraeger-Berlin-Nikolassee.
- 20-DUYAR, A., H. (1995): İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*)' nden Balık Unu Yapımı ve Elde Edilen Unun Kalitesi Üzerine Bir Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- 21-SCHORMULLER, J. (1968): Handbuch der Lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. Springer- Verlag, Berlin-Heidelberg- New York.
- 22-TSE, (1994): Kurutulmuş Uskumru ve Kolyoz Balıkları (Çiroz). Türk Standardları, TS 11240/Şubat 1994.
- 23-ÖZDEN, Ö., GÖKOĞLU, N. (1996): Sardalya Balığının, (*Sardina pilchardus* (W. 1792)) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi, Gıda, 22(4): 309-313.
- 24-ÜNLÜTÜRK, A. (1998): Gıda Mikrobiyolojisi, Mikrobiyal Gelişmenin İnhibasyonu. Editör: ÜNLÜTÜRK, A. ve TURANTAŞ, F. s. 173-227. Mengi Tan Basımevi-İzmir. ISBN: 975-483-383-4.
- 25-MOL, S., COSANSU, S., ALAKAVUK, D.U., OZTURAN, S.(2010) Survival of *Salmonella* Enteritidis during salting and drying of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) filets International Journal of Food Microbiology. Apr. 30: 139 (1-2) 36:40.
- 26- VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H.(1993): Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17. İstanbul.
- 27-YÜCEL, A. (1988): Kurutulmuş ve Dondurulmuş Gıdalarda Ambalajlama Prensipleri. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi, 9(52): 38-41.

V. BÖLÜM

TUZLAMA

Prof. Dr. Sühendan MOL

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

1. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

2. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

3. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

4. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

5. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

6. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

7. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

8. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

9. BÜCHER-VERLAG, KÖLN, 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964. 1. Aufl. 1964.

V. TUZLAMA

Prof. Dr. Sühendan MOL

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

İÇİNDEKİLER

V.1.	Tuzlamanın Prensibi	197
V.2.	Tuzlama İşlemini Etkileyen Faktörler	197
V.2.1.	Uygulanan Yöntemler	197
V.2.1.1.	Kuru Tuzlama	197
V.2.1.2.	Salamura İle Tuzlama	198
V.2.1.3.	Bastırarak Tuzlama	198
V.2.1.4.	Çabuk Tuzlama	199
V.2.2.	Kullanılan Tuz Derişimi	199
V.2.3.	Tuzlamada Kullanılan Tuzun Kalitesi ve Özellikleri	199
V.2.4.	Tuzlamada Kullanılacak Hammaddenin Önemi	200
V.2.5.	Tuzlama Sıcaklığı	200
V.3.	Tuzlamanın Mikrobiyolojik ve Kimyasal Etkisi	200
V.4.	Tuzlanmış Ürünlerde Depolama ve Kalite	202
V.4.1.	Yağlardaki Değişimler	202
V.4.2.	Küflenme	202
V.4.3.	Kırmızılaşma	202
V.4.4.	Kokuşma	203
V.4.5.	Kalitenin Korunması	203
V.5.	Balık Yumurtası ve Havyar Teknolojisi	204
V.5.1.	Pişirilmiş Balık Yumurtası	206

V.5.2. Dondurulmuş ve Soğukta Depolanmış Balık Yumurtaları	206
V.5.3. Dumanlanmış Morina Yumurtası	206
V.5.4. Tuzlanmış Balık Yumurtası	207
V.5.5. Konserve Morina Yumurtası	208
V.5.6. Morina Yumurtası Sosisi	208
V.6. Ançuez	209
V.7. Lakerda	209
Kaynaklar	214

V.1. TUZLAMAMANIN PRENSİBİ

Tuzlama su ürünlerinin tuzla işlenmesi olup, tuz balık etine osmoz yoluyla geçmektedir. Bu sırada balık etine tuz girişi olurken balıktaki su eti terk etmektedir. Balık etine giren tuz, başlangıçta balık proteinlerinin çözünürlüğünü artırmaktadır. Balık kasının pH'sı yapısında bulunan proteinlerin izoelektrik noktasında genellikle yüksektir. Böylece negatif klor iyonu tercihen proteinde çokça bulunan pozitif yüklü kısımlara bağlanmakta, bu durumda proteinin su tutma kapasitesi artmaktadır. Dolayısıyla suyun dışarı alınması da güçleşmekte, çözünürlüğü artan protein, suyu bağladığından et şişmektedir. Tuz derişimi artırdıkça proteinlerin çözünürlüğü düşerek sonunda sifıra inmekte ve proteinler çökmeye başlamaktadır. Bu durumda proteinler koagüle olmaktadırlar. Proteinlerin çökmeye başlamasının ardından ete tuz girişiyle birlikte su çıkmaya başlamakta, başlangıçta çok hızlı olan tuz girişi zamanla azalmaktadır. Balığı terk eden su balığın çevresinde bulunan tuzu çözmekte ve derişik bir tuz çözeltisi meydana gelmektedir. Bu yoğun ortamdan balık etine tuz geçişi meydana gelmekte ve ilerleyen süreçte azalarak sona ermektedir ⁽¹⁾.

V.2. TUZLAMA İŞLEMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Tuzlama işlemini uygulanan yöntem, kullanılan tuz derişimi ve tuzun kalitesi, tuzlanan hammaddenin özelliği ve tuzlama sıcaklığı gibi faktörler etkilemektedir.

V.2.1. UYGULANAN YÖNTEMLER

Tuzlama işlemi temel olarak iki şekilde yapılmaktadır. Tuz ya direkt kullanılmakta (kuru tuzlama) ya da su içerisinde çözülerek salamura hazırlanmaktadır (yaş tuzlama). Uygulanacak olan yöntem balık türüne bağlı olarak seçilebilmektedir.

V.2.1.1. KURU TUZLAMA

Kuru tuzlama, balığın üzerine kuru tuz serpilerek osmos aktivitesi ile tuzun ete geçmesi ve suyun dışı alınması sonucu yoğun tuz çözeltisinde muhafazası yöntemidir ⁽²⁾. Balıklar temizlendikten sonra çok temiz deniz suyu ya da % 2-5 tuz içeren suyla yıkanmaktadır. İç organlar temizlenerek tuzlama yapılabilirdiği gibi, özellikle küçük balıklar ayıklanmadan da tuzlanabilmektedirler. İçinde tuzlama yapılacak olan kaplar bir yöne doğru eğimli olup, tuzlama sonucu çıkan suyun akması amacıyla alt tarafında delik olmalıdır. Balıklar tuzla iyice ovula-

rak tuzun balığa yapışması sağlandıktan sonra kabın içerisine bir kat tuz bir kat balık gelecek şekilde dizilmektedir. Hamsi gibi küçük balıklar tuzlandığında bu dizme işlemi sonucunda altta kalan balıklar ezileceğinden çok fazla kat halinde dizme yapılmamalıdır. Bu işlem fiçılar ya da kaplar içinde yapılabildiği gibi düz bir alan üzerine dizilip ara sıra alt-üst edilmek suretiyle de gerçekleştirilebilmektedir. Bu durumda balığın içindeki su tuzla doyarak eti terk etmektedir. Bu durum "yaş stok" olarak adlandırılmaktadır. Bu şekilde tuzlama ile yoğun ya da hafif kürleme yapılabilmektedir. Yoğun kürlemede 100 kg balık eti için 30 kg tuz kullanılmaktayken; hafif kürlemede ise yaklaşık olarak her 50 kg balık eti için 4.5-5 kg tuz gerekmektedir. Kuru tuzlamanın, tuz balık yüzeyine eşit olarak yayılmadığından ve balık yüzeyi hava ile temas halinde bulunduğundan yağların okside olması, tuzun çıkan vücut suyu ile atılması ve alt katmanlardaki balıkların ezilmesi gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır⁽³⁾.

V.2.1.2. SALAMURA İLE TUZLAMA

Salamurada tuzlama balığın yoğun tuz çözeltisine konularak muhafaza edilmesi yöntemidir⁽²⁾. Bu sistemle tuzlama daha çok sardalye, uskumru gibi yağlı balıklar için tercih edilmektedir. Balıklar tank içerisine yerleştirildikten sonra tuzlu salamura üzerine dökülebildiği gibi, balıklar salamura içine de atılabilmektedir. Bu yöntemde tuzun ete geçişi daha yavaş ve miktarı daha az olduğundan daha lezzetli ürün elde edilmektedir. Ancak tuzun ürüne geçişi yavaş olduğundan olası bozulmayı engellemek amacıyla bu işlem özellikle hafif salamura kullanıldığında soğukta yapılmalıdır. Tuz miktarı % 16'ya kadar olan salamuraya hafif; %25'e kadar olanlara ise kuvvetli salamura denilmektedir. Tuzlanan balıkların üzerine ağırlık konularak balıkların çözelti üzerine çıkması ve havayla temas etmesi önlenir. Böylece oksidasyon engellenmektedir. Bu ağırlık aynı zamanda basınç oluşturarak balıktaki suyun daha hızlı bir şekilde uzaklaşmasına ve ete tuzun daha çabuk girmesine yardımcı olmaktadır⁽³⁾. Bu iki temel yöntemin yanı sıra; bastırarak tuzlama, enjektörle ve vakumla tuzlama işlemleri de kullanılmaktadır. Enjektörle ve vakumla tuzlama yöntemleri, özellikle tuzlama işleminin daha hızlı bir şekilde yapılması için tercih edilmektedir⁽⁴⁾.

V.2.1.3. BASTIRARAK TUZLAMA

Doymuş tuz çözeltisi içerisinde 5-20 gün bekletilerek tuzlanmış olan balıkların bu çözeltiden alınarak altı delikli kaplara konulması ve preslenerek fazla suyunun alınması esasına dayanmaktadır. Bu şekilde ürünün tuz oranı kuru tuzlamadan az; su oranı ise salamurayla tuzlamadan düşük olmaktadır. Dolayısı ile ürünün dayanım süresi uzun, lezzeti iyi olmaktadır.

V.2.1.4. ÇABUK TUZLAMA

- A) **Vakumda tuzlama:** Balığın tuzlandığı ortamda vakum uygulanmakta, bu sayede balıktaki su daha kolay dışarı alındığından tuzun ete geçişi hızlanmaktadır.
- B) **Enjektörle tuzlama:** Genelde büyük balıklar için uygun olan bu yöntemde enjektörle tuz çözeltisi uygulanmaktadır. Uygulama 5-10cm aralıklarla tüm ete yapılmaktadır. Bu şekilde normal tuzlama süresinin 1/3'ü kadar zamanda tuzlama işlemi yapılabilmektedir. Zaman alıcı bir işlem olup, çiğ yenen balıkların olgunlaşması ve lezzet kazanması amacıyla da yapılmaktadır.

V.2.2. KULLANILAN TUZ DERİŞİMİ

Kullanılan tuz derişimi artırıldıkça balık etine tuz girişı de artmaktadır. Tuz girişı zamanla azalmakta ve durmaktadır. Ancak hiçbir zaman balıktaki tuz ile çözeltideki tuz derişimi eşitlenmez ⁽⁴⁾.

V.2.3. TUZLAMADA KULLANILAN TUZUN KALİTESİ ve ÖZELLİKLERİ

Tuzlama işleminde birçok farklı tipte tuz kullanılabilir.

- Tuzlama işleminde deniz veya tuz gölü suyunun güneş ve rüzgar sayesinde buharlaştırılması sonucunda elde edilen tuzlar kullanılabilir. Elde edilen tuz saf olmayıp sodyum klorür dışında başka birçok tuzu da içermekte, ayrıca dipteki kum gibi etkenler nedeniyle kontamine olabilmektedir.
- Diğer bir tuz derin kuyulardan pompalanan tuzlu sulardaki suyun uçurulması ile elde edilmektedir. Bir öncekine oranla kum gibi maddelerle daha az kontamine bir tuzdur.
- Yer altı tabakalarından elde edilen kaya tuzu % 88-99 saflıkta sodyum klorür içermektedir.
- Saf üretim tuzu % 99.9 sodyum tuzu içerebilmektedir ⁽¹⁾.

Tuz kalsiyum ve magnezyum sülfatları ile klorürlerini; sodyum sülfat ve karbonatı içerebilmektedir. Ayrıca bakır, demir gibi ağır metaller de tuzda bulunabilmektedir. Tuzun içinde bulunan magnezyum klorür, magnezyum sülfat, kalsiyum klorür bileşikleri gibi maddeler tuzun ete geçiş hızını olumsuz yönde etkilemektedir. Potasyum klorür ve potasyum bromür gibi maddelerse bu hızı

artırmakta ve ürüne elastikiyet kazandırmaktadır. Tuzlama işleminde kullanılan tuzun küçük partiküllü olması ete geçişini hızlandıracığından tercih edilmektedir⁽¹⁾.

V.2.4. TUZLAMADA KULLANILACAK HAMMADDENİN ÖNEMİ

Kullanılacak olan hiçbir işleme teknolojisiyle kalitesiz bir hammaddenin kalitesinin artırılması mümkün olmamakta, ancak mevcut kalite korunmaktadır. Bu nedenle tuzlama işleminde kullanılacak olan balığın taze ve kaliteli olması sonuç ürünün kalitesi açısından en önemli faktördür. Balığın taze oluşu tuz girişinin kolaylığı açısından da önemli olup, bayat balıkta bağ doku zayıflamakta, hücreler parçalanmakta ve tuz girişi yavaşlamaktadır. Tuzun balık etine geçişinin kolaylığı açısından balık derisinin kalın ya da sert oluşu, balığın büyüklüğü ve yağlı olup olmadığı da önemli faktörlerdir. Pullu veya kalın derili balığa tuz geçişi daha zor olurken, büyük ve kalın balık kısımlarına da tuzun geçişi küçük balıklardan yavaş gerçekleşmektedir. Yaklaşık 2.5cm kalınlıkta bir etin merkezdeki tuz konsantrasyonu 24 saat içinde %10'a ulaşır, 5cm kalınlıkta bir etin merkezinde bu konsantrasyona ulaşmak için üç gün geçmesi lazımdır. Yapılan araştırmalara göre balıklar bayatladığı ölçüde tuz emilimi hızlanır ve ağırlık kaybı artar. Eğer balık etinin ısısı yüksek ise tuz emilimi de hızlanır. Arzu edilen bir durum değildir. Yağ oranı yüksek balıkların su miktarı düşük olduğundan balıktan su çıkışı zor olmakta ve dolayısıyla tuz girişi de yavaş meydana gelmektedir. Ayrıca yağlı balıklarda deri altında yağ birikmiş olması nedeniyle su çıkışı ve tuz girişi daha zor olmaktadır.

V.2.5. TUZLAMA SICAKLIĞI

Ortam sıcaklığının artması ile ete tuz geçişi hız kazanmaktadır. Ancak artan sıcaklıkla paralel olarak enzim faaliyetleri, bakteri faaliyeti ve otoliz de hızlanacağından sıcaklığın 10°C'nin altında tutulması gerekmektedir⁽⁴⁾.

V.3. TUZLAMAMANIN MİKROBİYOLOJİK ve KİMYASAL ETKİSİ

Tuzun yapısında bulunan Cl⁻ iyonu bakteriler üzerinde sterilizasyon etkisi yapmaktadır. Balık etine giren tuz, bakteri hücresinin yapısını bozarak ve osmotik basıncı yükselterek ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca su aktivitesinin düşmesini sağlayarak bakteri gelişimini inhibe etmektedir. Ancak, % 15-20 tuz oranına kadar tuza tolerans gösteren bakteriler bulunduğu da unutulmamalıdır.

Tuz çözeltisinde oksijenin çözünürlüğü çok az olduğundan aerobik bakterilerin gelişme riski de düşük olmaktadır⁽⁵⁾.

Balık bozulmasından sorumlu olan örneğin *Pseudomonas* spp. gibi birçok bakteri halofobik olup % 5'i geçen tuz konsantrasyonlarında gelişmemektedir. Ancak yaygın ve patojenik yapıdaki bazı organizmalar % 10. hatta % 20 tuz konsantrasyonlarında gelişim göstermektedirler. *Staphylococcus aureus* bu konuda önemli bir örnektir. Tuzlu balıklar için en önemli bozulma yapan mikroorganizmalar halofiller olup, bu bakteriler "**pembe bozulma**"dan sorumludurlar. Bunlar ürün üzerinde pembe lekeler şeklinde ortaya çıkmakta olup, *Halobacterium salinarum*, *H. cutirubum*, *Sarcina morrhuae*, *S. litoralis* buna neden olan mikroorganizmalardır. Pembe bozulmaya uğramış balık tüketimi nedeniyle gıda zehirlenmesine uğrama vakaları aslında gerçekte *Staphylococcus aureus*'un eksotoksinine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Pembe bakterilerin toksik veya patojenik olmadığı ispatlanmıştır. Balık, tuzlandıktan sonra su aktivitesi bakteriyal gelişimi destekleyemeyecek kadar düşük olmaktadır. Ancak uygun sıcaklık ve nem şartları oluştuğunda osmofilik küfler gelişim gösterebilmektedir. Küfler pembe bakteriler gibi ürünü bozulabilir yapmamakta, ancak yüzeyi kaplayarak ürünü satılmaz hale getirmektedir. Yüzeyden fırçalanarak alınabilir, ancak kuru ve serin bir ortam sağlanmazsa tekrar ortaya çıkarlar. Ne yazık ki tuzlu balık satan dükkanlar çoğunlukla sıcak olup yüksek nem içermektedirler. Bu nedenle ürünün paketlenmesi gerekmektedir. Plastik paketler uygun değildir. Çünkü sıcaklıktaki herhangi bir düşüş pakette yoğunlaşmaya yol açmaktadır. Tuzlanmış balığın bitkisel yağ içinde saklanması ise ortamdaki rutubetten balığın alabileceği nem miktarını azaltmak açısından iyi bir çözümdür⁽¹⁾.

Tuzun fazla olması durumunda protein yapısındaki enzimler denatüre olmakta ve otoliz yavaşlayıp kokuşma gecikmektedir. Ancak tuz oksidaz enziminin aktivitesini artırdığından yağların oksitlenme riski de artmaktadır. Bu nedenle tuzlanmış ürünlerdeki en büyük risk yağ oksidasyonu şeklinde ortaya çıkmaktadır. Balığa uygulanan kaynatma gibi işlemler de oksitlenme hızını etkilemektedir.

Otoliz ve kokuşma kullanılan tuz derişimine, tuzlama yöntemi ve sıcaklığına bağlı olarak devam etmektedir. Bunlara bağlı olarak amino tipindeki bileşiklerin azot miktarı artmakta, dolayısı ile otoliz ve kokuşma da devam etmektedir. Bu sırada oluşan amino asitler lezzeti artırmaktadır. Ancak ortamda çok fazla miktarda aminoasit oluşursa bu aminoasitleri bakteriler parçalamakta ve amonyak, karboksilli asitler, amin bileşikleri ve karbondioksit ortaya çıkmakta ve balık tüketilmesi sakıncalı hale gelmektedir.

V.4. TUZLANMIŞ ÜRÜNLERDE

DEPOLAMA ve KALİTE

V.4.1. YAĞLARDAKİ DEĞİŞİMLER

Tuz oksidaz enziminin aktivitesini artırdığından, tuzlanmış ürünlerde yağ oksidasyonu ve hidroliz büyük bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun meydana gelmesi kaçınılmaz olup, ancak yavaşlatılması mümkündür. Ürünün soğuk depoya konulması veya antioksidan maddelerle işlem görmesi uygun çözümlerdir. Diğer bir sorun olan otolizin yavaşlatılması içinse tuzlanacak olan balıkların iç organ ve solungaçlarının alınması; sıcaklığın düşük, tuz oranının yüksek tutulması gerekmektedir⁽⁴⁾.

V.4.2. KÜFLENME

Ürünün üzerinde renkli noktalar şeklinde görülen küflenme balığın kokusunu ağırlaştırmakta, kaliteyi düşürmektedir. Kuru tuzlanmış ürünlerde bu risk daha yüksek olmakta ve tuz oranı düşük ürünlerde küflenmenin daha hızlı olduğu görülmektedir. Küflenmenin önlenmesi için ürünün potasyum sorbat ve sorbik asit gibi koruyucularla muamele edilmesi tavsiye edilmektedir. Bu maddeler kuru tuzlamada ürün üzerine püskürtülebildiği gibi, ürün bu şekilde hazırlanmış çözeltiye daldırılabilir. Salamura ile tuzlamada ise bu maddeler salamura çözeltisine karıştırılmaktadır⁽⁴⁾.

V.4.3. KIRMIZILAŞMA

Tuzlanmış balık etlerinde zamanla kırmızılaşıma görülmekte olup bu olay temel olarak iki nedenle ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri kullanılan tuzun içinde bulunan ve tuza karşı toleranslı bir bakteri olan *Micrococcus roseus* 'un ürettiği pigmentlerdir. Kullanılan tuzun aşırı kontamine oluşu ürünü riskli hale getirmektedir. Diğer nedense tuzda bulunan sodyum nitratın bakteriler tarafından indirgenmesi sonucu ortaya çıkan azot monoksitin etin yapısında bulunan hemoglobine birleşerek nitrozohemoglobin bileşiğini oluşturmasıdır. Bu durumda etin rengi kırmızılaşıp, kırmızılaşıma özellikle tuzlanmış sardalye, uskumru, tirs balıkları için istenen bir görüntü sağlamaktadır⁽⁴⁾.

Lekeler genelde yaş stok durumundaki balıkların üzerinde oluşmaya başlamakta ve zamanla büyüyüp birleşerek tüm yüzeyi kaplamaktadır. Bu aşamada balığın yüzeyi yıkanarak bu görüntü giderilebilmektedir. Ancak yıkama yapılmadığında bakteriler üremekte ve kötü koku meydana gelmektedir. İleri aşamalarda balıklar kuyruklarından kaldırıldığında kopma meydana geldiği görülür. Tuzlama işleminde kullanılan tuzun temiz olması önem taşımaktadır. Genelde

kaya tuzları temizken; güneşte kurutulmuş olan göl veya deniz tuzları bu mikro-organizmayı içermektedirler. Ancak, işletmede kullanılan tuz bakterilerce temiz olmasına karşın yine de bu sorun ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, daha önceki bir imalatda kullanılmış olan enfekte tuz nedeniyle işletmenin kontamine olmasından kaynaklanmakta olup; bakteri bir kez görüldüğünde işleme alanının çok iyi bir şekilde temizlenmesini gerektirmektedir. Temizlik için tüm işletmenin, kullanılan alet ve ekipmanın bol su ile fırçalanması ve dezenfeksiyon uygulanması gerekmektedir. Dezenfeksiyon işleminde hipoklorit kullanılması uygun olmaktadır⁽³⁾.

V.4.4. KOKUŞMA

Tuz konsantrasyonu arttıkça mikrobiyal kokuşma süresinin uzadığı ve raf ömrünün arttığı bilinen bir gerçektir. Ürüne hoş a giden aroma veren bazı bakteriler bile yoğun tuz küründe dahi 16-21°C sıcaklıkta 2-3 ayda kokuşma meydana getirmektedirler. Bu nedenle, özellikle hafif tuzlanmış balıkların mutlaka donma noktasına yakın derecelerde muhafazası gerekmektedir. Düşük sıcaklıkta (0/4°C ±1) depolanan yoğun tuzlanmış balıklarda ise ancak birkaç yıllık depolama sonucunda yumuşama ve acılaşma meydana gelmektedir⁽³⁾.

V.4.5. KALİTENİN KORUNMASI

Tuzlanmış balığın uzun süre kaliteli olarak korunabilmesi için kullanılan balığın taze; tuzun temiz olması gerekmektedir. Tuzlama işleminde kullanılan yöntem, depolama aşamasındaki sıcaklık, tuzlama sırasında ürüne koruyucu veya antioksidan maddeler eklenip eklenmemiş olması gibi faktörler de ürünün kalite ve dayanım süresini etkilemektedir. Tuzun az kullanılması durumunda kokuşma, fazla kullanılması halinde ise acılaşma meydana gelmektedir. Zaten tuzlanmış balıklarda değişmeler genellikle acılaşma veya kokuşma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Depolamanın düşük sıcaklık ve % 75 nisbi nem içeren ortamda yapılması uygun olmaktadır. Bunların dışında, tuzlamanın yapıldığı yer, işlemi gerçekleştiren personel, kullanılan alet ve kaplar mutlaka hijyen kurallarına uygun olmalı ve tuzlama işlemi hava akımının olmadığı bir ortamda yapılmalıdır. Depolama sıcaklığı da ürün kalitesi üzerinde etkili olmakta, ancak az tuzlu balıklar 0°C'nin altında bile depolansalar kısa sürede bozulmaktadır⁽³⁾.

V.5. BALIK YUMURTASI VE HAVYAR TEKNOLOJİSİ

Balık yumurtaları birçok tür balıktan elde edilebilmektedir. En popülerleri mersin balığından olanıdır ve havyar olarak adlandırılır. Aynı zamanda balık spermeleri de tavada kızartılarak yenilebilmektedir. Bazı ülkelerde ürünün tatlandırılması amacıyla % 6 boraks eklenmesine izin verilmektedir. Mersin balığından olmayan yumurtalara havyar denilmesi illegal olmasına karşın, beyaz balıkların yumurtasına bazen "altın havyar" denilmektedir. Kırmızı salmone yumurtası ticari olarak makbul olup, Japonya'nın önemli bir ihracat ürünüdür⁽⁶⁾.

Türk standartlarında ise havyar; çoğunlukla mersin balıklarından, kefalenden, alabalıktan, inci kefalinden ve sazandan henüz canlıyken sağılarak ya da karınları yarılmak suretiyle elde edilen yumurtaların yıkanıp temizlendikten sonra % 2-3 (m/m) tuzlu suda yarım-bir saat haşlandıktan ya da kuru veya yaş tuzlama ile tuzlandıktan sonra istenirse dumanlanarak yumurtalıklardan yumurtaların ayrılması ve gerekirse katkı maddelerinin eklenmesiyle hazırlanan, kutulanmış olanları ısıtma işlemiyle dayanıklı hale getirilen, çiğ, kızarmış ya da ızgara olarak tüketilen ürün olarak tanımlanmaktadır⁽⁷⁾.

Balık yumurtaları basitçe tavada pişirilebilir veya haşlanabilir ve daha sonra bir tülbentten geçirilerek süzülebilir olmasına karşın, çoğu tüketici balık yumurtasını havyar anlamında düşünmektedir. Amerikan tüketicisini balık yumurtası yemekten alıkoyan en önemli neden pahalı oluşudur. Aynı zamanda sağlığına düşkün Amerikalılar, çok tuzlu ve yüksek kolesterol içeren bu ürüne sıcak bakmamaktadırlar. Balık yumurtası hemen her deniz canlısının yumurtasının yendiği Japonya'da ise çok popüler bir üründür. Bu, daha çok bir süngere benzeyen yengeç yumurtasını, deniz kestanesi yumurtası, "uni"yi, salmone yumurtası "sujiko"yu da kapsamaktadır. Yosun üzerinde ringa yumurtası çok sevilmektedir. Bu, ringalar yosun yatağına yumurtladığında doğal olarak oluşmaktadır. Yosun üzerindeki ringa yumurtalarının toplanması batı Amerika sahillerinde, özellikle de Alaska'da önemli bir endüstri olmuştur. İskandinav ülkelerinde Capelin yumurtası Japonya'ya ihracat için önemlidir. Capelin yumurtası % 30 protein içermekte olup, her ons'ta (28.35 g) 90 kalori içermektedir. Avrupa ülkelerinde popüler bir ürün de balık yumurtası ezmesidir. Bu bazen dumanlanmakta ve konservelenerek ya da tüplere doldurularak satılmaktadır. Morina yumurtası da başarılı bir ürün olup, yumurtalar membrandan tatlı suyla yıkılarak temizlenmektedir. Yunanistan'da birçok balık yumurtası tarama salata yapımında kullanılmaktadır. Bunun için yumurtalar zeytinyağı ve ekmek kırıntısı ile karıştırılıp güzel bir ürün elde edilmektedir. Doğu Almanya'da bir firma hayvansal ürünler, koku maddeleri ve gıda renklendiriciler kullanarak "havyar

benzeri" bir ürün yapmaktadır. Bu kızgın yağa damlalar halinde dökülmekte ve çitir, biraz yapışkan, havyar tadında bir ürün meydana getirmektedir ⁽⁶⁾.

Ülkemizde ise balık yumurtası ve havyar daha çok lüks gıda olarak değerlendirilmekte ve bir prestij ürünü olarak düşünülmektedir. İstanbul'da satışa sunulan balık yumurtası ve havyarların besin bileşiminin incelendiği bir çalışmada bu ürünlerin yüksek düzeyde ve kaliteli protein içermesi, doymamış yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva etmesi nedeniyle son derece kaliteli bir gıda olduğu belirtilmiştir ⁽⁸⁾. Balık yumurtaları birçok şekilde işlenerek tüketime sunulabilmektedir.

Siyah havyar: Mersin balıklarından olan şip (*Acipenser nudiiventris*), karaca (*Acipenser guldenstadti*), çuha (*Acipenser ruthenus*), kolon (*Acipenser sturio*), mersin (*Acipenser stellatus*), büyük mersin (*Acipenser huso*) ile mersin balığı'nın iki alt türü olan Karadeniz morinası (*Huso huso ponticus*) ve azak morinası (*Huso huso maeaticus*)'ndan elde edilmektedir ⁽⁷⁾.

Malasol havyar: Mersin balığı yumurtalarının tarama eleği üzerinde ovalanmasıyla ayrılan yumurtaların 1 kg yumurta için 50 ml malasol tuz çözeltisi (1 kg sofra tuzuna 200 g ürotropin katılarak hazırlanır) serpilerek 5 dakika karıştırılması ve tarama eleğinden süzülmesi ile elde edilmektedir ⁽⁷⁾.

Süzme havyar: Mersin balığı yumurtalıklarının doymuş tuz çözeltisinde 1 saat tutularak sertleştirilmesinden sonra elek üzerinde ovalanarak yumurtaların ayrılması, kanlı suyun süzülmesi, içme suyuyla yıkanması ve her 100 kg yumurtaya 1 kg ürotropin serpilerek 8-10 dakika karıştırılması ile elde edilmektedir ⁽⁷⁾.

Kırmızı havyar: Alabalık, sazan, kefal yumurtalarından elde edilmektedir.

Alabalıktan elde edilen kırmızı havyar için yumurtaların koruyucu katkı ve tuz eklenerek 1-2 gün salamura edilmesi, daha sonra kanlı suyun süzülerek yıkanması ve cam kavanoz ya da teneke konservelele konularak ambalajlanması gerekmektedir.

Kefalden elde edilen mumlu, yaş ve kuru tuzlanmış olarak hazırlanmaktadır. Mumlu havyar için kefal yumurtalıklarının yıkanması, 2-3 saat kuru tuzda yatırıldıktan sonra yıkanıp kurutulması, iki tahta arasında bir ay kadar yatırılarak preslenmesi ve kaynar suyla eritilmiş balmumuna 3-4 kez batırılarak mumlanması gerekmektedir. Mumlandıktan sonra soğuk suya daldırılarak katılaşma sağlanmakta ve parmak sucuk şeklinde bağlanıp selofan kağıtlara sarılarak tahta sandıklarda ambalajlama yapılmaktadır. Kefal yumurtaları yıkandıktan sonra % 30(m/m)'luk tuz çözeltisinde salamura edilerek (natürel) yaş tuzlama yapılabilirdiği gibi, kuru tuzda salamura edilip yıkanıp kurutulduktan sonra da pelet halde preslenerek satışa sunulabilmektedir (pelet havyar).

Sazan havyarına ise tarama adı verilmekte, bunun yapılması için yumurtalar koruyucu katkı maddesi ve tuzla salamura edildikten sonra bir kat tuz, bir kat yumurta şeklinde tuzlanmaktadır. Bu şekilde 1 hafta bekletildikten sonra tuzlu ve kanlı su süzülmeğe, ikinci kez yukarıda belirtildiği gibi dizilerek 10 gün daha salamura edilmektedir⁽⁷⁾.

V.5.1. PİŞİRİLMİŞ BALIK YUMURTASI

Pişirilecek olan morina yumurtaları hasar görmemiş ve kan-barsak artıklarından temiz olmalıdırlar. Yıkama işleminden sonra az tuzlu suya konularak yumurtaların büyüklüğüne bağlı olarak 30-60 dakika kadar haşlanmaktadır. Bu işlemden önce yumurtaların ince bir bezle sarılması, ürünün daha az hasar görmesi açısından tavsiye edilmektedir. Süzme ve soğutma işleminin ardından yumurtalar ister soğuk olarak yenilmekte; istenirse kızartılarak, fırınlanarak ya da diğer ürünlerin hazırlanmasında kullanılarak tüketilebilmektedir⁽⁹⁾.

V.5.2. DONDURULMUŞ ve SOĞUKTA

DEPOLANMIŞ BALIK YUMURTALARI

Yeni avlanmış olan morina yumurtaları dondurulup -7°C'de en az 6 ay depolanabilmektedirler. Buzda depolanmış olan yumurtaların bir süre sonra soluk renk aldığı ve hidrojen sülfürden kaynaklanan hafif bir koku oluşumunun görüldüğü bilinmektedir⁽⁹⁾.

V.5.3. DUMANLANMIŞ MORİNA YUMURTASI

Kullanılacak olan yumurtalar taze ve sert olmalıdır. Fazla olgunlaşmış yumurtalar çok yumuşak hale geldiğinden tercih edilmemelidir. Soğuk su ile yapılan ön yıkama işleminden sonra yumurtalar kuru ya da salamura ile tuzlanırlar.

Salamura: 1 saat %70 salamurada bekletmek yeterli bir tuzluluk sağlamaktadır. Salamuraya çeşitli baharatlar katılarak istenen aromanın oluşması sağlanabilmektedir.

Kuru tuzlama: Bu daha yaygın olarak kullanılan ticari metottur. Bu yöntemde yumurtalar tuz katmanları arasında yumurta büyüklüğü ve istenen tuzluluk derecesine bağlı olarak tuzlanmaktadır. Kuru tuzlama sonucunda yumurtalar salamura ile tuzlananlardan daha sağlam olmaktadır. Tuzlama işleminden sonra yumurtaların fazla tuzu yıkanarak alınmaktadır. Bu işlem, dumanlama sırasında yumurtaların yüzeyinde tuz tabakası kalmasının önlenmesi amacıyla su değiştirilerek birkaç kez tekrarlanmaktadır.

Daldırma ve süzdürme:Özellikle kuru tuzlanmış yumurtaların yüzeylerindeki dolgunluğun geri kazanılması amacıyla bir dakika kadar neredeyse kaynamakta olan suya daldırılması önerilmektedir. Bu aşamada sabit bir rengin sağlanması amacıyla renklendirici eklenebilir. Daha sonra fazla su süzdürülerek alınmalıdır. Bunun için yumurtalar lobların arasından asılarak ya da tel tepsilere yayılarak yaklaşık olarak yarım saat bekletilmektedir.

Dumanlama:Yumurtalar mekanik fırında 4-8 saat 32-38°C'de kadar soğuk dumanlamaya alınmaktadır. Geleneksel fırında dumanlama yapılacaksa bu süre 12-24 saat kadar olmalıdır. Dumanlama sırasında yaklaşık olarak % 20-25 ağırlık kaybı meydana gelmektedir. Dondurulmuş olan yumurtalar da, çözündürüldükten sonra yukarıdaki gibi dumanlanabilmektedir.

Tuzlanmış balık yumurtalarının da dumanlanması mümkün olmakta; ancak bunların dumanlama işleminden önce fazla tuzunun uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için içerdği tuz miktarına göre 1 veya 2 gün suda bekletilmesi gerekmektedir. Tuzlanmış balık yumurtalarının istenilen aromayı kazanabilmesi için dumanlama fırınında daha uzun süre dumanlanması tavsiye edilmektedir. Bu süre mekanik fırın için 12 saat, geleneksel fırın içinse 24 saat veya daha fazla olmalıdır⁽⁹⁾.

V.5.4. TUZLANMIŞ BALIK YUMURTASI

Tuzlanacak olan yumurtaların taze, olgun ve sağlam olması gerekmektedir. Bulaşmış olan kan, barsak vs. parçalarının uzaklaştırılması amacıyla hafif bir salamurada yıkama yapılmalı, sadece bütün haldeki yumurtalar uzun süreli tuzda depolamaya alınmalıdır. Bunun için varilin dibine bir kat tuz konulmalı, daha sonra bir kat tuz, bir kat yumurta gelecek şekilde varil dolana değin yerleştirilmelidir. Yaklaşık olarak yumurta/tuz oranı 10/3 olmalıdır. Kapalı varillerde 10-15 gün bekletildikten sonra süzülmesi, doymuş tuz salamurasında yumurtalar dikkatle yıkanmalıdır. Yumurtalar daha sonra yine önceki oranlar kullanılarak temiz fiçilerde tuzlanmaktadır. Fiçiler kapalı olarak serin bir yerde saklandığında 1 yıldan uzun süre yenilebilir olarak korunabilmektedir.

Morina yumurtalarını tuzlamanın diğer bir yöntemi de aşağıdaki gibi uygulanabilmektedir.

Temizlenmiş yumurtalar ağırlıklarının %20'si kadar tuzla karıştırılıp varillerle yerleştirilmekte ve variller tuzlama sırasındaki yumurtaların açığa çıkması ve oksidasyona uğraması ihtimaline karşı 80° salamurayla doldurulmaktadır. Tuzlama işleminden sonra aşırı tuzun giderilmesi amacıyla akan su altında 6-10 saat bekletilmektedir. Daha sonra yumurtalar parçalanmakta ve suyla karıştırılarak membranın su yüzeyine çıkıp yumurtalardan sıyrılması sağlanmaktadır. Buna alternatif bir yöntem de yumurtaların elekten geçirilmesidir. Yumurtalar daha

sonra alkali solüsyonunda (sodyum karbonat ile hazırlanmış) 15 saat bekletilerek acı tatlar uzaklaştırılmaktadır. Daha sonra yumurtalar birkaç kez yıkanıp süzülerek alkali tadın uzaklaştırılması sağlanmaktadır. İstenirse jelatin solüsyonuna (soğuk suya jelatin eklenip, aynı miktarda sıcak suyla karıştırılır) siyah boya eklenerek renklendirme yapılabilir. Boya maddesi jelatine soğuktan sonra eklenmekte, yumurtaların üzerine dökülmekte ve 6 saat bu şekilde bekletilerek boyama yapılmaktadır. Bazı üreticiler boya maddesini direkt olarak yumurta ile karıştırarak ta boyama yapabilmektedirler. Balık yumurtalarının rendelenmiş limon kabuğu ve alkolle hazırlanan özütü; yada karışık baharatlarla aromalandırılması da söz konusu olabilmektedir. Sonuç ürün vakumla kapatılmış kavanozlar yada konservelerde ambalajlanabilmektedir, ancak normalde ısıtılma tabi tutulmaları daha uygundur. Çünkü bu sayede soğukta depolanması mümkün olmaktadır^(3,9).

V.5.5. KONSERVE MORİNA YUMURTASI

Konserve için soğutulmuş yumurtaların çok taze olanları veya çözündürülmüş yumurtalar uygundur. Soğutulmuş yumurtalar çok taze değilse hidrojen sülfitten kaynaklanan koku nedeniyle kullanılmamalıdır. Yumurtalar kendilerini çevreleyen zardan temizlendikten sonra temiz suyla yıkanmakta, elekten geçirilerek yumurtaların arasında kalan membran çıkarılmaktadır. Yumurtalar daha sonra su ve tuzla karıştırılmaktadır. Kutulamada kullanılan havayın % 15'i kadar su, % 1.5'u kadar tuz eklenmelidir. Boş kutular öncelikle içeriğin cidara yapışmasının önlenmesi amacıyla yağla spreylenecek, dolum işleminden sonra egzost edilip kapatılmakta ve ısıtılma uygulanmaktadır. Uygulanan sıcaklık 90°C, basınç 0.7 kg/cm² olup, önerilen ısıtılma süresi 280 g'lık kutular için 75 dakika; 100 g'lık kutular için 90 dakika ve 450 g'lık uzun kutular için 105 dakikadır. Soğutma işleminden sonra kutular etiketlenip depolanmaktadır. Konserveler için soğukta depolamaya gerek yoktur.

Danimarka'da uygulana bir yöntemde ise işlem benzer olmakla birlikte % 5 yerfıstığı yağı eklenmekte ve % 1 tuz ilave edilmekte, su katılmamaktadır. Çeşitli ülkelerde konservelere % 15-%40 oranında su ilave edildiği bilinmektedir. Su eklendiğinde ürünün renginin daha beğenilir bir hale gelmekte, dokusu sıkılaşmakta, ürün dağılmadan dilimlenebilmekte, parçalanmaksızın kızartma ve ızgara yapılabilir⁽³⁾.

V.5.6. MORİNA YUMURTASI SOSİSİ

İster bütün ister parçalanmış halde olsun taze ve dondurulmuş morina yumurtaları yenilebilir yada selüloz kılıflı balık sosisi yapımında kullanılabilir. Yumurtalar yukarıda anlatıldığı gibi temizlenip zar yumurtalardan sıyıldıktan sonra % 1.5 tuzla karıştırılmaktadır. Sosis kılıfı tuzlanmış yumurtayla

doldurularak 15 cm uzunlukta parçalar halinde sosisler hazırlanmaktadır. Yaklaşık olarak 6-7 cm çapındaki sosisler için 20 dakika kaynatma gerekmektedir. Soğutma işleminden sonra sentetik kılıf kullanılmışsa bu soyularak ürün dilimlenmektedir. Bu şekilde hazırlanmış olan ürünün dondurularak uzun süre saklanabilmesi mümkündür^(3,9).

Salmon yumurtaları da tüketilmekte olan ürünlerdendir. Bunlar vücut boşluğundan çıkarıldıktan sonra elle iç organlardan ayrılmaktadır. Salmon yumurtaları dondurma, tuzlama veya kimyasal bir işlem uygulanarak muhafaza edilmektedir. Tuzlama işleminde yumurtalar tuzlu suda yıkanmakta ve 20 dakika boyunca boya eklenmiş doymuş tuz salamurasında bekletilmektedir. Yumurtalar daha sonra tabakaları arasına tuz serpilerek kutulanmakta ve 1 hafta tuzda bırakılarak 5°C'de saklanmaktadır. Salmon yumurtası yaklaşık olarak % 13 yağ, % 6.2 fosfolipitler ve % 0.4 kolesterol içermektedir. Salmon yumurtalarının proteini lysin ve methiyonin ile onu oldukça yüksek kaliteli hale getiren izoleusince zengindir⁽¹⁰⁾.

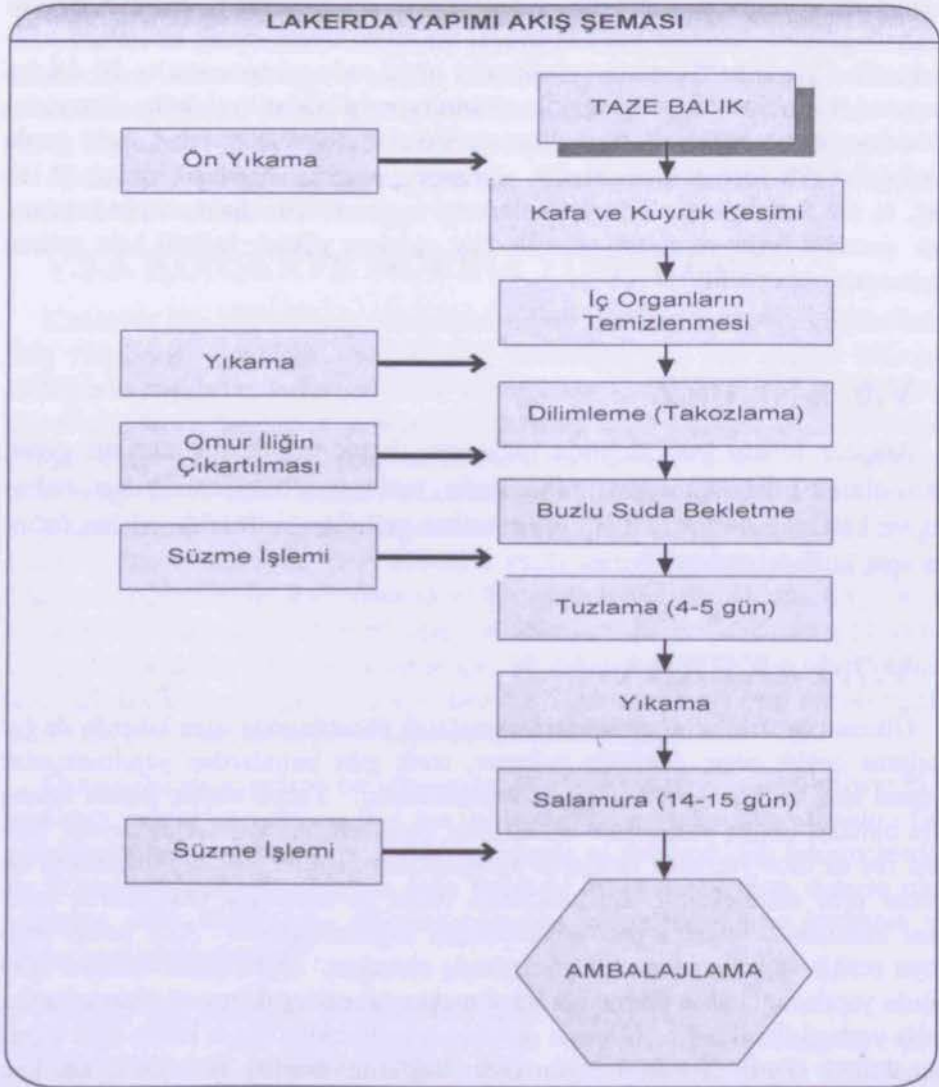
V.6. ANÇUEZ

Ançuez terimi yurt dışında tuzlanmış balık ürünlerine verilen genel isim olarak bilinmekteyken; ülkemizde tuzlanmış balıkların şeker, baha-rat ve katı yağ ile karıştırılıp püre haline getirilmesi ile elde edilen ürünler için kullanılmaktadır.

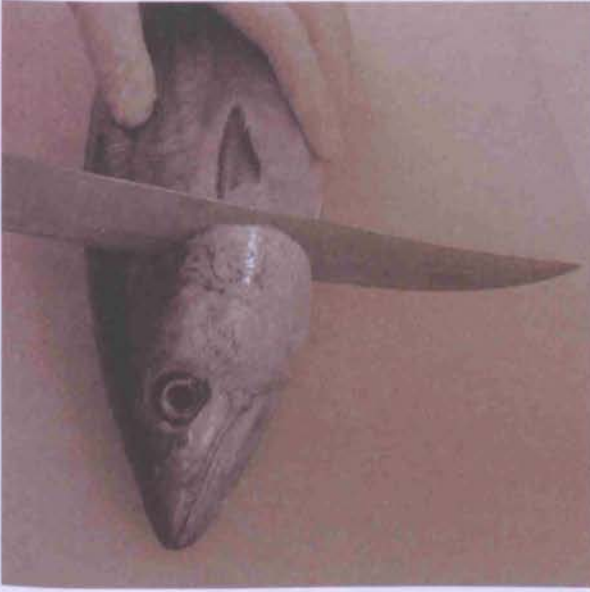
V.7. LAKERDA

Ülkemizde özellikle meze olarak sevilerek tüketilmekte olan lakerda da bir tuzlama çeşidi olup; özellikle palamut, torik gibi balıklardan yapılmaktadır. Bunun için balıklar takoz şeklinde kesilmektedir. Takoz olarak kesme işlemi için balıklar göğüs yüzgecinin arkasından kesilerek baş atılmakta; kuyruk bölgesi ise en ince yerinden kesilerek ayrılmaktadır. Kalan parça dilimlenerek takozlar elde edilmektedir. Bu parçaların buzlu su içerisinde bekletilerek fazla kan alınmakta; böylece etin beyazlaşması sağlanmaktadır. Aksi halde ürün koyu renkli ve istenmeyen bir görünümde olacaktır. Daha sonra tuzlama işleminin yapılacağı kabın dibine tuz serpilmekte; takozlara da tuz sürülerek bunlar kaba yerleştirilmektedir. Üzerine de biraz tuz atıldıktan sonra kabın ağzı kapatılmakta ve soğuk depoda 4-5 gün kadar bekletilmektedir. Bu süre içinde kap içerisinde oluşan su ara sıra boşaltılmaktadır. Bu işlemin ardından yıkanan takozlar tuz salamurasına konularak bu şekilde 14-15 gün kadar (soğuk depoda)

olgunlaştırılmaktadır. Salamuranın tuzluluğu takozların içerisinde yüzmesine engel olacak düzeyde olmalıdır. Bu durum sürekli kontrol edilmekte; takozların yüzdüğü görülürse salamura suyu seyreltilmelidir. Olgunlaşması tamamlanmış lakerdalarda renk uçuk pembe; koku çok hafif ve kendine has bir doku sertliği bulunmalıdır. Et ne çok sert ne de çok yumuşak olmamalıdır (Şekil V.1 - 7).



Şekil V.1: Lakerda yapımı akış şeması



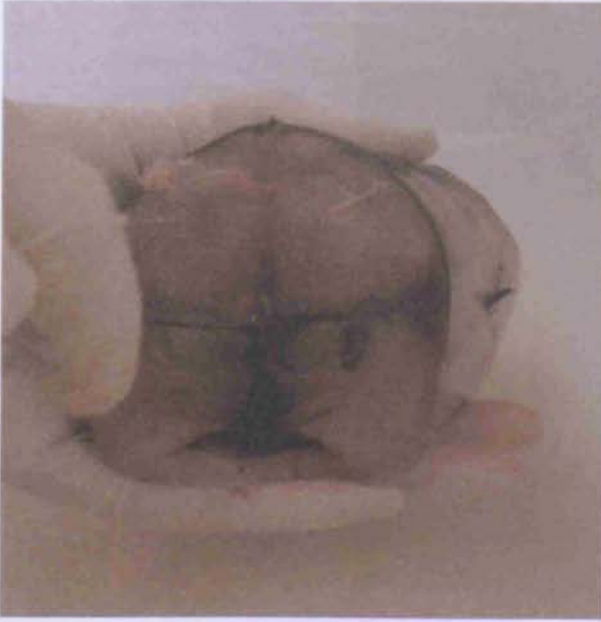
Şekil V.2: Lakerda yapımında kafa uzaklaştırılması



Şekil V.3: Lakerda yapımında iç organ çıkarılması



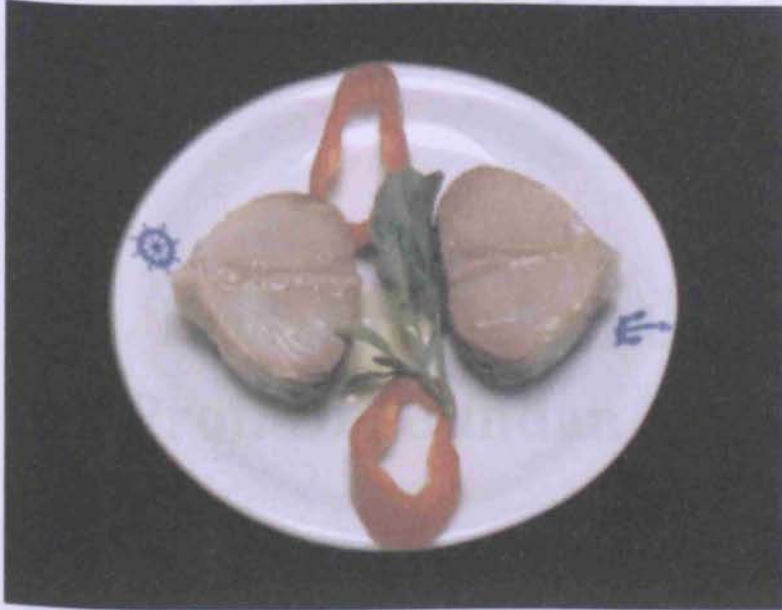
Şekil V.4: Balığın takozlara ayrılması



Şekil V.5: Omur iliğın uzaklaştırılması



Şekil V.6: Kanın etten uzaklaştırılması



Şekil V.7: Lakerda

KAYNAKLAR

- 1-HORNER, W. F. A. (1992): Preservation of Fish by Curing (drying, salting and smoking). Fish Processing Technology. Ed. Hall, G.M. Blackie Academic & Professional New York.
- 2-ANON (1983): Türk Standartları. UDK 639.382. Resmi Gazete TS 3908/ Mart . s: 7.
- 3-GÖĞÜŞ, A. K., KOLSARICI, N. (1992): Su ürünleri Teknolojisi Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:1243. Ders Kitabı no: 358 Ankara.
- 4-GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M. (1999): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğridir Su ürünleri fakültesi. Ders Kitabı, Isparta.
- 5-UĞUR, M., NAZLI, B., BOSTAN, K. (1999): Gıda Hijyeni. İstanbul Teknik Yayınları.
- 6-REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E. (1991): Introduction to fish technology. Chapman and Hall. London, England. p. 169-174.
- 7-ANON (1993): Havyar (İşlenmiş Balık Yumurtası) TS 10925/Nisan. 16.04. G.T.İ.P.1604.30.10. UDK 639.382.
- 8- MOL, S., TURAN, S. (2008): Comparison of the proximate, fatty acid and amino acid compositions of various types of fish roes. International Journal of Food Properties. 11: 669-677.
- 9- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5953e/x5953e00.htm>
- 10-OCKERMAN, H.W. (1992): Fishery by-products. Fish Processing Technology. Ed: Hall.G.M. Blackie Academic & Professional New York.

VI. BÖLÜM

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Prof. Dr. Candan VARLIK

İÇİNDEKİLER

VI.1	Marin	314
VI.2	Marinasyonun Biyolojik ve Kimyasal Etkileri	317
VI.2.1	Özellikler	321
VI.2.2	Marinasyonun Biyolojik Etkileri	325
VI.2.3	Marinasyonun Kimyasal Etkileri	328
VI.2.4	Marinasyonun Fiziksel Etkileri	331
VI.2.5	Marinasyonun Mikrobiyal Etkileri	333

MARİNAT TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Prof. Dr. Candan VARLIK

VI. MARİNAT TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Prof. Dr. Candan VARLIK

İÇİNDEKİLER

VI.1.	Marinat	219
VI.2.	Marinasyon İşlemi ve Etkileyen Faktörler	221
VI.2.1.	Ön İşlemler	221
VI.2.2.	Marinat Salamurası	225
VI.2.3.	Materyal	230
VI.2.4.	Olgunlaştırma	233
VI.2.5.	Süzme	233
VI.2.6.	Ambalaj	233
VI.2.7.	Depolama	234
VI.3.	Marinasyon Yöntemleri ve Ürün Çeşitleri	234
VI.3.1.	Soğuk Marinat	235
VI.3.1.1.	Dumanlanmış Marinat	235
VI.3.1.2.	Bitkisel ve Baharat Aromalı Marinat	235
VI.3.1.3.	Marinat Salatası	235
VI.3.1.4.	Paneli Marinat	235
VI.3.1.5.	Zeytinli Marinat	235
VI.3.1.6.	Acı Biber Soslu Marinat	236
VI.3.2.	Pişmiş Marinat	236
VI.3.3.	Kızartılmış Marinat	236
VI.4.	Marine Ürünlerin Kalitesi	236
VI.4.1.	Marine Ürünlerde Bozulma	236
VI.4.1.1.	Marinatta Mikrobiyolojik Bozulma	237
VI.4.1.2.	Marinatta Kimyasal Bozulma	241
VI.4.1.3.	Marinatta Duyusal Bozulma	244
	Kaynaklar	245

VI. MARINAT TEKNOLOGISI

Prof. Dr. GÖRAN ÖRTENGREN
Prof. Dr. Christian VÄRBLIN

KAPITEL	
VI.1	Marin
VI.2	Marin (Marin) (Marin) (Marin)
VI.3	Marin (Marin)
VI.4	Marin (Marin)
VI.5	Marin (Marin)
VI.6	Marin (Marin)
VI.7	Marin (Marin)
VI.8	Marin (Marin)
VI.9	Marin (Marin)
VI.10	Marin (Marin)
VI.11	Marin (Marin)
VI.12	Marin (Marin)
VI.13	Marin (Marin)
VI.14	Marin (Marin)
VI.15	Marin (Marin)
VI.16	Marin (Marin)
VI.17	Marin (Marin)
VI.18	Marin (Marin)
VI.19	Marin (Marin)
VI.20	Marin (Marin)
VI.21	Marin (Marin)
VI.22	Marin (Marin)
VI.23	Marin (Marin)
VI.24	Marin (Marin)
VI.25	Marin (Marin)
VI.26	Marin (Marin)
VI.27	Marin (Marin)
VI.28	Marin (Marin)
VI.29	Marin (Marin)
VI.30	Marin (Marin)
VI.31	Marin (Marin)
VI.32	Marin (Marin)
VI.33	Marin (Marin)
VI.34	Marin (Marin)
VI.35	Marin (Marin)
VI.36	Marin (Marin)
VI.37	Marin (Marin)
VI.38	Marin (Marin)
VI.39	Marin (Marin)
VI.40	Marin (Marin)
VI.41	Marin (Marin)
VI.42	Marin (Marin)
VI.43	Marin (Marin)
VI.44	Marin (Marin)
VI.45	Marin (Marin)
VI.46	Marin (Marin)
VI.47	Marin (Marin)
VI.48	Marin (Marin)
VI.49	Marin (Marin)
VI.50	Marin (Marin)
VI.51	Marin (Marin)
VI.52	Marin (Marin)
VI.53	Marin (Marin)
VI.54	Marin (Marin)
VI.55	Marin (Marin)
VI.56	Marin (Marin)
VI.57	Marin (Marin)
VI.58	Marin (Marin)
VI.59	Marin (Marin)
VI.60	Marin (Marin)
VI.61	Marin (Marin)
VI.62	Marin (Marin)
VI.63	Marin (Marin)
VI.64	Marin (Marin)
VI.65	Marin (Marin)
VI.66	Marin (Marin)
VI.67	Marin (Marin)
VI.68	Marin (Marin)
VI.69	Marin (Marin)
VI.70	Marin (Marin)
VI.71	Marin (Marin)
VI.72	Marin (Marin)
VI.73	Marin (Marin)
VI.74	Marin (Marin)
VI.75	Marin (Marin)
VI.76	Marin (Marin)
VI.77	Marin (Marin)
VI.78	Marin (Marin)
VI.79	Marin (Marin)
VI.80	Marin (Marin)
VI.81	Marin (Marin)
VI.82	Marin (Marin)
VI.83	Marin (Marin)
VI.84	Marin (Marin)
VI.85	Marin (Marin)
VI.86	Marin (Marin)
VI.87	Marin (Marin)
VI.88	Marin (Marin)
VI.89	Marin (Marin)
VI.90	Marin (Marin)
VI.91	Marin (Marin)
VI.92	Marin (Marin)
VI.93	Marin (Marin)
VI.94	Marin (Marin)
VI.95	Marin (Marin)
VI.96	Marin (Marin)
VI.97	Marin (Marin)
VI.98	Marin (Marin)
VI.99	Marin (Marin)
VI.100	Marin (Marin)

VI.1. MARİNAT

Daha çok Hamsi, sardalya, tirsi gibi balıklardan sirke/tuz ile olgunlaştırılarak yapılan ve gerek ülkemiz, gerekse de Avrupa ülkelerinde beğeni ile tüketilen marinat, su ürünleri işleme teknolojisinde kullanılan bir muhafaza yöntemidir⁽¹⁾.

Marinat, gıda muhafazasında bilinen en eski işleme yöntemlerinden birisidir, tarihi M.Ö.7. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Özellikle 19. yüzyılda ringa balıklarının çok fazla miktarlarda avlanması sonucunda başta Almanya olmak üzere tüm Avrupa ülkelerinde marine su ürünleri yaygınlaşmıştır. Son zamanlarda ise özellikle İskandinav ülkelerinde üretimi yaygın olarak yapılmakta olup buradan tüm dünya ülkelerine sunulmaktadır^(2,3).

Marinasyon; taze, dondurulmuş, tuzlanmış balık veya balık kısımlarının ısı etkisi olmadan asetik asit veya diğer organik asitler ve tuz ile muamele ederek olgunlaştırılması ve dayanımının artırılmasını sağlayan teknoloji olup oluşan ürüne marinat denilmektedir. Temel prensibi bir veya birden fazla ön işleme tekniklerine tabii tutulmuş balığın asetik asit/tuz salamurasında soğuk depoda birkaç gün içerisinde olgunlaştırılmasına dayanmaktadır. Olgunlaştırma, tuzlama işleminde olduğu gibi çiğ materyalin yenilebilir hale getirilmesidir. Bu ürünler gerektiğinde baharat ile çeşnilendirilebildiği gibi sos, krem, mayonez, yağ gibi vs. katkılarla da lezzetlendirilebilirler⁽⁴⁾.

Marine ürünlerde asetik asit ve tuz etkisiyle üründe mevcut bakteri ve enzimlerin faaliyetleri durdurularak ürünün daha uzun bir raf ömrüne sahip olması sağlanarak dayanımı sınırlı ürünler elde edilmektedir. Asetik asit ve tuz, balığın içerdiği enzimlerle birlikte, balığın protein ve yağına etki ederek bunların belirli derecede yıkımı sonucu hoş, aromatik kokulu ve lezzetli ürünler oluşturulur. Bu ürünler salamura, sos, krema, mayonez veya bitkisel yağ ile paketlenerek müşteri beğenisine sunulmaktadır^(1,3,5,6,7,8).

Marinatın ilk aşaması olgunlaştırma işlemidir. Komplike bir şekilde gerçekleşen fiziksel ve kimyasal reaksiyonlardan oluşmaktadır. Olgunlaşma ne tek başına asetik asit ile ne de tuzun etkisi ile gerçekleşir. Asetik asit ve tuz balığın içerdiği enzimlerle birlikte balıkta mevcut protein ve yağlara etki ederler. Protein ve yağların belirli bir derecede yıkımı ile hoş aromatik koku ve lezzette ürünler oluşur^(9, 10). Marine ürünlerde pH 4-4.5 arasında maximum olması gereklidir. Ancak en uygun pH aralığı 3.8-4.3 dir. Bu pH derecesi proteazlar, özellikle de katepsin tipi enzimler için optimumdur. Bu enzimlerin marinata özgü aromanın oluşumunda etkisi oldukça büyüktür^(1,9,11,12,13). Marinatta konserve edici etki, asetik asit ve tuzun kombine etkisi ile olsa da esas koruyucu faktör asetik asittir.

Taze balıkta marinasyon işleminin uygulanması sonucu asetik asit ve tuz etkisi ile balık etindeki marinata özgü özel aromayı oluşturan proteinler denatüre olmakta, bağlı su uzaklaşmakta, pH düşmektedir. Böylece balık etindeki katepsin enzimi aktif hale geçmekte ve proteinler aminoasitlere parçalanmaktadır^(9,11). Marinat teknolojisinde balığın olgunlaştırılması sırasında tuzun etkisi asetik aside göre daha az önemli olmakla birlikte, tuz miktarının asetik asit içeriğinden fazla olması gerekmektedir. Böylece ürün çok yumuşak olup dağılmaz ve deri etten kolay ayrılmaz. Tuz, ürünün dayanımını sağladığı gibi uygun sertliği sağlayacak kadar doku suyunun ayrılmasına da sebep olmaktadır⁽¹¹⁾. Asetik asit ve tuz konsantrasyonu artırıldığında dayanım süresi uzatılmakta, ancak enzimlerin optimum pH değeri değişeceğinden aroma oluşumu engellenmekte ve lezzet yönünden beğenilmeyen ürünler elde edilmektedir^(9,14). Olgunlaştırma salamurasına daha iyi lezzet elde edebilmek için hardal tohumu, soğan, dereotu, maydanoz katılabilir. Genelde salamura için % 2-8 asetik asit, % 7-14 tuz konsantrasyonu önerilmektedir^(5,15,16).

Marine ürünler yarı konserve ürün olarak nitelendirilirler raf ömürleri birkaç hafta yada bir kaç ay ile sınırlıdır. Bundan dolayı marinat soğukta depolanmalı ve taşınmalıdır. Konserve edici maddelerin katılmasıyla raf ömrü uzatılabilir de, ilk koşul fabrikada uygulanacak hijyen önde gelmektedir. Ürünler genelde salamura veya bitkisel yağ içinde saklanır^(4,17,18).

Marinat yapımında kullanılan başlıca balıklar; ringa, hamsi, sardalya, yılan balığı, alabalık, uskumru ve gümüş balığı olup midye ve karides gibi kabuklularda marine olarak işlenebilmektedir. En iyi marine ürün ise hamsi ve ringa gibi yağlı balık türlerinin kullanılması ile elde edilir⁽³⁾.

Marinatın kalitesi, bir yandan materyalin tazelik derecesine, bileşimine, özellikle avlanma yerine, mevsimine, olgunluk derecesine, su ve yağın miktarına, diğer yandan olgunlaştırma solüsyonunun (asetik asit/tuz salamurası) bileşimine, olgunlaştırma işlemine, işletmenin hijyen koşullarına bağlıdır. Bunlardan başka kalite üzerinde, kullanılan baharat, sos, krem, yağ, mayonez, maydanoz, dere otu gibi katkılar ve ambalaj da rol oynamaktadır⁽⁴⁾.

Taze balıktan yapılmış marinat randımanı, kılçıkların, iç organların ayrılması, materyalin sonraki temizliği gibi kesim kayıpları, balığın olgunlaşma sırasında ki su kaybı ile belirlenmektedir. Marinatın genellikle randımanı % 50 dir⁽⁴⁾. Ayrıca bu randıman balığın türüne göre değişmekle beraber genellikle büyük balıkların randımanı küçük balıklara göre daha fazla olmaktadır.

VI.2. MARINASYON İŞLEMİ ve ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Marinat yapımı ve son ürün kalitesi üzerinde bazı faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörler hammadde seçiminin, yöntemin uygulanışı ve ambalajın da içinde bulunduğu;

- Hammaddenin biyokimyasal, fiziksel ve histolojik özellikleri; hücre yapısı, yağ miktarı, et yapısı (kalınlığı veya işlenme şekli) ve önceden olan proteaz aktiviteleri
- Tuz ve asetik asidin dokulardaki konsantrasyonu
- Mikroorganizma yükü, türü ve bunların gelişimleri
- Isı ve başka uygulama parametrelerinin değerlendirildiği geniş bir prosesler zinciri tarafından yönlendirilir.

VI.2.1. ÖN İŞLEMLER

Marinatın dayanma süresi ve kalitesine materyale uygulanan ön işlemlerin büyük bir önemi vardır. Ön işlemler ise ön yıkama, tuz giderme, ayıklama sonrası yıkama, kanın giderilmesi, ön tuzlama ve materyalin suyunun giderilmesi (süzme) olarak tanımlanmaktadır.

Ön Yıkama: Dış temizlik için yapılan yıkama işlemidir. Buradaki esas amaç dış yüzeydeki pisliklerin uzaklaştırılması ve mikrobiyolojik yükün yıkama ile giderilmesini sağlamaktır. Yıkama işlemi ileriki aşamadaki raf ömrü üzerinde mikrobiyolojik flora ve duyuşal görüntü kalitesinde de etkili olmaktadır.

Çözündürme: Dondurulmuş materyal kullanıldığında uygulanır.

Marinat yapımında eğer hammadde önceden dondurulmuş ise çözündürülmesi ürün kalitesi açısından dondurma ve donmuş muhafazadan daha fazla önem arz etmektedir. Uygun koşullarda dondurulmuş ve depolanmış kaliteli ürün, uygun olmayan koşullarda çözündürüldüğünde kalitesi önemli derecede düşmekte, ağırlık kaybı artmakta ve ürün tamamen elden çıkabilmektedir. Çözündürme işlemi kontrollü şartlarda yapıldığında gerek mikroorganizma sayısındaki artış, gerekse ağırlık kaybı kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulabilmekte ve kalite korunabilmektedir^(20, 21). Kontrolsüz şartlarda çözündürme sırasında yüzey ve yüzeye yakın kısımların sıcaklığı bakteri çoğalmasına izin vermekte çözündürme süresi uzadıkça bakteri sayısı da artmaktadır. Çözündürme işlemi sırasında oluşan sızıntı su miktarı çözündürme ve dondurma hızına bağlıdır. Hızlı dondurulan-yavaş çözündürülen üründe çözündürme suyu (sızıntı suyu) miktarı düşüktür. Yavaş dondurulan-hızlı çözündürülen üründe sızıntı suyu

ve ağırlık kaybı fazla olmaktadır. Sızıntı suyu ile birlikte besin değeri de azalmaktadır.

Dondurulmuş ürünün çözündürülmesi 0/+5°C sıcaklık aralığında % 95 bağıl nemde 4 m/sn hava hızında gerçekleştiğinde daha az doku suyu kaybı meydana gelmekte ve yüzey kuruması, yüzeyde mikroorganizma üremesi önlenmektedir. Folyoda paketlenmiş, vakum paketlenmiş ürünler su kaybetmeden su banyosunda çözündürülmelidir⁽²⁰⁾.

Tuz Giderme: Tuzlu materyal kullanıldığında uygulanır.

Tuzun giderilmesi; kuru tuzlama ile tuzlamada tuzun eşit olmayan dağılımının düzeltilmesi ve böylece bundan sonraki işlem de tuzsuz ve tek tip materyalin temini için gereklidir. Ayrıca eşit dağılım göstermeyen tuz balık etinin dengersiz şekilde olgunlaşmasına ve arzu edilmeyen renklenmelere sebep olmakta bu da tuz giderme işleminin önemini ortaya koymaktadır.

Tuzun giderilmesi kılçık ve iç organların (iç organlarıyla tuzlanmış ise) temizlenmesinden sonra yapılabilir. Ancak bu işlemin yapılmasının iki sakıncası vardır;

- Tuzu giderilmemiş materyalin kılçıklarının çıkarılması, tuzu giderilmişse göre daha zordur.
- Kılçıkları çıkarılmış materyalin uzun süre tuzunun giderilmesi (yıkama işlemiyle), kılçıkları ve iç organları çıkarılmamış materyale göre besin değeri ve lezzetinden çok şey kaybeder.

Tuzlu balığın tuzunun giderilmesi bu sebeplerden ötürü kılçıkların temizlenmesinden önce yapılır.

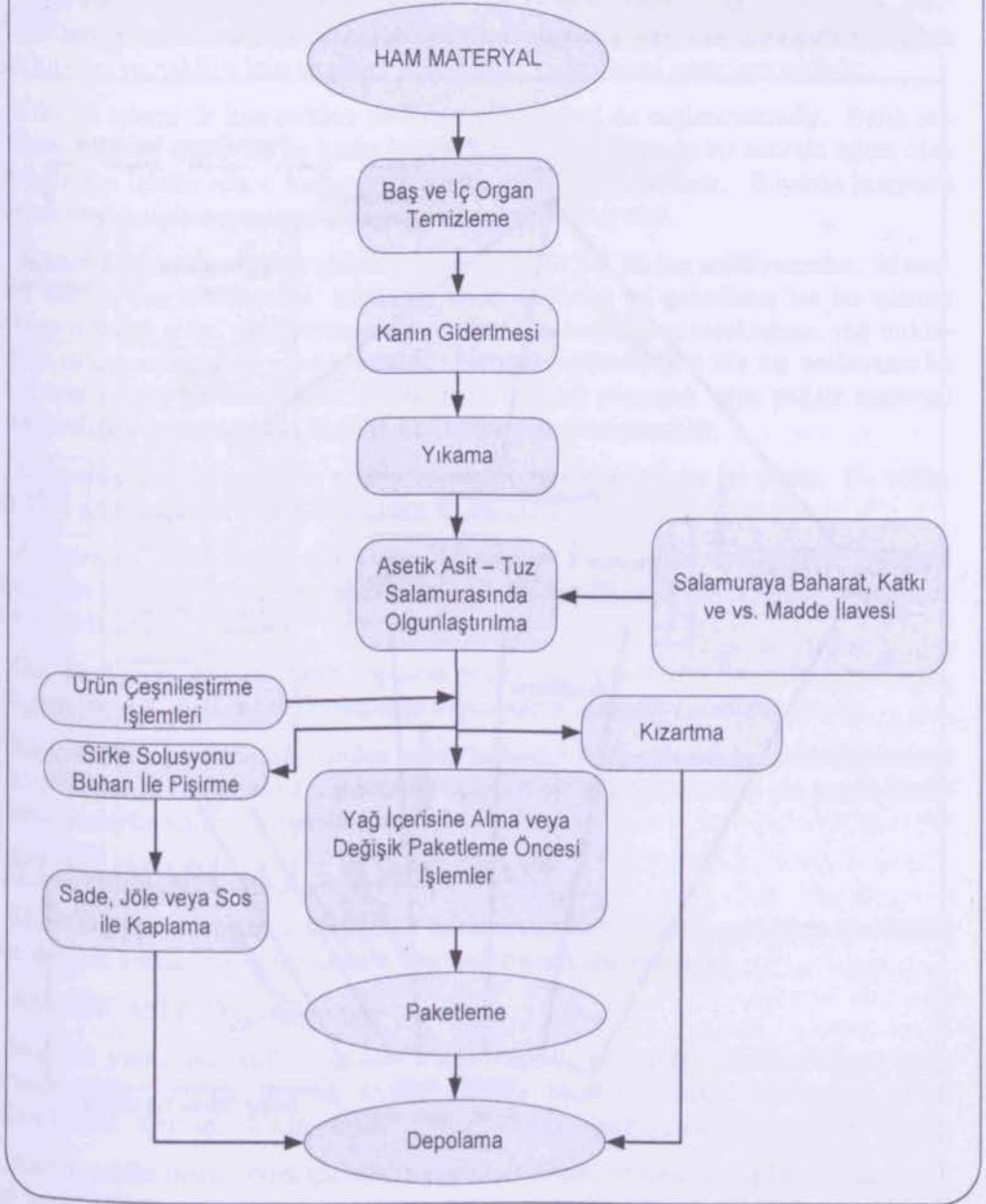
Tuzlu balığın marinat üretiminde kullanılması pek tercih edilen bir yöntem olmamakla birlikte işlem aşağıdaki gibi yürütülür;

1. Balık bir gece suda bekletilir, böylece tuzunun büyük bir kısmını kaybeder.
2. Ertesi gün baş, iç organ ve kılçıkları ayıklanır. Böylece işlemler herhangi bir zorluk yaşanmadan uygulanır.
3. Tuz giderme işlemine akan suda veya sıkça suyun değiştirilmesi şartıyla durgun suda tamamlanır.

Tuzlu materyalde; tuzun büyük kısmının giderilmesi zorunludur.

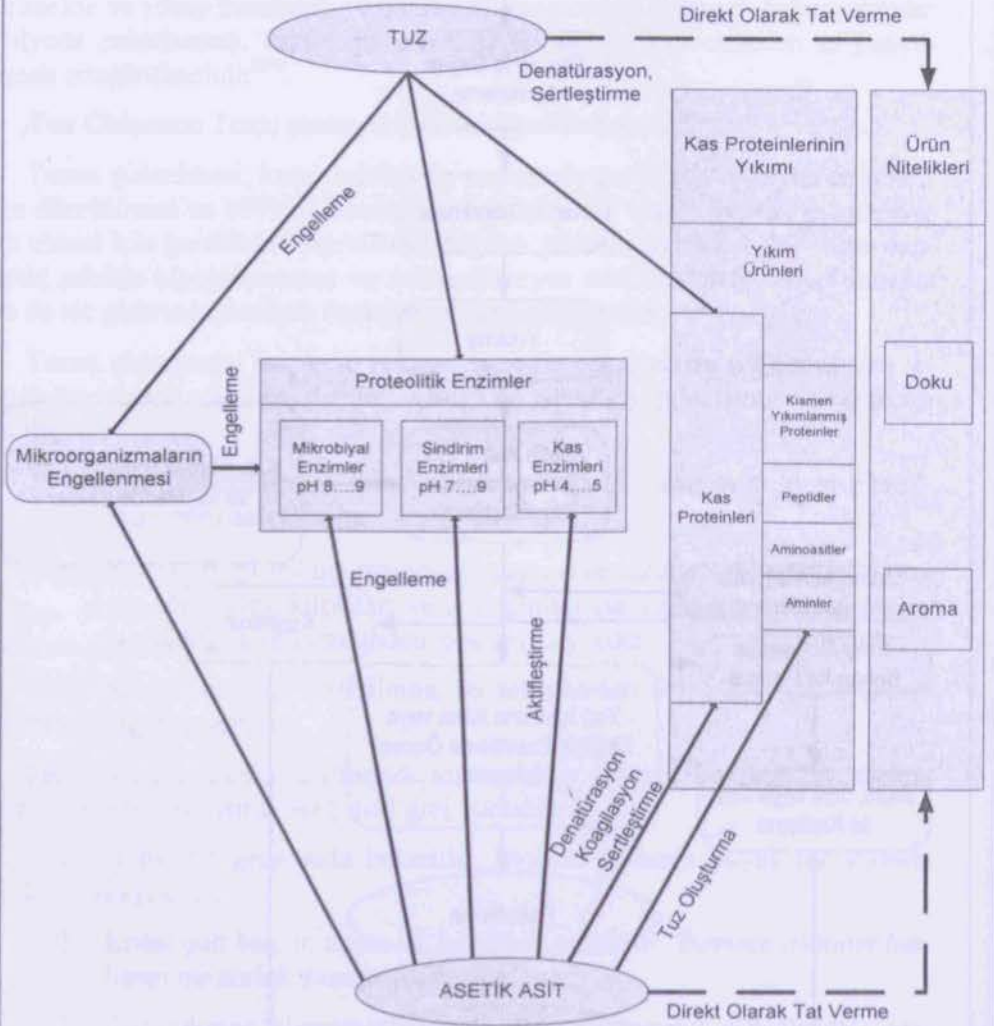
Aksi taktirde ürün çok tuzlu olur ve asetik asit etkisi zayıf olur, böylece olgunlaşma yeterli düzeyde olmaz.

MARİNAT YAPIM ŞEMASI



Şekil VI. 1: Marinat yapım şeması

TUZUN VE ASETİK ASİDİN MARİNE ÜRÜN ÜRETİMİ ÜZERİNE FONKSİYONEL ETKİSİ



Şekil VI.2: Tuzun ve asetik asidin marine ürün üretimi üzerine fonksiyonel etki yolları⁽¹⁹⁾.

Ayıklama Sonrası Yıkama: İç organları çıkarılmış taze balığın yıkanması, balığın kan ve iç organ artıklarından temizlenmesi amacının yanında, dayanma süresinin uzatılmasını ve nakliye için yapılmış tuzlamanın giderilmesi amaçlanmaktadır.

Yıkama işlemi ile kan atıkları ve kanın giderilmesi de sağlanmaktadır. Balık etinin kanı yıkama işlemi ile ne kadar iyi uzaklaştırılırsa, ürün de bir sonraki işlem olan kan giderme işlemi için o kadar açık renkte ve düzgün görünür. Böylece kimyasal ağartıcı maddelerle beyazlaştırma işleminden kaçınılmış olur.

Kanın Giderilmesi: Kan giderme solüsyonu % 3-5'lik tuz solüsyonudur. Materyalin kan ve kan artıkları bu işlemde önce ne kadar iyi giderilmiş ise bu işlemin başarısı o kadar artar. Solüsyonun tuz miktarı; materyalin et sıcaklığına, yağ miktarına ve ortam sıcaklığına göre ayarlanır. Normal şartlarda % 3'lük tuz solüsyonu bu işlem için yeterli görülmektedir, ancak karın bölgesi yumuşak veya yağsız materyalde ve özellikle yaz aylarında % 5'lik tuz solüsyonu tavsiye edilir.

Tuz solüsyonu, etten kanın renkli maddesini suya göre daha iyi çözer. Bu solüsyon aynı zamanda etin sıkılaştırılmasını ve ön konservasyonunu da sağlar.

Bu işlemin süresi materyalin kan miktarına, et kalınlığına göre değişir. Normal koşullarda kılçıkları çıkarılmış materyalde 30-45 dakika olan süre kılçıklı materyalde 60-90 dakikadır.

Ön Tuzlama: Avlama veya toplama yerlerinde materyalin dayanıklılığını artırmak için yapılır. Ancak her ön tuzlama olgunlaşma işlemi yavaşlatmaktadır.

Süzme: Kan giderme işleminden gelen hammaddenin salamurayı sulandırmaması ve kan artıklarını salamuraya taşımaması için iyi bir şekilde süzülüp pis suyun uzaklaştırılması ürün kalitesi açısından önemlidir.

VI.2.2. MARİNAT SALAMURASI

Marinat yapımı sırasında kullanılan salamuralar farklı damak ve kültür zevklerine göre değişik asetik asit ve tuz konsantrasyonlarından oluşmaktadır.

ASETİK ASİT (Organik Asit)

Marinat yapımında kullanılan asetik asit olup, berrak renkte olmalı, boğucu koku içermemelidir. Ürüne değişik aroma vermek amacıyla farklı asetik asit türleri kullanılabilir. Örneğin; Üzüm sirkesi, Elma sirkesi, Alkol sirkesi, Saf asetik asit vs.

Asetik asidin marinasyon işleminde çok önemli etki ve katkısı vardır. Ürüne tipik ekşi lezzeti ve aromayı vermesinin yanı sıra, materyalin olgunlaşmasından ve pH'nın dengelenerek mikroorganizma gelişiminin engellenmesinden sorumludur. Marinatın daha çok dayanması amacıyla salamuradaki asetik asit oranının yükseltilmesi düşünülürse de bu durum lezzeti bozacağından uygun değildir.

Asetik asit materyale süratle etki eder ve materyalin yumuşaması yönünde etkindir.

Lezzet zerine etkisi: Ekşi lezzetin derecesi; kullanılan asetik asidinin % konsantrasyonuna göre değişir. Bu dereceyi belirlemek; lezzet faktörü kişiden kişiye değiştiğinden zordur. Bu nedenle genelde geçerli bir sınır belirlenerek, konsantrasyon ayarlanmıştır.

Hafif ekşi →	% 1.5 tan az asetik asit
Normal →	% 1.5-2.0 asetik asit
Tam ekşi →	% 2.0-3.0 asetik asit
Aşırı ekşi →	% 3.0'dan fazla asetik asit

Olgunlaşma zerine etkisi: Olgunlaşma; iğ materyalin yenebilir şekle gelmesi demektir. Olgunlaşma; Genelde koagülasyon olarak bilinen yapı değişikliği şeklindeki protein dönüşümüdür. Marinad teknolojisindeki bu dönüşüm ısı ile değil asit ve tuz etkisi ile olmaktadır.

Bu teknolojiye asetik asidin etkisi; solüsyondaki tuzun etkisini kısmen engelleme-si, kısmen uyarması şeklinde-dir. Asetik asitle olgunlaşma, tuz ile olgunlaşmaya göre farklıdır. Asetik asit tuza göre daha süratli etki eder. Tuzun sertlik vermesine karşılık asetik asit yumuşaklık verir. Asetik asit ve tuz; balığa aynı yönde birlikte etki etmekle beraber, karşılıklı olarak birbirini engelleyen ve uyaran zıt kutuplu maddeler de oluştururular. Böylece materyal hem asetik asit, hem de tuzun birbirinden bağım-sız etkisi ile olgunlaşır. Bundan ötürü; asetik asit olgunlaştırması ve tuz olgunlaştırması deyimleri de kullanılır. Olgunlaşmandan asıl sorumlu ise asetik asittir.

Asetik asit ete **DİFFÜZYON** ile geçer (şekil VI.3). Asetik asit balık etine geçer-ken balık suyu da salamuraya geçerek asetik asit konsantrasyonunu düşürür. Bu sey-relme balık/salamura oranına göre değişir. Su konsantrasyonu yüksek olan su ürünle-rinde asetik asidin konsantrasyonunda olgunlaştırma sırasında herhangi bir değişimin olmaması için salamura oranının materyalin miktarına göre normalden daha yüksek olması gerekir. Fiziksel yolla asetik asidin balığa geçişi yanında az da olsa sirkenin balık proteinine kimyasal olarak bağlanması da söz konusudur.

Asetik asidin balığa geçişi çok süratli olur ve birkaç gün içerisinde tamamlanır. Bunda ilk konsantrasyon ve tuz miktarı önemli bir rol oynamaz. Sonraki 2-3 gün içerisinde balığın asetik asit miktarında çok az bir değişim olur. Balığın uzun süre salamurada kalması balıktaki ve salamuradaki asetik asit içeriğini değiştirme-z.



Şekil VI.3: Salmuradaki asetik asidin ete geçiş işlemi

Salmurada asetik asidin olması gereken konsantrasyonunda; Damak zevki; materyalin bileşimi, tazeliği, et sıklığı tuz miktarı, istenen raf ömrü etkilidir. Ancak emin bir olgunlaşma ve mikrobiyal garanti için bu konsantrasyonun % 4 olması önerilmektedir.

Aroma oluşumuna etkisi: Asetik asit proteinli maddelerin aroma taşıyıcısı olan amino asitlere yıkımında etkili olur. Benzer olay tuzlamada da olmaktadır. Ancak tuzlamada değişik lezzet ve aroma maddeleri oluşur.

Soğuk marinasyonda aroma oluşumu, diğer fermentasyon ürünlerde ki lezzet oluşumundaki gibi bakteriler ve enzimler ile balık eti proteinlerinin yıkımıyla olmaktadır. Bu yıkım asetik asit ve tuz gibi konserve edici olarak etki eden maddelerle engellenir veya belirli bir yöne çevrilir. Böylece sadece belirli bakteri veya enzimler etkili olurlar ve bozulma engellenir. Asetik asit veya tuz miktarı çok yüksekse bu yıkım belirli derecede azaltılır veya durdurulur. Aroma oluşumunda ya düşük düzeyde kalır yada tamamen durur.

Asetik asit protein yıkımı olayından başka, balık yağının yağ asitlerine ve gliserine parçalanmasında önemli rol oynar. Yağlı materyal kullanıldığında daha aromatik ürün elde edilir.

Renk açıcı maddelerin kullanımı; özellikle hidrojenperoksit (H_2O_2), aroma oluşumunu durdurur. Hidrojenperoksitin parçalanmasında oluşan aktif oksijen yağı yıkımlayan enzimlerin çalışmasını inhibe eder. Türk gıda kodeksine göre kullanımı yasaktır.

Et sıklığına etkisi: Asetik asit balık etine yumuşatıcı etki yaparak tuzun olmadığı ortamda balığın kısa sürede tamamıyla eriyerek çorba görünümü almasına neden olur. Bu olay balık proteinlerine asidin kimyasal etkisi ile olmakta ve bu etki sıcak-

lıkla artarak hızlanmaktadır. Belirli ölçüde sirkenin yumuşatıcı etkisi arzu edilmektedir.

Renk'e etkisi: Renk açıcı olarak etki eder. Asetik asit; proteinli maddelerin aroma taşıyıcısı olan aminoasitlerin yıkımında etkili olur.

Raf ömrüne etkisi: Marinad sınırlı dayanıklı üründür. Asetik asit, sterilizasyondaki gibi bakterileri öldürmez. Ancak asit karakteri ile gelişimlerini engeller. Uygun şartlar oluştuğunda, Depolama sıcaklığı arttığında, asetik asidin ete iyi geçmediği koşullarda, bu bakteriler gelişerek ürünü bozar.

Bozulmanın engellenmesi için şu önlemler alınmalıdır.

- Ürün soğukta depolanmalı
- Başlangıç mikroorganizma yükü düşük olmalı. İşletmede gerekli hijyen uygulanmalı
- Olgunlaşmamış ürün paketlenmemeli, depolanmamalı.
- Salamurada imkan oranında yüksek Tuz/Asetik asit konsantrasyonu kullanılmalı.

TUZ

Su ürünleri marinat işleminde kullanılacak tuz, temiz ve % 98-100 saflıkta olmalı, kalsiyum ve magnezyumu oldukça düşük oranda içermelidir.

Tablo VI.1: Balık etine tuz geçişinde yabancı maddelerin etkisi⁽¹⁹⁾.

Tuz İçeriği (%)	Proses süresi (saat)			
	1	3	6	9
NaCl 100	9.8	16.3	19.7	22.4
NaCl 99.0 MgCl ₂ 1	6.5	15.7	18.7	19.0
NaCl 95.4 MgCl ₂ 4.5	5.9	12.7	17.1	18.0
NaCl 90.0 Na ₂ SO ₄ 10.0	7.1	10.5	15.3	17.1

Lezzet üzerine etkisi: Marinatın lezzetine tuz bilinen tatlandırma usulü ile etki eder. Tuz asetik asitten sonra, lezzeti artıran ve nakleden en iyi katkıdır. Bilinen tatlandırmada genel geçerli bir sınır belirlenmiştir. Buda şöyledir.

Hafif tuzlu	→	% 1.5'tan az tuz
Normal	→	% 1.5-2.0 tuz
Tam tuzlu	→	% 2.0-3.0 tuz
Aşırı tuzlu	→	% 3.0'dan fazla tuz

Olgunlaşma üzerine etkisi: Balığın olgunlaşmasında salamuranın tuz içeriği asetik asit içeriği kadar fazla etkili değildir. Olgunlaşma prosesine etkisi asetik asidin ki gibi olmakla birlikte bazı farklılıkları vardır.

Tuz olgunlaştırması fazla miktardaki tuz, bakteri ve enzim faaliyetlerine etki ederek olgunlaşmayı durdurur veya yavaşlatır bunun yanında salamuradaki asetik asit miktarı da düşükse olgunlaşma hızını olumsuz yönde etkiler. Salamuradaki en ideal tuz konsantrasyonu % 6-10'dur. Tuzun ete nüfuzu **OSMOZ** ile gerçekleşir (Şekil VI.4).



→ Tuzun geçişi - - - → Et suyu çıkışı

Şekil VI.4: Salamuradaki tuzun ete geçiş işlemi

Tuz, materyale geçerken balık suyu salamuraya geçer, olgunlaşma işleminin sonuna kadar salamuradaki tuz konsantrasyonunun da seyrelme meydana gelir. Bu seyrelme balıktaki su oranı ve balık/salamura oranına göre değişir. Salamurada tuzun olması istenen miktara damak zevki, materyalin bileşimi, tazeliği, et sıklığı, asetik asit miktarı ve istenen raf ömrü etkilidir. Ancak emin bir olgunlaşma ve mikrobiyel güvenlik için bu konsantrasyonun % 9-14 olması önerilmektedir. Materyale göre tuz miktarı ise aşağıdaki gibi ayarlanabilir.

Yağsız materyal için	% 6-8
Orta yağlı materyal için	% 8-9
Yağlı materyal için	% 9-11
Sıcak mevsimlerde bu	% 2 oranında arttırılabilir.

Et sıklığına etkisi: Tuzun asıl etkisi etin sıkılaştırılması yönündedir. Ete sertlik verir. Bu etki sıcaklıkla artmakta ve hızlanmaktadır. Asetik asidin yumuşatıcı etkisini yavaşlatır veya durdurur.

Aroma oluşumuna etkisi: Tuz aroma oluşumu üzerinde engelleyici olarak aktif görev yapar. Tuz miktarının artması aroma gelişimini yavaşlatır. Tuz gibi konserve edici maddelerin ortamda çok fazla miktarda bulunmasıyla aromadan sorumlu protein ve yağların yıkımı engellenir.

Raf ömrüne etkisi: Tuzun asıl etkilerinden biride raf ömrüne olan etkidir. Konsantrasyonu arttıkça aroma azalır. Ancak raf ömrü uzun olur. Doğal olarak ürünün tuzluluğu da artar. Tuz bu etkiyi antiseptik özelliğinden alır. Salamurada % 10-15 olduğu zaman konserve edici etki gösterir.

VI.2.3. MATERYAL

Materyalin büyüklüğü, ağırlığı, tazelik durumu, ön işlem şekli ve çeşidi, materyalin su, yağ ve tuz miktarı etkili olmaktadır.

Materyal miktarı: Materyalin miktarına göre salamura içeriği hazırlanmalıdır. Genellikle marinat salamuralarında balık/salamura oranının $1/1.5$ veya $1/2$ olması tavsiye edilir.

Materyal özellikleri: İyi kalitede marine ürün elde etmek için kullanılan balığın taze ve kalitesinin belirli düzeyde olması gerekmekte olup, marinat yapımında kullanılan ilave maddelerin kalitesi de önemlidir. Örneğin marinatin lezzeti ve dayanıklılığı üzerine kullanılan suyun büyük önemi vardır. Kullanılacak suyun standartlara uygun temiz içme suyu kalitesinde olması gerekmektedir. Baharat ise arzuya göre kullanılabilir. Baharatın mikrobiyal yükünün düşük olmasına dikkat edilmelidir.

Bayat yada iyi kalitede olmayan materyal daha gevşek yapıda olduğundan ve daha fazla mikroorganizma yükü içerdiğinden daha konsantre asetik asit/tuz salamurası gerektirir. Beklemiş materyalde alkali reaksiyonlu yıkım ürünleri asetik asit ile nötralize edildiğinden asetik asit konsantrasyonu bu tip materyalde yüksek olmalıdır. Ayrıca olgunlaştırılacak balık miktarı biliniyorsa ve buna göre olgunlaştırma salamurasının içeriği hesaplanmışsa, işlenecek balığın büyüklüğü ve ağırlığı nispeten az etkili olur. Genelde küçük balıklar büyüklere oranla daha çabuk ve emin şekilde olgunlaştığı için daha az asetik asit ve tuz içeriği gerektirirler.

Salamuranın içeriğinin hazırlanmasında materyalin tazelik durumuna çok dikkat etmek gereklidir. Taze ve temiz olmayan materyal, taze materyale göre daha fazla mikroorganizma içerdiğinden, konserve edebilmesi için daha fazla asetik asit ve tuz gerekmektedir. Ancak bu şekilde taze olmayan materyalden yapılmış ürün taze ma-

teryal ile aynı dayanıklılık süresine sahip olabilir. Bundan başka bir iki günlük balık alkali reaksiyonlu yıkım ürünleri içerdiğinden, asetik asit bunları nötralize eder ve konserve edici gücünü yitirir. Bu sebepten asetik asit miktarı yükseltilir, örneğin % 6 dan % 7 buna paralel olarak tuz miktarı da artırılır, örneğin % 8 den % 10. Böylece materyal fazla asetik asitten dolayı yumuşamamış olur.

Kılçıksız ve iç organsız materyale göre kılçıklı materyal daha fazla asetik asit gerektirir. Çünkü mikroorganizma yükü asetik asidin etkisini azaltacaktır. Olgunlaşma süresi de iç organları çıkarılmamış materyalde daha fazladır.

Paneli marinatlarda kullanılan mısır unu ve patates ununun kalitesi, yağda depolanacak marinatlarda ise kullanılan yağın kalitesi önem taşımaktadır ⁽¹⁴⁾.

Hammaddedeki su içeriği çok önemlidir. Suyun yüksek düzeyde olması salamuranın asetik asit ve tuz konsantrasyonunu seyreltir. Materyalin su içeriğine göre balık/salamura oranı ve salamuranın asetik asit/tuz içeriği ayarlanmalıdır. Salamura/Balık oranı $\frac{1}{2}$ gibi yoğun şekilde ise ve kullanılmamış salamurada % 8 tuz varsa, balığın su miktarına göre kullanılmış salamuranın tuz miktarı aşağıdaki gibi değişir. Su miktarı ortalama % 63 olan bir balık kullanıldığında salamuradaki tuz konsantrasyonu % 3.5, su miktarı % 78 olan bir balık kullanıldığında tuz konsantrasyonu % 3.1'e seyrelmektedir. Sirke miktarı içinde aynı seyrelme geçerlidir. Su miktarı yüksek materyal, temizlenmemiş ve suyu iyi drene edilmemiş materyal için daha konsantre salamura gerektirmektedir. Aynı durum temizlenmiş ve suyu iyi giderilmemiş materyal içinde geçerlidir.

Materyalin su miktarı ile yağ miktarı arasında ters bir ilişki vardır. Su miktarı arttıkça yağ miktarı düşer, yağ miktarı arttıkça su miktarı düşer. Buda yağsız ve az yağlı materyalin yağlı materyale göre daha fazla su içerdiğini gösterir. Yağlı balıklarda tuz miktarının artırılmasını gerektirirler. Eğer yağsız balık için % 6 oranında tuz kullanılıyorsa yağlı balıkta % 10 kullanılmalıdır.

Olgunlaşma işleminin iyi bir şekilde yapılabilmesi için tuzlanmış balığın tuzunun tamamen kalmayacak şekilde uzaklaştırılması gereklidir. Olgunlaştırma materyalin tuzu giderilmeden yapılacaksa veya materyal tuzlu salamurada tutulduktan sonra olgunlaştırılacaksa, materyalin tuz alım miktarının ölçülmesi gereklidir. Tuzlu balık tuzsuz göre daha yavaş olgunlaşır.

Tablo VI.2: Farklı oranlarda kullanılan balık/salamura miktarlarının olgunlaşma öncesi ve sonrasındaki % asetik asit miktarları ⁽⁸⁾.

Olg.sonunda çözeltinin istenen % Asetik asit (S_2)	Yeni hazırlanan (Olg.önce) çözeltideki % asetik asit miktarı (S_1)			
	7/3 f=3.05	2/1 f=2.76	3/2 f=2.32	1/1 f=1.88
2.7	8.20	7.45	6.25	5.10
2.6	7.90	7.20	6.05	4.90
2.5	7.60	6.90	5.80	4.70
2.4	7.30	6.60	5.55	4.50
2.3	7.00	6.35	5.35	4.30
2.2	6.70	6.10	5.10	4.15
2.1	6.40	5.80	4.90	3.95
2.0	6.10	5.50	4.60	3.75

F: Sabit değer $f = S_1 \div S_2$; $S_2 = S_1 \div f$

Tablo VI.3: Farklı oranlarda kullanılan balık/salamura olgunlaşma öncesi ve sonrasındaki % tuz miktarları ⁽⁸⁾.

Olg.sonunda çözeltide istenen % tuz (T_2)	Yeni hazırlanan (Olg.önce) çözeltideki % tuz miktarı (T_1)			
	balık /olgunlaştırma çözeltisi.			
	7/3 f=2.68	2/1 f=2.44	3/2 f=2.01	1/1f=1.72
7.00	19.45	19.10	14.55	12.05
6.75	18.10	16.45	14.05	11.60
6.50	17.40	15.85	13.50	11.20
6.25	16.75	15.25	13.00	10.75
6.00	16.10	14.65	12.50	10.30
5.75	15.40	14.05	12.00	9.90
5.50	14.75	13.40	11.45	9.54
5.25	14.10	12.80	10.90	9.05
5.00	13.40	12.20	10.40	8.60

F: Sabit Değer $f = T_1 \div T_2$ $T_2 = T_1 \div f$

VI.2.4. OLGUNLAŞTIRMA

Ürünün lezzeti ve dayanıklılığına, sadece salamura bileşimi değil aynı zamanda olgunlaştırma işleminin yapılış usulü ve süresi de etkilidir.

Olgunlaştırmanın yapıldığı ortamın sıcaklığı gereğinden fazla ise olgunlaşma süratlenir. Ancak mikroorganizma faaliyeti de artacağından bozulma riski de artar. Düşük sıcaklıkta olgunlaşma uzun sürede gerçekleşir. Ürün; uzun raf ömrüne sahip olurken et sıkı fire az olur. Bu sebeple olgunlaştırma hızı ve ürün kalitesi yönünden tavsiye edilen optimum sıcaklık 10-15 °C olmalıdır. Olgunlaştırma süresi kullanılan materyale göre değişiklik göstermekle birlikte 1-3 gün arasında değişmektedir.

Olgunlaştırma işleminin gerçekleştiği tankların paslanmaz çelikten veya asetik asit ve tuz etkilerine karşı dayanıklı, herhangi bir migrasyon etkisi olmayan materyalden seçilmiş olması gerekir. Ayrıca temiz olmaması enfeksiyon kaynağı oluşturmaya sebep olur. Yine dış çevreden gelebilecek kontaminasyonları engellemek için olgunlaştırma tanklarının ağızları kapanabilir olması gereklidir.

Balık/Salamura oranı iyi ayarlanmazsa salamura seyrelir. Asetik asit/tuz etkisi yeterli olmaz, az olursa ürün lezzetsiz, aromasız olur. Aynı zamanda çok ekşi tuzlu olur. Balık/Salamura oranı iyi ayarlanmamışsa karıştırma işlemi zorlaşır, filetolar asetik asit ve tuz ile iyi temas etmez. Tavsiye edilen oran $\frac{1}{1.5}$ yada $\frac{1}{2}$ dir. Sektörde genelde balık/salamura oranı $\frac{1.5}{1}$ ($\frac{3}{2}$) veya $\frac{2}{1}$ kullanılmaktadır. Ancak bu işlemin mahsuru olgunlaştırma tank içeriği yoğun olacağından olgunlaştırmanın sağlığı için düzenli karıştırma işlemi gerektirmesi ve bu işlem sırasında balıkları zedelenebilmesidir.

VI.2.5. SÜZME

Olgunlaştırma işlemi sonrası ürünün ambalaj içerisinde herhangi bir şekilde kötü bir görünüm göstermemesi ve depolama aşamasında ürünün bozulmasına sebep olacak su çıkışlarının olmaması için suyun süzülerek uzaklaştırılması gereklidir.

VI.2.6. AMBALAJ

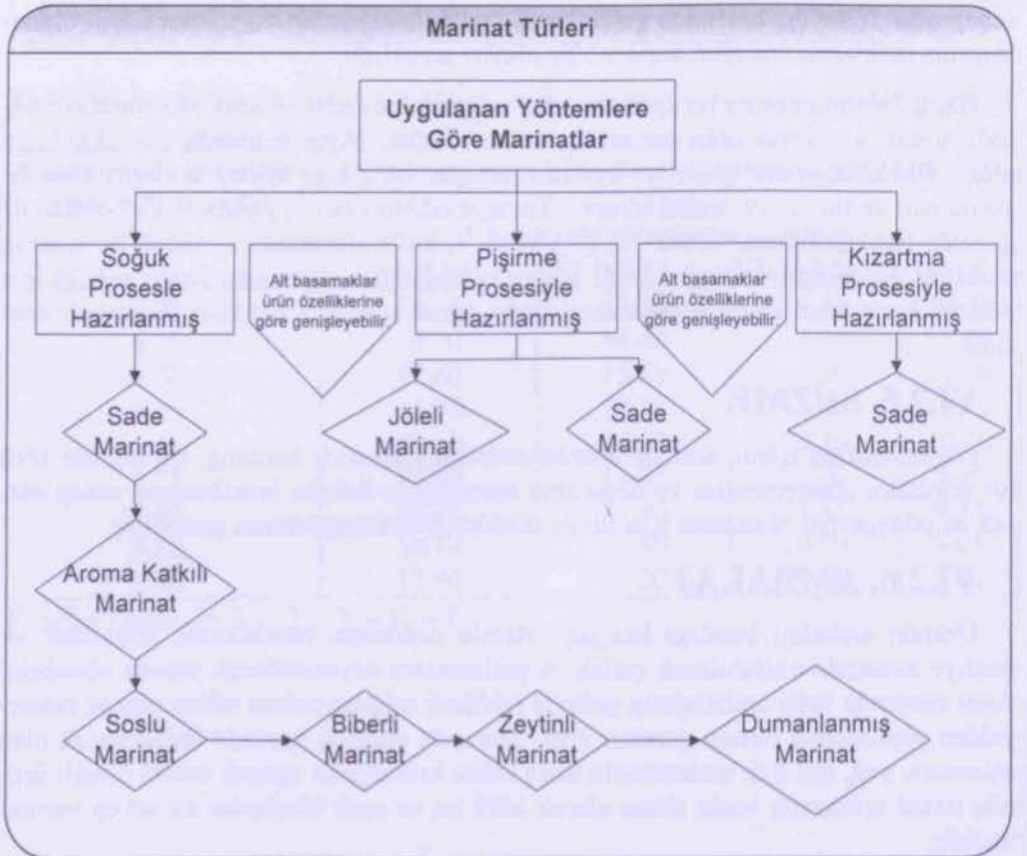
Ürünün ambalajı kendine has dış ortamla ilişkisinin kesebilecek, sızıntılara ve nakliye sırasında oluşabilecek çatlak ve patlamalara dayanabilecek yapıda olmalıdır. Aynı zamanda ürün ambalajının gıdalla tehlikeli migrasyonlara sebep olacak materyalden yapılmamış olması gerekir. Aynı zamanda ambalaj içerisinde kullanılacak olan salamura, yağ, sos v.d. malzemenin ürün kalite kriterlerine uyacak esasta olmalı ürünün temel aromasını baskı altına alacak kötü tat ve renk oluşumlarına sebep vermemelidir.

VI.2.7. DEPOLAMA

Marinat yapılarak işlenmiş su ürünlerinin uygun depolanma sıcaklıkları $4/8^{\circ}\text{C}$ (± 2) arasında olup direkt ışık temasından korunması gerekir. Özellikle bu tip ürünlerin yağ oksidasyonuna karşı hassasiyetlerinin olduğu göz ardı edilmemelidir.

VI.3. MARİNASYON YÖNTEMLERİ ve ÜRÜN ÇEŞİTLERİ

Marinatlar uygulanan işlem tekniğine, ürüne katılan ek maddelere göre birkaç türe ve alt türlere ayrılmaktadır. Genelde alt türlerde sınırlama olmayıp bu çeşitlilik firma ve yaratıcılığa bağlı olarak gelişim gösterir.



Şekil VI. 5: Marinat türleri

VI.3.1. SOĞUK MARİNAT

Ham materyale herhangi bir ısı işlem uygulanmadan hazırlanan klasik marinasyon yöntemidir. Bu teknikle hazırlanan ürünler salamurada yada bitkisel yağla paketlenerek tüketime sunulmaktadır. Uygulanan asetik asit tuz konsantrasyonuna göre 4°C de 15 gün ile 6 ay arasında raf ömrüne sahiptir⁽¹⁶⁾. Soğuk marinat kendi için de hazırlanış tekniğine ve uygulanan aroma kazandırma işlemine göre birkaç türe ayrılır. Bunlara örnek teşkil edebilecek birkaçı hakkında alt başlıklarda detaylı bilgi verilmiştir.

VI.3.1.1. DUMANLANMIŞ MARİNAT

Soğuk marinasyon işlemi yapılırken salamuraya sıvı duman aroması katılmasıyla ürüne dumanlanmış ürün aroması verilmek suretiyle yapılır. Paketleme yöntemi soğuk marinasyon işlemiyle aynıdır.

VI.3.1.2. BİTKİSEL VE BAHARAT AROMALI MARİNAT

Soğuk marinasyon işlemi aşamasın salamura içerisine değişik aroma verici otlar ve baharatlar kullanılarak ürüne bu aromaların geçmesi sağlanarak uygulanan işlemidir. Soğuk marinasyonda uygulanan paketleme tekniğine göre paketlenir.

VI.3.1.3. MARİNAT SALATASI

Bu tip ürünlerde soğuk marinasyon işlemi uygulanmış bütün balıkların parçalanmasıyla yapılabileceği gibi artık marinat parçalarının değerlendirilmesiyle de yapılmaktadır. Marinat salatası; çeşitli meyve, sebze ve balık etlerinin marinasyonu ile mayonezin karıştırılması sonucu elde edilen ürüne verilen genel isimdir. Bu ürünün tüketim süresi diğer ürünlerden daha kısa olup 4°C de 15-30 gün arasında değişmektedir.

VI.3.1.4. PANELİ MARİNAT

Daha önceden marine edilmiş balık veya balık parçalarının özel pane unları ile kaplanarak satışa sunulan ürünlerdir.

VI.3.1.5. ZEYTİNLİ MARİNAT

Bu ürün salamura edilmiş yeşil zeytin ve kırmızı biber ile yapılmaktadır. Marine edilmiş materyal zeytin ve biber parçaları rulo haline getirilmektedir. Tüm bu işlemlerden sonra ürün yağda paketlenerek satışa sunulur. Olgunlaştırma konsantrasyonuna ve depolama şartlarına bağlı olarak 2 ile 6 ay arasında raf ömrü bulunur.

VI.3.1.6. ACI BİBER SOSLU MARİNAT

Acı biber ve acı biber salçasından yağla birlikte sos hazırlanarak soğuk marinatin paketleme aşamasında veya öncesinde balığa karıştırılarak ambalajlanır. Bu tip baharatlı ürünlerde ürüne uzun bir raf ömrü kazandırmak için dikkat edilmesi gereken baharatların mikrobiyolojik yükünün düşük olması veya mümkünse baharatların daha önceden iyonize radyasyon uygulamasıyla soğuk sterilizasyon işlemine tutulmuş olması gerekir. Ürünlerin raf ömürleri 2-6 ay arasında bu ve daha önceden anlatılan etmenlere bağlı olarak değişim gösterir.

VI.3.2. PIŞMIŞ MARİNAT

Pişmiş marinatlar ise salamurada olgunlaştırılan balığın sirke salamurası buharında haşlanarak pişirilip üzerine sos veya jelatin ilave edilmesi ile elde edilmekte ve bu şekilde ambalajlarak depolanmaktadırlar. Raf ömrü diğer marinat tipleriyle aynıdır.

VI.3.3. KIZARTILMIŞ MARİNAT

Önceden kızartılan balık ve balık ürünlerinin marinat olarak değerlendirilmesiyle elde edilen ürünlerdir. Kızartılmış marinatlarda balık önce bitkisel yağda kızartılmakta, daha sonra salamuraya alınmaktadır^(14,10,23,24). Diğer marinat türleri ile aynı raf ömrüne sahiptir.

VI.4. MARİNE ÜRÜNLERİN KALİTESİ

VI.4.1. MARİNE ÜRÜNLERDE BOZULMA

Marine ürünlerin bozulmasında, yağ ve proteinlerdeki fiziko kimyasal değişimler, mikrobiyal kökenli reaksiyonlar etkili olmaktadır. Bu olayların oluşmasında işlem proseslerindeki hatalar, personel ve işletme hijyeni ve kullanılan materyalin kalitesi etkili olmaktadır. Marinat yapımı sırasında kullanılan asit konsantrasyonuna bağlı olarak mikroorganizma yükü önemli derecede düşer. Genelde marine ürünlerin bozulmasında heterofermentatif laktobasiller rol oynamaktadır. Aerob ve sıcak seven mikroorganizmalar üründe kırmızımsı renk değişimlerine ve kötü koku oluşumuna neden olur. Maya ve küfler de bozulmayı önemli derecede etkilemektedir. Potansiyel tehlikelerden biride patojen parazitlerdir, ham materyal de ve bitmiş üründe kontrol edilmesi gerekmektedir. Marine ürünlerde bozulmayı etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir; çiğ ürün yani taze balık, işletme hijyeni, soğutma koşulları ve işleme sırasında kullanılan salamura içeriği, sebze içeriği ve temizliği

ayrıca uygulanan kan çıkarma ve yıkama işlemi, eğer kullanıldıysa hidrojen peroksit konsantrasyonu⁽²³⁾.

Tüm bu içerik bakımından marinatlarda bozulma üç başlık altında incelenebilir;

- Marinatta mikrobiyolojik bozulma
- Marinatta kimyasal bozulma
- Marinatta duysal bozulma

VI.4.1.1. MARİNATTA MİKROBİOLOJİK BOZULMA

Genelde % 2-3 lük tuz konsantrasyonları mikrobijolojik gelişim üzerine pozitif (gelişmesini artıran) bir etki göstermektedir.

Ürünü koruyucu etki tuzun et fazında yüksek konsantrasyonlara ulaşmasıyla söz konusu olmaktadır. Genelde anaerob bakterilerin spor oluşturanları ve gram negatif çubuklar ise % 5'lik konsantrasyonlarda, çoğunluğu ise %10'da inaktive olmaktadır. Aerob spor oluşturanlar ise yüksek konsantrasyonlara dahi (%15-20), hatta mikrokoklar doygunluk derecesi olan % 26.3 tuz konsantrasyonunda bile dayanım gösterirler.

- Mikroorganizmanın hücresi ve çevresi arasındaki yeterli derecedeki yüksek tuz konsantrasyon farkı osmotik basınç oluşturarak mikroorganizma hücresinin plazmolizine sebep olur.
- Tuzun su çekme özelliğinden dolayı a_w (su aktivitesi) değeri düşmekte, böylece mikroorganizmaların ihtiyaç duyacağı su ortamdan uzaklaşmaktadır. Bu etki kurumaya sebep olur. Aynı etki tuzlama başlangıcında osmotik basınçla suyun uzaklaşmasıyla meydana gelir.
- Aynı zamanda Klor iyonları mikroorganizmalar üzerine az da olsa toksik etki eder, ayrıca yüksek konsantrasyonlar enzim aktivitesine de etkiler ve ortamdaki oksijenin çözünürlüğünü engeller.

Tablo VI.4: Mikroorganizmalar tuza olan dayanaklığına göre (Halofilik) şu şekilde ayrılırlar;

Halofilik	Optimum üreme gösterdikleri tuz konsantrasyonları (%)
Hiç	≤ 2
Az	2-5
Orta	5-18
Yüksek	16-26

Halofilik mikroorganizmalar genelde iki gruba ayrılırlar;

1. Halobakteriler-5 tür, gramnegatif, min. tuz % 14
2. *Sarcina-Micrococcus* grubu- gramnegatif veya grampozitif, hareketsiz ve min. tuz % 5-11.

Balıklarda değişik halofilik gruplar arasından değişik türler tespit edilmiş, bunlar arasından laktobasiller öne çıkmıştır. Halofilik mikroorganizmalar ile savaşta bunların iki temel özellikleri çok önemlidir; hepsi oksijene bağımlı ve mezofiliktir. Böylece bunlar sıkı bir oksijen engellenmesi ve soğutma ile kontrol altına alınabilir.

Tuzlama prosesiyle balığın önceki mikrobiyolojik florası önemli derecede değişmekte, özellikle bozulmadan sorumlu anaerob mikroorganizmalar ve protein yıkımlanmasında etkili *Pseudomonas*lar ortamda gelişemezler. Bu yüzden tuz uygulaması yapılmış balıklarda genelde halofilik ve halotoleranz gösteren mikroorganizma türlerinden kaynaklanan bozulma gözlemlenir.

Marinad tipi ürünlerde ette bulunan tuz konsantrasyonu % 4/5 dir. Mikroorganizma üzerindeki tuz etkisi dayanım açısından fazla bir önem taşımaz. Bu tip ürünlerde belirgin konserve edici etki asetik asitten kaynaklanmakta olup, bu sadece pH düşürücü etkisiyle değil aynı zamanda spesifik olarak bakterisit etkisinden olmaktadır. Raf ömrünün artması asetik asit miktarıyla ilişkilidir. Asetik asit artarsa raf ömrü artmakta, azaltılırsa raf ömrü düşmektedir. Damak zevklerinden dolayı ise bunun kullanımına bir sınır getirilmiş olup sınırlı bir dayanıklılık sağlanmaktadır. Marinadlarda pH 4-4.5 arasında tutularak bozulmadan sorumlu bakteriler etkili bir şekilde engellenir. Buna karşın mayaların, küflerin ve laktik asit bakterilerinin gelişebileceği yaşam ortamı halen bulunmaktadır.

Tablo VI.5: Mikroorganizmaların üreme gösterdikleri pH sınırları ⁽¹⁹⁾

Mikroorganizmalar	pH	Mikroorganizmalar	pH
Küfler	2.5	Aside duyarlı <i>Coli aerogenes</i>	5.0
Laktik asit bakterileri	3.5	Aside duyarsız Aerob spor oluşturanlar	5.5
Aside dayanıklı Saprofit çubuk şeklindeki bakterileri	4.2	Bozulmadan sorumlu bakteri- leri	6.0
Aside duyarsız <i>Coli aerogenes</i>	4.5	<i>Clostridium botulinum</i>	4.5

Özellikle laktik asit bakterilerin bazı türleri (*Betabacterium buchneri* ve *Betabacterium breve*) sadece karbonhidratları değil aynı zamanda aminoasitleri (Arjinin, Glutamikasit, Histidin, Lizin ve Tirozin) dekarboksilasyona uğratarak bombajlara ve hatta sınırlı düzeyde olsa da proteolitik aktiviteye sebep olarak ticari kayıplara sebep olurlar.

Tablo VI.6: Salamuradaki tuz/asetik asit içeriğinin 37 °C'de bombaj oluşturma süreleri (gün) ⁽¹⁹⁾

Tuz Konsant- rasyonu %	Asetik asit Konsantrasyonu %			
	2	4	6	8
4	3	7	16	26
6	3	7	18	29
8	4	8	18	30
10	4	8	18	31
14	18	18	18	36

Not: Yukarıdaki değerler Norveç kış ringası içindir.

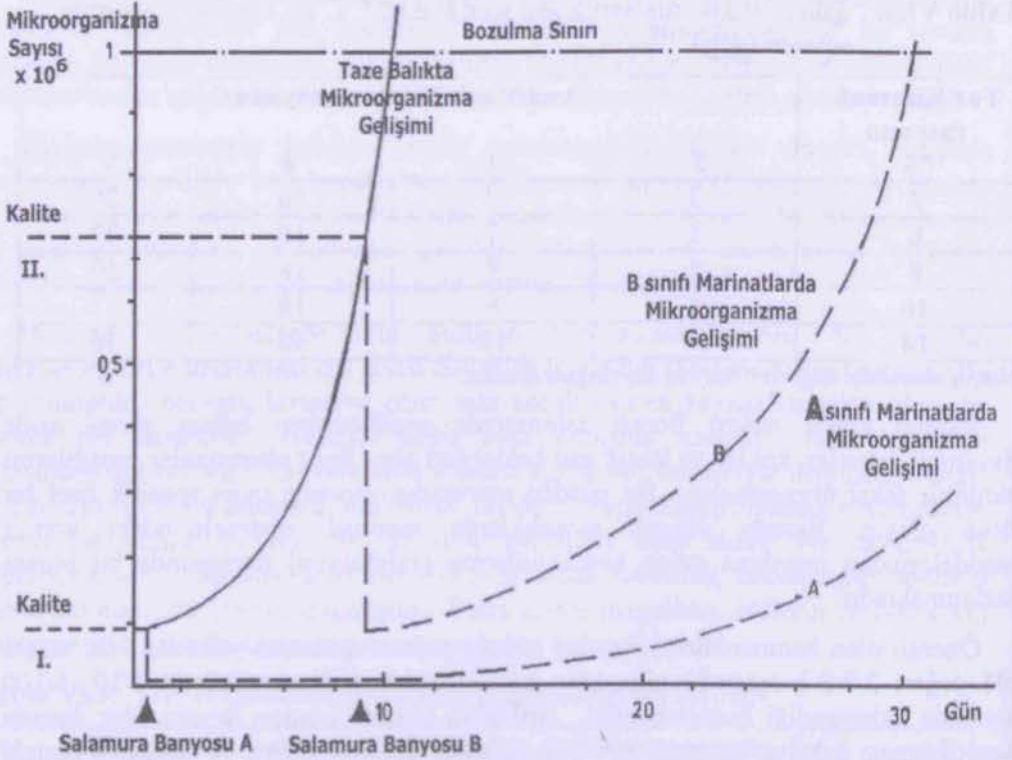
Balığın klasik mikro florası salamurada engellenirken bunun yerini aside dayanıklı mayalar, koklar ve laktik asit bakterileri alır. Spor oluşturanlar yaşamlarını sürdürür fakat üreyemezler. Bu yüzden marinadın yapısına uyan spesifik özel bir flora oluşur. Burada yüksek sıcaklıklarda marinad işletmelerindeki üretim maddelerinden meydana gelen kontaminasyon (enfeksiyon) durumunda bu proses hızlanmaktadır.

Önemli olan hammaddenin içermiş olduğu mikroorganizma yüküdür. İlk etapta pH değeri 2.7-3.1 arasında olan taze salamuralarda bakteri yükünün 1/10 -1/100 arasında indirildiği hesaplanabilir. Ardından bakteri üremesi devam eder, burada hesaplanması gereken hammaddede yük ne kadar düşükse üreme ve gelişim o oranda az gerçekleşir. Mikroorganizma yükü düşük balık ve yüksek konsantrasyonda asetik asit içeren salamura banyolarının kullanımı yarı dayanıklı bir ürün olan marinadların salamurada 9 ay ve üzerinde depolanması mümkün kılar. Bu temel sebeplerden dolayı da salamuraya alınmadan önce balıklar yıkanarak mikroorganizma yükü azaltılmalıdır. Balığın salamuraya alınmasıyla proteinlerin peptidlerinin ve aminoasitlerinin tampon etkisi göstermesi, ayrıca asetik asidin tuz etkisiyle salamuranın pH değerini hızlı bir şekilde 4-5 arasına getirir.

Marinad yönteminin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için balık veya balık parçalarının hızlı bir şekilde salamura banyosuna alınması, salamuranın için de eşit bir şekilde dağılım göstermesi ve sıvının tüm yüzeyle temasta bulunması gerekir.

Balıkların tüm yüzeyi ile salamuraya temas etmesi balıkların tek tek konması ve etlerinin birbirine yapışmasına engel olunmasıyla mümkün olur.

Mikroorganizma yükünün engellenmesi veya indirgenmesi için asıl salamuradan önce daha yüksek konsantrasyonlu salamura uygulamaları da yapılmaktadır (Örnek: % 30 Asetik asit ve % 18 Tuz: “Şok Salamura Banyosu”).



Şekil VI.6: Olgunlaştırma salamurasının iki ayrı kalitede balık üzerine mikroorganizma azaltıcı etkisinin şeması⁽¹⁹⁾.

Tablo VI.7: Marinad yapımında kullanılan balık kalitesinin ve Olgunlaştırma salamurasının raf ömrüne 37°C'deki bir depolama sırasında bombaj oluşumuna kadar ki etkisi ⁽¹⁹⁾.

Salamura İçeriği		Balık Kalitesi		
		Günlük Taze	3. günlük Yıkanmış	3. günlük Yıkanmamış
Asetik asit (%)	Tuz (%)	Yüzey Mikroor- ganizma Mikta- rı: $0.7 \times 10^6 / \text{cm}^3$	Yüzey Mikroor- ganizma Mikta- rı: $10 \times 10^6 / \text{cm}^3$	Yüzey Mikroor- ganizma Mikta- rı: $600 \times 10^6 / \text{cm}^3$
5.5	8.4	7	6	4
6.9	10.2	7	6	4
7.9	8.6	7	6	6
5.9	13.1	7	6	6
7.1	12.9	7	6	5
8.2	13.1	16	8	8

Marinatlarda herhangi bir sterilizasyon uygulanmadığı için, ısı sadece işleme ve olgunlaştırma aşamalarında değil raf ömründe ve mikroorganizma gelişiminde de büyük öneme sahiptir. Marinad ürünlerinin kalitesi sadece depolama sıcaklığıyla ilişkili değildir, kalite üzerinde salamura banyosu (olgunlaştırma) sıcaklığında etkili olur. Burada tercih edilen sıcaklık dereceleri düşüktür.

VI.4.1.2. MARİNATTA KİMYASAL BOZULMA

Marinatta meydana gelen protein ve yağlardaki bozulma taze balık bozulmasıyla aynıdır.

Proteinlerin parçalanmasıyla oluşan değişimler: Balık eti proteinlerinin parçalanması peptidaz, amidaz ve imidaz gibi bakteri ve enzimlerin etkisi ile olur. Mikrobiyolojik olaylar sonucu oluşan parçalanma ürünleri depolamanın ileri aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu maddeler öncelikle azotlu maddelerin parçalanması sonucu açığa çıkan uçucu bazlar (TVB-N), amonyak, mono, di ve trimetilamin (MMA, DMA ve TMA), uçucu asitler, hipoksantin ve malondialdehit gibi redükten maddelerdir.

Bunun la birlikte TVB-N analizleri marinat tipi ürünlerde direkt bir sonuç vermemekte olup sonuçlar sınır değerlerinin çok altında kalmakta ayrıca değişimler stabil

olmamaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda bu analizin marinat tipi ürünleri için uygun bir bozulma indikatörü olmadığı tespit edilmiştir. Bunun temel sebebi ise ortamın asidik yapısının ürünün bozulmasında söz sahibi olan bir çok enzimatik ve mikrobiyolojik aktiviteyi durdurduğundan dolayı olabileceğidir⁽¹⁾.

Ayrıca proteinlerin parçalanması ile biyojen aminler de oluşmaktadır. Bu bileşikler arasından kırmızı etli balıklarda özellikle histamin büyük önem arz etmektedir.

Histamin balık için tazelik indikatörü olup işleme aşamasında kaliteli hammadde kullanılıp kullanılmadığını ortaya koymaktadır. Kaliteli ve histamin düzeyi düşük materyal kullanımı depolama boyunca **işlenmiş üründe** yüksek düzeylerde artış olmamasına sebep olur. Histamin miktarındaki önemli derecede meydana gelen artışlar ürünün avlanmadan mamul ürün aşamasına gelinceye kadar olan süre içerisinde uygun olmayan depolama ve işleme proseslerine maruz kaldığının göstergesidir. 100 ppm ≥ histamin insan için toksik etki yapar.

Soğuk depolama sırasında proteinlerde meydana gelen değişimler proteinlerin yapı taşları olan aminoasitlerden özellikle esansiyel aminoasitlerde depolama süresine ve sıcaklığına bağlı olarak azalmalar meydana gelmektedir⁽²⁵⁾.

Kimyasal yöntemlerle varlığı belirlenen bir çok madde, ölüm sonrası otolitik veya bakteriyolojik olarak şekillenen yıkım ürünleridir. Bu maddelerin çoğu taze balık kas dokusunda bulunmazlar. Bunlar su ürünlerinin kalitesinin ve tazeliğinin değerlendirilmesinde önemli parametreler oldukları belirlenmiştir^(9,26,27).

Yağların parçalanmasıyla oluşan değişimler :Balık bozulmasında en önemli kısmı balığın yağında oluşur. Bu değişimler özellikle acılaşma şeklinde olup yağlı balıklarda daha çok görülür⁽²⁸⁾. Yağlarda dekompozisyon ve bozulma olayları, sadece ve doğrudan doğruya yağda meydana gelmez. Bu bozulma olayları yağın oluşturduğu hayvansal dokular içerisinde veya yağın bulunduğu besin ürünleri içerisinde meydana gelir. Bu nedenle bozulan yağ ve aynı zamanda bulunduğu ürün; tüketilebilme özelliklerini kaybederek lezzetsiz bir hal alır. Yağların bozulması sonucunda üründe meydana gelen değişimler şu şekilde sıralanabilir⁽²⁹⁾.

Lezzet ve koku değişimi, asitlik değişimi, peroksit oluşumu, aldehit oluşumu, keton oluşumu.

Yağlarda oluşan bozulmalar iki ana başlık altında toplanabilir.

Hidrolitik değişimler: Yağlar, dokular içerisinde kendilerini hidrolize eden bazı enzimlerle birlikte bulunmaktadır. Yağı hidrolize eden enzimlerin pek çok fonksiyonu vardır. Bunlar nötral yağları serbest yağasitlerine ve gliserine parçalar. Canlı organizmada iken bu enzimler kontrol altında tutulduklarından vücut ve dokulardaki

depolarla nötral bir haldedir. Ancak ölümden sonra hücrelerin koordine edici mekanizması ortadan kalkacağından lipaz yağlara etki etmeye başlar. Ancak dokulardaki bu orijinal lipaz dolayısıyla yağlarda meydana gelen bozulma durumu o kadar önemli değildir, burada sonradan yağa bulaşabilen mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen lipolitik enzimlerin faaliyeti daha önemlidir. Bu faaliyet sonucu meydana gelen hidrolizis hem aerobik hem de anaerobik şartlarda oluşabilir. Hidrolizis sonucu uçucu yağ asitleri açığa çıkarak karakteristik koku oluşur^(29,30). Hidroliz olayı balığın tadında ve et renginde özellikle etin kenar kısımlarında kahverengi renklenme şeklinde etkili olmaktadır.

Oksidatif değişimler: Bu tip değişiklikler yağlarda genel bir değişme tipidir ve acılaşma (ransidite) adını alır. Yağ molekülüne lipoksidaz enzimi veya havanın oksijeninin etkisiyle oluşur. Bilindiği gibi yağlar gliseritlerin kompleks bir karışımı olup gliserinin doymuş ve doymamış yağ asitleri ile esterleşmesinden meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitleri oda sıcaklığında ve şartlarında hava oksijeni ile oksidasyona uğramaktadır. Hava oksijeni ile oksidasyonda doymamış tek karbonlu zincire oksijenin katılması hidroperoksit ara ürünü üzerinden geçer. Yüksek doymamışlığa sahip karbon zincirindeki oksidasyonda ise çift bağlar ikiden fazla metilen grubu bağlayacak şekilde ayrılmakta ve iki metilen grubuna ayrıldığından daha kolay okside olmaktadır. Acılaşmış yağların karakteristik lezzet ve kokularının hidroperoksitlerden, bozunma ürünlerinden ve oluşan diğer maddelerden ileri geldiği saptanmıştır. Doymamış yağ ve yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında çok yavaş bir değişim olsa dahi saptanabilecek ilk değişiklik redoks potansiyelinde olmakta ve sonra peroksit değerinde yükselme görülmektedir. İkinci basamakta yani oksidasyon olayının daha da ilerlemesi ile peroksitler bozularak aldehit ve ketonlara dönüşürler, yağlarda asıl acılaşma yani ransidite denilen değişim budur. Oksidatif değişiklikte doymamış yağ asitlerinin çift bağlarının bulunduğu yerlerde önce ve geçici olan moloksit denilen ve çok hızlı gelişen maddeler, sonra da bunu izleyen peroksit ve daha sonra da karbon zincirinin bu noktasında koparak iki ucunda aldehit bulunan bileşikler meydana gelir. Böylece yağ molekülü çift bağ yerinden koparak bir yağ molekülü iki aldehide ayrılır^(29,31).

Oksidasyon reaksiyonunun oluşumunda atmosferin oksijeni önemli rol oynar. Sürecin ilerlemesi ile reaksiyon hızı artar. Otoksidasyonun hızı farklı faktörlere bağlıdır. Bunu etkileyen faktörler, yağların doymamışlık durumu, yüksek sıcaklık, ışık, oksijen miktarı ve nemdir. Başka maddeler de oksidasyonu artırıcı etkide bulunurlar. Balıktaki yağ oranının oksidasyon hızı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir⁽³²⁾. Yağ oranı az olan balıkların yüksek olanlara göre daha uzun süre muhafaza edilebileceği saptanmıştır⁽³³⁾. Yağların okside olması ile protein ve vitaminlerde bozulma olmakta, bunun sonucunda tat ve aromanın değiştiği, kalite ve beslenme değerinde azalmanın olduğu belirlenmiştir⁽³⁴⁾.

VI.4.1.3. MARİNATTA DUYUSAL BOZULMA

Kaliteli marinat ürünlerinde et rengi balık cinsine bağlı olarak doğal beyazlıkta, yapısının gevrek ve sulu olması tüketiciler tarafından arzu edilir.

Duyusal bozulma genellikle ürünün işlenme öncesi ve sonrasında oluşan hatalarla ve depolama hatalarıyla ortaya çıkmaktadır.

İşleme öncesi hammaddenin uygun olmayan şartlarda dondurulması veya depolama şartlarındaki olumsuzluklar, özellikle yağ içeriği bakımından zengin hammaddelerin karın bölgelerinde sarıya çalan renklenmeler olmaktadır. Marine edildikten sonrada gözlemlenen sarı renk yağ acılaşmasının en belirgin özelliği olarak ortaya çıkmaktadır. İşleme aşamasında yapılan hatalardan kaynaklanan kan lekeleri ve renk değişimleri de en kesin bozulma ve duyusal olarak ürün reddi için gösterilen gerekçeler arasındadır.

Duyusal bozulma sırasında marinat tipi ürünlerde görünüş, renk, koku, lezzet ve kıvam yönünden arzu edilmeyen yönde değişimler söz konusudur.

KAYNAKLAR

1. ÖZDEN, Ö., BAYGAR, T. (2003): Farklı Paketleme Yöntemlerinin Marine Edilmiş Balıkların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi, *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 27(4): 899-906.
2. AKSU, H., ERKAN, N., ÇOLAK, H., VARLIK, C., GÖKOĞLU, N., UĞUR, M. (1997): Farklı Asit - Tuz Konsantrasyonlarıyla Hamsi Marinatı Üretimi Esnasında Oluşan Bazı Değişiklikler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Y.Y.Ü. Vet.Fak. Derg.*, 8(1-2): 86-90.
3. BAYGAR, T., ÖZDEN, Ö., SAĞLAM, E. (2000): Su Ürünleri Marinat Teknolojisi. *Su Ürünleri Dergisi*, 7 (95-96) Haziran/Temmuz.
4. WILLE, O. (1949): *Der Fisch, Handbuch der Fischkonservierung*, Band III., Im Hans A. Keune Verlag, s.399-452.
5. Mc LAY, R. (1972): *Marinades Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station . Torry Advisory Note. No.56.*
6. SCHENDERYUK, V., BYOKOWSKI, P. J. (1990): *Salting and Marinating of Fisch. Chapter 9. Seafood: Recources, Nutritional Composition and Preservation . Ed. Sıkorski, Z.E. CRC Press . Inc. Boca raton , Florida. p.147-162.*
7. VARLIK, C., GÖKOĞLU, N., GÜN, H. (1993): Marinat üretiminde sıcaklığın asetik asit tuz geçişi üzerine etkisi. *Gıda*, 18(4): 223-228.
8. VARLIK, C., ERKAN, N., METİN, S., BAYGAR, T., ÖZDEN, Ö. (2000): Marine Balık Köftesinin Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi (TÜBİTAK)*, 24(6): 593-597.
9. LUDORFF, W., MEYER, V. (1973): *Fische und Fischerzeugnisse*. Paul Parey Verlag. Hamburg. Berlin.
10. VARLIK, C., UĞUR, M., GÖKOĞLU, N., GÜN, H. (1993): Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No, 17. İstanbul.*
11. KARL, H., SCHREIBER, W. (1990) : Salz- und Säuregehalt von Marinaden: eine status-quo-Untersuchung. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 86(9):286-288.
12. ERKAN, N., METİN, S., VARLIK, C., BAYGAR, T., ÖZDEN, Ö., GÜN, H., KALAFATOĞLU, H. (2000): Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 24(6): 585-591.
13. METİN, S., ERKAN, N., VARLIK, C., ÖZDEN, Ö., BAYGAR, B., KALAFATOĞLU, H., GÜN, H. (2000): Modifiye Atmosferle Paketlenen Marine Gökkuşluğu Alabalığının Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 5(2): 56-64.
14. ERSAN, F. (1960): Balık Marinatları ve İmal Usulleri. *Balık ve Balıkçılık*, 8 (10): 1-8.
15. MEYER, V. (1965): *Marinader. Fisch as Food. Vol.3.Processing:Part1. Academic Press New York Sanfransisco London s.165-193.*
16. ÖZDEN, Ö. (2003): Veränderungen der Amino-und Fettsäuren während der Reifung von Fischen zu Marinaden, *Fleischwirtschaft*, 83 (3): 163-166.
17. DOKUZLU, C. (1997): Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit-Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi, 28(1): 81-90.
18. OVAYOLU, H. (1996): Marine Edilmiş Hamsilerde Depolama Süresinde Yağ Asitleri Değişimlerinin İncelenmesi. *T.C İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.*

19. TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung Rohstoffeigenschaften von Fischen und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Band I. Behrs Verlag, (1994) s. 87-102.
20. EFFENBERGER, G., HARTUNG, F., ERMERT, W. (1985): Verpackung von Tiefgefrorenem Fleisch. Die Fleischerei, (5): 386-387.
21. HAMM, R., GOTTESMANN, P., KIJOWSKI, J. (1982) : Einfrieren und auftauen von Fleisch: Einflüsse auf Muskelgewebe und Tausaftbildung. Fleischwirtschaft, 62(8): 983-989.
22. BEHRE, A. (1935): Kurzgefasstes Handbuch der Lebensmittelkontrolle 11. Lebensmittelkunde Akademische Verlags gesellschaft M.B.H. Leipzig s.27.
23. ERSAN, F. (1961): Kızarmış Marinatlar. Balık ve Balıkçılık, 9(1).
24. TÜLSNER, M.(1996): Fischerzeugnisse und ihre Herstellung. Band 2. Behrs Verlag, s. 312-314.
25. YANKAH, V. V., OHSHIMA, T., KOIZUMI, C. (1993): Effects of Processing and Storage on Some Chemical Characteristics and Lipid Composition of a Ghanaian Fermented Fish. Journal of Science Food and Agriculture, 63: 227-235.
26. SCHORMULLER, J. (1968): Handbuch der Lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. s.1341-1397. Springer- Verlag. Berlin-Heidelberg- New York.
27. MALLE, P., POUMEYROL, M. (1989): A New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Trimethylamine /Total Volatile Basic Nitrogen (%). Journal of Food Production, 52(6): 419-423.
28. KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOU, D., REICHSTEIN, K. (1969): Seefisch als Lebensmittel. Paul Parey Verlag Hamburg-Berlin (1969) s.63-79.99-100.
29. BAKICI, İ. (1981): İstavritlerde Soğuk Muhafaza Süresince Meydana Gelen Sensoriel Değişiklikler ve Peroksit ve TBA Bulguların Değerlendirilmesi Üzerinde Çalışmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Kontrolü ve Teknolojisi Bilim Dalı Uzmanlık Tezi.
30. ÖZDEN, Ö. (1995): Sardalya Balığının, *Sardina pilchardus* (WALBAUM,1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Bozulmaların Belirlenmesi. T.C İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
31. ÖZDEN, Ö., GÖKOĞLU, N. (1997): Sardalya Balığının *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi. Gıda Dergisi, 22(4): 309-313.
32. YAPAR, A., ERDÖL, M. (1988): Buzdolabında Muhafaza Edilen Tirsi (*Alosa ontica* EICHW., 1838) Yağının Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. III. Su Ürünleri Sempozyumu 10-12 Haziran 1998 Erzurum-Türkiye, s. 237-242.
33. NEFF, W. E., MOUNTS, T. L., RINSCH, W., KONISHI, H., EL-AGIMY, M. A. (1994): Oxidative Stability of Prified Conola Oil Triacylglycerols With Altered Fatty Acid Compositons as Affected by Triacylglycerol Composition and Structure. Journal of the American Oil Chemists Society, 71(10): 1101-1109.
34. BELTRAN, A., MORAL, A. (1990): Gas Chromatographic Estimation of Oxidative Deterioration in Sardine During Frozen Storage. Lebensm. -Wiss. Und -Technol., 23: 499-504.

VII. BÖLÜM

DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nuray ERKAN

V.II. DUMANLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Nuray ERKAN

İÇİNDEKİLER

	GİRİŞ	251
VII.1.	Dumanlanmış Ürün Tanımı	251
VII.2.	Gıda Teknolojisinde Dumanlamanın Fonksiyonu	251
VII.2.1.	Dumanın Koruyucu Etkisi	252
VII.2.2.	Dumanın Ürün Rengi ve Görünüşü Üzerindeki Etkisi	252
VII.2.3.	Dumanın Tat ve Aroma Üzerindeki Etkisi	252
VII.3.	Dumanlamayı Etkileyen Faktörler	253
VII.3.1.	Ön Tuzlama	253
VII.3.2.	Duman	253
VII.3.2.1.	Duman Elde Edilmesi ve Duman Çeşitleri	253
VII.3.2.2.	Dumanın Genel Bileşenleri ve Temel Fonksiyonları	256
VII.3.3.	Materyal	257
VII.3.4.	Dumanlama Süresi ve Sıcaklığı	257
VII.4.	Dumanlama Yöntemleri	258
VII.4.1.	Uygulama Şekline Göre Dumanlama Yöntemleri	258
VII.4.1.1.	Doğal Dumanın Uygulanması	258
VII.4.1.2.	Sıvı Dumanlama	258
VII.4.1.3.	Elektrostatik Dumanlama	260
VII.4.2.	Dumanlama Sırasında Uygulanan Sıcaklık Derecesine Göre Dumanlama Yöntemleri	260
VII.4.2.1.	Soğuk Dumanlama	260

VII.4.2.2.	Ilık Dumanlama	261
VII.4.2.3.	Sıcak Dumanlama	261
VII.5.	Dumanlama İşlemi	262
VII.6.	Dumanlama Ekipmanları	269
VII.6.1.	Dumanlama Odaları	269
VII.7.	Dumanlanmış Ürünler	273
VII.7.1.	Sıcak Dumanlanmış Ürünler	273
VII.7.1.1.	Sıcak Dumanlanmış Alabalık	273
VII.7.1.2.	Sıcak Dumanlanmış Yılan Balığı	274
VII.7.1.3.	Sıcak Dumanlanmış Köpek Balığı	275
VII.7.1.4.	Sıcak Dumanlanmış Sardalya, Tirsi, Uskumru, İstavrit	275
VII.7.1.4.1.	Sıcak Dumanlanmış Uskumru Balığı	275
VII.7.1.4.2.	Sıcak Dumanlanmış Sardalya	277
VII.7.1.4.3.	Sıcak Dumanlanmış İstavrit Balığı	279
VII.7.1.5.	Sıcak Dumanlanmış Yassı Balıklar	280
VII.7.2.	Soğuk Dumanlanmış Ürünler	280
VII.7.2.1.	Soğuk Dumanlanmış Somon	280
VII.7.2.2.	Soğuk Dumanlanmış Tirsi	280
VII.7.2.3.	Soğuk Dumanlanmış Ton Balığı	281
VII.7.2.4.	Soğuk Dumanlanmış Kılıç Balığı	283
VII.7.2.5.	Soğuk Dumanlanmış Köpek Balığı	284
VII.7.2.6.	Soğuk Dumanlanmış Ringa	284
VII.7.2.7.	Soğuk Dumanlanmış İstavrit Balığı	285
VII.7.3.	Dumanlanmış Kabuklu Ürünler	286
VII.8.	Dumanlanmış Ürünlerin Paketlenmesi, Dayanımı ve Depolanması	286
VII.9.	Dumanlanmış Ürünlerde Kalite Değişimleri	287
	Kaynaklar	292

GİRİŞ

Gıda maddelerinin dumanlanarak muhafazası, bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden birisidir. Dumanlama teknolojisinin tarihi çok eskilere dayanmakla birlikte, M.Ö. 1000 yıllarında etlere dumanlama ve tuzlama tekniğinin uygulandığı bilinmektedir^(1,2). Ancak modern anlamda dumanlama teknolojisi ilk kez orta çağda ringa balıklarına uygulanmıştır. Eski tarihlerde dumanlama gıdaların tuzlanmasıyla birlikte ateş üzerinde pişirilerek kurutulması şeklinde uygulanan bir yöntem iken bugün kullanılan dumanlama yöntemleri her şeyden önce aromalandırma ve renk vermeye yöneliktir⁽³⁾. Dumanlamanın konserve edici etkisi ikinci derecede önemlidir. Dumanlanmış balık ürünleri çok kolay bozulabilir olduğundan çok kısa sürede tüketilmelidir. Dumanlanmış ürünler soğukta depolanabildikleri gibi dondurulmuş olarak ta depolanabilmektedir ancak bu genellikle kalite kaybına neden olmaktadır⁽⁴⁾.

Konservasyon amacıyla yapılan dumanlama tuzlama ve kurutma teknolojileri ile birlikte yürütülmektedir. Tuzlama, kurutma ve dumanlama birbirini tamamlayan bir kombinasyondur. Tuzlama ve kurutma teknolojileri fiziksel olarak ürünün su aktivitesini düşürürken bakteriostatik ve bakterisitik duman içeriikli maddelerle konservasyon gerçekleştirilir⁽⁵⁾.

VII.1. DUMANLANMIŞ ÜRÜN TANIMI

Dumanlanmış ürün; odun ve odun talaşı ile elde edilen duman içerisinde et ve balığın belirli tekniklerle işlenmiş ve dayanımı artırılmış üründür. Dumanlama işlemi ile bitmiş ürün taze ürüne göre daha uzun raf ömrüne sahip olmakta, duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma ile de değişik bir lezzet kazanmaktadır⁽²⁾. Dumanlanma teknolojisindeki prensip; balığın içerdiği suyun bir kısmının uzaklaştırılması ve dumandaki bakterisit maddelerin balığa geçişini sağlayarak mikroorganizmaların gelişimini önlemektedir⁽⁶⁾.

VII.2. GIDA TEKNOLOJİSİNDE DUMANLAMANIN FONKSİYONU

Gıda ürünlerinin dumanlanmasında, dumanlama işleminin genel olarak üç temel fonksiyonu vardır. Bunlar; koruyucu etki, tat-aroma üzerindeki etki ve görünüş üzerindeki etki olarak sıralanabilir. Bu fonksiyonların yanında, duman-

lama işleminin renk oluşumu üzerine etkisi ve antioksidan fonksiyonu da mevcuttur⁽⁷⁾. Tüm bu etkiler, duman bileşiminde mevcut olan yaklaşık 250 kadar bileşik tarafından gerçekleştirilmektedir⁽⁴⁾.

VII.2.1. DUMANIN KORUYUCU ETKİSİ

Dumanlanmış etler, duman bileşiminde bulunan bileşenlerin etkisi sonucu olarak dumanlanmamış etlere göre daha uzun süre muhafaza edilmektedirler. Dumanlama işlemi sırasında yüzeyin hafifçe kuruması ile, mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan su yüzeyden uzaklaştırılmaktadır. Duman bileşimindeki formaldehit, fenolik bileşikler, reçineli maddeler ise dumanlama işlemi sırasında ürün üzerinde ince bir tabaka oluşturmaktadır. Yüzeyde oluşan bu tabaka bakteriyostatik etkiye sahiptir. Fenollü bileşikler yağ oksidasyonuna karşı ürünü koruyucu etkiye sahiptir. Dumanlamanın küf gelişimini engellediği bildirilmektedir^(5,8).

VII.2.2. DUMANIN ÜRÜN RENGİ ve GÖRÜNÜŞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Parlak, koyu kahverengimsi, altın sarısı et rengi, göze hoş görünmekte ve tüketiciyi daha cazip gelmektedir. Dumanlamanın kurutma etkisi sonucu yüzeyde oluşan değişimler, duman bileşimindeki bileşikler tipik dumanlanmış ürün renginin oluşumuna yardım etmektedir. Özellikle dumanın zerrecikler fazındaki reçinelerin yüzeyde birikimi, parlak bir görünüme neden olmaktadır. Et proteinleri ile duman bileşiminde bulunan maddeler arasındaki reaksiyon sonucu, koyu renk oluşumuna neden olan bileşikler oluşabilmektedir. Dumanın zerrecikli fazının yüzeyde aşırı birikimi, siyaha yakın renklerin oluşumuna neden olur, bu hususa dikkat edilmeli, aşırı zerrecikli duman ürüne verilmemelidir. Dumanlanmış ürün yüzeyinde oluşan parlak kahverengimsi renk maillard reaksiyonu ve diğer etkenlerle birlikte özellikle nitrosohemokromdan kaynaklanmaktadır. Bu rengin oluşumu için ısıtma işlemi gereklidir. Nitrosohemokrom rengi oldukça stabil bir renktir. Sıcak dumanlama sırasında tipik dumanlanmış renk oluşumu sürekli olarak artmakta, ancak sarı renk maddelerinin oluşumu hızlanmaktadır. Bu süre; sıcaklık, duman konsantrasyonu, duman üretiminde kullanılan ağaç ve talaş tipi faktörlere bağlı olarak değişmektedir^(4,5).

VII.2.3. DUMANIN TAT ve AROMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dumanlanmış ürünlerdeki duman aroması, tüketim alışkanlıklarına, ülkelere bölgelere göre farklılık göstermektedir. Genelde, hafif dumanlanmış ürünler daha fazla kabul görmektedir. Duman aroması üzerinde, duman bileşenlerinden çok sayıda bileşiğin etkisi vardır. Bu konuda en etkili bileşikler aromatik yapı-

daki fenolik bileşenlerdir. Bunlar, fenol, 4-metil guajakol, 4-etil guajakol ve sringoldür. Duman tadı ve kokusunun yaklaşık % 66'sı fenolik bileşiklerden, % 14'ü karbonillerden, % 20'si diğer duman bileşenlerinden kaynaklanmaktadır^(9,10). Yapılan araştırmalarda, duman tadının hissedilebilmesi için fenolik bileşenlerin miktarının 0.147 ppm, duman kokusunun hissedilebilmesi için ise bu değerin 0.028 ppm sınırında olması gerektiği bildirilmektedir⁽¹¹⁾.

VII.3. DUMANLAMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bu faktörler; ön tuzlama, duman, materyal, dumanlama süresi ve sıcaklığı, dumanlama işlemi ve dumanlama yöntemleridir.

VII.3.1. ÖN TUZLAMA

Balık eti doğal olarak tuz içermez, yada çok düşük miktarda tuz içerir, bundan dolayı oldukça diyet bir gıdadır. Tatlı su balıkları % 0.08-0.1 oranında doğal olarak tuz içerirler. Ringa, mezgıt gibi deniz balıklarında tuz miktarı % 0.2 düzeyindedir. Balığın yüksek su içeriği onun daha kolay bozulabilir bir gıda maddesi yapmaktadır. Yüzyıllardan beri gıdalardaki suyun uzaklaştırılması, özellikle balıklarda bir koruma, konservasyon yöntemi olarak kullanılmaktadır. Suyun uzaklaştırılması tuzlama yada kurutma işlemleriyle gerçekleştirilmektedir. Tuzlama işlemi kuru tuzlama yada ıslak tuzlama yöntemlerinden biriyle gerçekleştirilir⁽¹²⁾.

Tuzlama işlemi sıcak dumanlanmış balık için tercih edilen bir yöntemdir. Bu işlem, ürüne tuz lezzeti kazandırır, ön konservasyon yapar ve ürünün bir miktar suyunun uzaklaştırılması suretiyle başlangıç mikroorganizma yükünün düşürülmesi sağlanır. Ayrıca, tuz balık etine bir sertlik kazandırır ve etin duman alımını kolaylaştırır. Ön tuzlama süresi balık türüne, balık bileşimine ve tuz solüsyonuna bağlı olarak değişir. Sıcak dumanlanmış ürünlerde ön tuzlama süresi % 10 tuz solüsyonunda yaklaşık olarak 2 saattir^(6,13,14). Daha düşük tuz konsantrasyonunda (%3 ten az) sıcak dumanlanmış uskumru ve alabalık ürünlerinde *Clostridium botulinum* etkili olabilmektedir. Ön tuzlama yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır⁽¹⁵⁾.

VII.3.2. DUMAN

VII.3.2.1. DUMAN ELDE EDİLMESİ ve DUMAN ÇEŞİTLERİ

Dumanlama sırasında çok farklı ağaçlardan elde edilen odun talaşı kullanılmaktadır. Dumanlamada odun yerine odun talaşı kullanılmasının avantajları

mevcuttur. Öncelikle, odun talaşı oduna göre daha kolay yanmakta ve daha kuvvetli ateş sağlamaktadır. Odun talaşından oduna göre daha homojen bir yanma sağlanabilmektedir. Ayrıca odun talaşı dumanlama ekipmanında kullanılmaya daha uygundur ve daha ucuzdur. Farklı ağaç ve odunlarının bileşimi farklı olduğundan, bu odunlardan elde edilen duman bileşimi de farklı olmaktadır. Farklı dumanlama materyali kullanılmak suretiyle, farklı duman tat- aromasına sahip ürünler elde edilmektedir. Odun dumanında 250-1000 civarında değişen bileşik bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları; aldehitler, ketonlar, fenoller, organik asitler, kresoller ve çeşitli aromatik hidrokarbonlardır. Bahsedilen bu bileşiklerin ancak 283 tanesi belirlenmiştir⁽⁷⁾.

Dumanlamada kullanılan farklı odun talaşlarından elde edilen dumanın üründe oluşturduğu renk de önemlidir. Farklı ağaç dumanlarının et ürünlerinde oluşturabileceği renkler aşağıda tablo VII.1'de verilmiştir⁽¹⁶⁾.

Tablo VII.1: Dumanlamada talaş olarak kullanılan ağaç çeşitleri⁽²⁴⁾

Ağaç çeşidi	Renk	Ağaç çeşidi	Renk
Kayın	Açık sarı	Kızılağaç	Koyusarı, kırmızımsı- kahverengi
İhlamur	Sarı		
Akağaç	Sarı		
Gürgen	Kırmızı		Koyu kahverengi
Meşe	Koyu sarımsı	Maun	Koyu kahverengi
	Kırmızı	Ardıç	Siyahımsı
	Kahverengi	Çam	

Dumanlamada en çok kullanılan ağaçlar, gürgen, meşe, kayın, ihlamur, akağaç, elma ve kiraz gibi katranı az ağaçlardır. Çam ve diğer iğne yapraklılar, yüksek oranda katran içerdiklerinden ve ürünleri acımsı bir tat oluşturduklarından dolayı duman üretiminde kullanılmamalıdır.

Duman genelde iki şekilde elde edilip kullanılmaktadır.

- 1- Uçucu halde (gaz halinde doğal duman)
- 2- Sıvı halde^(4,17)

Gaz halinde doğal duman elde edilmesi: Klasik duman üretiminde odun yakılır ve bu işlem hava akımı ile hızlandırılır, ancak çıplak alevden sakınılmalıdır. Bu termik parçalanma ateşin kor bölgesinde olur ve bunun sıcaklığı yeterli hava cereyanında 1000°C'nin üzerine çıkabilir. Doğal dumanın elde edilmesinde kullanılan odun talaşı yandığı zaman, talaşın su oranı gittikçe azalmakta, odunun termik yıkımlanması ortalama 150°C'de kısa zincirli karbondioksit ve karbonmonoksidin serbest hale geçmektedir. Su oranı azaldıkça sıcaklık hızla yükselmektedir. Yanma ve duman oluşumu 250-280°C'de hidrokarbonların oluşumu ile olur. Bu sırada lignin, selüloz ve hemiselülün parçalanması sonucu

duman oluşmaktadır. Parçalanmanın çoğu 200-260°C civarında olmaktadır, 260-310°C'ler arasında katran ve benzeri maddeler oluşmakta, 310°C'nin üzerinde lignin parçalanarak fenoller ve türevleri oluşmaktadır⁽⁴⁾.

Odun komponentlerinin parçalanma fazları kısaca aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

Ortalama 170°C'ye kadar **KURUMA**

200-260°C'de **HEMİSELİLOZUN PİROLİZİ**

260-310°C'de **SELÜLOZUN PİROLİZİ**

310-500°C'de **LİGNİNİN PİROLİZİ**

Duman bileşiminde bulunan 250 civarındaki bileşiğin nispi miktarı, yanma sırasında mevcut olan oluşan oksijen miktarına bağlı olarak değişmektedir. Yanma odasına verilen hava iyice azaltıldığı zaman, oluşan dumanda zerrecikler fazı artmakta, duman koyu renk almakta ve bu dumandaki karboksilik asit oranı yükselmektedir. Böyle bir duman, dumanlamada kullanılamaz. Yanma esnasında ortamda oksijen miktarı artırıldığı zaman oluşan fenol ve asit miktarı da artmaktadır. Yanma sıcaklığı 310°C üzerinde olduğu zaman ortamda yeterli oksijenin bulunması durumunda oluşan asit oranı düşmekte, fenol oranı artmaktadır. Bu nedenle yanma sıcaklığı mutlaka 310°C'nin üzerinde olmalıdır. Balık dumanlamada kullanılan duman, 340-400°C yanma sıcaklığında ve 200-245°C oksidasyon sıcaklığında elde edilmelidir. Ancak, 400°C de fenolik bileşiklerin oluşumu maksimum seviyede olduğundan, bu gibi kanserojen maddelerin oluşumunu minimuma indirmek için uygulamada sıcaklığın 338°C civarında tutulması tavsiye edilmektedir⁽⁴⁾.

Sıvı halde doğal duman elde edilmesi: Sıvı duman, suda çözünebilen odun pirolizat bileşenlerinin su içerisindeki çözeltisidir. Özellikle akağaç ve kayın ağacından elde edilir. Bu ağaçlardan elde edilen odun veya talaş belirli bir nem içeriğine gelinceye dek kurutulur, sonra oksijen içeren özel fırınlarda yavaş yavaş yanması sağlanır. Oluşan dumandan katran ve uçucu küller uzaklaştırılır. Duman unsurları ters akımlı ekstraksiyon sistemiyle absorbe edilir. Burada istenen konsantrasyona ulaşana dek kondanse edilir. Kondanse sıvı duman 10 gün süreyle çözünmeyen katran bileşiklerinin çökmesi için bırakılır. Üstte kalan çözelti paslanmaz çelik bir elekten süzülür, diğer tarafta katran unsurları uzaklaştırılır. Uzaklaştırılan bu katran unsurları oldukça önemlidir. Burada istenmeyen sağlığı tehdit eden benzo-a-pyren gibi polisiklik aromatik hidrokarbon bileşikler mevcuttur^(8,18,19,20,21,22). Bu şekilde elde edilen sıvı duman 1 ppb'den daha az benzo-a-pyren içerir. Fenol ve karboniller ise mevcuttur⁽¹⁸⁾. Sıvı duman kondensatı oldukça asidik olup pH 2.2-2.3 tür, ayrıca oldukça koyu

renkte ve yoğun kokudadır. Soğuk ve sıcak dumanlama yapılan her ürüne sıvı duman uygulaması yapılabilir^(18,23).

VII.3.2.2. DUMANIN GENEL BİLEŞENLERİ ve TEMEL FONKSİYONLARI

Duman bileşimi; ateşin yanma sıcaklığı, verilen hava miktarı, oluşan bileşiklerdeki oksidatif değişimler, odunun cinsi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlere bağlı olarak duman materyali ve dumanlama şartlarında toplam 250 civarında bileşik tespit edilmiştir.

Duman genel olarak 3 temel fazdan oluşmuştur.

- 1- **Zerrecikler fazı:** Kül, katran, reçineden oluşan fazdır. Dumanlamada bu fazın kullanılmamasına dikkat edilmelidir.
- 2- **Gaz fazı:** Genelde sıcak hava, yanıcı gazlar, CO₂, CO, su buharı ve daha bir çok bileşenden oluşmuştur. Gaz fazını oluşturan bileşenler aşağıda tablo VII.2'de gösterilmiştir.
- 3- **Yoğunlaşabilen faz:** Gerçekte gaz fazının içinde bulunan ve yoğunlaşarak ürün yüzeyine akümüle olabilen fazdır. Yoğunlaşabilen fazdaki kimyasallar aşağıdaki gibi gruplandırılırlar.

Tablo VII.2: Dumanın gaz fazını oluşturan bileşenler⁽²⁴⁾

Asitler	Fenoller	Karboniller	Alkoller	Hidrokarbonlar
Formik asit, asetik asit, bütirik asit, kaprilik asit, okasilik asit, vanilik asit,	Syringol, cresoller, xilenoller	Formaldehit, propionaldehit, furfuraldehit, octylaldehit, Acrolein, metiletilketon, metilgliyoxal	Etanol, metanol	Benzo(a)pyren, benzo(e)pyren, indene, naftalin, stilben, pyren, chrysen

Organik asitler: Karbon sayısı 1-10 arasında değişen çeşitli organik asitler dumanda doğal olarak bulunmaktadır. Bunlar içerisinde karbon sayısı 1-4 arasında olan organik asitler gaz fazında, 5-10 arasında olanlar ise zerrecikler fazında bulunmaktadır. Formik asit, asetik asit, propiyonik, bütirik ve izobütirik asitler dumanın gaz fazında, diğerleri zerrecikler fazında bulunmaktadır⁽¹⁶⁾.

Alkoller: Dumanda bulunan en önemli alkol odun alkolü olarak bilinen metanoldür. Alkollerin fonksiyonu, diğer uçucu bileşikler için iyi bir taşıyıcı

olmasıdır. Tat ve aroma üzerinde etkileri yok denecek kadar azdır, belli ölçüde bakteriyostatik etki gösterebilirler⁽¹⁶⁾.

Fenoller: Odun dumanında 20 kadar fenol bileşiği tespit edilmiştir. Ancak, her bir fenol bileşiğinin dumanlamada fonksiyonu belirlenmemiştir. Fenolik bileşiklerin genel olarak antioksidant özellikleri mevcuttur. Bakteriyostatik ve fungustatik etkiye sahiptirler. Duman tat ve aroması oluşumunda çok etkilidirler. Düşük konsantrasyonda bile duman tat-aroma hissedilmektedir. Ürün yüzeyine belirli bir parlaklık kazandıran reçinelerin yapısında da fenolik bileşikler bulunmaktadır⁽¹⁶⁾.

Karboniller: Duman bileşiminde 20 kadar karbonil bileşiği tespit edilmiştir. Karboniller duman aroma ve tadını vermekte, renk üzerinde önemli rol oynamaktadırlar. Karboniller, serbest aminoasitlerle reaksiyona girerek kahverengi kırmızı renk oluşumuna neden olurlar. Önemli ölçüde fungustatik etkiye sahiptirler⁽¹⁶⁾.

Hidrokarbonlar: Duman bileşiminde sıklıkla bulunan hidrokarbonlar, polisiklik aromatik hidrokarbonlardır. Başlıcaları; Benzo(a)pyren, benzo(e)anthracene, pyren ve 4-metil pyrendir. Dumanlanmış ürünlerde bu hidrokarbon bileşenlerinin miktarı 1 ppb'yi geçmemesi şart koşulmaktadır⁽¹⁶⁾.

Reçineler: Aldehit ve fenolik bileşiklerin çeşitli kombinasyonlarını içeren yapışkan özellikteki maddelerdir. Duman yüzeyinde ince bir zar oluşturarak ürüne parlaklık, güzel bir görünüm ve renk kazandırmaktadır⁽¹⁶⁾.

VII.3.3. MATERİYAL

Dumanlanacak hammadde de aranacak önemli özellikler, materyalin tazeliği ve yağ oranıdır. Ürünün mutlaka taze olması gereklidir. Belirli bir süre depolanmış ürünler ve dondurulmuş ürünler tercih edilmemelidir. Zorunlu durumlarda uygun koşullarda çözündürülmüş tazelik kriterlerine sahip dondurulmuş balık kullanılabilir. Ürünün yağ miktarı önemlidir, çünkü dumanlamaya uygun olup olmadığı ve hangi dumanlama yönteminin kullanılacağı ürünün yağ miktarına göre belirlenir. Dumanlanacak ürünün yağ oranı % 5'den fazla olmalıdır. Yağ oranı % 5-10 arasında olan su ürünleri soğuk dumanlama yöntemi ile, % 10-15 yağ içeren ürünler ise sıcak dumanlama yöntemi ile dumanlanır. Kabuklu su ürünleri düşük yağ içeriğine sahip olduğundan kısa süreli dumanlamaya uygundur. En çok dumanlanan balıklar somon, morina, yılan balığı, alabalık, uskumru, mercan, kefaldir⁽⁶⁾.

VII.3.4. DUMANLAMA SÜRESİ ve SICAKLIĞI

Dumanlama süresi ve sıcaklığı ham materyalin tazelik durumuna bağlı olarak dumanlanmış balığın kalitesi ve dayanımını etkileyen en önemli iki faktör-

dür. Süre ve sıcaklık dumanlama yöntemine farklılık gösterir. Soğuk dumanlamada, dumanlama süresi uzun sıcaklık düşüktür. Burada önemli olan düşük sıcaklıkta istenen kıvam elde edilinceye dek dumanlama işleminin yapılmasıdır. Soğuk dumanlamada sıcaklık 22°C üzerine çıkmamalıdır. Genellikle 15-23°C arasında yapılır. Soğuk dumanlama genellikle kış aylarında ve soğuk bölgelerde yapılır, yaz aylarında istenen sıcaklık sağlanamadığından pek tercih edilmez. Soğuk dumanlamada tuzlanmış balık kullanılır. Dumanlamanın, kurutucu ve antimikrobiyal etkisi, tuzlu balığın yüksek tuz, düşük su içeriği ile ürünün raf ömrünün uzun olmasını sağlar. Sıcak dumanlamada süre soğuk dumanlamaya göre daha kısa olmakla beraber daha yüksek sıcaklıklarda işlem yapılır. Soğuk dumanlanmış ürünün raf ömrü sıcak dumanlanmış ürüne göre daha uzundur^(6,12).

VII.4. DUMANLAMA YÖNTEMLERİ

Dumanlama yönteminden arzu edilen sonuçların elde edilebilmesi için, dumanlanacak ürüne uygun bir dumanlama yönteminin uygulanması gerekmektedir. Dumanlama metodunun seçiminde genelde göz önünde bulundurulması gereken faktörler; dumanın elde edilme ve uygulanma şekli, dumanlama işlemine tabii tutulacak ürünün çeşidi, ürüne ısı işlem uygulanıp uygulanmayacağı, ısı işlem uygulanacaksa sıcaklık-süre kombinasyonu ve dumanlama işleminde kullanılacak mevcut ekipmanlar olarak sıralanabilir.

Bu faktörlere bağlı olarak dumanlama metotları da çeşitli şekillerde gruplandırılır. Ancak dumanlama yöntemlerinin sınıflandırılmasında genellikle dumanın elde edilme ve uygulanma şekli ile uygulanan ısı işlem esas alınmaktadır⁽¹²⁾.

VII.4.1. UYGULAMA ŞEKLİNE GÖRE DUMANLAMA YÖNTEMLERİ

Uygulama şekline göre dumanlama yöntemlerini aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür.

VII.4.1.1. DOĞAL DUMANIN UYGULANMASI

Burada, duman maddesi olarak çeşitli odun talaşlarının yakılması ile elde edilen duman kullanılmaktadır.

VII.4.1.2. SIVI DUMANLAMA

Sıvı dumanın bir çok uygulama şekli olmakla birlikte, genellikle pişirmeden hemen önce ürün üzerine püskürtülmelidir. Sıvı duman kullanım yöntemleri

şöyle sıralanabilir. Aerosol yöntem, Daldırma yöntemi, Islatma yöntemi^(2,25,26,27).

Aerosol yöntemi:

Bu yöntemin uygulanabilmesi için özel kapalı odalar düzenlenmiştir. Burada 1.5-1.8 bar basınçlı hava ve sıvı dumanı 6-7 bar basınçla püskürten bir düzeneğe vardır. Özel düzenekten üflenen sıvı duman basınçlı hava ile bir sis halinde dağılır^(18,20,21,28). Genelde sıvı dumanlama yapılan ürünlerde aerosol yöntem tercih edilir. Konvensiyonel yöntemle dumanlanmış ürünlerle aerosol dumanlanmış ürünlerin nitelikleri arasında belirgin bir fark yoktur⁽¹⁸⁾. Bu yöntemde diğer sıvı dumanlama yöntemlerine göre daha fazla duman harcanması söz konusudur⁽²⁸⁾. Sıvı dumanın püskürtülmesi için gerekli basınç miktarı balık ürününün türüne ve istenen duman yoğunluğuna bağlı olarak değişir^(20,21,27).

Daldırma yöntemi.

Sıvı duman banyosuna ürünün daldırılması suretiyle yapılır. Daha basit olup daha kullanışlı bir yöntemdir. Daldırma işleminden sonra ürüne kurutma işlemi uygulanır. Daldırma süresini verilen sıvı dumanın miktarı, duman içerisindeki maddelerin konsantrasyonu belirler. İstenen duman aroma ve rengini ise bu faktörlerin tümü etkiler. Yuvarlak balıklar ve balık parçaları sıvı dumanla dumanlanırken püskürtme yöntemi kullanıldığında aroma ve renk oluşumu bakımından istenilen duman yoğunluğu sağlanamaz. Daldırma yöntemi daha etkilidir. Yine soğuk dumanlama yapılacaksa daldırma yöntemi tercih edilmelidir^(18,20,21). Ürüne 30 saniye ile 2 dakika arasında daldırma işlemi uygulanır. Daha sonra ürün 15-30 dakika hızlı hava akımında kurutulur ve aroma oluşumu için yaklaşık 24 saat beklenir. Pişirmeden sonra paketlenip satışa sunulur⁽¹⁸⁾. Daldırma banyosundaki sıvı duman miktarı 2-6g/kg ham materyal şeklindedir⁽²⁰⁾.

Islatma yöntemi

Bu yöntemin prensibi daldırma yöntemine benzer. Sıvı dumanı dağıtacak uygun bir ekipman ile sıvı duman ürün yüzeyine basınç olmaksızın ürünün her yerine eşit dağılım sağlanacak şekilde yayılır. Daldırma yönteminde olduğu gibi ıslatma yönteminde de arta kalan sıvı duman geri kazanılabilir. Ancak bu çözelti mikrobiyal olarak yüklenmiş olduğundan hijyenik bakımdan tekrar kullanılmaz⁽²⁰⁾.

Son yıllarda sıvı duman daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıvı duman kullanımının doğal dumanlamaya göre bazı avantajları mevcuttur. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanır;

- İşletmede bir duman jeneratörüne ve düzeneğine ihtiyaç yoktur.

- Üretimde standardizasyon ve tekrarlanabilirlik daha kolay sağlanır.
- Duman bileşimindeki kanserojenik maddelerin uzaklaştırılabilmesi daha kolaydır.
- Hava kirliliğine neden olmadığından çevre dostudur.
- Ürün elde etme süresi oldukça kısadır.
- Sıvı duman kullanımı ile işletmede elektrik ve temizlik masrafları önemli ölçüde azalır.
- İşletmede hijyen sağlamak daha kolaydır. ^(20,27)

VII.4.1.3. ELEKTROSTATİK DUMANLAMA

Elektrostatik dumanlama, çoğunlukla Japonya ve İskandinav ülkelerinde balıkların dumanlanmasında kullanılmaktadır. Dumanlama ortamı, uzun bir tünel olup başlıca üç kısımdan oluşmuştur. Duman, çöktürücüden geçtikten sonra, elektrikle yüklü bir ortamdan geçerek negatif elektrik yükü ile yüklenmekte ve pozitif elektrik yükü ile yüklenmiş balık eti tarafından tutulmaktadır. Tünelin birinci kısmında ürün 30-40°C'ye ısıtılmakta ve aynı zamanda (+) yüklerle yüklenmektedir. İkinci bölümün sıcaklığı, birinci bölümün sıcaklığına yakın olup, esas dumanlama burada yapılmaktadır. Üçüncü bölümde ürüne 64-68°C'de ısıtım işlemi uygulanarak renk stabilitesi sağlanmakta ve ürün yarı pişirilmiş olmaktadır. Üçüncü bölümden çıkan ürüne hemen soğutma işlemi uygulanmalıdır ⁽¹²⁾.

VII.4.2. DUMANLAMA SIRASINDA UYGULANAN SICAKLIK DERECESESİNE GÖRE DUMANLAMA YÖNTEMLERİ

VII.4.2.1. SOĞUK DUMANLAMA

Soğuk dumanlamanın tarihi sıcak dumanlamaya göre daha eskidir.

Soğuk dumanlamada cihazın sıcaklığı 25°C'nin altındadır. Bu ısı koşullarında proteinlerde değişim olmadığından yağlı ve tuzlu balık ham materyal olarak kullanılabilir. Olgunlaşmamış balık kullanıldığında ürün tüketimden önce pişirilir veya kızartılır.

Soğuk dumanlama, genelde 12-25°C arasında, daha ziyade çiğ ürünlere uygulanan dumanlama yöntemidir. Dumanlama süresi ürünlere göre değişmekle beraber, birkaç günden birkaç haftaya kadar değişebilmektedir ^(2,4,7,12).

VII.4.2.2. ILIK DUMANLAMA

Ilık dumanlama 25-50°C'ler arasında sıcaklık uygulanarak gerçekleştirilen dumanlama yöntemidir. Koşullar soğuk dumanlamadaki ile aynıdır. Zorunlu olmadıkça uygulanan bir yöntem değildir. Sıcak dumanlamanın uygulandığı ancak, sıcak dumanlamadan zarar görebilen ürünlerde kısa süreli olarak uygulanabilir. Uygulama süresi 1-3 saat arasında değişebilir^(4,7).

VII.4.2.3. SICAK DUMANLAMA

Sıcak dumanlamada, 50-80°C arasında yüksek bir sıcaklık uygulanır. Dumanlama süresi 20-60 dakika arasında değişmektedir⁽⁷⁾.

Sıcak dumanlamada amaç, dumanlama işleminin yanında ham materyali termik pişirme işlemi ile tüketilebilir duruma getirmektir. Balık eti ortalama 60°C'de pişirilir. Bunun için dumanlama ünitesindeki sıcaklığın 65-70°C olması gerekir. Pratikte 70-150°C arası kullanılmaktadır. Mikroorganizmaların öldürülmesi için en düşük sıcaklık 85°C olarak bildirilmektedir. Termik pişirme sıcak havada pişirmeye benzer, ürünün iç kısımları buharda pişirilmiş gibidir^(2,4).

Sıcak dumanlama için taze ve dondurulmuş balık kullanılabilir. İç organlar alınmamış ringa, uskumru cinsi balıklar ve tatlı su türleri sıcak dumanlamaya uygundur. Sıcak dumanlama öncesi uygulana ön işlemler; ayıklama, yıkama, tuzlamadır. Tuzlama işlemi balık büyüklüğüne, balığın yağ miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte %10 tuz çözeltisinde bekletme şeklinde uygulanmaktadır. Bir saat kadar bu işleme tabi tutulan balık %1.5-2 tuz içerir. Balıklar fırına yerleştirildikten sonra fırında bir taraftan yükselen ısıyla beraber fırının kapısı aralanmış şekilde balıklar kurutmaya tabi tutulur. Kurutma süresi 30 dakikadır. Bundan sonra fırının kapısı kapatılır ve sıcaklığı 60-70°C'nin üzerine yükseltilir, ısı birden yükseltilmemelidir, balıkta fazla yağ kaybına neden olur. Daha öncede belirttiğimiz gibi pratikte bu sıcaklık daha yüksektir ve 110°C civarında 15 dakika kadar durulur. Bu sıcaklık hastalık etmeni olan mikroorganizmaların ölümü içinde önemlidir. Bundan sonra sıcaklık yavaş yavaş 60°C tekrar indirilir. Kurutmadan sonraki pişirme süresi yaklaşık 45 dakikadır. Pişirme işlemi başladıktan sonra duman verilmeye başlanır ve istenen altın sarısı renk elde edilene dek bu işleme devam edilir⁽¹²⁾.

VII.5. DUMANLAMA İŞLEMİ

Dumanlama işlem basamakları; hammaddenin seçimi, iç organların temizlenmesi, yıkama, fileto, tuzlama, yüzeydeki fazla tuzun akıtılması, baharatlama, dumanlama odasına balıkların yerleştirilmesi, dumanlama, küllerin temizlenmesi ve ambalajlama olarak sıralanabilir⁽¹²⁾.

Ayıklanmış balıklar yıkılırken yıkama suyuna %2-5 oranında tuz katılması, balığın daha iyi temizlenmesini sağlar^(4,6).



Dumanlama işlemi ham materyalin hazırlanması ile başlar. Alışlagelmiş hazırlama şekilleri tablo VII.3 'te gösterilmiştir.

Materyal seçilip, ayıklandıktan sonra üründe arzu edilen tuz miktarının ayarlanması için % 15-20'lik tuz solüsyonunda ürün bekletilir. Böylece proteinlerde etkileşim meydana gelir ve ürünün yüzeyinin tipik parlaklığı oluşur, aynı zamanda dokunun sıkılaşmasına neden olur. Tuzlu balıklarda kural olarak tuz miktarı suda bekletme ile azaltılır.

Dumanlama ve ısıtma işlemi dumanlama kabini içinde yapılır, böylece dumanlanan materyalin tamamında ve eşit oranda duman dağılımı sağlanmış olur. Bu sırada balık ve balık kısımlarının birbirinden ayrı tutulması ve balıkların üst üste gel-

memesine, kabin kenarlarına değmemesine dikkat edilmelidir. Ürünler paslanmaz çelik şişlere geçirilip, itinalı bir şekilde belirli aralıklarla dizilmelidir. Bu işlem basamağı çoğunlukla elle yapılır ve kural olarak tüm üretim prosesinin en hızlı aşamasını oluşturmaktadır. Çok büyük balıklar ve balık kısımları ısıtma işlemi sırasında koparak düşeceğinden bunlara bağlama işlemi uygulanır. Doldurulmuş şişler taşıma arabasının çerçevelerine asılır ve dumanlama kabinine yerleştirilir. Taşıma arabaları otomatik hareket edebileceği gibi bir bant yardımıyla da hareket edebilir. Dumanlama kabinine yerleştirmeden önce balıkların sularının süzülmesi ve ön kurutma uygulanması için bir süre bekletilir⁽¹²⁾.

Dumanlama kabininde, kurutma, pişirme, duman alımı ve soğutma gibi belirli işlem basamakları vardır. Bu basamakların tümü sadece sıcak dumanlama da kullanım alanı bulmaktadır.

Kurutma işlemi için 30-50°C arasında sıcaklık, yüksek hava hızı ve %40 seviyelerinde relatif nem yeterlidir. Böylece pişirme sıcaklığının etki alanında yüzeysel sertlik artırılır ve pişirme ile et sıklığının azalmasından dolayı ürünün şişten düşmesi önlenir. Kurutma süresi 15-60 dakikadır. Pişirme işlemi ile duman alımı birlikte yapılır. Sıcaklığın yükselmesi ile ürün sıcaklığı 60-85°C ve daha yukarı erişebilir. Bu sırada kabin sıcaklığı 70-150°C arasındadır. Termik pişirmede relatif nem değeri % 100 civarındadır. Çekirdek sıcaklık hiçbir zaman 100°C'nin üzerine çıkmaz, pratikte 60-85°C'dir. Pişirme sırasında arzu edilen iki değişim söz konusudur⁽¹²⁾.

Tablo VII.3: Dumanlama öncesi hazırlık aşamaları⁽¹²⁾

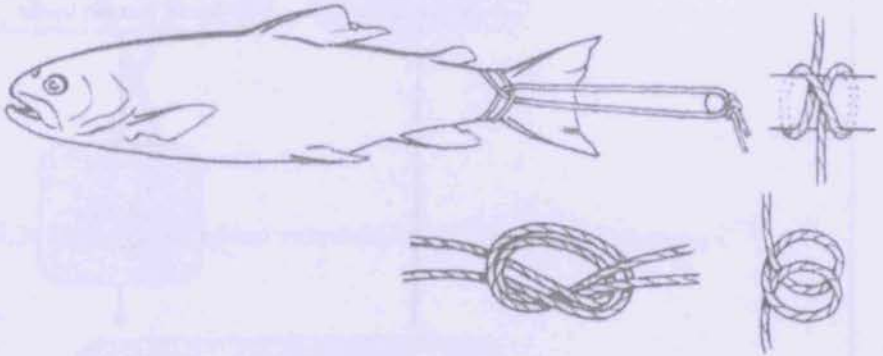
Hazırlama Şekli	Balık Büyüklüğü ve Cinsi	Dumanlama Yöntemleri
Başı ile birlikte bütün balık	Ringa, uskumru, çaça ve sardalya	Soğuk ve sıcak dumanlama
Başı alınmış bütün balık	Ringa, uskumru, çaça ve sardalya	Soğuk dumanlama
Başı ile birlikte iç organları alınmış balık	Yassı balıklar ve yılan balığı	Sıcak dumanlama
Başsız, iç organları çıkarılmış balık	Morina gibi büyük balıklar, küçük ton balıkları, ringa, uskumru, çaça, sardalya, yassı balıklar ve tatlı su balıkları	Soğuk ve sıcak dumanlama
Tek parça fileto	Somon, küçük ton balıkları ve morina	Soğuk ve ılık dumanlama
Çift parçalı fileto	Morina gibi büyük balıklar, küçük ton balıkları, ringa, uskumru, çaça ve sardalya,	Soğuk, sıcak, ılık dumanlama
Parça balık	Morina, küçük ton balıkları, yassı balıklar ve tatlı su balıkları	Sıcak dumanlama

Proteinlerin koagülasyon ve denatürasyonu ile ürün pişer ve ürün tüketilebilir konuma gelir. Proteinlerdeki benzer değişimler ve keza doku strüktüründeki mekanik değişimler ile etteki su serbest kalır ve dışarı çıkar. Oluşan kütle kaybı önemli olup % 15-30'dur. Hava akımıyla ve yavaş yavaş sıcaklığın yükseltilmesi ile balıktan çıkan doku suyunun buharlaşabilmesi sağlanmalıdır. Hızlı sıcaklık yükselmesi durumunda serbest hale geçen suyun büyük bir kısmı anüsten çıkarak kuyruk kısmı boyunca akar. Bu sıvı koagüle olmuş balık yüzeyinde kalır. Bu durum duman alımını engellediği için ürün üzerinde bir çizgi oluşturur (çizgi lekesi) ve kalite kaybına neden olur. Eğer serbest kalmış su üründen uzaklaştırılmazsa hem fire oranı artar, hem de ürün düşük kaliteli olur. Sulu ete sahip böyle ürünler, depolama ve taşımada su bırakırlar ve kalite düşer. Buna karşın çok fazla su kaybı depolanabilmeyi önemli ölçüde artırmaktadır, ama ürün kuru ve sert olur. Pişirme süresi ürünün et kalınlığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, çaça için 1-1.5 saat, uskumru için 1.5-2 saat, parça balık için 1.5-3 saat pişirme süresi gereklidir^(3,4,6,12).

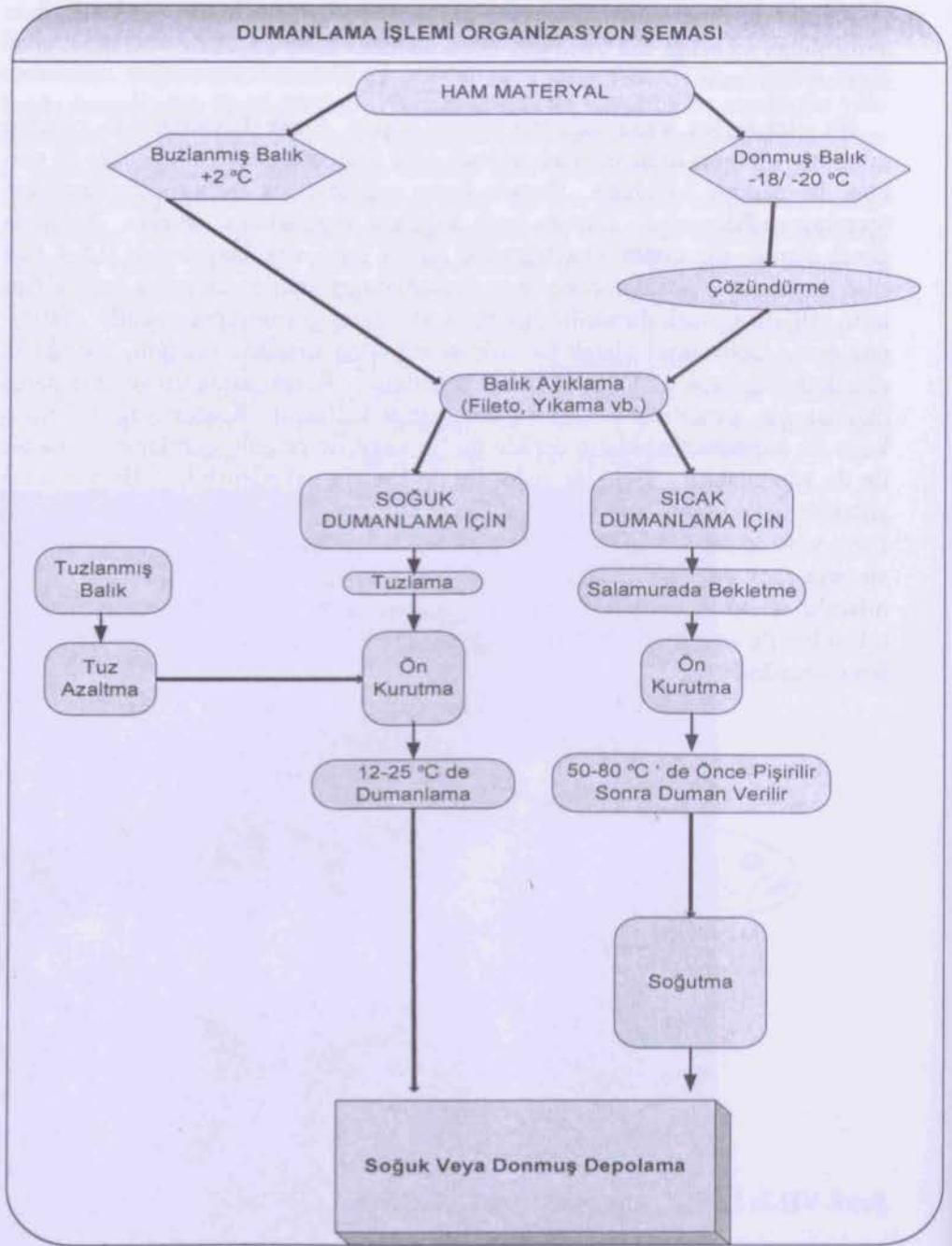


Piştirme birlikte dumanlama prosesinin gerçekleştiğini belirtmiştik, burada dumanlama sıcaklığı ılık ve soğuk dumanlamada daha düşüktür ve duman konsantrasyonu azdır.

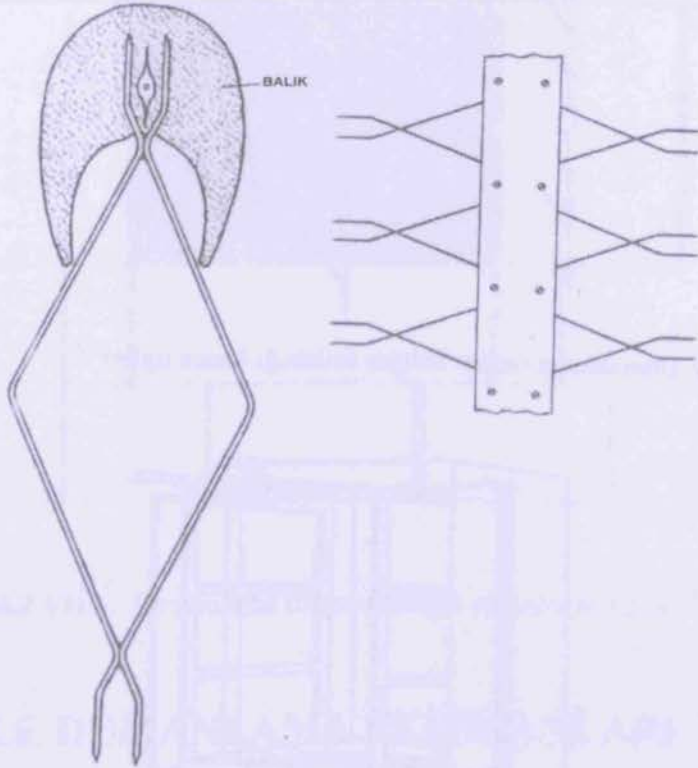
Bu işlemlerden sonra soğutma prosesi başlar. Sıcak dumanlamada, piştirme evresinin sonunda ürün sıcaklığı yüksek olup ürün çok yumuşaktır. Elle ve makine ile maniple edilemez. Burada yavaş soğutma çok fazla mikroorganizma üremesine neden olur. Burada hızla soğutma uygulanması gerekir. Soğutma genel olarak dış ortam sıcaklığındaki soğuk hava sirkülasyonunda 0.5-4 saat süre ile yapılır. Paketlemeden önce dumanlanmış ürünler tamamen soğutulmalıdır. Böylece sıcak dumanlanmış balık eti zarar görmeyecek şekilde sıkışmış olur. Geleneksel olarak bu ürünler sığ tahta kasalara, örneğin, net ağırlık olarak 0.4 kg çaça, 12 kg yılan balığı paketlenir. Ringa, uskumru ve keza parça balıklar için genellikle 5-8 kg içerikli kasalar kullanılır. Kasalar yağ sızdırmaz kağıt ile kaplanır, balıkların üstüde bu tip kağıt ile örtülür, gerekirse bir kapak ile de kapatılabilir. Balıklar şişler ile de kasalara paketlenir. Bu durumda şişler ile paketlenme materyalinin uyumlu olması gerekir. Dumanlanmış ürünler, folyo veya iç tarafı kaplı kartonlarda da satışa sunulabilir. Vakum, karbondioksit veya azot gazıda kullanılır. Bunun yanı sıra hava geçirmez paketlerde kullanılabilir, ancak anaerobik koşullarda mikroorganizmaların gelişmesi ve bunların toksinleri ile zehirlenme söz konusudur. Bundan dolayı perfore folyo ile paketlenme önerilmektedir^(3,4,6).



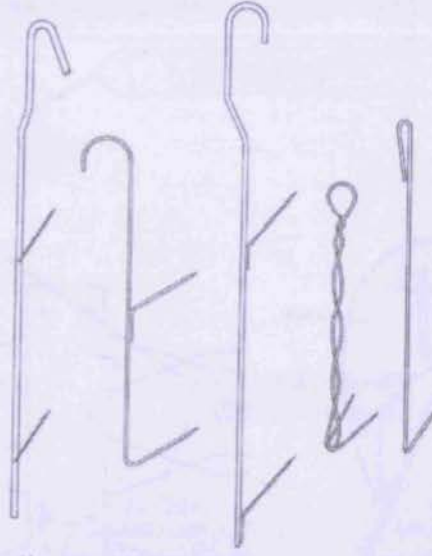
Şekil VII.2: Dumanlama öncesi balığın bağlanma şekilleri⁽¹²⁾



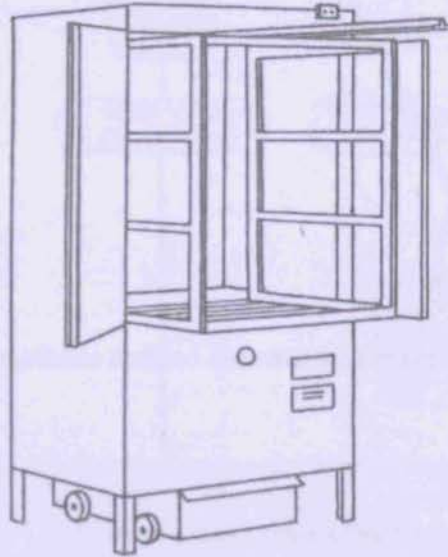
Şekil VII.1: Dumanlama işlemi organizasyon şeması⁽²⁹⁾



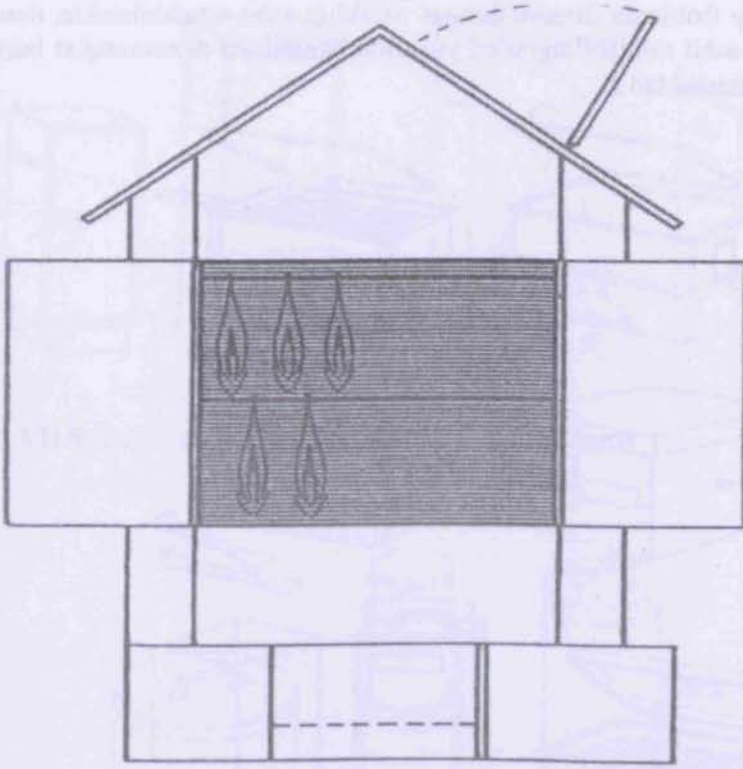
Şekil VII.3: Dumanlama işlemi sırasında balığın asılacağı kanca şekli⁽¹²⁾



Şekil VII.4: Dumanlama öncesi balığın asılacağı kanca tipleri⁽¹²⁾



Şekil VII. 5: Açık fırın şekli⁽¹²⁾



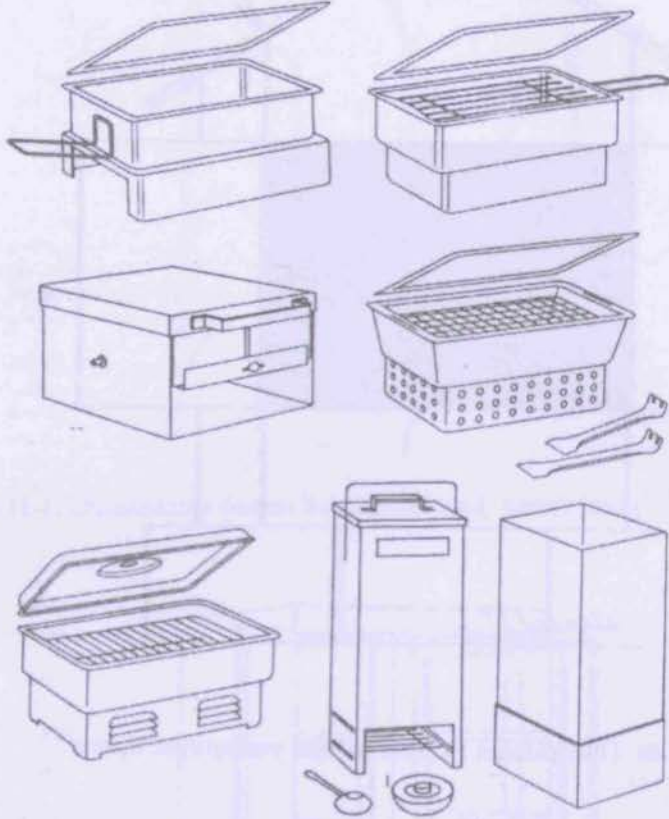
Şekil VII.6: Dumanlama fırınına balığın yerleştirme tipleri⁽¹²⁾

VII.6. DUMANLAMA EKİPMANLARI

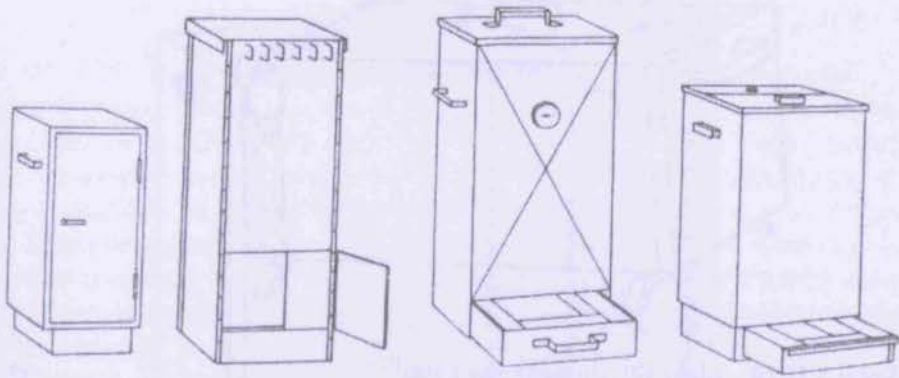
VII.6.1. DUMANLAMA ODALARI

Dumanlama mekanik ve tradisyonel olmak üzere iki tip fırında yapılmaktadır. Tradisyonel fırınlar basit yapılıdır. Bu fırınlarda askılara yerleştirilen balıklar yanmakta olan bir odun dumanına maruz bırakılır. Bu tip fırınlarda duman yoğunluğu ve duman sıcaklığının sabit tutulamamasından dolayı ürünlerde ani pişmeler söz konusu olmaktadır, yine fırın sıcaklığının sabit tutulamaması, istenen derecelerin devamlılığının mümkün olmaması homojen ve yeterli kurutmayı engellemektedir.

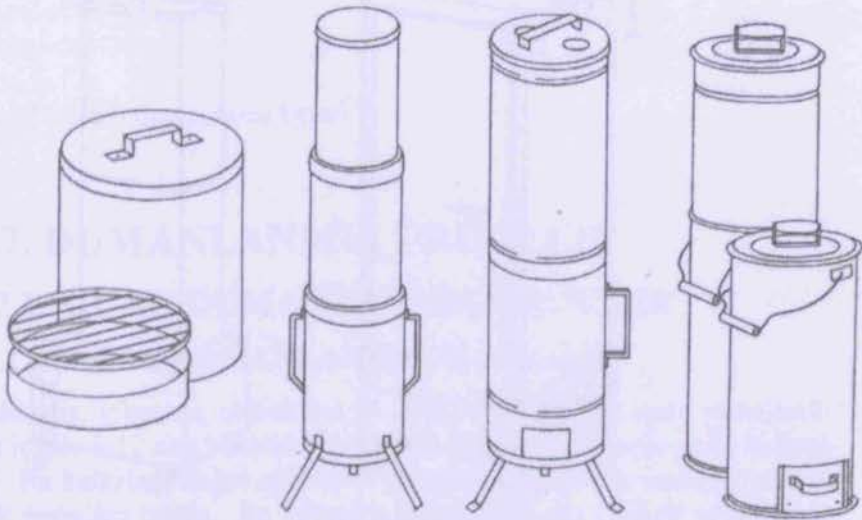
Mekanik tip fırınlarda fırın ve duman sıcaklığı sabit tutulabilmekte, duman yoğunluğu da sabit tutulabildiğinden yukarıda bahsedilen dezavantajlar burada söz konusu olmamaktadır.



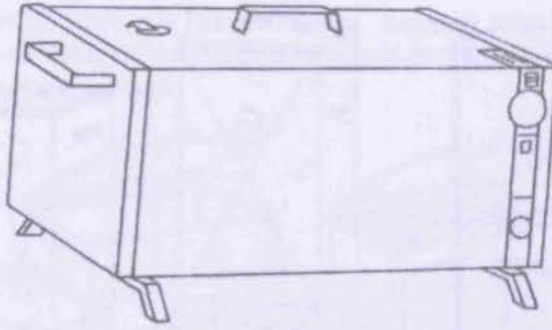
Şekil VII.7: Farklı tip dumanlama fırınları⁽¹²⁾



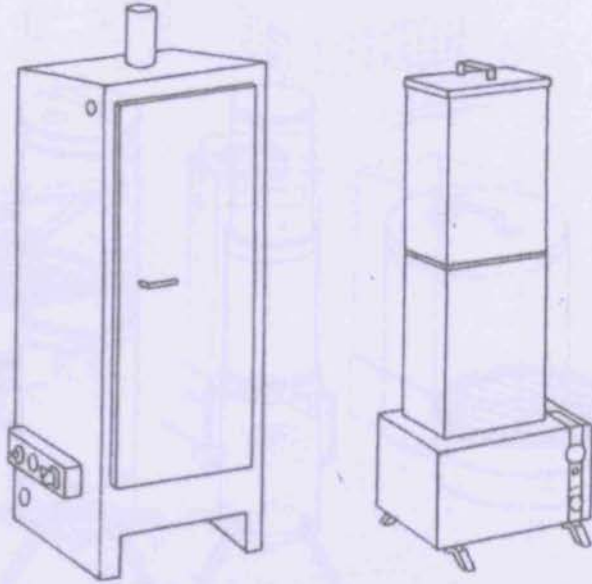
Şekil VII.8: Farklı dumanlama fırınları⁽¹²⁾



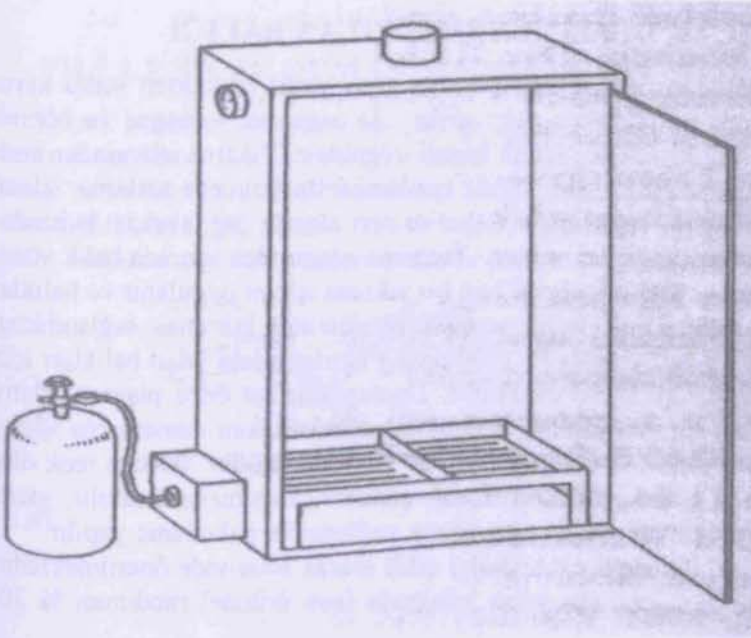
Şekil VII.9: Yuvarlak tip dumanlama fırınları⁽¹²⁾



Şekil VII.10: Elektrikli dumanlama fırını⁽¹²⁾



Şekil VII.11: Elektrikli dumanlama fırını⁽¹²⁾



Şekil VII.12 : Gazlı dumanlama fırını⁽¹²⁾

VII.7. DUMANLANMIŞ ÜRÜNLER

VII.7.1. SICAK DUMANLANMIŞ ÜRÜNLER

VII.7.1.1. SICAK DUMANLANMIŞ ALABALIK

Temizlenmiş, yıkanmış alabalıklar % 20-22 tuz çözeltisi içine yerleştirilir, bu çözelti içinde 8-12 saat bekletildikten sonra balıklar paslanmaz çelik halkalara dizilir. Bu halkalar balığın ağzından geçirilir, halkalar dumanlama odasına yerleşecek ranzalara takılır. Bu işlemden sonra balık yüzeyindeki suyun kuruması için 30-45 dakika beklenir. Bu işlem için hava akımı kullanılabilir. Dumanlama süresi 3-8 saattir. Sıcaklık 90-110°C civarındadır. Dumanlama bittiğinde, balık yüzeyi istenen sarı rengi almış olmalı, balık derisi etten kolayca ayrılmalıdır. Dumanlama odasından alınan balıklar bir süre dinlendirilir ve soğuması beklenir, daha sonra paketlemeye alınır. Fileto olarak paketlenen yapılırsa baş, yüzgeçler ve karın bölgesinde sertleşmiş etler kesilir^(6,12).

VII.7.1.2. SICAK DUMANLANMIŞ YILAN BALIĞI

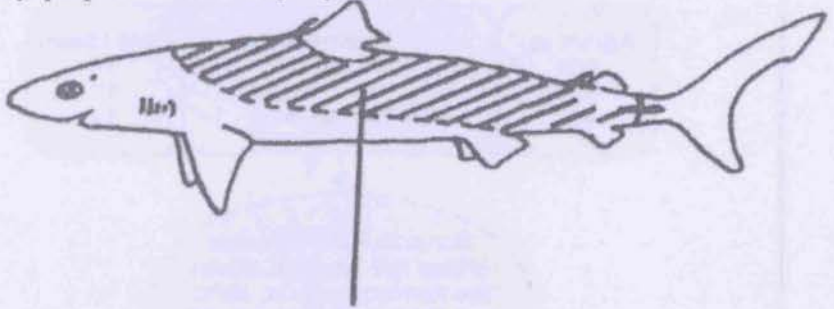
Taze yılan balıkları boy ve ağırlıklarına göre tasnif edildikten sonra karnı anüsten başlayarak solungaçlara dek yarılr. İç organlar, solungaç ve böbrek dokusu çıkarılır. Daha sonra yıkama işlemi uygulanır. Yıkama işleminden sonra yılan balıklarına % 20-22 gibi yüksek tuz konsantrasyonunda tuzlama işlemi uygulanır. Yılan balığı yağlı, derisi kalın ve deri altında yağ tabakası bulunduğu için tuzlama süresi de uzun tutulur. Tuzlama işleminden sonrada balık yüzeyinde birikmiş tuz ve kirliliği almak için bir yıkama işlemi uygulanır ve balıklar başlarından dumanlama ranzalarına yerleştirilir. Bir süre kuruması sağlandıktan sonra dumanlama işlemi uygulanır. 100-150 g ağırlığındaki yılan balıkları için total dumanlama süresi 75-90 dakikadır. Dumanlamadan önce pişirme işlemi 90°C'de 30 dakika süreyle yapılır, sıcaklık bu düzeyde iken dumanlama işlemi başlar, istenen sarı renk oluşunca sıcaklık 60°C'ye düşürölür. İstenen renk oluşumu sağlandıktan sonra balıklar fırından çıkarılır, soğumaya bırakılır, güzel görünüş sağlamak için sıvı yağla tüm yüzey yağlanır ve paketlenme yapılır^(12,15). Depolama 2 °C ±1'de yapılır. Ambalaj şekli olarak sous-vide önerilmektedir. Taze balığa göre dumanlanmış yılan balığında (son üründe) randıman % 30-35'tir.



Şekil VII.13: Dumanlanmış yılan balıkları⁽¹²⁾

VII.7.1.3. SICAK DUMANLANMIŞ KÖPEK BALIĞI

Köpek balıklarından dumanlama yapılacaksa bu balıklar küçük parçalar halinde dumanlanır. Kafa kesildikten sonra, iç organlar temizlenir, yüzgeçler ayrılır ve deri çıkarılır. Bu şekle getirilmiş balık küçük parçalara ayrılır. Ön tuzlama yapıldıktan sonra pişirme işlemi başlar, yarım saat dumanlama işlemi uygulanır. Soğutma yapıp vakum ambalajda paketlenir^(6,15).



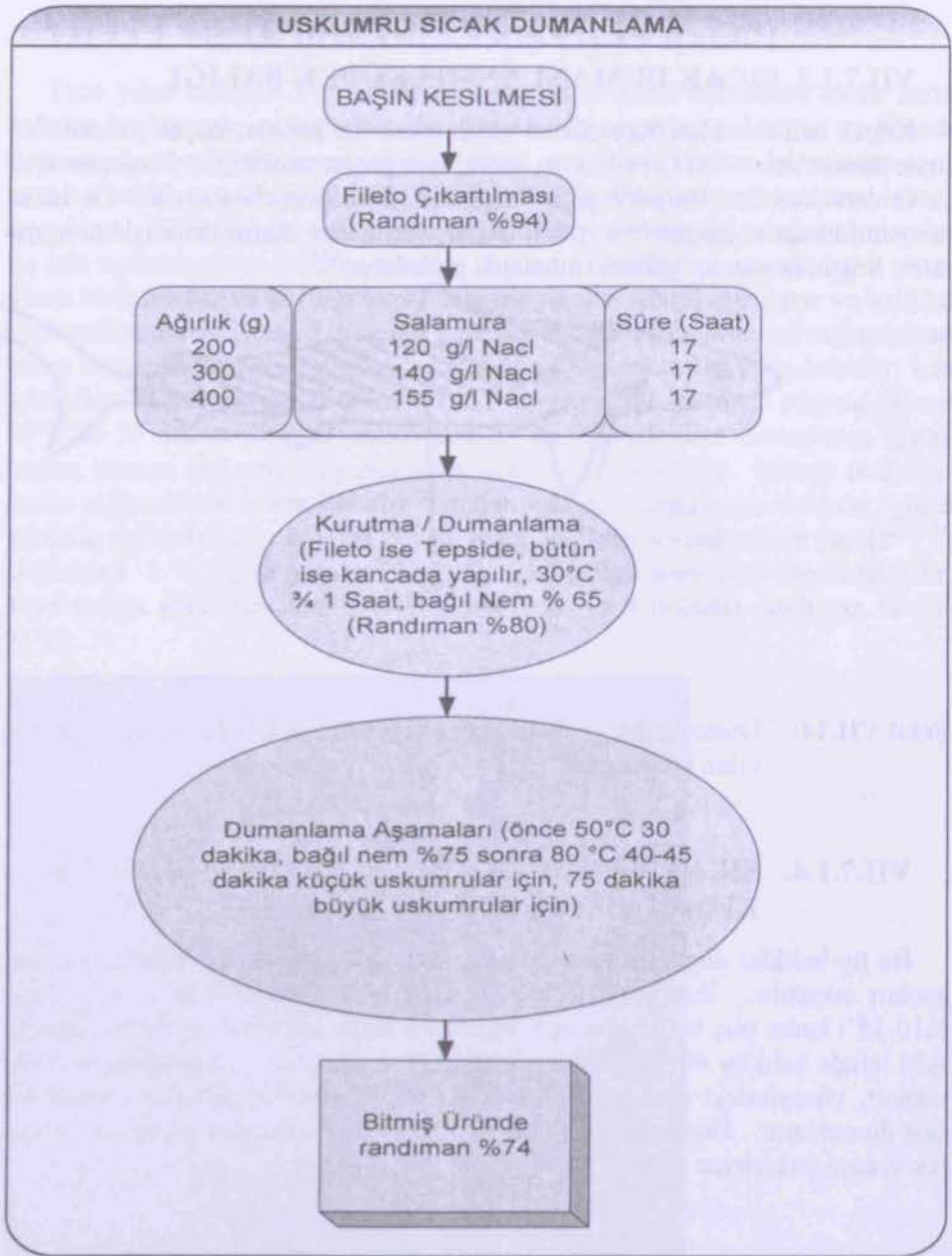
Şekil VII.14: Dumanlanmış köpek balığı yapmak için köpek balığının kullanılan kısımları⁽²⁹⁾

VII.7.1.4. SICAK DUMANLANMIŞ SARDALYA, TİRSİ, USKUMRU, İSTAVRİT

Bu tip balıklar dumanlanmadan önce, sırtından yarılarak iç organları, solungaçları çıkartılır. Tuz çözeltisinde (% 2-3) iyice yıkanır. Balık ağırlığının %10-15'i kadar tuz, balık yüzeyini örtecek kadar su içerisinde çözülür. Bu çözelti içinde balıklar 40-90 dakika bekletilir. Tuz çözeltisinden çıkarılan balıklar yıkanır, yüzeyindeki nem kurutulur. Dumanlama odasına alındıktan sonra 4-6 saat dumanlanır. Dumanlama işlemi bittikten sonra soğutulur ve yüzeyi silinecek vakum paketlenme yapılır⁽⁶⁾.

VII.7.1.4.1.SICAK DUMANLANMIŞ USKUMRU BALIĞI

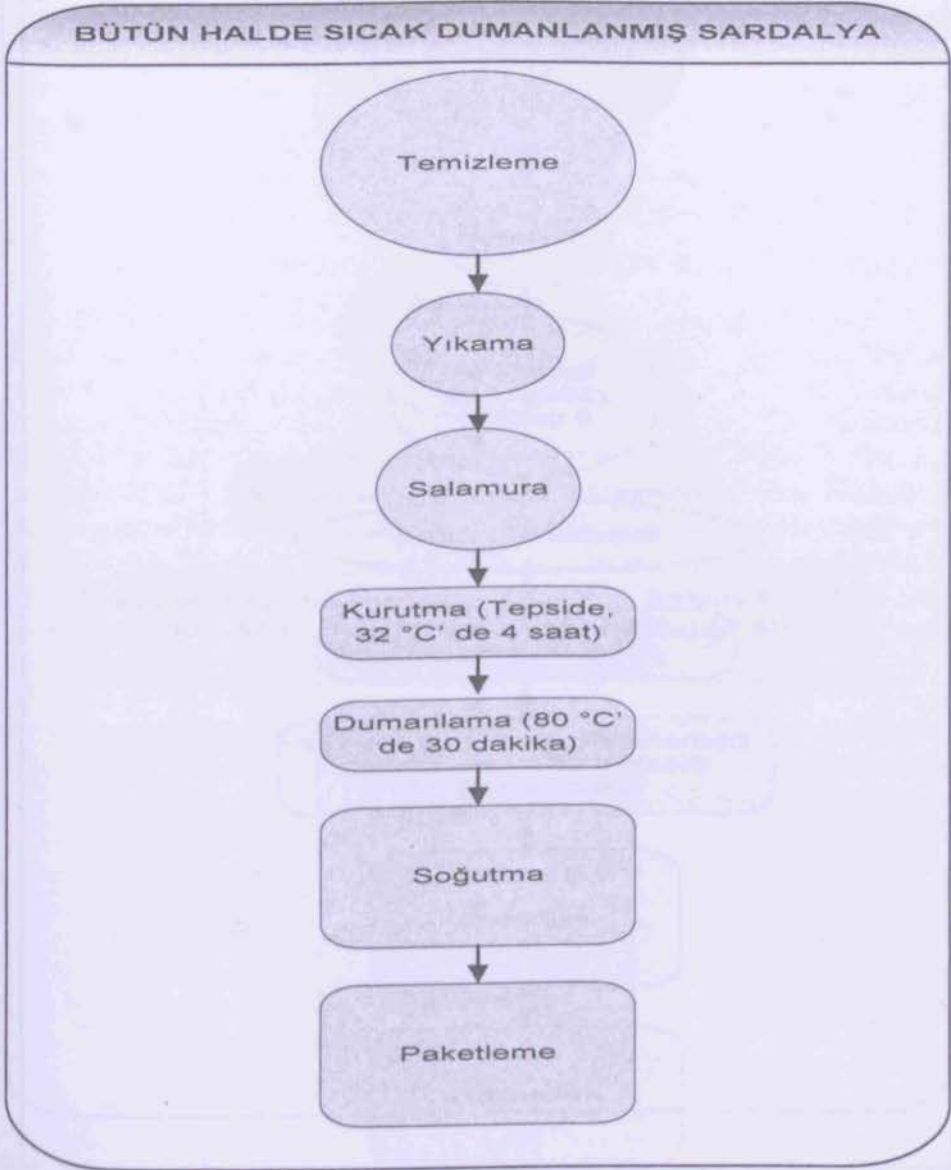
İyi kaliteli bir ürün elde etmek için kullanılacak uskumruların yağ miktarı en az %10 olmalıdır⁽²⁹⁾.



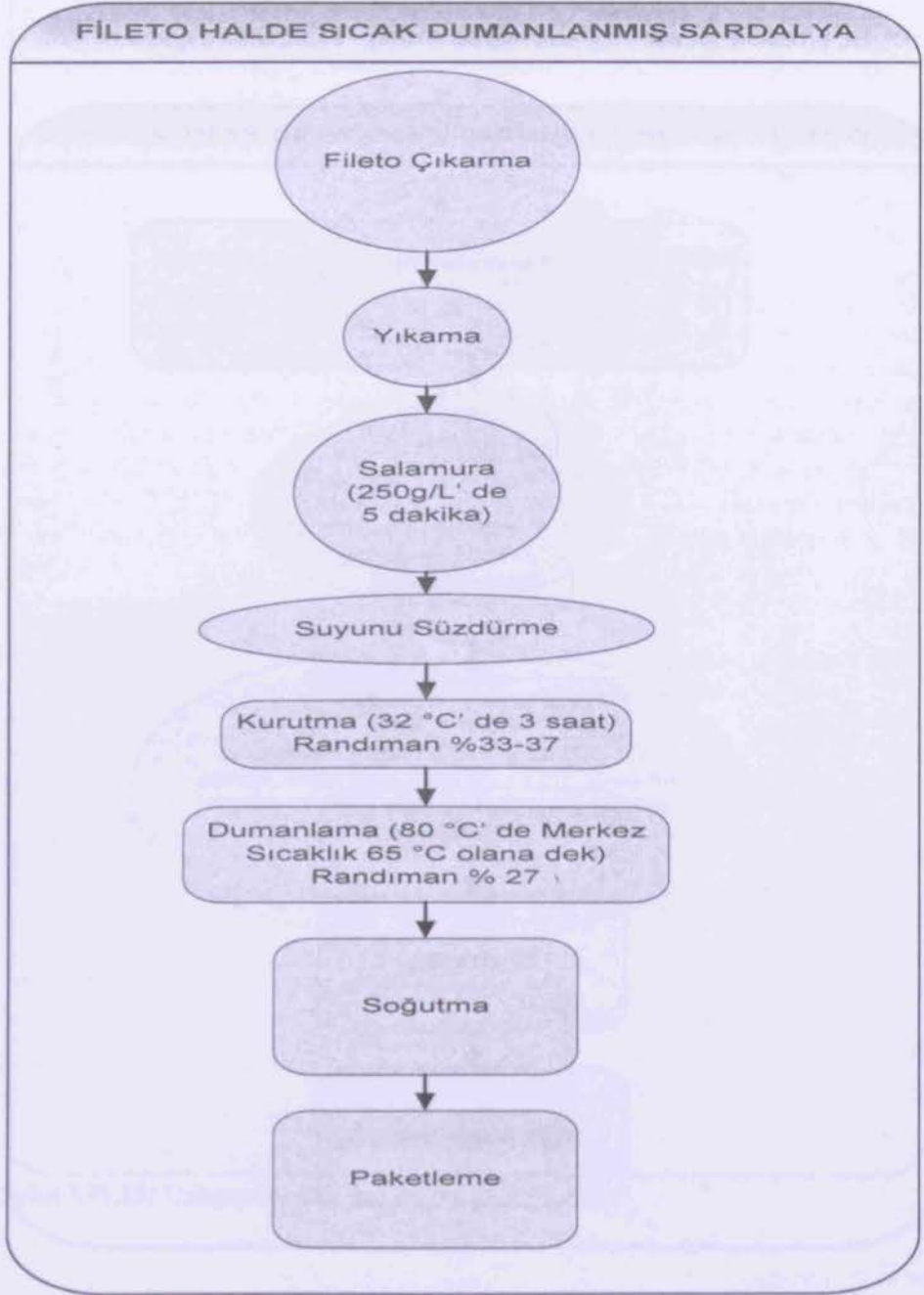
Şekil VII.15: Uskumru sıcak dumanlama⁽²⁹⁾

VII.7.1.4.2.SICAK DUMANLANMIŞ SARDALYA

Bu prosedür sadece 80 g'dan büyük sardalya balıklarına uygulanır⁽²⁹⁾.

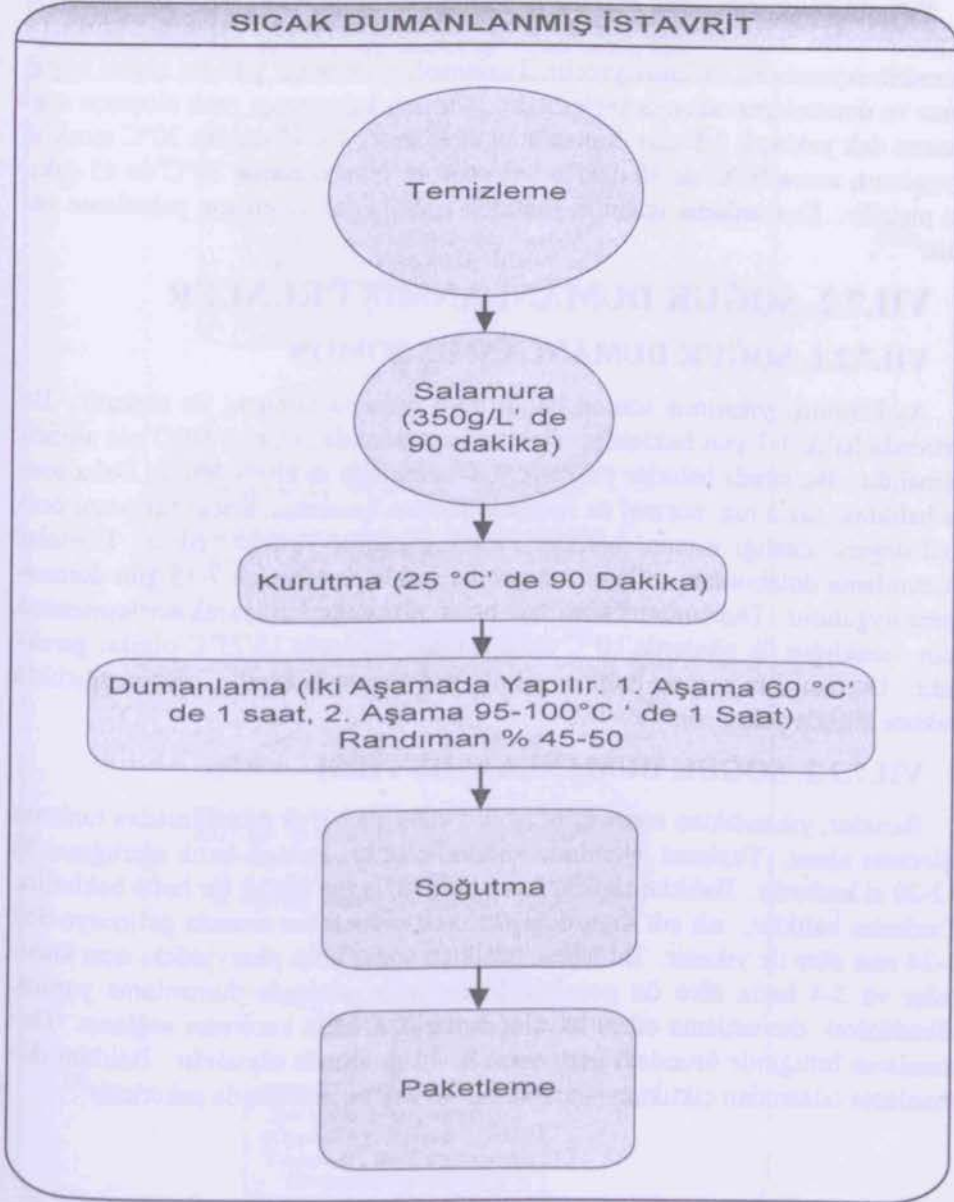


Şekil VII.16: Bütün halde sıcak dumanlanmış sardalya⁽²⁹⁾



Şekil VII.17: Fileto halde sıcak dumanlanmış sardalya⁽²⁹⁾

VII.7.1.4.3.SICAK DUMANLANMIŞ İSTAVRİT BALIĞI



Not: Paketlerin delinme olasılığının ortadan kaldırmak için lateral pulların çıkarılması gerekir⁽²⁹⁾.

Şekil VII.18: Sıcak dumanlanmış istavrit balığı

VII.7.1.5. SICAK DUMANLANMIŞ YASSI BALIKLAR

Pisi, dil balığı gibi yassı balıklarda dumanlanmadan önce iyice yıkanmalı, iç organlarından temizlenmeli ve büyüklüğüne göre 1-3 saat arasında % 10-15 konsantrasyonda ön tuzlama yapılır. Tuzlamadan sonra bir yıkama işlemi uygulanır ve dumanlama odasına yerleştirilir. Kırmızı kahverengi renk oluşumu sağlanana dek yaklaşık 2.5 saat dumanlama uygulanır. İlk 45 dakika 30°C sıcaklık uygulanır, sonra 50°C'de 30 dakika bekletilir ve en son olarak 80°C'de 45 dakika pişirilir. Dumanlama işlemini soğutma işlemi izler ve en son paketlenme yapılır^(6,15).

VII.7.2. SOĞUK DUMANLANMIŞ ÜRÜNLER

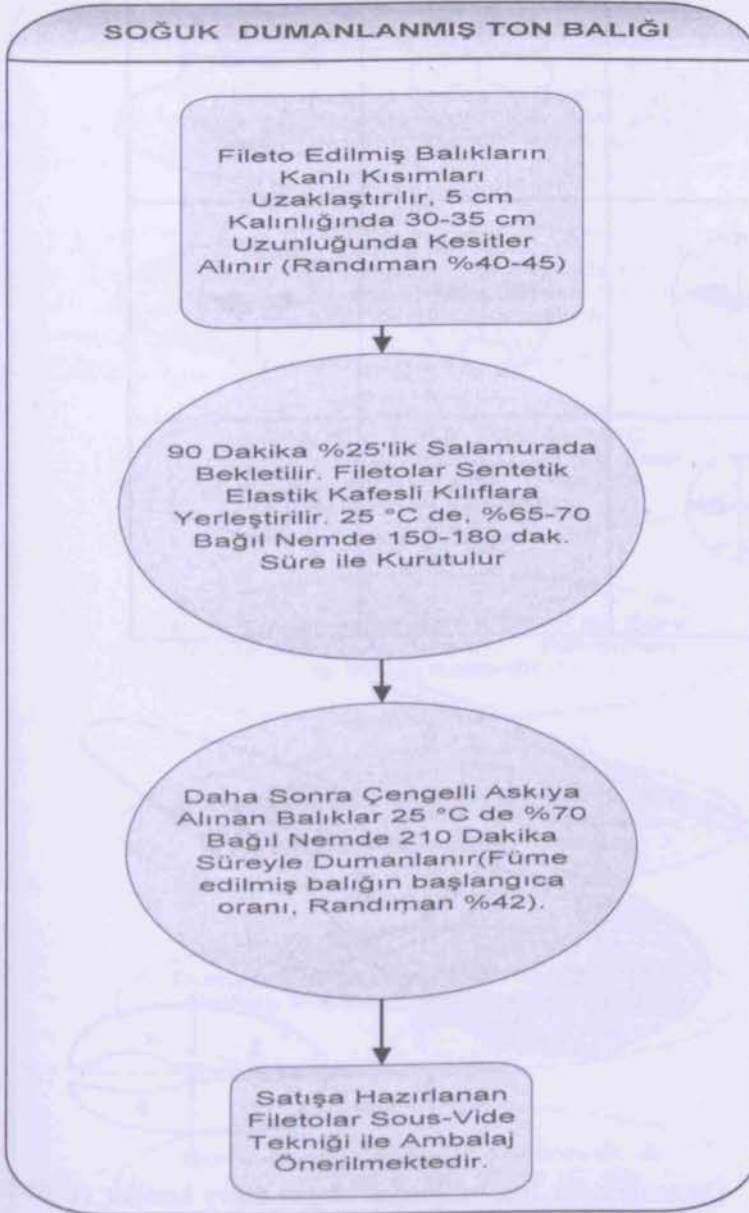
VII.7.2.1. SOĞUK DUMANLANMIŞ SOMON

Ayıklanmış, yıkanmış somon balığı kuru tuzlama yöntemi ile tuzlanır. Bu ortamda balık 3-7 gün bekletilir. Bekletme ortamında sıcaklık 10°C'nin altında olmalıdır. Bu sırada balıklar yaklaşık % 10 oranında su kaybederler. Daha sonra balıktaki fazla tuz normal su içinde bekletme ile alınır. Etteki tuz oranı normal değere ulaştığı zaman balıklar sudan çıkartılır ve fileto edilir. Filetolar dumanlama dolabındaki raflara yerleştirilir, yaklaşık 10°C'de 7-15 gün dumanlama uygulanır. Dumanlama sırasında balık yüzeyinin kuruyarak sertleşmemesi için sıcaklığın ilk günlerde 10°C daha sonraki günlerde 15/23°C olması gereklidir. Dumanlama sonrası balıklar silinir, sert kısımları kesilir, istenen ağırlıkta vakum altında paketlenir⁽⁶⁾.

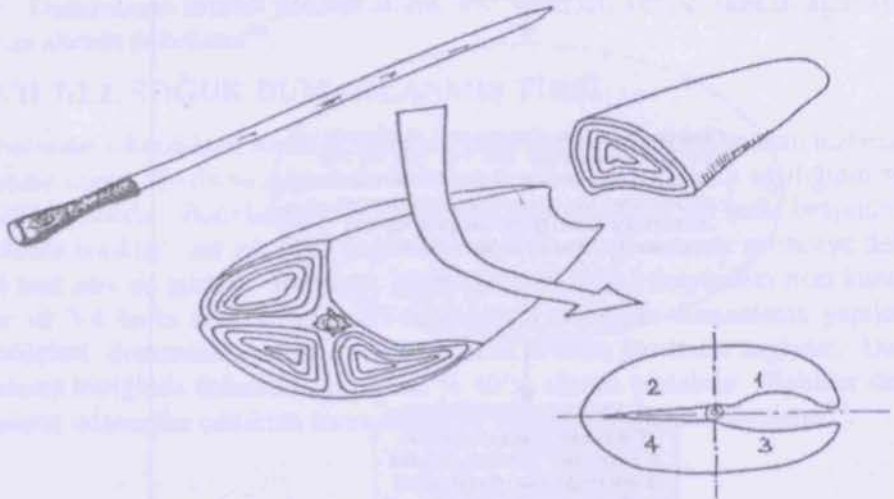
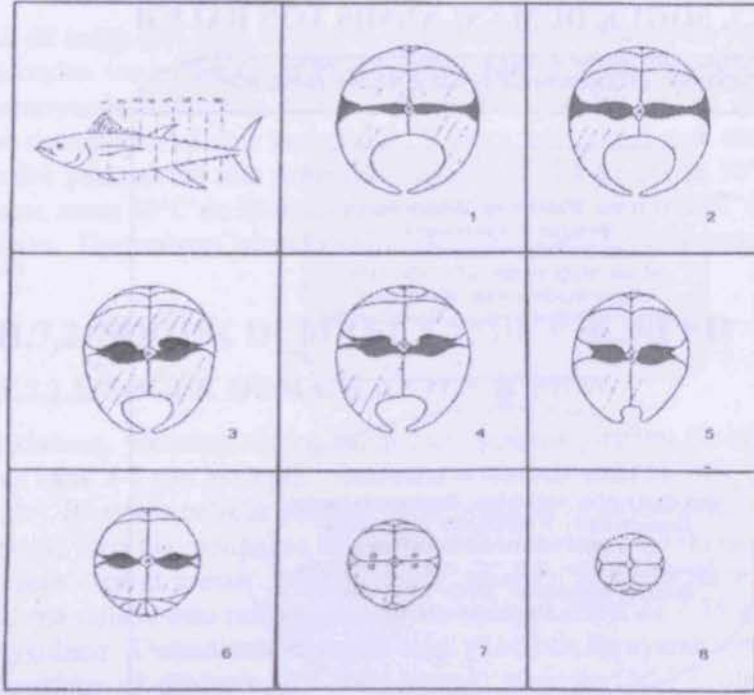
VII.7.2.2. SOĞUK DUMANLANMIŞ TİRSİ

Balıklar, yıkandıktan sonra iç organları çıkartılarak ve çıkartılmadan tuzlama işlemine alınır. Tuzlama işleminde kullanılacak tuz miktarı balık ağırlığının % 12-20 si kadardır. Balıklar tanklar içerisinde tuzlanmış olarak bir hafta bekletilir. Tuzlanan balıklar, sık sık suyu değiştirilerek istenen tuz oranına gelinceye dek 3-24 saat süre ile yıkanır. Bu işlem bittikten sonra ürün yüzeyindeki nem kurutulur ve 3-4 hafta süre ile geceleri dumanlama odasında dumanlama yapılır. Gündüzleri dumanlama odası havalandırılarak ürünün kuruması sağlanır. Dumanlama bittğinde üründeki nem oranı % 40'ın altında olmalıdır. Balıklar dumanlama odasından çıktıktan sonra silinir ve vakum ambalajda paketlenir⁽⁶⁾.

VII.7.2.3. SOĞUK DUMANLANMIŞ TON BALIĞI

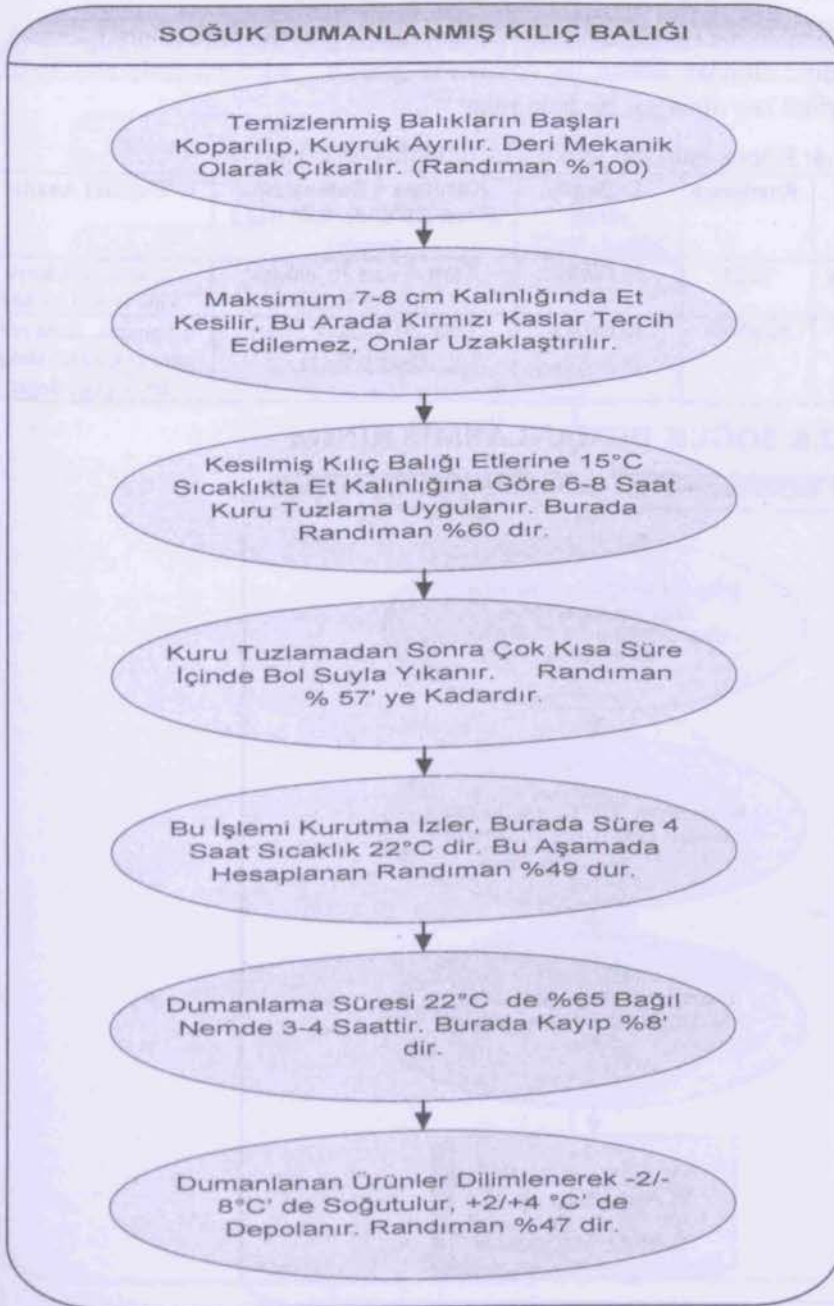


Şekil VII.18: Soğuk dumanlanmış ton balığı⁽²⁹⁾



Şekil VII.19: Dumanlanacak ton balığından alınan dikey kesitler ve fileto şekli (Taraflı bölgeler dumanlamada kullanılan kısımlar, siyah renkle görülen kısımlar kullanılmayacak kısımlardır.)⁽²⁹⁾

VII.7.2.4. SOĞUK DUMANLANMIŞ KILIÇ BALIĞI



Şekil VII.20: Soğuk dumanlanmış kılıç balığı⁽²⁹⁾

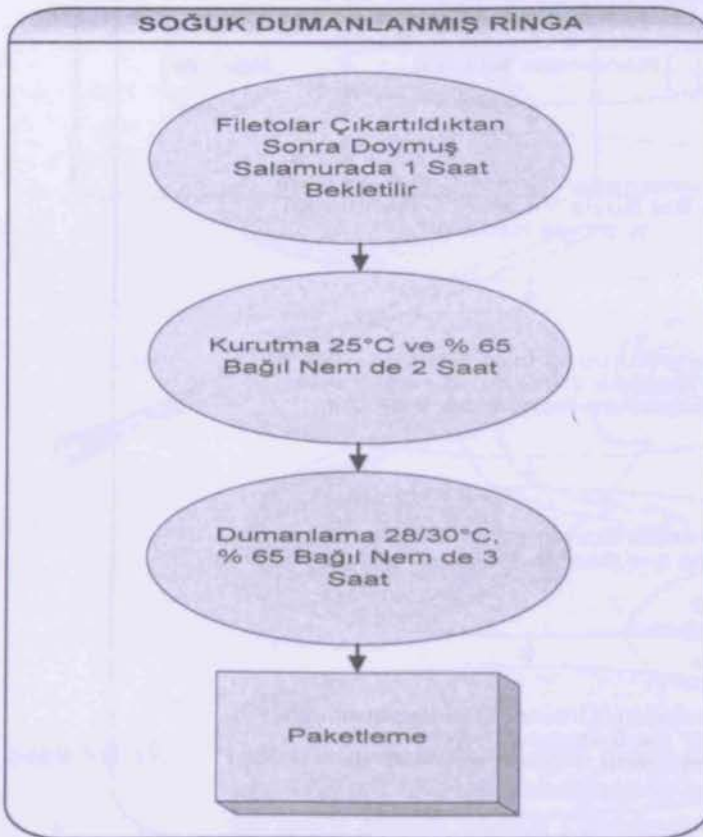
VII.7.2.5. SOĞUK DUMANLANMIŞ KÖPEK BALIĞI

Soğuk dumanlanmış köpek balığı somon balığı gibi ince dilimlenmiş olarak sunulmalıdır. Bundan dolayı ön dondurma gerekir. Aksi takdirde etin kaslı tekstürü ürünü hoş olmayan bir hale sokar⁽²⁹⁾.

Tablo VII.4: Köpek balıkları için soğuk dumanla teknikleri⁽²⁹⁾

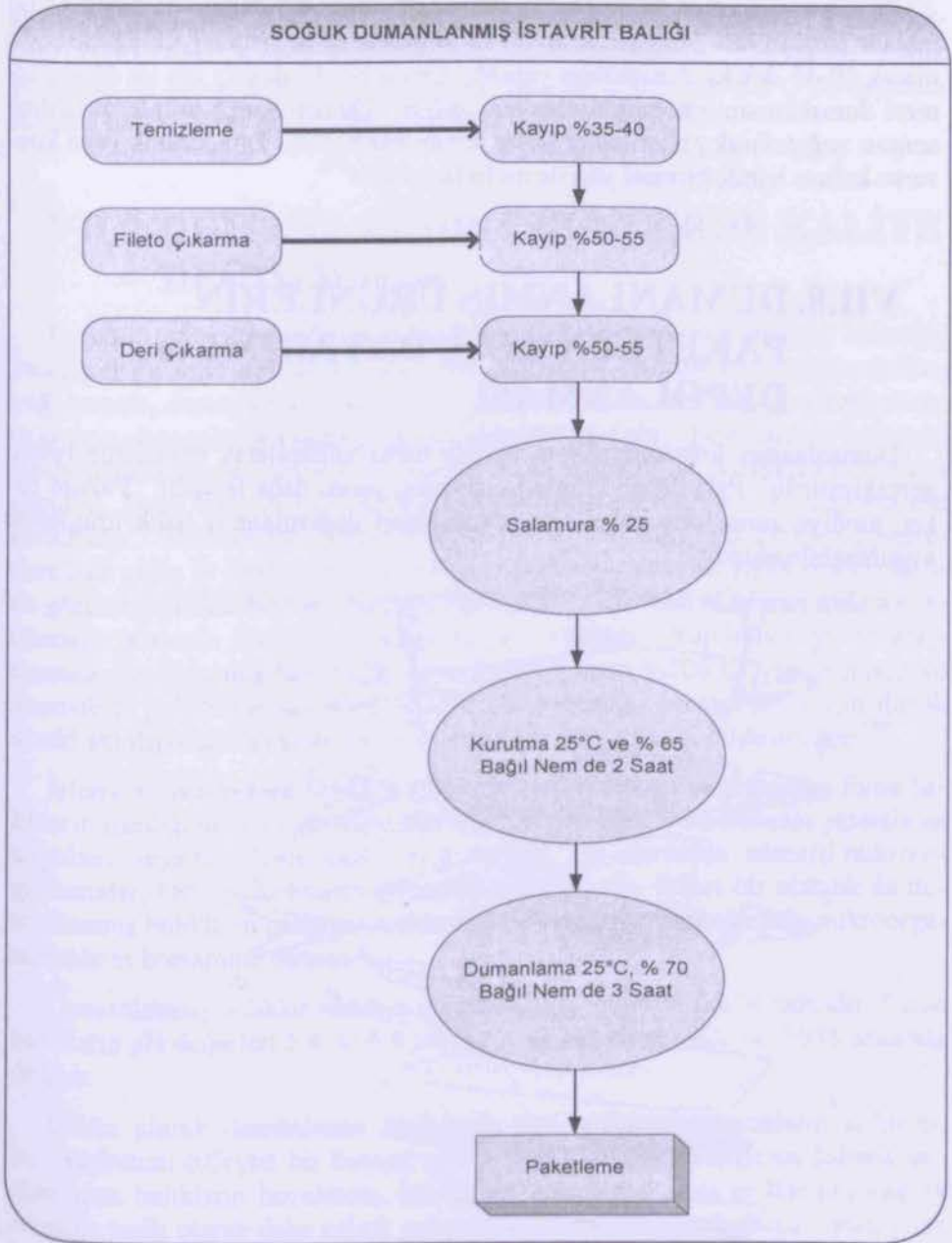
Balık Türü	Randıman	Tuzlama süresi 250g/L NaCl	Kurutma + Dumanlama süresi (20°C'de %65 Bağıl nemde)	Duyusal Analiz
<i>Scyliorhinus canicula</i>	% 25	45 dakika	1 saat /1 saat 30 dakika (Kayıp % 20)	Et sert, renk koyu kahverengi,tat hoş
<i>Squalus acanthias</i>	% 30-40	30 dakika	1 saat 30 dakika+ 2 saat (Kayıp %21)	Et gevrek, füme rengini çok güzel almış, tat övgüye değer

VII.7.2.6. SOĞUK DUMANLANMIŞ RİNGA



Şekil VII.21: Soğuk dumanlanmış Ringa⁽²⁹⁾

VII.7.2.7. SOĞUK DUMANLANMIŞ İSTAVRİT BALIĞI



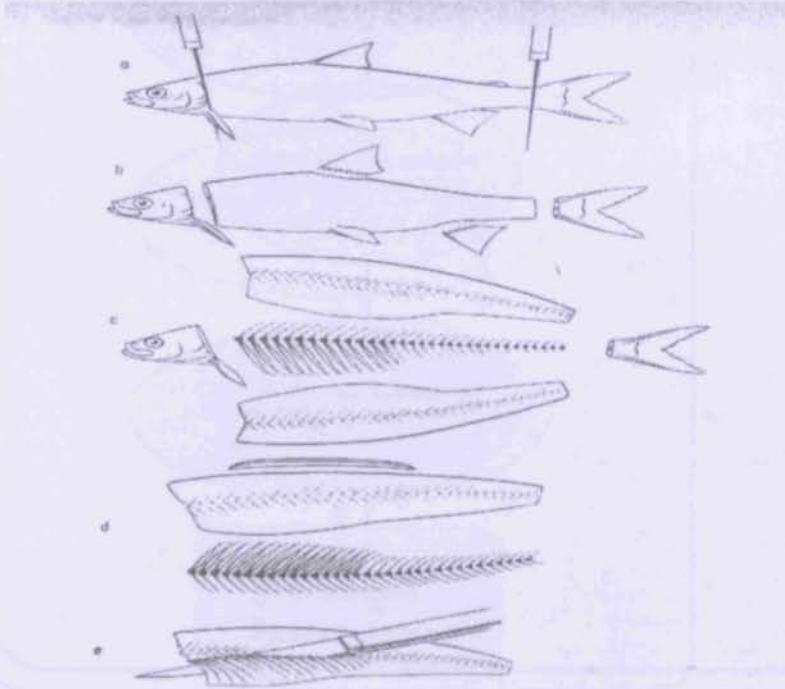
Şekil VII.22: Soğuk dumanlanmış İstavrit balığı⁽²⁹⁾

VII.7.3. DUMANLANMIŞ KABUKLU ÜRÜNLER

Pişmiş midye etleri % 50'lik tuz salamurası içine 4-5 dakika daldırılır ve tel tablada süzdürülür. Fırın sıcaklığı 80°C'ye ayarlanır ve ürün büyüklüğüne bağlı olarak 30-45 dakika dumanlama yapılır. Ürünlerin 15 dakika ara ile döndürülmesi dumanlamanın homojen olmasını sağlar. Dumanlanmış ürünler pişirilme sonrası soğutularak polietilen poşetler içinde paketlenir. Dondurarak veya konserve kutusu içinde bitkisel yağ ile muhafaza edilir⁽¹⁵⁾.

VII.8. DUMANLANMIŞ ÜRÜNLERİN PAKETLENMESİ, DAYANIMI ve DEPOLANMASI

Dumanlanmış ürünlerde folyo, plastik torba kullanılarak paketlenme işlemi gerçekleştirilir. Paketlenen ürünlerin dayanım süresi daha fazladır. Vakum paket, modifiye atmosferle paketlenme teknolojileri dumanlanmış balık ürünlerine uygulanabilmektedir⁽¹²⁾.



Şekil VII.23: Dumanlanmış balığın fileto edilmesi⁽¹²⁾

Dumanlanmış ürünler sınırlı dayanıklı ürünlerdir. Özellikle sıcak dumanlanmış ürünlerin raf ömrü birkaç gün ile sınırlıdır. Soğuk dumanlanmış ürünler sıcak dumanlanmış ürünlere göre daha uzun raf ömrüne sahiptirler. Bunun nedeni soğuk dumanlamada tuzlanmış balık kullanılmaktadır. Yüksek tuz, düşük su içeriği ile bu tip ürünler daha uzun raf ömrüne sahiptirler. 0-2°C'de dayanım süresi 2 hafta, -10°C'de 3 hafta, -20/-30°C'de 4-5 aydır^(6,12).

VII.9. DUMANLANMIŞ ÜRÜNLERDE KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Dumanlanmış ürünlerde depolama sırasında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler söz konusudur. Bu değişimler dumanlanan balığın türüne, yağ oranına, dumanlama yöntemine, duman içeriğine dumanlama süresi ve sıcaklığına, dumanlama öncesi yapılan işlemlere bağlıdır. Bozulmanın başlangıcında ürünün üst düzeyinde bir sulanma ve küf oluşumu, et renginin kaybolması görülür. Bunu takiben yağ oksidasyonundan kaynaklanan acı tat oluşumu söz konusudur. Mikroorganizmaların çoğu, dumanlama sırasında faaliyet gösteremez hale gelse de bakteri sporları ölmez, dumanın bakterisit etkisi bakteri türüne göre değişmekle beraber dumanlanmış ürünler için risk oluşturan mikroorganizmalar arasında *Listeria monocytogenes* sayılabilir. Yapılmış olan bir araştırmada dumanlanmış balıkta bu mikroorganizmanın %100 CO₂ veya modifiye atmosferle paketlenme sayesinde inhibe edilebileceği, ancak bunun için düşük sıcaklıkta depolama koşullarına özen gösterilmesi gerektiği bildirilmiştir⁽³⁰⁾.

İşleme sırasında taze balıklar kullanılır ve yüksek ısı uygulanırsa, füme balıkların içerdiği mikroorganizma sayısı çok düşük olur. Bazı hallerde yetersiz ısı uygulanır veya tütsüleme süreci kısa tutulur. Bu durumda mezofil mikroorganizmalar, hatta psikofillerin bir kısmı hayatta kalır. İkinci bir olasılık da dumanlanmış balıkların paketlenme, taşıma ve pazarlama dönemlerinde mikroorganizmalarla kontamine olmasıdır.

Dumanlanmış balıklar oldukça çabuk bozulan gıda maddelerindendir. Füme balıkların pH değerleri 5.4 ile 6.9 arasında, a_w değerleri 0.920 ile 0.985 arasında değişir.

Bütün olarak dumanlanan balıklarda deri, mikroorganizmaların iç kısımlara nüfuzunu önleyen bir bariyer görevi yapar. Bu nedenle parça halinde dumanlanan balıkların bozulması, içerdikleri mikroorganizma miktarının yüksek oluşuna bağlı olarak daha çabuk gelişir. Mesela bütün olarak dumanlanan yılan balıklarında total bakteri çoğunlukla 100/g'dan azdır.

Dumanlanmış balıkta total bakteri $>10^6$ /g ve enterobakterilerin $>10^5$ /g seviyesine ulaşması hijyen açısından sakıncalı kabul edilmelidir. Öte yandan bazı dumanlanmış balık tiplerinin mikroorganizma miktarları $<10^6$ /g olarak belirlendiği halde, henüz organoleptik değişimleri göstermedikleri bildirilmiştir. Ancak bu miktarları aşan oranlarda kontaminasyon gösteren füme balık ürünlerinin büyük bir çoğunlukla yenemeyecek derecede sensorik değişimlere uğradıkları da tespit edilmiştir.

Psikrofil kokuşma etkenleri olarak bilinen Pseudomonaslar ve Aeromonaslar füme balıkların kaslarında önemli değişimlere sebebiyet verirler. En önemli değişim balık etlerinin yapışkanlaşması ve kokularının ağırlaşarak yakıcı bir hal almasıdır. Buna "ıslak kokuşma" denir. Dumanlanmış balık ürünleri uzun süre ısı derecesi yüksek yerlerde saklanırlarsa "kuru kokuşma"ya uğrarlar. Balıkların rengi donuklaşır ve kasları çabuk dağılır. Bu arada kokuşma kokusu da hissedilebilir. Bu bozulmaya; dumanlama işlemi sırasında hayatta kalmış aerob basiller ve mikrokoklar neden olur. Bunlara sekonder olarak mayalar da katılırlar.

Sıcak dumanlamadan sonra vakumla paketlenmiş balık ürünleri soğukta saklandıkları sırada laktobasillerin etkisi sonucu ekşimsi bir lezzet verirler. Sıcak tütsüden dumanlanmış balıklar çabuk bozulduklarından ancak kısa bir süre için saklanırlar (Tablo VII.5).

Tablo VII.5: Farklı ısı derecelerinde dumanlanmış balıkların dayanma süreleri⁽³¹⁾

Ürün	6 °C	12 °C	20 °C
Balık parça eti	4-12 gün	2-5 gün	1-2 gün
Balık (bütün halde)	7-12 gün	3-8 gün	2-3 gün

Tablo VI.5'de gösterilen saklama sürelerinin uzaması halinde dumanlanmış balıklarda önce hafif, sonra orta derecede bir küflenme görülür. Ürünlerin ıslak ortamlarda bekletilmesi küflenmeyi şiddetlendirir. Duman işleminde kullanılan odun talaşları, kötü muhafaza nedeniyle çoğunlukla küf sporlarını içerirler. Sıcak ve soğuk duman uygulamasından geçirilen balıklara küf sporlarının bulaşması bu yolla olur.

Soğuk dumanlanmış balıkların iç kısımları, sıcak dumanlanmış olanlardaki gibi az sayıda mikroorganizma içerir. Bu balıklarda genel mikroorganizma sayısının 1.3×10^3 /g ile 8.8×10^6 /g arasında değiştiği bildirilmiştir. Füme balıklarda mikroorganizma sayısı 10^6 /g basamağına ulaşmasına rağmen, duyuşal değişiklikler görülmez. Ancak enterobakterilerin dominant olduğu bir mikrofloranın varlığında belirgin sensorik bulgularla seyreden bozulmalara rastlanır.

Soğuk yöntemle dumanlanmış balıkların saklanma süresinin uzamasıyla kimyasal kökenli bozulmalar ortaya çıkar. En önemli değişim füme balıkların yağ dokularında beliren oksidasyondur. Balıklarda yakıcı ve acımsı lezzet bunun bir işaretidir.

Dumanlanmış balıkların tüketiminden sonra gıda zehirlenmeleri oluşabilir. Vakaların bir kısmında *Salmonella* rol oynar. *Salmonella*, balıklara ya yaşadıkları kirli sulardan veya martı dışkılarından bulaşır. Balıkların dumanlanmasından önce oda ısısında uzun süre tutulmasıyla *Salmonella* çoğalma imkanı bulurlar. Dumanlama ısısının düşük veya süresinin kısa olması, iç kısımlara kadar ulaşan *Salmonellaların* bu bölgelerde üremesine neden olur. Füme balık ve ürünlerinden en çok izole edilmiş tipi *S.typhimurium'dur*. Soğuk zincirin üretimden tüketime kadar aksatılmadan sürdürülmesiyle *Salmonella* kökenli zehirlenmelerin önü alınabilir.

Füme balıkların tüketimine bağlı gıda zehirlenmelerinin oluşumunda *Clostridium botulinum* tip E önemli rol oynar. *C.botulinum* E tipinin füme balıklarda toksin oluşturmasını önlemek için, sıcak tütsü sırasında sporların tahrip edilmesi gerekir. İkinci bir çare de füme balıkların 3 °C'nin altında saklanmasıdır. Bu ısı derecelerinde botilismus toksininin belirli düzeyde tutulması sağlanır. Aynı amaçla a_w değeri 0.95'in altına düşürülür. *Clostridium botulinum*'un inhibisyonu için balıkların yatırıldığı tuz banyosuna 100 mg/kg oranında tylosin katılmalıdır.

Tuzlandıktan sonra soğuk yöntemle tütsülenmiş balıklarda *Staphylococcus aureus* ve *C.perfringens*'den kaynaklanan zehirlenmeler görülür.

Dumanlanmış balıklarda mikroorganizmaların proteolitik faaliyetlerine bağlı olarak biyojen aminler (histamin, cadaverin vb.) meydana gelebilir. Bu yollarda füme balıkların yenilmesinden sonra gıda zehirlenmelerine rastlanmıştır.

Füme balıkların dayanma süresini arttırmak için çeşitli yöntemler denenmiştir. Bu yöntemlerden birisi füme balıkların -23°C ile 34°C arasında ve 3.65-15 m/saat hava cereyanında dondurulmasıdır. Dondurma, tahta veya alüminyum kutulara yerleştirilmiş balıklara uygulanır. Alüminyum kutular, donma süresini kısaltmaları açısından tercih edilirler.

Dayanma süresini uzatmak için prezervatif maddelerden de yararlanılır, dumanlanmış balıklarda sık rastlanan küf ve maya kontaminasyonlarına karşı sorbik asit ve bunun sodyum-potasyum tuzları kullanılır. Sorbik asit, fumigasyondan önce veya sonra kullanılabilir. Bu amaçla aşağıdaki uygulamalar yapılır;

- Balıklar üzerine % 10'luk sorbik asit tütsülemeyen önce püskürtülür. Bu durumda balık etinde % 0.08-0.1 arasında sorbik asit konsantrasyonuna erişilir.
- Balıklar önce 0.05-%1 arasında solüsyonuna daldırılır, sonra tütsülenirler.

Bu uygulamalarla dumanlanmış balıkların küflenmesi ve lezzetinin bozulması kesinlikle önlenir.

Piyasadan alınarak laboratuvarlara muayene için sevk edilen fûme örneklerle birlikte, nerede satıldığı, hangi koşullarda muhafaza edildiği ve nerede dumanlandıkları bir protokolla belirlenerek iletilmelidir.

Füme balıklar ve etleri üzerinde aşağıdaki muayeneler yapılır ⁽³²⁾.

a. Organoleptik muayene

Kılıç ve orkinos gibi dumanlanmış büyük balıklarda ince bir çubuk omurgalara paralel olarak ileri doğru sürülür ve çıkarıldıktan sonra koklanır. Bu muayene ile derin kokuşma tespiti yapılır. Et parçaları parmaklar arasında ufalanaarak koku muayenesi yapılır. Koku taze ve kendine özgü olduğu gibi, normalden sapan ağırlaşmış, fena, amonyaklımsı, ekşi olabilir veya tipik kokuşma kokusu hissedilir. Şüpheli hallerde kaynatma deneyi uygulanır.

Normalde beyaz sarımsı olan renk, yeşilimsi sarı, esmerimsi kahverengi ve koyu esmer olabilir.

Normalde sıkı olan kıvam yumuşak, gevşek, parmaklar arasında tutulunca kolay ezilebilir durumda olabilir. Bozulmanın ileri safhalarında ise peltemsi ve yapışkan veya sıvılaşmış haldedir.

Küçük balıklar, başları ve iç organları uzaklaştırılmadan kurutularak dumanlandıklarından muayene edilirken karın boşluğu açılarak kontrol edilmelidir.

Dumanlanmış balıklarda en çok rastlanan bozukluk, iç ve dış küflenmenin neden olduğu değişikliklerdir. Yüzeyde görülen küflenme yaygın değilse silinerek uzaklaştırılabilir. Aşırı küf oluşmuş balıkların tüketimine izin verilmez. Bu bulguların kuvvetlendirilmesi için alınan parçalarla doğrudan doğruya veya kaynatılarak tad denemesi yapılır^(31,32,33).

b. Bakteriyolojik muayene

Bakteriyolojik muayene genellikle taze balıklara uygulanan biçimde yapılır.

Füme balıkların özellikle yaz aylarında tüketilmesinden sonra görülen zehirlenmeler çoğunlukla mikrobiyolojik karakterdedir. Mikroorganizmaların aşırı

üremesi ve proteolitik faaliyetleri sonu oluşan biyojen aminler, putrifikasyona bağlı olarak gelişen protaminler zehirlenmelere neden olabilirler. Paketlenmiş füme balıkların tüketiminden sonra görülen şiddetli zehirlenmelerde *C.botulinum* toksini üzerinde durulmalı ve bakteriyolojik muayene bu yönde yapılmalıdır⁽³²⁾.

Dumanlanmış ürünlerde genel olarak yapılması önerilen analizler aşağıdaki gibidir:

Duyusal Test, pH-değerinin ölçümü, nem miktarı tayini, trimetilamin azot (TMA-N), toplam uçucu bazik azot (TVB-N), peroksit (POZ), tiyobarbitürikasit (TBA) testleri ve Benzo(a) pyren (PAK-bileşiği) miktarı tayini, Fenol tayini toplam bakteri, koliform grubu bakteri, pozitif stafilokoklar, *Salmonella* ve küf analizleri⁽³⁴⁾.

KAYNAKLAR

- 1-GUDASZEWSKI, T. (1987): Aroma geräucherter Fleischerzeugnisse. I. Syringol als Gradmesser für das Raucharoma. *Fleischwirtschaft*, 67(12): 1523-1525.
- 2-SCHAPITZ, E. (1992): Fleisch und Fleischwaren. Das Rauchern unter besonderer Berücksichtigung des Immissionsschutzes. *Fleischwirtschaft*, 72(3): 228-232.
- 3-FESSMANN, K.D.(1995): Räuchertechnologie im Wandel. *Fleischwirtschaft*, 75(3): 226-230.
- 4-TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung. Bd.1 –Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's Verlag,Hamburg .
- 5-MÜLLER, W.D. (1990): Pökeln und Rauchern. Früher oder heute gesünder? *Fleischwirtschaft*, 70(1): 18-29.
- 6-WILLE, O. (1949): Der Fisch. Band III. Im Hans. A. Keune Verlag.
- 7-MÜLLER, W.D. (1989): Erhitzen und Rauchern von Kochwurst und Kochpökelfleisch. *Fleischwirtschaft*, 69(3): 308-319.
- 8-TILGNER, D.J. (1977): Entwicklung des Räucherns. Fortschritte in der Raucher-Technologie. *Fleischwirtschaft*, 57(1): 45-50.
- 9-GUDASZEWSKI, T. (1988): Aroma geräucherter Fleischerzeugnisse. II. Die Rolle phenolischer Komponenten des Räucherrauches bei der Bildung des typischen Räucheraromas. *Fleischwirtschaft*, 68(6): 770-772.
- 10-GUDASZEWSKI, T. (1988): Aroma geräucherter Fleischerzeugnisse. III. Einfluss des Erhitzungsprozesses auf das Raucharoma. *Fleischwirtschaft*, 68(12): 1567-1569.
- 11-GUDASZEWSKI, T. (1989): Aroma geräucherter Fleischerzeugnisse. V. Einige Aspekte des Nährbodens auf das geräucherte Aroma. *Fleischwirtschaft*, 69(3): 414-416.
- 12-REHBRONN, E., RUTKOWSKI, F. (1982): Das Räuchern von Fischen. Verla Paul Parey. Hamburg und Berlin, ISBN: 3-490-26614-5.
- 13-AKGÜNEŞ, H.(1973): Deniz Ürünlerinin Kurutulması ve Dumanlanması Suretiyle Muhafazası. *Balık ve Balıkçılık*, 21:,8-9
- 14-METİN, S., ERKAN, N., AKKUŞ, Ö. (2001): Su Ürünlerinde Dumanlama Teknolojisi. *Dünya Gıda Dergisi*, 6(7): 68-71.
- 15-BANNERMAN, Mc. K.(1980): Hot Smoking of Fish. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Torrey Research Station. Torrey Advisory Note No: 82
- 16-ÖZTAN, A. (1995): Et Bilimi ve Teknolojisi. Bölüm 7: Etin Dayanıklılığının Arttırılması (Et Endüstrisinde Kullanılan Temel İşlemler). Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 19
- 17-MÜLLER, W. D., WRITH, F. (1988): Heißräucherung dünnkalibriger Brühwürstchen 2. Räucheranlagen. *Fleischwirtschaft*, 68(3): 309-311
- 18-WERNER, F. (1985): Flüssigrauch-eine neue Technologie? *Der Fleischer*, 11: 875-876
- 19-FESSMANN, K. D. (1987): Eine Anwendungsorientierte Betrachtung. *Fleischwirtschaft*, 67(10): 1180-1186.

- 20-MÜNKER, W. (1993): Der Einsatz von Flüssigrauch: eine neue Technologie. Teil 1: Wissensstand. Information für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung, 40(2):75-80
- 21-MÜNKER, W. (1993): Der Einsatz von Flüssigrauch: eine neue Technologie. Teil 1: Wissensstand. Lebensmittelkontrolle, 8(3): 12-14.
- 22-FESSMANN, K. D. (1995): Anwendung von Raucharomen (Flüssigrauch) bei Fleischerzeugnisse. Fleischwirtschaft, 75(11): 1299-1304.
- 23-SCHUM, H. (1993): Natürlicher, geräucherter Speckextrakt für die Anwendung in der Nahrungsmittelindustrie. Der Lebensmittelkontrolle, 8(4): 10-14.
- 24-HORNER, W. F. A. (1994): Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). Fish Processing Technology. Edt: HALL, G.M. Blackie Academic and Professional, published in North America by VCH Publishers, INC. New York. ISBN: 0-7514-0280-X (HB) 1-56081-562-2(USA)
- 25-FREY, W. (1985): Flüssigrauch-eine neue Technologie. Die Fischerei, 11: 875-876.
- 26-MÜNKER, W., MEYER, C. (1993): Der Einsatz von Flüssigrauch: eine neue Technologie. Teil 2: Untersuchung zur Herstellung geräucherter Fischerzeugnisse mit Flüssigrauch. Information für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung, 40(4): 169-180
- 27-ERKAN, N. (2000): Su Ürünlerinde Sıvı Duman Uygulamaları. Dünya Gıda Dergisi, 6(5):78-79.
- 28-MÜNKER, W., MEYER, C. (1994): Untersuchungen zum Einsatz von Flüssigrauch bei der Herstellung geräucherter Fischerzeugnisse. Fleischwirtschaft, 74(5): 547-553.
- 29-KNOCKAERT, C. (1990): Le Fumage du Poisson. Service de la Documentation et des Publications, IFREMER-PLOUZANE, FRANSA, ISBN: 2-905434-34-1
- 30-TOSUN, Ş.Y. (2010): Dumanlanmış Balıklara İnoküle Edilmiş *Listaria monocytogenes* 'in Farklı Uygulamalarla İnhibisyonunun İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Yüksek Lisans tezi.
- 31-İNAL, T. (1988): Besin Hijyeni. İ.Ü. Veteriner Fakültesi Gümüş Basımevi, İstanbul.
- 32-KARNOP, G. (1980): The Quality and shelf life of hot smoked fishery products. III: Microbiology and the effect of smoking intensity on the shelf life halibut, buckling, and eel. Deutsche Lebensmittel- Rundschau, 76: 125-134.
- 33-SIKORSKI, Z. E., PAN, S. B. (1994): Preservation of seafood quality. Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Edt: SHAHIDI, F. and BOTTA, J.R. Blackie Academic and Professional, ISBN: 0 7514 0218 4.
- 34-BAUMGART, J. (1986): Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmittel. Behr's Verlag.B. Behr's GmbH&Co., Averhoffstrasse 10. 2000 Hamburg 76.

VIII. BÖLÜM

ISIL İŞLEMLİ KONSERVASYON TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

VII. BÖLÜM

ISITİŞİMLELİ
KONSERVASYON
TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Tamer BAYCAR

VIII. ISIL İŞLEMLİ KONSERVASYON TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR

İÇİNDEKİLER

VIII.1.	Sterilizasyon ve Su Ürünlerinde Uygulamaları (Konserve Teknolojisi)	299
VIII.1.1.	Konserve Yapım Aşamaları	300
VIII.1.1.1.	Konserveye İşlenen Su Ürünleri ve Özellikleri	300
V.III.1.1.2.	Balıkların Temini, Nakli ve İşletmeye Kabulleri	303
VIII.1.1.3.	Ön İşlemler	305
VIII.1.1.4.	Ön Pişirme	307
VIII.1.1.5.	Et Ayıklama İşlemi	308
VIII.1.1.6.	Dolum İşlemi	309
VIII.1.1.7.	Hava Çıkarma	311
VIII.1.1.7.1.	Sıcak Dolum (Termik Yöntem)	311
VIII.1.1.7.2.	Mekanik Yöntem	312
VIII.1.1.7.3.	Tepe Boşluğuna Buhar Enjeksiyonu	312
VIII.1.1.8.	Kutu Kapama	313
VIII.1.1.9.	Sterilizasyon	314
VIII.1.1.10.	Sterilizasyon Uygulaması Sırasında Besinde Meydana Gelen Değişiklikler	316
VIII.1.1.11.	Soğutma	322
VIII.1.1.12.	Etiketleme ve Depolama	322
VIII.1.2.	Balık Konservelerinde Meydana Gelen Bozulmalar	323

VIII.1.2.1.	Mikrobiyolojik Bozulmalar	324
VIII.1.2.1.1.	Spor Oluşturan Mikroorganizmalar	325
VIII.1.2.1.2.	Spor Oluşturmayan Türler	325
VIII.1.2.2.	Kimyasal Bozulmalar	326
VIII.1.2.3.	Fiziksel Bozulmalar	327
VIII.1.3.	Isıl İşlem Sonrası Konserve Üründe Meydana Gelen Kalite Kayıpları ve Besin Bileşimi Değişimleri	328
VIII.1.4.	Su Ürünleri Konserveleri	330
VIII.1.4.1.	Salyangoz Konservesi	330
VIII.1.4.2.	Kerevit (Tatlı Su İstakozu) Konservesi	330
VIII.1.4.3.	Sardalya Konservesi	331
VIII.1.4.4.	Karides Konservesi	331
VIII.2.	Pastörizasyon ve Su Ürünlerinde Uygulamaları	332
	Kaynaklar	337

VIII.1. STERİLİZASYON ve SU ÜRÜNLERİNDE UYGULAMALARI (KONSERVE TEKNOLOJİSİ)

Konserve üretimi, elverişli nitelikteki hammaddenin ön işlemlerden sonra teneke kutulara, cam kavanozlara veya amaca uygun benzer kaplara doldurulması ve kapların hava almayacak şekilde hermetik kapatılması sonucu ısıtılma işlemi uygulaması gibi temel işlemleri kapsar. Konserveciliğin başlangıcı 1745 yılında, İngiltere'de John Needham'ın ağzı kapalı bir cam kap içinde bulunan et suyunun, kaynayan su içinde bir süre tutulması sonucunda normal koşullara göre daha uzun süre dayandığını, fakat yine de bir kaç hafta içinde bozulduğunu ortaya koyması belki de modern konserveciliğe atılan ilk adımdır. Ancak bu deneyler yaşamın kaynağını saptamak amacıyla yapıldıklarından, konserveciliğin ilk olarak Fransız Nicholas Appert tarafından bulunduğu kabul edilmektedir. Gerçekten 1795 yılında Fransız hükümeti, genellikle ordu gereksinimlerini karşılamak amacıyla uzun süre dayanabilen gıdaların yapılmasını istemiş ve en uygun yöntemi bulana ödül vaad etmiştir. O sıralarda, şekercilik ve turşuculukla uğraşan ve bu konuda pratik deneyimleri olan Appert de yarışmaya katılmış ve ortaya koyduğu yöntemle büyük ödülü kazanmıştır. Appert' in bir rastlantı sonucu bulduğu yöntemin ilkesi, kendisinin farkında olmamasına rağmen, gıdalara herhangi bir şekilde bulaşmış olan mikroorganizmaların, ısıtılma işlemiyle öldürülmesi olgusuna dayanmaktadır. Appert, daha sonra bu konuda "**L'Art de Conserve**" (Konserve Sanatı) adlı bir kitap yayınlamıştır. Bu kitapta bugün de geçerli olan bazı ilkeler ortaya konulmuş olmasına rağmen konservelelerdeki bozulma nedenlerinin en önemlisinin mikroorganizmalar olduğu, ilk defa 1860 yılında Lois Pasteur tarafından açıklanabilmiştir⁽¹⁾.

Gıdaların teneke kutularda konserve edilmesine ilk olarak İngiltere'de 1810 yılında Peter Durand tarafından başlanmıştır. William Underwood 1817 yılında İngiltere'de öğrendiği konserveciliği Amerika'ya götürmüş, Ezre Dogget'te 1819'da Avrupa'dan, Amerika'ya gelerek kutularda deniz orjinli su ürünleri konserve imaline başlamış ve Amerika'da ilk defa patentini almıştır. Türkiye'de ise ilk konserve fabrikası, 1892 yılında İstanbul (Büyükdada)'da, Ermis Kilyakidis tarafından kurulmuştur. Daha sonra Osmanlı İmparatorluğu sınırları içinde bulunan Selanik'te 1904 yılında bir konserve fabrikası kurulmuştur. 1907-1908 yıllarında Ermis Kilyakidis Büyükdada' da ki konserve fabrikasını Beyoğlu'na taşıyarak işletmesini genişletmiştir⁽²⁾.

Konserve terimi, dar ve geniş kapsamlı olmak üzere iki farklı anlamda kullanılmaktadır. Dar anlamı, gıdaların, yalnız hermetik kaplarda (teneke kutularda veya cam kavanozlarda) ısıtılması ile dayanıklı hale konulmaları, geniş

anlamı ise, gıdaların (kurutma, dondurma, koruyucu maddeler vb) her çeşit yöntemle dayandırılmaları olgusunu kapsamaktadır. Konserve teriminin, bu iki anlamını birbirinden ayırmak için, ısıll yolla gıdaların dayanıklı duruma getirilmeleri işlemi, genel olarak, kutu konserveciliği olarak bilinir^(1,3). Kutulanmış balık konserveleleri, taze balıkların taşıdığı kalite niteliklerine sahip ve çeşitli ön işlemler uygulanmış balık veya balık kısımlarına, tuz, yemeklik bitkisel yağ ve sos gibi lezzet verici maddeler ilave edilerek hazırlanmış ve hermetik kaplarda ısıll işlem ile dayanıklı hale getirilmiş ürünler olarak ta belirtile bilmektedir⁽⁴⁾.

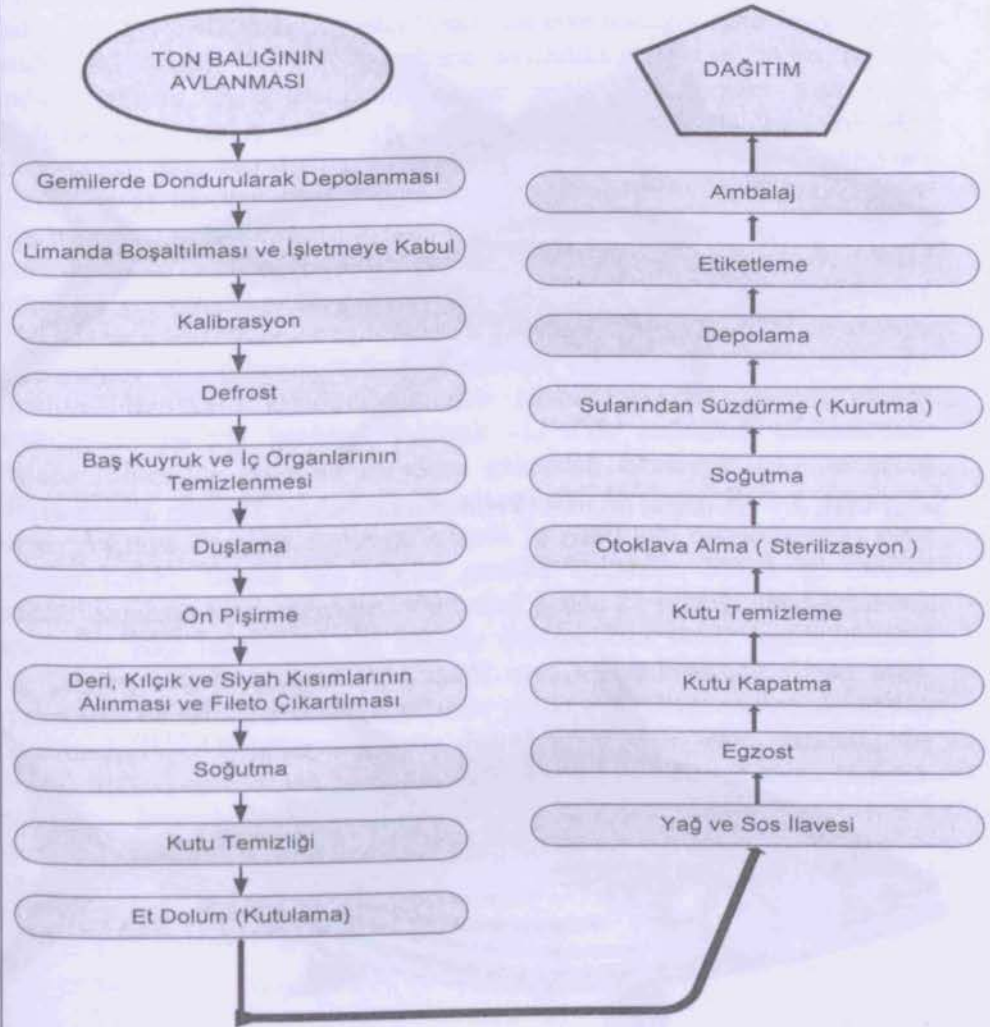
VIII.1.1. KONSERVE YAPIM AŞAMALARI

Genel olarak konserve yapım aşamaları işlenecek ürünün cinsine bağlı olarak değişimler gösterebilmektedir. Hammateryalin kutu konserve haline gelinceye kadar ki işlem aşamaları Şekil VIII.1 ve VIII.2.'de görülmektedir.

VIII.1.1.1. KONSERVEYE İŞLENEN SU ÜRÜNLERİ ve ÖZELLİKLERİ

Konserve yapımında özellikle yağlı hammateryal tercih edilmektedir. Konserve yapımında başlıca salmon, ton, uskumru, ringa, çaça, karides, mavi yengeç, ıstakoz, midye ve ıstırdye gibi türler kullanılmaktadır. Balıkların tazelik durumu da ayrıca önem taşımakta olup, ne kadar taze hammateryal kullanılırsa üründe o kadar dayanıklı olur. Konserve teknolojisinin başarısı da, hammateryalin kalitesine bağlıdır. Türkiye'de hazırlanan ton balığı konservelelerinde genellikle sarıkanat orkinos (yellowfin tuna, *Thunnus albacares*) ve çizgili orkinos (skipjack tuna, *Euthynnus pelamis*) türü ton balıkları tercih edilmektedir. İyi bir son ürün elde etmek için kaliteli taze balık kullanılmalıdır. Konserve ürünün kalitesi, hiçbir zaman hammateryalin kalitesinden daha iyi olmamaktadır^(6,7,8) (Şekil VIII.3 ve VIII.4).

TON BALIĞI KONSERVE YAPIM İŞLEM AŞAMALARI



Şekil VIII. 1: Ton balığı konserve yapım işlem aşamaları⁽⁵⁾.



Şekil VIII. 3. Sarıkanat orkinos (Yellowfin ton balığı, *Thunnus albacares*)⁽⁵⁾



Çizgili Orkinos

Skipjack tuna
Bonite à ventre rayé
Echter Bonito

Şekil VIII. 4: Çizgili orkinos (Skipjack ton balığı, *Katsuwonus pelamis*)^(5,6,9).

VIII.1.1.2. BALIKLARIN TEMİNİ, NAKLİ ve İŞLETMEYE KABULLERİ

Balıkların avlandıkları yerden işleme tesislerine ulaştırılincaya kadar, orijinal tazeliklerini korumasına özen gösterilmesi konserve teknolojisinde başarının ilk şartıdır. Bu amaçla balıklar genellikle avlandıktan hemen sonra gemide dondurulmaktadır. Bazı ton balığı işleme gemilerinde denizde kısa süreli depolama için kırılmış buz veya soğutulmuş deniz suyu kullanılmaktadır. Japonya'daki bazı ton balığı avcılığı yapan tekneler yakalamış oldukları balıkları yavaş hareket eden havada dondururlar. Diğer avcılık yapanlar ise tuzlu suya daldırarak yaparlar⁽¹⁰⁾. Ton balıkları tuzlu su dolu tanklara alınarak dondurulur. İç kısımda bulunan borulardan geçen amonyağın evaporatör yardımıyla genişmesi sonucu soğutma işlevini yapması ile gerekli soğutma sağlanmaktadır. Bu bölümler balıkların ön soğutmasının, soğutulmuş deniz suyu ile yıkanması ve sonrasında tuzlu su içerisinde dondurulması şeklinde dizayn edilmiştir. Balıkların dondurulmasından sonra tuzlu su güverte dışına boşaltılmakta ve ton balıkları yaklaşık -12°C'de muhafaza edilmektedir. Böylece kalitesinde bozulma meydana gelmeden fabrikaya nakli mümkün olabilmektedir. Balıkların denizde dondurulması Japonya, Rusya, İngiltere, Norveç, İspanya, Portekiz, Polonya, İzlanda ve ABD gibi ülkelerde daha fazla uygulanmaktadır. Bunun için fabrika gemiler kullanılır. Büyük bir fabrika geminin uzunluğu 85 m, ağırlığı 3400 t olup günde 27 t balığı dondurabilecek kapasitedir. Bazı teknelerde, ton balığını denizde kısa süreli depolayabilmek için, kırılmış buz veya soğutulmuş deniz suyu kullanılmaktadır. Uzun süreli seyahatlerde en fazla kullanılan dondurma yöntemi ise deniz suyuna daldırarak dondurmadır^(11,12). Balıklar fabrikaya kabul edilmeden önce, sıcaklık, dış görünüş, renk, koku, parazit vb. kontrolleri yapılarak işletmeye kabul edilirler. Balıkların limandan işletmeye nakli esnasında sıcaklık kontrolleri yapılmaktadır. Bu amaçla balığın dorsal yüzgecine yakın yerden karın kısmına doğru açılan delikten sokulan dijital termometreler kullanılmaktadır (Şekil VIII.5 ve Tablo VIII.1.)



Şekil VIII. 5: Ton balıklarının gemilerden işletmeye dağıtımları⁽⁵⁾.

Tablo VIII. 1: İşletmeye hammadde giriş kalite kontrol kabul kriterleri⁽⁶⁾.

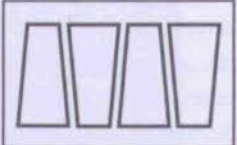
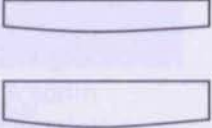
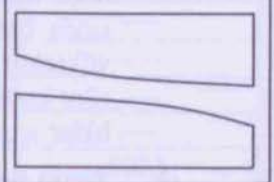
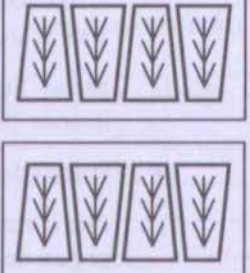
HATALAR	KABUL	FİRELİ KABUL	RED
Orta nokta sıcaklığı	Min (-5 °C)	—	—
Bloklaşma	%50	> %50	—
Don yanığı	%20	> %20	—
Parazit	Bulunmamalı	—	—
Yumuşak doku	Bulunmamalı	% 0.1	%0.3
Ezik balık	Yüzeyin %2'si	% 3	% 5
Deride hasar	Yüzeyin %2'si	%3	%5
Koku	Kendine has	Hafif belirli olmayan koku	Amonyak tipi koku
Et rengi	Mavimsi-beyaz	Pembemsi kahverengi	Beyazımsı pembe
Solungaç rengi	Parlak kırmızı	Pembe	Beyaz
Gözler	Parlak siyah	Bulanık görünüş	Beyaz
Tuz miktarı	% 2	% 2.5	% 2.5 <
pH	5-6	6-7	%7 <
Nem	%68-70	%70-75	%75 <
Potasyum (K)	%1	—	%10 <
Civa (Hg)	0.5 – 1 ppm	—	1 ppm <
Histamin	50 ppm	—	50 ppm <

VIII.1.1.3. ÖN İŞLEMLER

İşleme öncesi fabrikaya gelen balıklar boy ve ağırlıklarına göre kalibrasyona tabii tutulurlar. Örneğin yellowfin ton balıkları, genellikle kalibrasyon işlemi sırasında, 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 kg gelecek şekilde ayrılmaktadır. Ayrıca kalibrede balıklar SS, S, M, L, LL gibi parametreler kullanılarak ta boyutlandırılabilir. İşlenmek üzere soğuk depodan çıkan balıklar çözündürme havuzlarına getirilerek burada 10/15°C'deki deniz suyu veya normal su içerisinde 4-5 saat bekletilmek suretiyle yaklaşık 0-2°C'ye çözünmeleri sağlanır. Çözündürme işleminden sonra konserveye işlenecek balıkların ilk olarak başları kesilip, iç organları alınır. Bu işlemler küçük işletmelerde elle yapılırken büyük fabrikalarda makineler ile yapılmaktadır. Baş ve iç organ kesimi ile meydana gelen kanın, balıktan mümkün olduğunca hızlı olarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için de balıklar akar su altında yaklaşık bir saat tutulmak suretiyle kan vb. pisliklerinden temizlenmesi sağlanır⁽⁵⁾ (Şekil VIII.6).

Başlıca ön işlemler ise şunlardır:

- a) **Yağda Isıtma:** Yöntem küçük balıklara uygundur. Çok kısa ön kurutmayı gerektirir. Genelde 110°C'deki yağda balığın 5 dakika tutulması yeterlidir.
- b) **Yağda Kızartma:** Yağ ısıtmadaki aynı etki burada da söz konusudur. Materyalin su miktarının hızlı ve emniyetli olarak azaltılmasında basit ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntemde sıcaklık daha yüksektir. Bu nedenle, balığın çok kurumaması ve kararmaması için süre kısaltılmamasına özen gösterilmelidir. Bu yöntem yağsız balıklar için çok uygundur.
- c) **Tuzlu Salamurada Pişirme (Haşlama):** Basit ve kolay uygulanan bir yöntemdir. Sıcak tuz solüsyonunda pişirmede su kaybı 108°C'de 3 dakikada %8, 5 dakikada ise %12 olmaktadır. Yağsız balıklar 108°C'de 20 dakikada % 22 su kaybetmektedir.
- d) **Sirke-Tuz Salamurasında Pişirme:** Bu yöntemle hazırlanmış üründe baharatlı lezzet oluşur.
- e) **Buharda Pişirme:** Basit, ucuz ve etkili bir yöntemdir.
- f) **Ön Dumanlama:** Yağlı balıklar sıcak dumanlanır. Yağsız balıklar soğuk dumanlanır. Bu yöntemle balıklar duman aroma ve lezzetini alırlar.
- g) **Sıcak Havada Kurutma:** Balıklar 150°C'de 5-15 dakika tutulur. Materyalin su kaybı, yöntemin uygulanma süresine bağlıdır^(5,13).

BALIK CİNSİ	BALIK BOYU		PİŞİRME KASALARINA YERLEŞTİRME
SKİPJACK YELLOWFİN	< 1.85 kg SS		
SKİPJACK YELLOWFİN	1.8-3.4 kg S		
SKİPJACK YELLOWFİN	3.4 - 5 kg M		
YELLOWFİN	5-9 kg L		

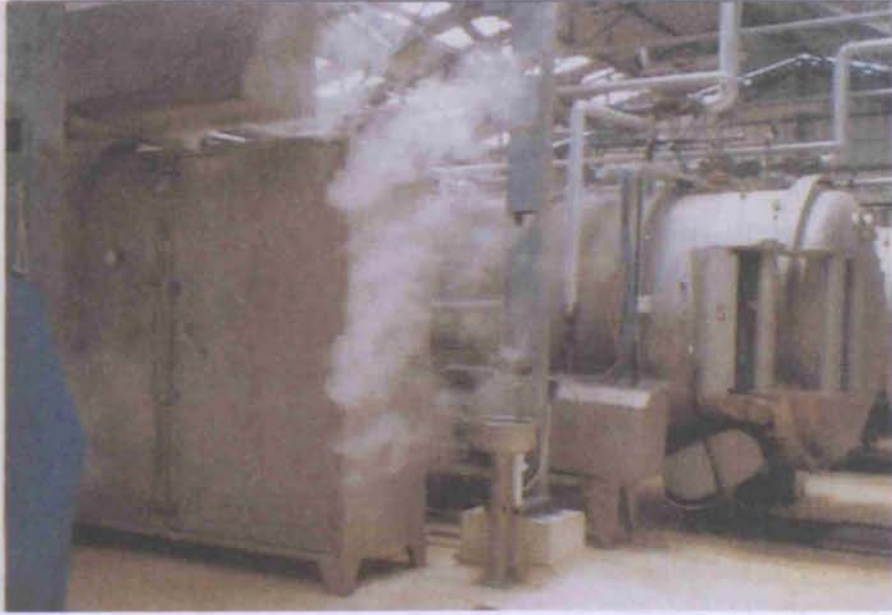
Şekil VIII. 6: Balıkların kesilmesi ve pişirme kasalarına yerleştirme düzenleri^(5,6).

VIII.1.1.4. Ön Pişirme

Temizlenen balıklar pişirilmek üzere otoklava yerleştirilir. Ön pişirme işlemi tamamlanmış balıkların derisi, kemikleri, yüzgeç ve siyah kısımları temizlenir ve filetoları çıkarılır. Ön pişirme işleminde balık etinden uzaklaştırılan suyun miktarı konserve yapımında en önemli basamaklardan birisini oluşturmaktadır. Ön pişirmenin başlıca amaçları şunlardır:

- a) Sterilizasyon aşamasında kutu içerisinde et büzülmesi ve küçülmesinin olmaması,
- b) Su ayrılmasının önlenmesi,
- c) Tam doldurulmuş konserve görünümünü koruması,
- d) Ürünün sıcaklık stabilitesini yükseltmesi,
- e) Sos karakterinin korunması,
- f) Doğal yağların bir kısmının uzaklaştırılması,
- g) Etin kemikten daha rahat ayrılabilmesi,
- h) Ete dayanıklılık sağlaması,
- ı) Beslenme değerini artırması,
- i) Tat ve görünüşü geliştirmesi.

Balık konserve yapımında balığın bünyesindeki suyun mümkün olduğunca uzaklaştırılması istenmekte olup, yağ içerisinde su fazının olmaması arzu edilir. Ton balığı konservelerinde iyi bir pişirme sağlayabilmek için balığın en kalın bölgesindeki (omurganın üst kısmı) sıcaklık yaklaşık 60-65 °C'ye getirilmelidir. Bu sıcaklığın üstüne çıkmak gereksiz olduğu gibi balık etinin, hem et verimini hem de lezzetini azaltmaktadır. Bu azalmanın nedeni ise balık etindeki nem miktarındaki düşmeden meydana gelmektedir. İyi bir pişirme sağlayabilmek için pişirme fırınlarına aynı büyüklüklerde ve aynı sıcaklıklarda balıkların alınması gerekmektedir. Pişirme süresi balığın büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Ham materyalde ön pişirme sonrasında % 10-30 arası su kaybının olması istenmektedir. Genellikle meydana gelen ağırlık kaybı % 22-26 arasındadır. Pişirme işlemi balığın cinsine, kullanılan sosun içeriğine, derinin alınıp alınmadığına ve ilave edilecek yağ-salamura durumuna göre buharda veya salamurada pişirme, kızartma, kurutma veya dumanlama gibi yöntemlerle yapılabilir^(8,10,13,14,15,16,17) (Şekil VIII.7).



Şekil VIII. 7: Konserveye işlenecek balıkların ön pişirilmesi ⁽⁵⁾.

VIII.1.1.5. ET AYIKLAMA İŞLEMİ

Piştirme işlemleri biten balıklar et kazıma (ayıklama) salonlarına alınırlar. İlk işlem olarak kafa alma ve deri kazıma işlemlerine tabi tutulan balıkların, kafaları koparılır ve gerekirse kafadaki beyaz etler ayıklanır. Fileto bıçağı yardımıyla deri kazınır. Dorsal ve anal yüzgeçlerin vücuda bağlantısını sağlayan kısımlar bıçak yardımı ile temizlenir. Derisi kazınan, kafası ve kuyruğu koparılan balık temiz plastik kasalara alınarak fileto çıkarma bandına gönderilir. Fileto çıkarma bandına gelen balıklardan, fileto, kırıntı ve karın altı olmak üzere üç çeşit et çıkarılır. Temizlenmiş balığın karın altı etleri çıkarılır, kılçığı ayrılır ve fileto üzerindeki kara (kahverengi) etler temizlenir. Bu arada diğer beyaz et kısımları da ayrı bir kapta toplanır. Böylece beyaz et sarfiyatı minimum seviyeye düşürülmeye çalışılır. Kasalarda toplanan filetolar ve balığın diğer et kısımları tartıma gönderilir. Tartım sırasında kasalardaki balıkların kılçık, pul ve deri kontrollerinin de yapılması gerekmektedir. Tartılan balıklar kasaları paletlerde istiflenerek dinlendirilmek üzere 0°C'de soğutmaya alınır. Bu işlem ile dolum sırasında pastil haline gelecek etlerin rahatça işlenmesi sağlanır. Aksi takdirde, dış ortamda bekleyen balıklarda mikrobiyel kontaminasyon, yumuşama, acılaşıma gibi kalite değişimleri meydana gelebileceğinden soğuk depoda balıkları bekletmek en uygundur. Kazıma bandında işçiler tarafından temizlenen balıkların kılçık, kafa, deri vb parçaları önce çöp bandına oradan da balık unu yada kedi-köpek maması

bölümüne gönderilir. Küçük parçalara ayrılan çöpler pişirme kazanlarına girer. Buradan geçtikten sonra da balık unu haline gelir⁽⁵⁾ (Şekil VIII. 8).



Şekil VIII.8: Ön pişirme sonrası et ayıklama işlemi⁽⁵⁾.

VIII.1.1.6. DOLUM İŞLEMİ

Su ürünleri genellikle metal veya cam kaplara doldurulmaktadır. Bunlar arasında, metal kaplar grubuna giren teneke kutular yaygın olarak kullanılmaktadır. Teneke kutuların içindeki ürünü steril olarak koruyabilmesi, sterilizasyon sıcaklığına dayanabilmesi, dağıtım açısından son derece dayanıklı olması, depolama ve istiflenmesinin kolay olması gibi avantajları vardır. Kullanılan kutunun şekli ve kutunun yapıldığı materyalin kalınlığı sterilizasyon süresinin uzamasında etkili olmaktadır. Konserve kapları üretimleri, taşınmaları ve depolanmaları esnasında kirlendiklerinden dolayı, içlerine ürün konulmadan önce yıkanmalıdır. Ayrıca bu kaplarda yapılan bakteriyolojik incelemeler sonucu ısıya dayanıklı bakteri sporları izole edilmiş olması bunların mikrobiyel açıdan da kirlendiklerini göstermektedir. Dolum işlemi yapılmadan önce kaplar, basınçlı su veya buhar ile temizlenmelidir. Böylece ürünün başlangıç bakteriyel yükünün artması önlenmiş olur^(4,13,18,19,20).

Balıklar kutulara elle veya makine (Fileto haline getirilmiş etler dolum makinelerinde keskin bıçaklar yardımıyla sabit bir gramaja getirilip, istenen kutu gramajına (80, 160, 200 ve 1000 g lık kutulara) göre preslenir. Üzerlerine

sos, yağ vb. dolgu maddesi ilave edildikten sonra dolun işleminin tamamlanır. Balık konservelerine sos ilave etmenin amacı, içeriğe özel tat ve koku vermek ve etin görünüşünü cazip hale getirmektir. İlave edilecek başlıca soslar; zeytin yağı veya diğer bitkisel yağlar, domates salçası, buğday unu, sirke, tuz, şeker ve çeşitli baharatlar kullanılarak hazırlanmalıdır. Özellikle sardalya konservelerine köri ve hardal sosları da yaygın bir şekilde katılmaktadır. Ayrıca sos içerisinde, boya maddesi ve koruyucu madde bulunmamalıdır. Ton balıkları kutulara doldururken etin şekline ve büyüklüğüne göre değişik isimler almaktadır. Bunlar; solid ton (şekillendirilmiş ton), chunk pack (iri parçalı ton balığı), flake pack (parçalı ton balığı), grated pack (küçük parçalı ton balığı)^(4,12,22) (Şekil VIII. 9).



Şekil VIII.9: Yağ dolun işlemi⁽⁵⁾.

Konservelerde kullanılan katkı maddelerinin kalitesi, konserve ürünün kalitesinde de etkilidir. Konserve Sanayinde düşük kalitede yağın kullanılması sonucu, balığın lezzeti bozulmakta, rengi değişmekte ve konserve kalitesi düşmektedir. Konserve raf ömründe, katkı maddelerinin rolü çok büyüktür. Kullanılan salça ve baharatların mikroorganizma yükü düşük olmalıdır. Aksi takdirde materyali kontamine eder. Bu bakterilerin sporları da ısıya dayanıklı olduğundan üreme kabiliyetlerini yitirmezler. Sporlar uygun koşullarda üreyerek bombaja sebep olur. Katkı maddelerinin hazırlanma bileşimi de, son üründe oldukça etkili olur. Sosun kıvamı çok önemlidir. Materyal herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan konserve edilecekse sos kıvamlı olmalıdır. Ancak bu kıvamlılık, sterilizasyon sırasında balıktan çıkacak suyun, sosun bünyesine kabul edilebilir oranda olması gerekir. Diğer yönden sosun kıvamı, kutunun kapatılma-

sında içerde hava boşluğu kalacak şekilde koyu olmamalıdır. Kullanılan sos, salamura, salçanın asitliği çok düşük olmamalıdır. Aksi takdirde kutu içindeki asitliğin derecesi artar ve konserve kimyasal bombaj söz konusu olur. Tüm bunlara karşın katkı maddeleri, tekniğine uygun ve hijyenik olarak kullanıldığında yararlı olmaktadır. Aroma ve lezzet üzerinde etkilidir. Ton balığı konservelelerinde kullanılan yağ sıcaklığı 70-80°C'ye kadar çıkabilmektedir. Sıcak yağ hem pastörizasyon sağlayıp, hem de ürün soğuduğu zaman hacim azalmasından dolayı kutu kapatıldıktan sonra iyi bir vakum oluşmasını sağlamaktadır^(10,13,23,24).

Konserve kutusu, balığın özelliğine göre oval, yassı, yuvarlak tiplerde olabilmektedir. Genellikle 115 g lık ve daha küçük olan kutular doldurulduktan sonra hiçbir işleme tabii tutulmadan kapatılır⁽⁷⁾. Konserve endüstrisinde teneke kutuların cam kaplara göre üstün olmaları şu şekilde açıklanabilir:

1. Teneke kutular camlara göre daha hafiftir,
2. Teneke kutular ısı işlemi sırasında daha fazla gerilmekte fakat, camlara oranla patlamamaktadır,
3. Teneke kutuların kapanması daha kolaydır,
4. Naklieleri daha kolay,
5. Üretilmeleri camlara göre daha çabuk ve ucuz olmaktadır^(3,25).

VIII.1.1.7. HAVA ÇIKARMA

Konserve teknolojisinin en önemli yapım aşamalarından birisi de kap içindeki havanın uzaklaştırılmasıdır. Bu işlem konserve gıdada, özellikle oksijene duyarlı olan aroma ve renk gibi öğelerin niteliklerinin korunması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca konserve kabında yeterli oksijen bulunmadığından, herhangi bir şekilde konserve içerisinde kalmış bulunan aerobik mikroorganizmalar da gelişemeyeceğinden konserve bozulması da önlenmiş olmaktadır. Konserve hava çıkarma işlemleri başlıca 3 şekilde yapılmaktadır⁽¹³⁾.

VIII.1.1.7.1. SICAK DOLUM (TERMİK YÖNTEM)

Henüz kapatılmamış veya daha sonra tam olarak kenetlenmek üzere sadece gevşek şekilde kapatılmış bulunan konserve kaplarının tepe boşluğundaki ve parçacıklar arasındaki havanın ve gazların bir ön ısıtma ile uzaklaştırılması işlemine "Termik Yöntem" veya "Egzost" denir. Konserve kabında vakum sağlanabilmesi için sıvı akışkan gıdalara uygulanan en basit ve en etkili yöntemdir. Bu yöntemde kap içeriği de aynı zamanda ısıtılmış olacağından, bir sonraki aşamada uygulanacak olan ısıl işlemde kolaylık sağlanmış olur. Taşıyıcı bir bant üzerine yerleştirilen, dolu ve ağızları açık veya yarı kapalı konserve kapla-

rı, içerisine buhar verilen egzost tüneline ilerlerken ısınmakta, kap içerisinde bulunan gazlar bu sırada çıkmakta ve tepe boşluğuna buhar dolmaktadır.

Buhar egzost tünelleri yanında, su banyosu ilkesine göre çalışan basit ekzostörler de bulunmaktadır. Su banyosunun sıcaklığı genellikle 80-90°C arasındadır. Burada da doldurulmuş kaplar hareketli zincir üzerinde su banyosu içinde ilerlerken ısıtılarak egzost işlemi tamamlanmaktadır. Su banyosu içinde kalış süresi, kabın büyüklüğü, doldurma miktarı ve ürünün cinsi gibi faktörlere bağlı olmakla birlikte 10 dakika kadardır. Eğer suyun sıcaklığı 90°C ise, egzost sonunda kabın soğuk noktasının sıcaklık derecesi 75-85°C'ye ulaşabilmektedir. Dolunda kontrol dışı, aşırı doldurulmuş kutular, egzost sırasında taşar ve istenilen dolum miktarı kendiliğinden oluşur. Egzost işleminden sonra konserve kaplarının ağızları derhal ve hermetik kapatılmalıdır. Böylece egzost sırasında tepe boşluğuna yerleşmiş bulunan buhar hapsedilir. Aksi taktirde, egzostan sonra ürün tekrar soğuyacağından oluşan vakum ile, henüz hermetik kapatılmamış kapak arasından konserve kabının içine hava emilir. Bu da uygulanan egzost işleminin tümünden boşa gitmesine neden olur. Ayrıca, ortamdaki mikroorganizmalarında hava ile birlikte kap içine emilmesi diğer bir olumsuzluktur.

VIII.1.1.7.2. MEKANİK YÖNTEM

Konserve kabındaki havanın ve gazların mekanik yolla emilmesidir. Hava çıkarma, doldurulmuş kavanoz ve kutular vakum kapama makinalarına kapatılır. Bu düzenlerde kaplar, tek tek özel vakum kamaralarına alınmakta ve 550-560 mm Hg vakum altında kap içerisindeki hava uzaklaştırılmakta ve derhal kapatılmaktadır. Uygulanan vakum miktarı her ürün için ayrı ayrı belirlenmelidir. Aksi takdirde fazla miktarda vakum uygulaması kap içeriğinin dışarı çıkmasına neden olabilir. Bir diğer mekanik yöntem de, doldurulmuş kapların titreşimli bantlar üzerinde yürütülmesidir. Bu sistem **SARSAK sistem** olarak bilinir. Dolu kaplar titreşerek ilerlerken içerideki havada titreşimle dışarı çıkar.

VIII.1.1.7.3. TEPE BOŞLUĞUNA BUHAR ENJEKSİYONU

Genellikle cam kavanozlara uygulanan bir yöntemdir. Kavanozların tepe boşluğuna, yüksek sıcaklıktaki buhar verilerek buradaki gazlar uzaklaştırılıp, kapaklar hemen kapatılır. Hapsedilen buhar soğuyunca yoğunlaşarak su haline dönüşür ve dolgu sıvısına karışır. Bu yöntemle sadece tepe boşluğundaki gazlar uzaklaştırılmış olur. Parçalar içerisindeki gazların uzaklaştırılmasında ise bu yöntem yetersiz kalır. Bundan dolayı tepe boşluğuna buhar enjeksiyonu ile beraber vakumda uygulanmalıdır. Konservelerde bırakılacak olan tepe boşluğu %6'yı geçmemelidir^(1,4,7,13,14).

VIII.1.1.8. Kutu Kapama

Konservelerin uzun bir raf ömrüne sahip olması yeterli ısıtım işlem uygulanmasının yanında hermetik kapatılmaları ile de sağlanabilmektedir. Kutu kapama işlemi, kutu içeriği 60°C'de iken yapılmaktadır. Yağ ve soslar da sıcak ilave edilmelidir. Eğer hava çıkarma işlemi termik yolla (egzost) yapılıyorsa, bu esnada kap içeriği aynı zamanda ısıtılmış olacağından, bir sonraki aşamada uygulanacak ısıtım işlemde kolaylık sağlamış olacaktır.

Doldurulmuş ve kapatılmış kutular, sterilizasyon öncesinde 60°C'de basınçlı su püskürtülerek veya temizlik maddeleri içeren sıcak su ile yıkanmalıdır. Kutular yıkandıktan sonra en fazla bir saat içerisinde otoklava alınmalıdır⁽⁴⁾. Hermetik kapatılmış kaplar, dışarıdan gelecek olan darbelere ve diğer kontaminasyonlara karşı içerdiği ürünü korumaktadır. İşlenecek materyalde renk değişimleri, koku farklılıkları, fiziksel hasarlar, mikrobiyel yük fazlalığı vb. olmamalı ve böyle ürünler de ham materyal olarak kabul edilmemelidir⁽²⁶⁾.

Kutuların kapatılması işlemi yarı yada tam otomatik makineler ile yapılmaktadır. Kapatılacak kutu, kutu kapama makinasının alt tablasına oturtulur ve üzerine kapağı yerleştirilir. Alt tabla hemen yukarı doğru yükselir. Böylece kapatılacak kapak, kapatma başlıklarına yerleşirken kutu, alt tabla ile kapatma başlığı arasında sıkıştırılmış olur. Alt tablanın hareket boyu ayarlanmakla, her boydaki kutuların aynı makine de kapatılma olanağı doğmaktadır. Kapatma; kutu kapağı çevresi ile kutu gövdesi tırnağının birbirine çengel halinde geçmesi şeklinde gerçekleşir. Kapak çevresi içeri doğru çengel haline gelirken, gövde kıvrımı bu çengelin içine yerleşecektir. Bu olaya "**kenetlenme**" oluşan kapanmaya ise "**kenet**" denir. Kutuyu bu şekilde kapayan mekanik düzenin esas makara elemanlarıdır. Makaralar, kapatma başlığı çevresinde, yani kapatılmak üzere sıkıştırılmış olan kutunun kapak çevresinde, dönen bir sistem üzerine yerleştirilmiştir. Makaralar ayrıca kendi ekseninde serbestçe dönebilecek bir şekildedir. Kapatılacak kutu alt tabla ile kapatma başlığı arasında sıkıştığı anda gövde ile kapağın kenetlenmesi sağlanır. Kapatma birbirini izleyen iki aşamada gerçekleşir. Birinci operasyon çengelin oluşturularak gevşek kenetlenmenin sağlandığı, ikinci operasyon ise bu çengelin sıkıştırılarak gerçek kenetlenmenin yani "**hermetik**" kapatmanın sağlandığı aşamadır. Birinci işlem makaraları ile ikinci işlem makaralarının profili yukarıdan aşağıya doğru bir yay gibidir. Böylece, birinci işlemin görevi olan çengel oluşumu, profilin kendine özgü niteliği ile gerçekleşmektedir. İkinci işlem makarasının profili birinciden tamamen farklı, hatta zıt şekilde ve derinliği daha azdır. Birinci işlemde makaralarının kendine özgü şekil ve daha az derin profili ile tam olarak kenetlenip sıkıştırılabilmektedir^(13,26).

Cam Kavanozların Kapatılması: Cam konserve kapaklarının kapatılmasında çeşitli tipte kapaklar kullanılmaktadır. Birinci gruptaki kapaklarda kapama conta kısmı kavanoz ağzının üst kenarına yerleşerek gerçekleşir. Bu tip kapaklara **Tepeden Kapama (top-seal)** denir. İkinci grupta ki kapaklarda kapama, contanın kavanoz ağzına ve ağız kısmının kenarlarına gelecek şekilde yerleşmesiyle gerçekleşir. Bu tip kapaklara **Yandan Kapama (side-seal)** denir. Diğer yönden kapaklar **Vakum ve Basınç kapakları** olarak ikiye ayrılır. Vakum kapaklarının, kap içindeki vakumu, dış atmosfer basıncından ayırma görevi vardır. Kavanoz kapakları vakum kapağı, şişelerde kullanılan kapsüller ise basınç kapağıdır. Vakum kapakları **soluyabilen ve soluyamayan** olmak üzere ikiye ayrılır. Soluyabilenlerde tepe boşluğundaki hava, ısıtma işlemi sırasında kapaktan dışarı çıkar. Bu sırada içeride oluşmuş buharda kaçır. Kavanoz soğurken içeride vakum oluşur. Kapaklar bu vakum tarafından tutulur. Bu tip kapaklar bilezik ve kapak olmak üzere iki parçalı yapılmaktadır. Vakum oluştuktan sonra vidalı bilezik geri çevrilerek alınır. Esas kapak kavanoz ağzında kalır. Soluyamayan kapaklarda ise tam kapama sırasında tepe boşluğuna buhar enjekte edilir. Böylece burada hermetik kapama, hemen kapama sonunda gerçekleşmiş olur⁽¹³⁾.

VIII.1.1.9. STERİLİZASYON

Doldurulup kapatılan konserve kutuları, tekerlekli konteynerlerle otoklav içerisine yerleştirilirler. Kutular kapatıldıktan en fazla 1.5-2 saat içerisinde otoklava alınmalıdır. Otoklav kapağı kapatılıp, hava tahliye vanaları ile buhar sızdıncılar açılıp otoklav içerisine buhar verilmesi ile sterilizasyon işlemine başlanır. Kutular gramajlarına göre 116 ve 120°C'lik sıcaklıklar arasında sterilize edilir. Sterilizasyon işlemi bitiminde buhar kapatılarak, soğuma işlemine başlanır.

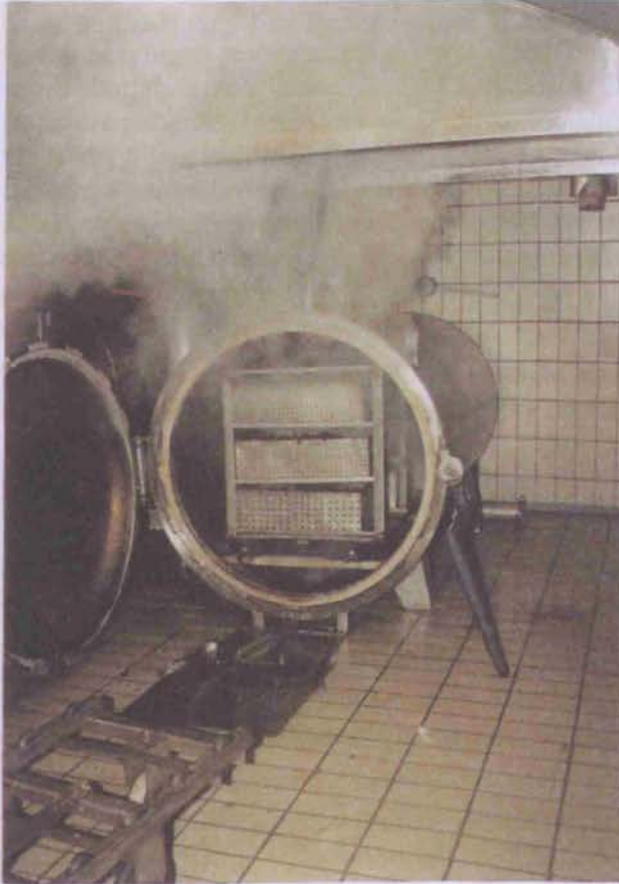
Isıl işlemin iki amacı vardır:

1. Balığı kutu içerisinde pişirmek,
2. Mevcut bakteri ve enzimleri inaktive etmektir.

Sterilizasyonda, uzun süre saklanması mümkün olmayan az asit içeren besin maddelerindeki bozulmalara neden olan mikroorganizmaları öldürmek, enzimleri inaktive etmek diğer taraftan da gıdanın fiziksel kalitesinin korunabilmesi ve besin değerindeki kayıpların minimum düzeyde tutulması amaçlanmaktadır. Sterilizasyonda bu iki amacı gerçekleştirebilmek için uygulanan ısısal işlemler, besin değerinde bazı negatif değişimlere sebep olmaktadır. Bu nedenle konserve yapımının son aşamasını oluşturan sterilizasyon işlemi üzerinde dikkatle durulması ve her besin için en uygun sterilizasyon koşullarının saptanması gerekir. Sterilizasyonda yapılacak hataların sonradan düzeltilmesi mümkün olmadığından

dan bu yanlgılar işletmeleri maddi y6nden zarara uğratmakla kalmaz aynı zamanda g6ven yitirilmesine de neden olur^(27, 28).

Enzimler d6ř6k sıcaklıklarda inaktive olurken, bazı tip bakterilerin (termofiller) inaktivasyonu için y6ksek sıcaklıklar gerekmektedir. Isıl işlemin sıcaklık ve s6resi, ısıya dayanıklı bakteri sporlarının 6ld6r6lmesi dikkate alınarak belirlenmektedir. 6rneğin, ısıya en dirençli bakterilerden biri olan *Clostridium botulinum*'un sporları 110°C'de 32 dakika, 115°C'de 8.7 dakikada 6ld6r6lmektedir⁽²⁹⁾. Isının mikroorganizmalar 6zerindeki 6ld6r6c6 etkisi, mikroorganizmaların yapısında bulunan proteinler ve enzimler ısı etkisiyle denat6re olmakta ve 6l6m meydana gelmektedir (şekil VIII. 10).



şekil VIII.10: Sterilizasyon işlemi⁽⁵⁾.

Isısal işlem gören gıdaların başlangıçtaki mikroorganizma sayısı oldukça büyük önem taşımaktadır⁽²⁸⁾. Mikroorganizmaların ısıya karşı dirençlerine birçok faktörün etkisi bulunmaktadır. Bunlar;

1. Mikroorganizmaların vegetatif hücre veya spor durumunda olmaları,
2. Mikroorganizmaların sayıları,
3. Mikroorganizmaların yaşları,
4. Ortamın pH değeri,
5. Ortamın bileşimi, mikroorganizmaların ısıya karşı dirençlerini geniş ölçüde etkilemektedir⁽¹³⁾.

Sterilizasyon, 100°C'nin üzerindeki sıcaklık derecelerinde uygulanan ısı işlem, pastörizasyon ise 100°C veya bunun altındaki sıcaklık derecelerinde uygulanan ısısal işlem olarak tanımlanmaktadır. Gıdaların muhafazasında pastörizasyon işlemi soğukta depolama veya kimyasal koruyucuların kullanımı gibi diğer bazı uygulamalarla beraber kullanılmaktadır. Bu işlemde kullanılacak sıcaklık ve süre uygulanan pastörizasyon yöntemine göre değişmektedir. Örnek olarak yüksek sıcaklık-kısa süre uygulamasında (High Temperature-Short Time (HTST)); düşük sıcaklık-uzun süre yöntemine (Low Temperature-Long Time (LTLT)) göre daha yüksek sıcaklıkta kısa süreli bir ısısal işlem uygulanmaktadır^(1,28).

VIII.1.1.10. STERİLİZASYON UYGULAMASI SIRASINDA BESİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER

Besinlerin işlenmesi ve saklanması sırasında bir taraftan kaliteyi iyi yönde etkileyecek değişiklikleri yaparken öte yandan kaliteyi bozucu veya düşürücü negatif etkileri ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek gerekir. Sterilizasyon ve bunu takip eden depolama süresince besinlerde önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler arasında vitaminlerin miktarının azalması, enzimatik olmayan esmerleşme, proteinlerin denatüre olmaları, renk, tat, koku ve tekstür özelliklerinin değişmelerini saymak mümkündür. Gıdaların işlenmesinde kullanılan ısısal işlemin besinde meydana getirdiği değişiklikleri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- a) **Gerekli Değişiklikler:** İşlenen besine ve amaca göre ayarlanabilen değişikliklerdir (Örneğin, sterilizasyonda mikroorganizmaların öldürülmesi gerekli olan değişikliklerdir).
- b) **İstenen Değişiklikler:** Isıl işlem sırasında oluşan ve pozitif olarak değerlendirilen değişikliklerdir. Örneğin konserve edilen ürünlerin

ön pişirilmesi veya yeni aroma maddelerinin oluşması gibi değişiklikler istenen değişiklikler grubuna girmektedir.

- c) **İstenmeyen Değişiklikler:** Besin işlemede meydana gelen, fakat olumsuz olarak değerlendirilen değişikliklerdir. Beslenme fizyolojisi veya duysal özellikler açısından besinlerde meydana gelen değişimler bu grupta toplanır. Vitaminlerin parçalanması, aşırı pişme bu değişikliklere örnek gösterilebilir⁽²⁷⁾.

Mikrobiyolojide; sterilizasyon ile ortamda mevcut bulunan tüm canlıların öldürülmesi anlaşıırken, sterilize edilen konserve gıdalarda ise yüksek sıcaklığa dayanıklı aerob ve termofilik bazı bakteri sporları canlılıklarını koruyabilmektedir. Esas olarak üç çeşit **sterilizasyon** vardır:

1. **Bakteriyolojik Sterilizasyon:** Tüm canlı mikroorganizmaların öldürülmesi işlemine denir.
2. **Biyolojik Sterilizasyon:** Mutlak sterilizasyonda diyebileceğimiz bu çeşit sterilizasyonda, tüm canlı mikroorganizmaların öldürülmesi ve enzimlerin inaktive edilmesi anlaşıır.
3. **Endüstriyel Sterilizasyon:** Normal depolama koşullarında ve süresinde besinlerin bozulmasına neden olan patojen ve toksin üreten mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktive edilmesi için gerçekleştirilen işleme, endüstriyel ya da ticari sterilizasyon denmektedir. Gıda teknolojisinde uygulanan sterilizasyon budur. Fakat yine de ticari olarak sterilize edilmiş ve hermetik kapatılmış gıdalarda ısısal direnci yüksek bazı bakteri sporlarının canlılıklarını koruyabilmelerine rağmen, ortam koşulları nedeniyle gelişemezler. Hermetik kapatılmış konservelelerdeki oksijensiz ortam ve depolama sıcaklıkları, kap içinde kalan aerob veya termofilik bakteri sporlarının gelişmelerini engellemektedir^(13,28,30).

Isıl işlem uygulamasında esas amaç olan mikrobiyal ve enzimatik inaktivasyon sağlanırken, ürünün duysal ve besinsel özelliklerini de mümkün olduğunca korumak gerekmektedir. Bunun sağlanması için:

- a) Her besin ve ambalaj seçenekleri için uygun süre-sıcaklık kombinasyonunun uygulanması,
- b) Ambalajın soğuk noktasına(ısı merkezine) ısı aktarımının optimizasyonu,
- c) Ambalaj içindeki ürünün her noktasında homojen bir ısı alımının sağlanması,

- d) Ürünün duyuşal özellikleri ile başlangıçtaki besin öğelerinin en iyi korunacağı koşulların yaratılması gereklidir⁽³¹⁾.

Değişik pH değerlerinde bulunan *Clostridium botulinum* sporlarının 100°C'deki buharda ölüm süreleri Tablo VIII.2'de gösterildiği gibidir.

Tablo VIII.2: Değişik pH değerlerinde bulunan *Clostridium botulinum* sporlarının 100°C'deki buharda ölüm süreleri.

Ortamın pH'sı	Ölüm süresi (dk)
2.10	10
3.20	52
3.10	56
4.10	60
5.05	90
5.40	120
6.00	180
7.00	150
7.40	10

Burada *Clostridium botulinum*'un ölümü için gereken sürenin, ortamın pH'sına ne kadar fazla bağlı olduğu görülmektedir. Ortamın asitliği artıkça, düşen pH değerine bağlı olarak spor ölümü daha da kolaylaşmaktadır. Ayrıca konserve gıdalarda su aktivitesi de *Clostridium botulinum* için bir ölçüt oluşturmaları nedeni ile sterilizasyon etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) verilerine göre su aktivitesinin 0.85'in altında olması konserve gıdalarda mikrobiyolojik bir güvence oluşturmaktadır. Genelde su aktivitesine en duyarlı bakteriler gram-negatifler (gelişmeleri minimum a_w : 0.93-0.95 arasında) ve *Bacillus* spp. (min a_w : 0.90-0.93 arası) izlemektedir. Besinlerin içerdiği nişasta gibi maddelerle konserve yapımı sırasında katılan şeker, tuz, kıvam verici vb. gerek mikroorganizma ölümüne, gerekse de ısı iletimine etki yaparlar⁽³¹⁾.

Çok kısa sürede ısıtma sıcaklığına çıkarılan ve tekrar çok kısa bir sürede soğutulan mikroorganizmaların ölüm değerleri yarı logaritmik grafikte zamana bağlı olarak göstermek gerekirse genellikle bir doğru elde edilir. Bu grafik, sabit sıcaklıkta canlı kalan mikroorganizma sayısı ile ısıtma süresi arasındaki bağıntıyı belirlemektedir. Elde edilen doğrudan D değeri denilen belli bir mikroorganizmanın desimal redüksiyon süresini saptamak mümkün olmaktadır. D değeri pH, ortamın bileşimi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bundan dolayı D değeri hesaplarında, ortam sıcaklığı D değerinin hemen altına belirtilmelidir (D_{120} gibi). Isıl işlemde en önemli nokta, ambalajın ısıtma ortamında hangi sıcaklık ve sürede tutulduğundan daha çok, kutu içinde en geç ısınan noktanın (soğuk nokta), hangi sıcaklıkta ne kadar süre kaldığıdır. Konserve gıdaların yapılarına göre ısı transferi kondüksiyonla ya da

konveksiyonla olmaktadır. Sterilizasyon süresinin belirlenmesinde konservenin en geç ısınan noktanın yani soğuk noktanın sıcaklık seyri esas alınmaktadır. Isı iletiminin kondüksüyonla olduğu besinlerde soğuk nokta merkezde olmamaktadır. Bunun için soğuk noktada ne kadarlık bir F değerinin uygulanması gerektiği ve sterilizasyon işleminde bilinmesi gereken diğer değerler aşağıda gösterilmektedir ⁽²⁷⁾.

D Değeri: D değeri (Desimal azalma süresi), mikroorganizmanın veya sporlarının %90'ını öldürmek için gerekli olan süredir. Yani başlangıçtaki canlı mikroorganizma sayısını onda birine (%10'a) azaltmak için gerekli sürenin dakika olarak verilmesidir. *Clostridium botulinum* sporları için 121.1°C'deki D değeri (D_{121.1}) 0.21 dakika olarak alınabilir. *Clostridium botulinum*'un en dayanıklı sporlarının 121.1°C'deki D değerinin 0.21 dakika olmasından dolayı 12 D işleminin 2.52 dakika olması hesaplanır. Bir kutuda 1 adet mikroorganizma varsa 12 D işlemi ile bir kutuda mikroorganizma bulunma olasılığı 10⁻¹² olmaktadır. Bu durum da 121.1°C'de 2.52 dakikalık bir süre almaktadır.

D: (loga-logb) / t

D: Desimal redüksiyon süresi (dakika)

a: Başlangıçtaki mikroorganizma sayısı

b: Isısal işlemden sonra canlı kalan mikroorganizma sayısı

t: Süre (dakika)

Z-değeri: Mikroorganizmaların değişik sıcaklıklarda ısıya dayanıklılığını belirler. Yarı logaritmik koordinat sisteminde D değerlerinin ordinatta ve buna denk gelen sıcaklıklarda apsiste işaretlenirse elde edilecek olan doğruya ısısal ölüm eğrisi denir. Bu doğrusal eğriden Z değeri hesaplanır. Herhangi bir mikroorganizmayı öldürme süresini % 90 oranında kısaltmak için sıcaklığın kaç derece artmasını gösteren değer, Z değeridir. Spor yapan mikroorganizmalar özellikle *Clostridium* grubu mikroorganizmalar yüksek Z değeri gösterirler. *Clostridium botulinum*'un Z değeri ise 10°C' dir. Yüksek D değerine sahip mikroorganizmaların ısıya dirençleri daha fazladır. Isıl işlem sırasında mikrobiyal popülasyonda 10'un katları bir azalma yani desimal redüksiyon (D Değeri) meydana gelmektedir. Buna göre yükselen sıcaklıkla mikrobiyal inaktivasyonda hızla artmaktadır. Belirli bir ısıl değerden sonra, her 5°C'lik bir sıcaklık artışı, vejetatif mikroorganizmada desimal redüksiyonu sağlarken, hücrenin spor formu için bu sonuç, her 10°C'lik artışla sağlanır. Bu olay psikrofil türler için 40°C'den sonra, mezofil mikroorganizmalar için ise hemen hemen 70°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleşebilmektedir. Uygulanan sıcaklık yüksek olduğu zaman, ortamdaki mikroorganizmaların vejetatif hücreleri ve sporları daha kısa sürede öldürülür. Düşük asitli konserve ürünlerde (pH>4.5) yeterli güvenir-

liliğin sağlanabilmesi için bu tür ürünlerde en önemli sağlık riskini meydana getiren ve ısıya karşı en fazla direnç gösteren mikroorganizma olan *Clostridium botulinum*'un sporlarının ortamdaki miktarının 10^{12} adet/ml'den 10^0 'a düşürülmesi, yani bu sporların sayısında 12 logaritmik bir azalma sağlayacak bir ısısal işlemin uygulanması gerekmektedir. Konserve endüstrisinde bu işlem 12 D konsepti olarak bilinmektedir. *Clostridium botulinum*'un ürettiği toksin mevcut mikroorganizmaların ürettiği en kuvvetli toksin olduğundan dolayı bununla çalışmak oldukça riskli olarak kabul edilmektedir. Bundan dolayı pH>4.5'un altındaki konserve ürünlerin ısısal koşullarının saptanmasında *Clostridium botulinum*'dan daha dirençli spor oluşturan ve National Canners Association tarafından önerilen *Clostridium sporogenes* P.A. 3679 (putrektif anaerob) kullanılmaktadır. pH değeri 4.0-4.4 arası gıdalar için *Bacillus stearothermophilus* F.S 1518 (flat sour), *Clostridium pasteurianum* veya *Clostridium thermosaccharolyticum* hedef mikroorganizma olarak seçilebilir^(1,31,32). Bu mikroorganizma sporlarının ısısal dirençleri *Clostridium botulinum* sporlarının ısısal dirençlerinden daha fazla olup, bu türün sporlarının ortamdaki sayılarını 10^5 adet/ml'ye indirebilmek için uygulanacak ısısal işlem, *Clostridium botulinum* sporlarını 10^{12} adet/ml'ye indirecek ısısal işlem değerlerine eş değerdir⁽²⁸⁾. Bir besinin optimal sterilizasyon koşullarının hesaplanmasında F, E veya C değerlerinin de bilinmesi gerekmektedir.

F-Değeri: Gıdalardaki organizmaların öldürülmesini göstermektedir. Isıl işlemlerde genellikle, sağlık açısından en riskli ve ısıya en dayanıklı mikroorganizma baz alınır. Bununla beraber bazı asitli gıdalarda ve kısa süreli yüksek sıcaklık uygulamalarında bazı enzimler de ölçüt olarak alınabilmektedir. Konserve sanayiinde, sterilizasyon uygulamalarında hedef olarak çoğunlukla *Clostridium botulinum* ve *Clostridium sporogenes* sporlarının öldürülmesi baz alındığından, hesaplamalarda bu mikroorganizmaların 121.1°C'de 1 dakikalık letal etkileri F_0 değeri ile sembolize edilir. Bir besinde ulaşılması gereken F değeri üç faktör tarafından belirlenir.

1. Konserve beklenen dayanıklılık veya bozulmama güvencesi,
2. Ölçüt olarak alınan mikroorganizmanın sıcaklığa dayanıklılığı,
3. Besinin sterilizasyondan önce içerdiği mikroorganizma sayısı⁽¹³⁾.

C-Değeri: Isısal işlem sonucu gıdalarda meydana gelen değişimleri belirtmek için kullanılır (besin değeri kayıp faktörü).

Amaca uygun konserve üretimi, ancak konserve içeriğinin merkez sıcaklığının ölçülmesi ile mümkündür. Besin içeriğindeki kayıpların belirlenmesinde ise B₁ vitamini indikatör olarak kullanılmaktadır. F değeri, uygulanan ısıtma yönteminin belli bir Z değeri gösteren bir mikroorganizmanın

öldürülmesi bakımından sıcaklık etkinliğini ortaya koyar. Konservecilikte indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen *Clostridium botulinum* sporlarının gösterdiği D değeri 0.21'dir. 12-D konseptine göre 121.1°C sıcaklıkta en az ısıtma süresi 2.52 dakika olmaktadır. Başka bir ifadeyle bir konservein sterilizasyonda en soğuk noktasındaki F değeri mikrobiyolojik stabiliteyi sağlamak için en az 2.52 olması gerekmektedir. Herhangi sabit bir sıcaklığın mikroorganizmaların öldürülmesinde, 121.1°C'de ve bir dakikanın vermiş olduğu etkiyi sağlamak üzere gerekli olan dakika miktarı F-değerinin sayısal ifadesidir. Örneğin F değerinin 1 olması demek, Z değeri 10 olan bir mikroorganizmanın 121.1°C'de 1 dakika ısıtılması anlamına gelmektedir. Mikroorganizmaların ısısal dirençlerini belirlemede referans sıcaklık olarak 250°F alınmaktadır. Uygulamalarda *Clostridium botulinum* sporları için Z değeri 18 olarak alınmaktadır. Z değeri 18 olduğunda 250°F'deki F değeri F_0 sembolü ile gösterilir. Buna göre F_0 değeri, belirli bir ortamda, 250°F (121.1°C)'da 10^{12} adet/ml *Clostridium botulinum* sporunu 10^0 adet/ml düzeyine indirebilmek için gerekli olan süredir. Z değeri mikroorganizmanın cinsine, spor veya vejetatif formda olup olmadığına, ortamın pH'sı vb faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Maya ve küfler için Z değeri 5-7°C olarak alınır^(13,28).

Sterilite değerinin (F_0) hesaplanmasında ölçüm yapılan ambalajlara göre (teneke kutu, cam kavanoz, otoklav poşeti vb) bir farklılık oluşmadığı belirtilmektedir. Ölçüm için esas olan, soğuk noktanın doğru belirlenmesi ve termokapül (ısıleş) ucunun bu noktaya yerleştirilmesidir⁽³¹⁾. Bazı balık konservelerinin F_0 değerleri Tablo VIII.3'te verilmiştir⁽³³⁾.

Tablo VIII. 3. Bazı balık konservelerinin F_0 değerleri.

Konserve türleri	F_0 değerleri(dakika)
Uskumru (salamurada)	2,44
Sardalya (salamurada)	2,34
Sardalya (yağ içerisinde)	8,0
Sardalya (domates sosu içerisinde)	3,66
Ton balığı (yağ içerisinde)	6,95

Sterilizasyonda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların öldürülmelerinin yanında enzimlerin de inaktive edilmeleri gerekmektedir. Konserve endüstrisinde enzim inaktivasyonu için peroksidaz enzimi indikatör olarak alınmaktadır. Enzimlerin belirli bir sıcaklıkta inaktivasyonu için gerekli olan süreyi belirleyen parametreye **enzim inaktivasyon faktörü** veya **E faktörü** denilmektedir. Sterilizasyon uygulamasında mikroorganizmaların öldürülmesi için gerekli olan sıcaklığın etkinliğini belirleyen F değerinde 121.1°C temel sıcaklık olarak alınırken, enzim inaktivasyonunda bu değer 100°C olarak alınır.

Besinlerin konserveye işlenmesinde uygulanan ısısal işlemler nedeniyle içeriklerinde değişimler olmaktadır. Besin değeri kayıp faktörü ise **C (cook value) değeri** ile gösterilmektedir. Besinlerde ısıyla meydana gelen değişiklikler için, ısıya en duyarlı içerik maddeleri indikatör olarak seçilmektedir. Mikrobiyal inaktivasyonda test mikroorganizması olarak ısısal direnci en fazla olan bozulma etmeni mikroorganizmaların hedef olarak seçilmesi gibi, enzim inaktivasyonuna dayanan ısısal işlem hesaplamalarında da depolama sırasında ürün kalitesini etkileyebilecek ısısal direnci en yüksek olan enzim hedef olarak alınmaktadır. Sterilizasyonda bu değişikliklerden birisi de tiamin ve askorbik asit parçalanmasıdır. Bu amaçla su ürünlerinde indikatör olarak alınacak gıda bileşeni ise tiamin (vitamin B₁)'dir. Besin değeri kayıp faktörünün hesaplanmasında ve enzim inaktivasyonunda 100°C temel sıcaklık olarak alınmaktadır^(13,20,27,28,31).

VIII.1.1.11. SOĞUTMA

Bazı balık ürünlerinin ısısal işlem sırasında kötü kokular oluşturmaya yatkınlıkları yüzünden ısısal işlemi takiben hızlı bir şekilde soğutulmaları gerekmektedir. Otoklavın yavaş yavaş soğutulması otoklav basıncının birden düşürülmemesine dikkat edilmelidir. Aksi halde kutular şişerek kenet yerlerinden sızıntı yapabilir. Kutular üzerine su püskürtülerek veya soğuk havada bekletilerek soğutulmaktadır. En iyi yöntem, basınçla soğutmadır. Bu işlem için içilebilir klorlanmış su kullanılmalıdır. Soğutma işlemi süratle ve kutuların yüzeylerinde kalan su zerreciklerini kurutmaya yeterli sıcaklık derecesinde (yaklaşık 38°C) olmalıdır. Otoklav içerisinde uygulanan basınçlı soğutma işlemi iki saat içerisinde bitirilmelidir^(1,4,14,19).

VIII.1.1.12. ETİKETLEME ve DEPOLAMA

Soğutma işlemi sonrasında kutuların kurulanmaları gerekir. Bu şekilde üretim işlemi tamamlanmış konserve kutuları etiketlendikten sonra depolanırlar. Soğutulan kutuların etiketlenmesi hemen yapılmamalıdır. Etiketlemede önemli olan noktalar; barkodlu tarafın etikete düzgün olarak yapışmış olması, kapak ve kenetlerde sıyrık olmaması, kapak üzerindeki tarihin okunabilir olmasına dikkat edilmelidir. Etiketlemeleri tamamlanan kutular karton kolilere yerleştirilmeye başlanır. Kutulanmış balık konserveleri normal depolama şartları altında, en az bir yıl dayanabilmelidir. Daha sonra balık konserveleri karton kutulara yerleştirilir ve depolanırlar^(4,34).

Depolamada dikkat edilecek hususlardan birisi de kutuların dış yüzeyinde korozyona engel olmaktır. Dış korozyon denilince, kutuların dıştan paslanma ve delinmeleri akla gelmektedir. Paslanma olayı konservelerin satışına olumsuz etki etmesinin yanında, kutuların delinmesine, mikroorganizmaların

kontaminasyonu sonucu ürünün bozulmasına neden olmaktadır. Pas oluşumu için mutlaka kutu dış yüzeyinde nem olması gerekmektedir. Bu olay, depolama süresince, havadaki nemin kondanase olması ile meydana gelmektedir (**terleme**). Bundan dolayı depolama boyunca depo ısısı ile kutu yüzeyindeki ısıнын aynı tutulması gerekmektedir. Ayrıca sahil kesiminde yerleşmiş bulunan konserve fabrikalarının depolarındaki kutulanmış ürünlerde nem ve tuzun etkisi ile paslanma fazla görüldüğünden, bu gibi yerlerde depolama şartlarına özellikle dikkat edilmelidir⁽³⁵⁾.

VIII.1.2. BALIK KONSERVELERİNDE MEYDANA GELEN BOZULMALAR

Sağlıklı ve kaliteli bir gıda üretimi için bütün olumsuz etkenler en az düzeyde tutulmalıdır. Bunun için de, işletmenin kuruluşundan başlayarak hammadde girdisi, işleme, depolama ve tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen her aşamada, bir çok faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Avlandıktan sonra balıkların gemide hatalı dondurma ve depolanmaları sonucunda kalitesinde olumsuz değişimler olabilmektedir. Örneğin, balıkların dondurulmaları sırasında tat, koku, görünüş ve tekstüründe istenmeyen değişimler meydana gelir. Depolama sırasında ise depolama sıcaklığı ve depoda kalma süresine bağlı olarak kalite kaybı görülebilmektedir⁽¹⁰⁾.

Histidin aminoasiti, genellikle kırmızı et içeren pelajik balıklarda oldukça fazla miktarlarda bulunmakta olup balığa kendine has lezzetini vermektedir. Bozulmanın ilerlemesiyle balık etinde histamin miktarı da artmaktadır. Besinlerdeki histaminolojik potansiyel o besinin içerdiği histidin miktarına, bakteriyal histidindekarboksilaz varlığına ve çevre koşullarına bağlıdır. Ton balığının kan ve organlarında oldukça fazla miktarda serbest histidin bulunmaktadır. *Scombridea* familyasına ait olan bu balıkların kaslarında bulunan bol miktardaki serbest histidin, bakteriler tarafından dekarboksile edilerek histamine dönüşür. Ton balığındaki kalite bozulmalarına histamin ve diğer biyojen aminlerin sebep olduğu bir çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Ton konservelelerinde duyu-sal olarak hissedilemeyen bu bozulma, mikrobiyel aktivitenin belirli bir düzeye ulaşmış olması nedeni ile insan sağlığı için tehlikeli olabilmektedir. Mikrobiyal bozulmaya maruz kalan ton balığı gibi belli gıdalarda yüksek konsantrasyonda serbest histidin bulunuşu aynı zamanda büyük miktarda histamin oluşum ihtimalini de artırır. Balıkta histaminin bulunuşu histamin zehirlenmesi yapmasının yanında balık bozulmasının da bir göstergesidir. Bayatlamış balıklarda *Achromabacter* gibi yüksek histidindekarboksilaz enzim aktivitesine sahip olan bakterilerin bulunması histamin oluşumuna neden olur. Oluşan histaminin büyük bir kısmı mikroorganizmaların gelişmesi sonucu, bir kısmı da otoliz sonucu meydana gelir. 30°C'nin üzerinde histamin oluşmadığı, histamin oluşumu için

optimum sıcaklığın 27-28°C olduğu bildirilmektedir. Taze balığın çok az histamin içerdiği fakat ölümden sonra arttığı belirtilmektedir^(24,36,37,38,39,40).

Konserve ürünlerdeki bozulmalara, mikroorganizmalar, içerik ile kutu arasındaki kimyasal reaksiyonlar, konserve üretiminde hatalar ve iyi olmayan depolama koşulları neden olmaktadır. Üretimi normal yapılmış konserve ürünlerin her iki tarafı konkav veya düzdür. Eğer bir konserve bakteriyel bozulma varsa, o konserve uygun sıcaklıkta sterilize edilmediği anlaşılmaktadır. Sıcak mevsimlerde konserve içeriğinin hazırlanması ile kutulara doldurulup sterilize edilinceye kadar geçen süre uzun olursa konserveledaha kutulanmadan bozulur. Hammateryalin çok sayıda bakteri içermesi daha uzun süreli sterilizasyonunu gerektirir. Aksi takdirde kutu içerisinde mikroorganizmalar ürer ve gaz oluşturarak bombaja neden olurlar^(1,20).

Konserve ürünlerde meydana gelen bozulmaları başlıca 3 grup halinde toplayabiliriz. Bunlar:

VIII.1.2.1. Mikrobiyolojik Bozulmalar

Yeterli hijyen şartlarının uygulanmadığı işletmelerde, üretim hatlarında zaman zaman oluşan aşırı mikroorganizma yükü nedeniyle üründe mikrobiyolojik bozulmalar ortaya çıkabilmektedir. Bu bozulmaların nedeni de çoğunlukla, otoklavda yetersiz ısısal işlem(sıcaklığın düşük yada sürenin kısa tutulması gibi) uygulamasıdır. Mikrobiyolojik bozulma şu sebeplerle meydana gelebilir:

- a) Yetersiz sterilizasyon: Isıl işleminin sıcaklık ve zaman bakımından yetersizliğidir.
- b) Sterilizasyonun yapılmaması: Isıl işlem uygulanmayan konserve gıdalar için söz konusu olup, oldukça nadir görülür.
- c) Isı işleminden sonra yetersiz soğutma,
- d) Sızıntı nedeniyle bulaşma,
- e) İşlemeden önce ürünün kontaminasyonu,
- f) Kutu kapağının tam olarak kapatılmaması⁽²⁸⁾.

Konserve gıdaların bozulmasına neden olan mikroorganizmalar başlıca iki genel grup altında toplanırlar. Bunlar:

VIII.1.2.1.1. Spor oluşturan mikroorganizmalar

Oksijen ihtiyaçlarına göre;

- a) **Mutlak Aerob Türler:** Gıda sterilizasyonu yönünden diğer gruplardan daha az önemlidir. Oksijene fazla miktarda ihtiyaç duydukları için, konservelede gelişmeleri mümkün olmamaktadır.
- b) **Kısmi Anaerob Türler:** Bu grup mikroorganizmalar gıda sterilizasyonu bakımından daha önemlidir. Çoğunlukla düz ekşimeye "flat-sour" neden olurlar (Asit meydana getirip, çok az ya da hiç gaz açığa çıkarmazlar).
- c) **Mutlak Anaeroblar:** Konserve gıdaların bozulmasına neden olan türler 2 grupta toplanırlar. **Mezofilik** ve **termofilik** türler. Bunlar gıdalarda CO₂ oluşturarak bombaja neden olurlar. Düşük asitli gıdalarda mezofilik spor yapan anaerob türlerde son derece önemlidir. İnsan sağlığı yönünden, toksin oluşturan mikroorganizmalardan *Clostridium botulinum*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium welchii* gibi anaerobik spor yapan türler ise balık konserveleinde bombaja neden olmaktadır. A, B ve E gibi önemli tipleri vardır. A ve B tiplerinin sporları, ısıya daha dayanıklıdır^(18,41).

VIII.1.2.1.2. SPOR OLUŞTURMAYAN TÜRLER

Bunların yüksek asitli (pH:4 ün altı) gıdaların bozulmasında önemi oldukça fazladır.

Genellikle balık konserveleinde *Bacillus* ve *Clostridium* türleri bozulmaya neden olmaktadır. *Bacillus*'lar konservelede yumuşama, ekşime ve hoş gitmeyen koku meydana getirirler. Özellikle *B. licheniformis*, *B. coagulans*, *B. cereus*, *B. subtilis* türleri CO₂, NO₂ ve N₂ gazı oluştururlar. *Clostridium sporogenes*, *Clostridium putrefaciens*, *Clostridium botulinum* gibi spor yapan anaerob türler ise balık konserveleinde hem CO₂ ve H₂ gazı oluşturarak bombaja sebep olurlar, hem de proteinleri parçalayarak metil, etil sülfür gibi kükürtlü ürünleri, amonyak, aminler, indol, skatol ve merkaptanları oluşturmak suretiyle kötü kokulara neden olurlar^(18,41).

Konservelede işlenecek balıklarda meydana gelen histamin oluşumuna neden olan en önemli bakteriler Enterobakterilerdir. *Proteus morganii*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter coagulans*, *Hafnei alvei*, *Proteus incostans*, *Klebsiella pneumoniae* örnek verilebilir^(42,43,44). Uskumru ve diğer balıklarda histamin oluşumundan sorumlu olan bakterilerin (*Proteus morganii* veya

Proteuslar) bulunması histamin zehirlenmesinin bir kriteridir. Histamin oluşturan mikroorganizmalar balığın deri, solungaç, barsak ve kas dokularında bulunur. Oluşan histamin miktarı, balık kasındaki histidin ile doğru orantılıdır. Kırmızı balık kasında oldukça fazla miktarlarda histidin bulunur. Histamin genellikle taze balıkta 50 ppm den daha az düzeylerde bulunur. İnsanlarda 8-40 ppm histamin alımı hafif, 70-1000 ppm orta, 1500-4000 ppm ise ağır zehirlenmeye sebep olmaktadır. Balıkta rahatsız edici bir koku oluştuğu zaman histamin miktarının 3mg/100g, koku dayanılmaz bir duruma geldiğinde 25 mg/100g'a kadar çıkabileceği belirtilmektedir^(24,36,37,38,39).

VIII.1.2.2. KİMYASAL BOZULMALAR

Kimyasal bozulmalar, konserve üründe renk değişimine neden olurlar. Bunlardan en önemlisi de demir sülfid renk bozulmasıdır. Bu tip bozulma, hidrojen bombajı olarak da adlandırılabilir. Hidrojen bombajı, kutudaki demirle gıdanın asitinin reaksiyona girmesiyle meydana gelen hidrojen gazının basıncıyla oluşur. Balık etinde siyah renk oluşumu da bu tip bozulmanın varlığını gösterir. Her ne kadar üründe görülen bu siyahlaşma kimyasal olarak nitelendirilse de *Clostridium nigrificans* gibi hidrojen sülfid oluşturan ve spor yapan termofiller de konserve bozulmasında sülfid kokusundaki bozulmaya sebep olurlar. Gıdadaki hidrojen sülfid, kutudaki demir ile tepkimeye girerek üründe siyahlaşma meydana getirir. Hidrojen bombajı: gıdaların asitliğinin artması, depolama ısısının yükselmesi, kutu içinin hatalı kalaylanması ve laklanması, zayıf egsozt, eriyebilir kükürt ve fosfor bulunması nedeniyle oluşmaktadır^(18,45).

Teneke kutuyla içindeki gıda arasındaki karşılıklı etkileşmenin sebep olduğu diğer kusurlar ise şunlardır:

1. Kutunun iç kısmının renginin değişmesi,
2. Gıdanın renk değiştirmesi,
3. Gıdanın metalik lezzet oluşturmaması,
4. Sıvı kısmın bulanıklaşması,
5. Metalin korozyonu veya delinmesi,
6. Besin değerinin kaybolması.

Diğer taraftan fazla bırakılan tepe boşluğundaki havanın tümü, daha sonra uygulanacak olan hava çıkarma işlemi ile dışarı çıkarılamadığından, içeride kalan oksijen, teneke kutularda korozyona neden olabildiği gibi, ayrıca gıda maddesinde de değişik oksidatif reaksiyonlara yol açmaktadır. Asit oranı düşük

konservelerde de korozyona rastlanılmaktadır. Bir konserve kutusunda oksijen bulunması, konserve işleme tekniğindeki yetersizliği göstermektedir⁽⁴⁵⁾.

VIII.1.2.3. Fiziksel Bozulmalar

Konserve gıdalarda fiziksel bozulma şu sebeplerle meydana gelmektedir:

- a) **Bombaj oluşumu:** Sterilizasyon sonunda buhar basıncının hızlı düşmesi sonucu kutunun içinde fazla basınç oluşarak bombaja neden olur. Bu tür kutularda daha sonra, kutu kapağı çemberinin şişmesi sonucu deformasyon görülür.
- b) **Yetersiz egzost işlemi:** Sterilizasyon öncesi yeterince havası uzaklaştırılmamış kutular, içlerindeki gazın genleşmesi sonucu fazla iç basınç nedeniyle zarar görürler. Bu gibi kutularda, kutu içinde kalan hava, tepe boşluğunun miktarına bağlı olarak yalancı veya kuvvetli bombaj oluşturabilirler. Kutularda düşük vakum uygulanması sonucu oluşan yetersiz gaz çıkarma işlemi bombaj oluşturmaya bile, yüksek ve sıcak bölgelerde, ısının artması veya basıncın düşmesi ile bu kutularda bombaj meydana gelebilir.
- c) **Gereğinden fazla doldurma:** Yeterince tepe boşluğu bırakılmayan konserve kutularının taban ve kapak kısımlarında, sterilizasyon sırasında oluşan basınç sonucu, şişkinlik belirir. Fazla doldurulan kutular sterilizasyon sırasında zorlanır. Böyle kutularda yalancı bombaj veya kutunun patlaması görülebilir. Bazı durumlarda ise kenetler ayrılabilir veya gevşeyebilir.
- d) **Kutu içinde fazla vakumdan dolayı kutunun içe göçmesi (Negatif bombaj):** Tepe boşluğunun gereğinden fazla bırakılması halinde, kutu içinde kuvvetli bir vakum oluşur ve taban ile üst kapak iç tarafa doğru çöker. Bazen, özellikle büyük kutularda gövdede yer yer göçmeler olur. Bu durumda yine kenet yerlerinde açılmalar ve gevşemeler ortaya çıkabilir. Kutu gövdesi atmosfer basıncıyla zorlanır. Bu durum, özellikle fazla miktarda vakum bulunan büyük kutularda ve aşırı basınç altında suyla soğutulan veya ince tenekeden yapılmış kutuların kullanıldığı konservelerde görülür.

Bundan başka pas oluşumu ve kutuların zarar görmesi de kutu içeriğinin bozulmasında etkilidir. Ayrıca pişirme işlemi sonrasında yapılan soğutma sırasında da balık etinde önemli sayılabilecek değişimler olmaktadır. Bunlar pişmiş balıkta ağırlık kaybı, balık yüzeyinde kuruma, pişme sırasında balığın yüzeyinde toplanan yağın oksidasyonudur^(13,18,20,26).

Ton balığı ve yengeç gibi konserve deniz ürünlerinde struvite oluşumu da önemli bir problemidir. Struvite kristalleri genellikle yüksek sıcaklıklarda sterilize edilen balık konservelerinde balıktan açığa çıkan amonyak ve deniz suyundaki magnezyumun reaksiyonu sonucu oluşan cam benzeri kristallerdir. Isıl işlem ve soğutma periyodu sonrası oluşur. Konservenin görünüşünü bozmakla beraber tamamen zararsızdır⁽⁴⁶⁾.

VIII.1.3. ISIL İŞLEM SONRASI KONSERVE ÜRÜNDE MEYDANA GELEN KALİTE KAYIPLARI VE BESİN BİLEŞİMİ DEĞİŞİMLERİ

Konserve balıklarda görülen problemlerin birçoğu taze materyalin kalitesi ile yakından ilgili olup, depolama esnasında bu değişimler devam etmektedir. Konserveye işlenecek ton balıkları genellikle donmuş olarak getirilmektedir. Uygun olmayan donuk depolama, acılaşmaya ve su kaybına neden olmaktadır. Konserve işlem aşamalarında meydana gelen değişimler duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntemlerle belirli kriterler göz önüne alınarak tespit edilebilmektedir. Bu kriterler ise balıkta oluşan değişimlerin ölçülmesi ile saptanabilmektedir.

Isıl işlem, gıdaların duyuşal kalitesi üzerinde hem pozitif hem de negatif olarak etki yapmaktadır. Bu etki gıdada meydana gelen kimyasal reaksiyonlara bağılı olarak değişmektedir. Yüksek sıcaklıklarda yapılan sterilizasyon sonucunda ürünün kalitesinde de değişimler olmaktadır. Pişirmenin ısısal etkisi dokunun yumuşamasına, renk ve tatta ise stabil bir yapı oluşmasına sebep olmaktadır^(17,41,47).

Besinlerin işlenmesi ve saklanması sırasında bir yandan kaliteyi iyi yönde etkileyebilecek değişiklikleri yaparken öte yandan kaliteyi bozucu ve düşürücü negatif etkileri ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek gerekir. Bu nedenle ısıl işlemlerin uygulanmasında bu iki faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Sterilizasyon ve bunu takip eden depolama boyunca besinlerde önemli sayılabilecek değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin başında, vitamin miktarının azalması, enzimatik olmayan esmerleşme, proteinlerin denatürasyonu, renk, tat, koku ve tekstür değişimleri gelmektedir. Ayrıca sterilizasyon sırasında ısı ile birlikte daha başka değişimler de oluşabilmektedir⁽²⁷⁾.

Konserve teknolojisinde, ön pişirme yada sterilizasyon sonrası sadece mikroorganizmalar inaktive olmayıp, aynı zamanda balık etinin doku, renk, koku gibi duyuşal özelliklerinde de değişimler meydana gelmektedir. Isıl işlem sonucu proteinlerde denatürasyon görülür. Pişirme işlemi ve sıcaklığı arttıkça,

suda çözünebilen proteinli maddeler balıktan ayrılmakta ve besinsel kayıplarda artış görülmektedir. Balık proteinleri 110°C'deki ısıtma sonucunda 90 dakikada, 130°C'lik ısıtma ile 60 dakikada parçalanmaktadır. Bu esnada aminoasitlerde de kayıplar oluşabilmektedir. Proteinlerdeki bu parçalanma ısıtma süresi ve sıcaklığına bağlı olarak artmaktadır. Isıtma aynı zamanda balık etinin pH'sını da değiştirebilir. Lipidlerde hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon gibi değişimlerde oluşabilmektedir. Vitaminlerin yıkımı, balığın türüne, yağ içeriğine ve kullanılan sterilizasyon sıcaklığına bağlıdır. Isıtma sonucunda B₁ vitamini kayıplar meydana gelir. Isı aynı zamanda balık etine ışıyı yayma ve yansıtma özelliği de kazandırır. Kırmızı et parlak kahverengiye dönüşürken, beyaz etin rengi ise iyice açılır. Ton konservelerinde ön pişirme ve sterilizasyon sonrası görülen renk değişimlerinin ise mailard reaksiyonundan kaynaklanır^(8,10,29,48,49,50).

Etlerin pişirilmesi sonucunda içerdiği proteinde önemli değişimler olur. Bu değişim önce et proteinin koagüle olmasıyla başlar. Isı ile etin besin değerinde görülen değişim, o eti oluşturan amino asitlerin bileşiminde ve hazmedilebilirliği üzerinde de kendini göstermektedir. Ette bulunan lizin ile karbonhidratın ısıtma sonucu reaksiyona girmeleri mailard reaksiyonunu oluşturmakta bu da etin biyolojik değerini azaltmaktadır. Aynı etin çok daha fazla ısıtılması ile ısıya hassas aminoasitlerin parçalanması olmaktadır^(20,51).

Sterilizasyon ısısının yüksek ve süresinin uzun tutulması sonucunda tam bir bakteri ölümü olmasına rağmen, konservenin besin bileşiminde azalma olabilmektedir. Pişirme esnasında uygulanan zaman/sıcaklık şartlarının etkisi sonucunda, ısıl işlemin renk, tat, kıvam ve doku üzerinde oldukça etkili olduğu görülmektedir. Yine sterilizasyon işleminin uzun sürmesi ile gıdanın kalitesinde (özellikle, duyuşal değerlerinde) azalma olabilmektedir. Son yıllarda yüksek sıcaklık, kısa proses süresi uygulaması önem kazanmış, böylece de kimyasal değişimlerin en aza indirilmesi gerçekleştirilebilmiştir^(20,52,53).

Orkinos, uskumru ve hamsi gibi histidini fazla miktarlarda içeren balıklardan yapılmış konservelerin yenilmesinden sonra histamin zehirlenmesinin görülmesi bu balıkların hijyenik koşullarda işlenmemiş ve yeterli derecede soğutulmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Balık ve diğer gıdalarda oluşan histamin miktarı bu gıdalarda varolan histidin miktarına, balık türüne ve depolama şartlarına bağlıdır. Diğer bir deyişle bu balıklarda histamin konserveye işlenmeden önce oluşmaktadır^(24,36,37,40,44).

Et ürünlerinin rengi myoglobinden kaynaklanmaktadır. Pişirme öncesi, pembemsi renge sahip olan ton balığında konserve işlemi sırasında, hafif kahverengi ve siyahımsı bir renk meydana gelir. Ön pişirme sonrası balığın bazı kısımlarında pembemsi rengin yerine, ten veya tenimsi yeşil renk meydana

gelir. Renk kaybının bu şekli balık endüstrisi için bir dezavantaj olup, bu olay yeşil balık veya yeşillenmiş balık olarak bilinmektedir⁽²²⁾.

Çinko ve bakır balıklarda doğal olarak bulunabilmesine rağmen, kutu materyalinden kaynaklanabilecek bulaşmalarda söz konusu olabilmektedir. Yine teneke kutuda bulunan kalayın balığa geçebileceği de belirtilmektedir. Konserve ürünlerde demirin bulunması ise teneke kutuda olabilecek kırık ve kesikler nedeniyle oluşabilmektedir⁽⁴⁴⁾.

VIII.1.4. SU ÜRÜNLERİ KONSERVELERİ

VIII.1.4.1. SALYANGOZ KONSERVESİ

Salyangoz konservesi yapımı için kullanılan başlıca türler şunlardır. Bağ salyangozu (*Helix pomatie*), küçük gri salyangoz (*Helix aspersa*) su salyangozu (*Raphana thomaciana*) kullanılmaktadır. Salyangozlar işletmeye güneş, su ve yağmurdan korunmuş halde, hava alabilen kapalı sandıklarda $\frac{3}{4}$ oranında doldurularak getirilmeli, havalandırma tertibatlı, $1/2^{\circ}\text{C}$ civarındaki depolarda, işleninceye kadar canlı olarak muhafaza edilmelidir. Muhafaza sırasında, 4-7 gün aç bırakılarak bağırsak içeriği boşaltılmalıdır. Salyangozların etleri tuzlanıp, kaynar suda yaklaşık 6-9 dakika süre ile haşlandıktan sonra kabuklarından çıkarılıp, bağırsakları temizlendikten sonra 30-40 dakika ikinci bir haşlama sonrasında, paketlenip, -35°C 'de dondurma işlemi yapılarak hazırlanmış ürünlerdir. Salyangoz etlerinden 65 g dan fazla olanlar 1. sınıf, 40-65 g arası olanlar 2. sınıf, 20-40 g arası olanlar 3. sınıf, 10-20 g arası olanlar ise 4. sınıf olarak isimlendirilmektedir. TSE'ye göre salyangoz konservesinde tuz miktarı en fazla %2, Hg maksimum 0.5 mg/kg, Pb 2.0 mg/kg, Toplam aerobik bakteri sayısı en çok $10^6/\text{g}$, koliform $10^2/\text{g}$, *Vibrio parahaemolyticus* $10^2/\text{g}$ olmalı, *E.coli* ve *Salmonella*'nın ise hiç bulunmaması gerekmektedir. Salyangoz konservesi, ürünün duyuusal, fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmayacak, insan sağlığını tehdit etmeyecek plastik, kağıt, alüminyum ve benzeri maddelerden yapılmış ve hermetik kapatılmış ambalajlarda piyasaya verilir. Salyangoz konservesi en az -18°C 'lik depolarda muhafaza edilmeli ve soğuk zincir kırılmadan taşınmalıdır⁽⁵⁴⁾.

VIII.1.4.2. KEREVİT (TATLI SU İSTAKOZU) KONSERVESİ

Kerevitler işletmeye $10/15^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, yosun ve planya talaşı ile yataklanmış veya yataklanmamış sepetler içinde canlı olarak getirilmelidir. Canlı getirilen kerevitlerin livarlarda, akan veya püskürtülen temiz su içerisinde aç bırakılarak bağırsak içeriklerinin boşaltılması sağlanmalıdır. Canlı olmayan kerevitler ise ayrılarak ortamdan derhal uzaklaştırılmalıdır. Yenilebilir canlı kerevitlerin temizlenip, sıcak su içerisinde rengi kızarıncaya kadar haşlanıp, ayıklanıp özel ambalaj kaplarına dizilmesini, paketlenip sos ilavesini takiben vakum-

lanıp, sıcaklığı 85-110°C olacak şekilde ısıtılmasına tabii tutulup dinlendirildikten sonra -35°C'de dondurularak tüketilmesi esasına dayanmaktadır. Kerevit konservesi kerevitin işlenen kısımlarına göre, bütün kerevit, kabuklu kerevit (gövdesinden ayrılmış, temizlenmiş kuyruk kısmı) ve kuyruk eti (kabuklu kuyruğun kabuğunun çıkartılmış hali) olmak üzere üç tipe ayrılmaktadır. Kerevit konservesi en az -18°C sıcaklıktaki uygun niteliklere sahip depolarda muhafaza edilmeli ve soğuk zincir kırılmadan taşınmalıdır⁽⁵⁵⁾.

VIII.1.4.3. SARDALYA KONSERVESİ

Kutulanmış sardalya balık konservesi, sardalya balığının (*Sardina pilchardus*, *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita*) baş, solungaç ve iç organlarının çıkarıldıktan sonraki bütün halde ve çeşidine göre sos ilavesi yapılmış ürünlerdir. Sardalya balıkları yıkama işleminden önce mutlaka pulları temizlenmelidir. Kutu içerisinde balıkların başları muntazam şekilde kesilmiş ve bütünlüğü bozulmamış olmalıdır. Balık eti dağılmamış, yenilebilir sertlikte ve kılçıklar yumuşamış olmalıdır. Kutu içerisinde başı tam olarak kesilmeyen balık sayısı %20'den, parça balık sayısı %40'dan, dağılmış ve parçalanmış et %45'ten fazla olmamalıdır. Hoşa gitmeyen koku ve metalik, acı lezzette olmamalı, katılan yağlarda renk bozukluğu bulunmamalıdır. Sardalya konserveleri yağda, sosta ve kendi suyunda olmak üzere üç şekilde hazırlanmaktadır. Yağda hazırlanmış sardalya konservesinin süzme ağırlığı net ağırlığının en az %70'i, kendi suyunda hazırlanan konservelerde en az %65'i ve sosta hazırlanan konservelerde ise en az %60'ı olmalıdır. Yağda hazırlanmış sardalya konservelerinin yağdaki su miktarı ise net ağırlığın en çok %10'u olmalıdır. Sostaki kuru madde miktarı en az %25, yağ miktarı ise en az %10 olmalıdır. Sardalya konserveleri teneke veya alüminyumdan yapılmış ve uygun laklanmış, net ağırlığı en az 100 g olan hermetik kutulanmalıdır. Bu kutularda bombaj, sızıntı, çöküntü gibi dış görünüş bozuklukları bulunmamalıdır. Muhafazasında ise 25°C'yi geçmeyen depolarda muhafaza edilmeli ve karton ambalajlar içerisinde taşınmalıdır⁽⁵⁶⁾.

VIII.1.4.4. KARİDES KONSERVESİ

Karides konserveleri, genellikle deniz orijinli olan *Penaeidae*, *Crangonidae* ve *Palaemonidae* familyalarına ait, tazelik özelliklerini kaybetmemiş karideslerin sadece tek türünün yada birden fazla çeşidinin bir arada, boy ve ağırlıkça tasnif edilmiş, başı ve kabukları ayıklanmış, kuyruk yelpazesi ve kum kanalı alınmış, 10°C'yi geçmeyen sıcaklıktaki içme suyunda yıkanmış, pişirilmiş, tuz ve isteğe bağlı olarak katkı ve farklı lezzet verici maddeler katılarak vakumlu kapatılmış, ısıtılmasına tabii tutularak sterilize edilmiş konserve ürünlerdir. Karidesler avlandıktan sonra 1/-1°C'lerde muhafaza edilmeli, parlak görünümde, sert yapıda, kendine has beyaz-krem renginde olmalıdır. Karideslerin genel te-

kadar sürelerle ısıt işlemlere tabi tutulurlar. Ancak 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kısa süre uygulanan ultrapastörizasyon işlemleri de vardır. Asitliği yüksek gıdalarda mikroorganizmaların ısısal direnci azaldığı için pastörizasyon daha düşük sıcaklıklarda uygulanmaktadır. Pastörizasyon işlemi değişik gıdalarda farklı amaçlarla uygulanabilir. Bu amaçlar ise şu şekilde verilebilir (5,28).

1. Yüksek ısısal işlemin gıdanın kalitesini olumsuz yönde etkilediği ve soğukta muhafaza gibi ilave önlemlerin alındığı durumlarda,
2. Bir gıdada bulunan patojen mikroorganizmaların öldürülmesi amaçlandığında,
3. Gelişerek bozulmaya neden olabilecek mikroorganizmaların (küf, maya ve laktik asit bakterileri) ısısal dirençlerinin düşük olduğu yüksek asitli gıdalar ve fermente alkollü içeceklerde,
4. Fermente gıdaların üretiminde fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmaların gelişebilmeleri için ortamdaki diğer mikroorganizmaları öldürmek amacıyla fermente ürüne işlenecek hammaddeye uygulanır.

Gıdaların muhafazasında pastörizasyon işlemi soğukta depolama veya kimyasal koruyucuların kullanımı gibi diğer bazı uygulamalarla beraber kullanılmaktadır. Pastörizasyon işleminde kullanılan sıcaklık ve süre uygulanan pastörizasyon işlemine göre değişmektedir. Örneğin yüksek sıcaklık-kısa süre yöntemi, düşük sıcaklık-uzun süre yöntemine göre daha yüksek sıcaklıkta kısa süreli bir ısısal işlem uygulanmaktadır. Pastörizasyon süt ve süt ürünlerine, sıvı yumurta ürünlerine, bira ve şarap gibi alkollü içeceklerle, meyve suyu, turşu, sirke gibi yüksek asitli gıdalara uygulanan bir ısısal işlemdir (28,5).

Konserve balık ürünlerinde karşılaşılan mikrobiyolojik problemler diğer düşük asitli konserveelerde karşılaşılan problemlere benzer ve bu nedenle de deniz ürünlerinin uzun süreli muhafazasında uygulanan ısıt işlem 10¹² C. *botulinum* sporunu öldürecek şekilde tam bir sterilizasyon işlemidir. Ancak Scombroid toksini (histamin) ısıya karşı oldukça dirençlidir ve bu nedenle de konserve ton balıklarında meydana gelen Scombroid zehirlenmesi vakalarına rastlanmıştır. Bazı deniz ürünlerinin, özellikle de kabukluların kısa süreli muhafazasında pastörizasyon işlemi uygulanmaktadır. Yengeçler normal pişirme işleminden sonra vakum paketlenerek 80-90°C sıcaklıktaki su içerisinde 20 dakika süre ile daldırılırlar. 63°C'de 30 dakika, 66°C'de 20 dakika veya 77°C'de ise 1 dakika süreyle pastörize edilen yengeç etleri 5-6°C sıcaklıkta 5 hafta süreyle muhafaza edilebilirler. Karidesler ise normal olarak kabuğun ayrılması için birkaç dakika kaynar su içerisine daldırılırlar. Fakat soyma işlemi sırasında tekrar

kontaminasyon meydana gelebileceğinden dolayı yapılan bu işlemin muhafaza açısından çok fazla yararı olmamaktadır⁽³³⁾.

Sosis ve salam gibi 65-75°C'de pastörize edilen gıdalarda bakteri, maya ve küflerin vejetatif hücreleri ile bir çok virüs öldürülür. Fakat bu şekilde işlem görmüş et ürünlerinde bazı ısıya dayanıklı *Micrococcus*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* türlerinin vejetatif hücreleri ile *Bacillus* ve *Clostridium* türlerinin sporları canlı kalır. Bu nedenle de bu tür ürünlerin soğukta muhafaza edilmesi gerekmektedir. Pastörize et ürünlerinin raf ömrü uygulanan ısıl işleme ve ısıl işlem sonrası meydana gelebilecek kontaminasyona bağlı olarak değişebilmektedir.

Patojen mikroorganizmalar, pastörizasyon işlemi ile öldürülürler fakat pastörizasyon spor ve toksinlere etki etmez. Anon⁽⁶⁰⁾, gıdalardaki tehlikelerin önem ve risklerini dikkate alan 5 plan oluşturmuştur. Her gıda için ilgili planın kullanılması sonucu gıdanın mikrobiyolojik kalitesi hakkında karar verilmektedir. Bununla birlikte her zaman için mikrobiyolojik analizlerle ürünün güvenliğini doğrulamak mümkün olmayabilir ve son ürün üzerinde yapılan analizler yanlış karar verme sonucunu ortaya çıkarabilirler. Örnek olarak, kodekse göre pişmiş karides için iki ayrı sınıflama planı önerilmiştir. Önerilene göre $n=5$, $c=0$ 'dır. Verilen bu 0 değeri toleranslı örneklem planı olarak düşünülmektedir. Halbuki sıfır tolerans, sadece test edilen 5 örnek ünitesinde *Salmonella* olmadığını göstermektedir. Bu sonuç ise örneklenen partinin bütününe teşkil etmemektedir⁽⁶¹⁾.

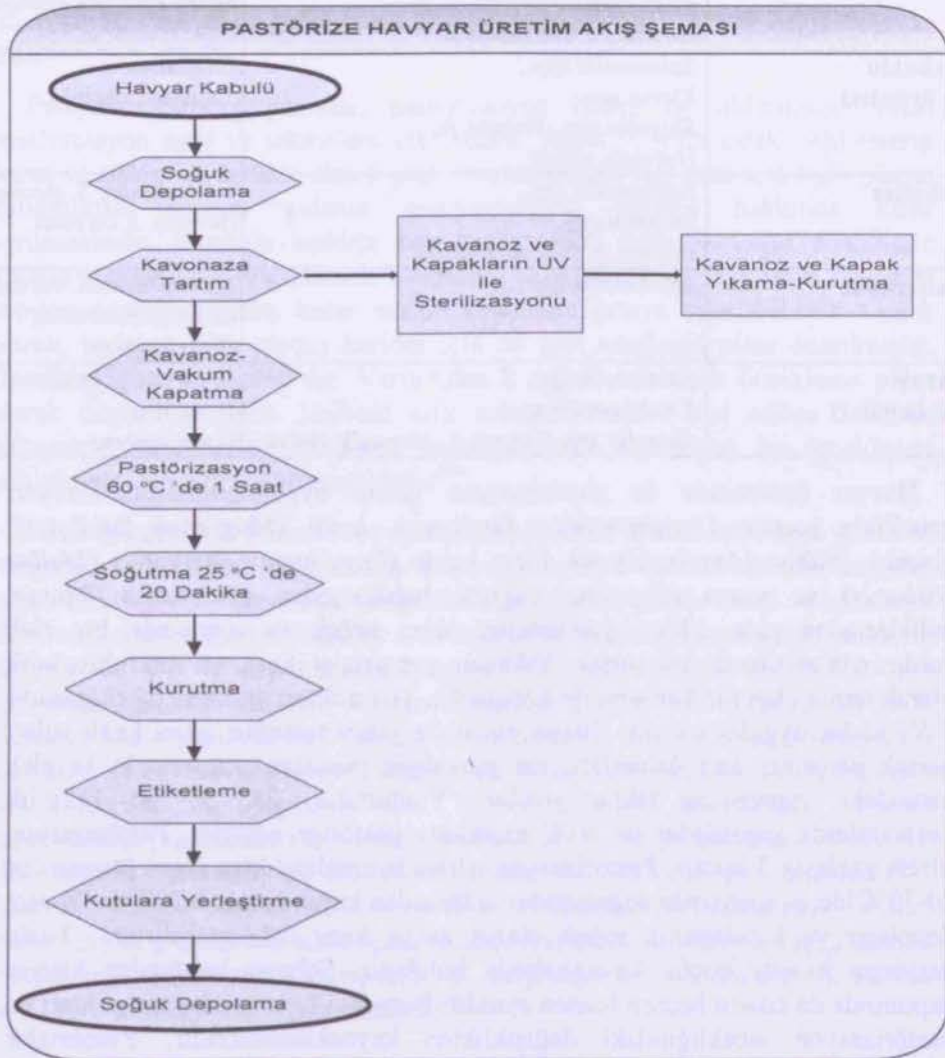
Mavi yengeçlerin konserveye işlenmesinde canlı olarak işletmeye getirilen yengeçler, ilk yıkama işleminden sonra yaklaşık 7 dakika süreyle haşlanıp soğutulurlar. Daha sonrasında yengeçlerin kısıkaçları, gövde etleri ve abdomen etleri ayrılarak, ayrı ayrı yada bir arda konserve kutularına konularak pastörize edilirler ve 4°C'de depolanırlar. Şentürk⁽⁶²⁾'e göre, yengeç eti ilk 24 saat içerisinde pastörize edilmeli ve pastörizasyon işlemi, etin sıcaklığının 85°C oluncaya kadar yapılmalıdır. Yengeç etinin konserve için pişirilmesi sonucunda meydana gelen mavileşmenin, ahtapot ve diğer yumuşakçalarda da bulunan bakır içerikli bir pigment olan hemosiyaninden kaynaklanır. Bunun engellenmesi (azaltılması) için kanın uzaklaştırılması ya da asetik asit, sitrik asit gibi organik asitlerin %1'lik çözeltilerinde bekletilmesi gerekmektedir⁽⁶³⁾. Pastörize yengeç etlerinde *E.coli* ve fekal koliform bulunmamalıdır. Toplam bakteri sayısı g ette 3000 adeti aşmamalıdır. Ayrıca etler üzerinde hiçbir zaman patojen mikroorganizma (*Salmonella*, *C. perfringens*, *C. botulinum*, *S. aureus* ve *V. parahaemolyticus*) içermemelidir⁽⁶²⁾.

Tablo VIII.4: Gıda gruplarındaki potansiyel patojenlere karşı pastörizasyonun etkisi⁽⁶¹⁾.

Gıda	Patojenler üzerine pastörizasyon işleminin etkisi	
	Öldürür	Öldürmez
Tavuk ve diğer Kanatlı etleri	<i>Salmonella spp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>E.coli</i> , Hepatit A, <i>Campy jejuni</i>	<i>C.perfringens</i> , <i>C.botulinum</i> , <i>Bacillus cereous</i>
Balık	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Vibrio spp.</i> , Hepatit A, <i>C.botulinum</i>	<i>S.aureus</i> (toksin), Mikrobiyel yan ürünler
Kabuklu su ürünleri	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Vibrio spp.</i> , <i>Shigella spp.</i> , Hepatit A, Norwalk virüsü	<i>C.botulinum</i> , <i>S.aureus</i> (toksin)
Sebzeler	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Shigella spp.</i> , Hepatit A, <i>Norwalk virüsü</i>	<i>C.botulinum</i> , <i>S. aureus</i> (toksin), <i>B.cereous</i>
Baharatlar	<i>Salmonella spp</i>	<i>C.botulinum</i> , <i>S. aureus</i> (toksin), <i>B.cereous</i> , <i>C.perfringens</i>
Süt ve süt ürünleri	<i>Salmonella spp</i> , <i>E. coli</i> , <i>Y.enterocolitica</i> , <i>Shigella spp</i> , Hepatit A, <i>Norwalk virüsü</i> .	<i>S. aureus</i> (toksin), <i>B.cereous</i> , <i>C.perfringens</i>

Havyar üretiminde de pastörizasyon işlemi uygulanmaktadır. Havyar, genellikle mersin (*Acipenseridae* familyası), kefal (*Mugilidae* familyası), alabalık (*Salmonidae* familyası), turna balığı (*Esox lucius*), barbunya (*Mullus barbatus*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarından elde edilir. Mersin balıklarından elde edilen yumurtalar, akan soğuk su içerisinde bir elek yardımıyla ovularak yıkanılır. Yıkanan yumurtalar kuru ve mikrobiyolojik olarak temiz olan tuz karışımı ile karıştırılır. Tuz miktarı yumurta ağırlığının % 3-5'i kadar uygulanmalıdır. Tuzun etkisi ile yumurtalardan çıkan kanlı sular, barsak parçaları, kan damarları, zar gibi diğer parçalar uzaklaştırılır ve elek üstündeki yumurtalar tekrar ovulur. Yumurtalar, 28, 56 ve 112g'lık kavanozlarda kapatılırlar ve 60°C sıcaklıkta pastörize edilirler. Pastörizasyon süresi yaklaşık 3 saattir. Pastörizasyon işlemi tamamlandıktan sonra kavanozlar 20-30°C'de su içerisinde soğutulurlar arkasından kurularak, 0/2°C'de 24 saat depolanır ve kutulanarak soğuk olarak satışa hazır hale getirilirler. Tuzlu pastörize havyar küçük kavanozlarda kutulanır. Salmon balığından havyar yapımında da sistem hemen hemen aynıdır. Buradaki fark, sadece tuz miktarı ve pastörizasyon sıcaklığındaki değişiklikten kaynaklanmaktadır. Yumurtalar 15°C'lik sıcaklıkta tuzlu su içerisinde bekletilirler. Yumurta salamura oranı 1/3 olmalıdır. Tuz içerisinde bekletme süresi balığın türüne ve yumurtanın

kalitesine bağılı olmakla birlikte yumurtalardaki tuz miktarı yaklaşık % 4-6 arasında oluncaya dek 8-18 dakika arasında bir zaman almaktadır. Tuzlama esnasında yumurtalar karıştırılmalıdır. Tuzlama sonucunda yumurtalara bir elek yardımıyla süzülürler. Yumurtalar kavanozlara doldurularak, 2.5 saat 69-70°C'de pastörize edilirler. Devam eden diğer şartlar mersin balığı ile aynıdır. Pastörize edilmiş havyarın muhafaza süresi ise 10-18°C sıcaklıkta, 3-4 ay, -2°C'ta ise 6-8 aydır^(51,64,65,66) (Şekil VIII.2.1).



Şekil VIII.11: Pastörize havyar üretim akış şeması⁽⁶⁷⁾.

KAYNAKLAR

1. CEMEROĞLU, B., ACAR, İ. (1986): Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6. Ankara.
2. AKSOYLAR, H. (1959): Ev Konserveciliği. Ziraat Vekaleti Mesleki Kitaplar Serisi D-2. Gürsoy Basımevi. Ankara.
3. KÖŞKER, Ö. (1964): Genel Konserve Teknolojisi. Cilt 1, A.Ü. Ziraat Fak. No: 230. A.Ü. Basımevi.
4. TSE (1988): TSE 353. Kutulanmış Balık Konserveleri Genel Esasları. Ankara. s.24.
5. BAYGAR, T. (1999): Ton Balığının (*Katsuwonus pelamis*, L.1758) Konserveye İşlenmesi Sırasında Besin İçeriği ve Kalitesinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi. İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.
6. TURGUT, N. (2001): İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Lisans Tezi. İstanbul.
7. GÖĞÜŞ, A. K., KOLSARICI, N. (1988): Su Ürünleri Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fak. No:1243, Ders Kitabı: 358, s.176.
8. RUITER, A. (1995). Fish Products. Fish and Fishery Products Composition, Nutritive Properties and Stability. CAB International. Engand. p. 387.
9. ANON (1986): Seafood Leader. Seattle, USA. 6(1): 84-90.
10. BROEK, V.D. (1965): Fish Canning. Fish as Food. Vol:4, New York & London.
11. ŞENTÜRK, A., BAYGAR, T., GÖKOĞLU, N., KAPLAN, M., ŞENTÜRK, İ. (2000): Kutu Konserveye İşlenen Ton Balığı Yellowfin Tuna'nın (*T.albacares*, L.1758) Yapısında ve Bileşiminde Oluşabilecek Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Araştırılması. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Müdürlüğü Çanakkale İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü.Proje Kod No:TAGEM/GY/98/07/01/015.s.93.
- 12.YÜCEL, F. (1997): Ton Balığı Üretim Teknolojisi. İ.T.Ü. Kimya Metalurji Fakültesi Tezi. s.62.
- 13.VARLIK, C. (2002): İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Notları.
14. PAREDES-DULCE, M. M., BAKER, C. (1987): Physical, Chemical and Sensory Changes During Thermal Processing of Three Species of Canned Fish, Journal of Food Processing and Preservation, 12(1): 71-81.
15. STANSBY, M. E. (1963): Industrial Fishery Technology. Reinhold Publishing Corporation Chapman & Hall, London.
16. SIKORSKI, Z. E. (1989): The Nutritive Composition of The Major Groups of Marine Food Organisms. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. p.248
17. GALLARDO, J. M., AUBOURG, S. P., PEREZ-MARTIN, R. I. (1989): Lipid Classes and Their Fatty Acids at Different Loci of Albacore(*Thunnus alalunga*):Effects of Precooking. J.Agriculture Food Chem., 37: 1060-1064.
18. KOVAÇEVİÇ, M., ŞENKAL, T. (1976): Konserve Sebzelerin Mikrobiyolojik Kalite Kontrolü. Bursa Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yayınları No:4, Ankara. s.84.

19. BAYGAR, T. (1995): Ton Konservelerinin Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Kalite Özellikleri Bakımından İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
20. YILDIRIM, Y. (1996): Et Endüstrisi. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi. 4. Baskı. Kozan Ofset. Ankara. s. 637.
21. TSE (1992): TSE 10524. Konserve Gıdada Mikrobiyolojik Deney Metotları. Ankara. s.19.
22. KHAYAT, A. (1978): Colour Changes in Tuna During Canning and Colour Improvement by Chemical Modification of Haemo Proteins. Journal Food Technolgy. 13: 117-127.
23. OMURTAG, A. C., OMURTAG, E. H. (1968): Su Ürünleri Teknolojisi, Kontrol ve Analiz Metotları. Omgun Kardeşler Matbaası. Ankara. s.146.
24. ERÜSTÜN, G. (1984): Çanakkale İlinde Balık İşleyen Fabrikalarda Sardalya Konserve Yapımında Uygulanan Teknoloji ve Ürünün Kalite Değerlerinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Çanakkale Gıda Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. s.17.
25. KESKİN, H. (1982): Besinlerin Bozulması, Saklanması, Sindirimi ve Besin Zehirlenmesi. Besin Kimyası. 4. Baskı. Fatih Yayınevi. İstanbul. s.295-304.
26. CONNELL, J. J. (1980): Quality Deterioration in Products. Control of Fish Quality. 3th Edition. Fishing News Books. England. s.88-97.
27. PALA, M. (1978): Besin İşlemede Uygun Sterilizasyon Koşullarının Saptanması. II. Gıda Teknolojisi Semineri. Gıda Dergisi, (4/5): 162-170.
28. ACAR, J. (1988): Mikroorganizmaların Öldürülmesi. (Ünlütürk, A.; Turantaş, F.). Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Matbaası. İzmir. s.229-243.
29. NACZK, M., ARTYUKHOVA, A.S. (1990): Canning. Seafood: Resources Nutritional Composition and Preservation. CRC Press. United States. p. 182-197.
30. AUBOURG, S., GALLARDO, J. M., MEDINA, I. (1997): Changes in Lipids During Different Sterilizing Conditions in Canning Albacore (*Thunnus alalunga*) in Oil. International Journal of Food Science and Technology. 32: 427-431.
31. URAL, A. (1996): Isıl İşleme Etki Eden Öğeler ve Sterilizasyon Değerinin Hesaplanması. BOTAŞ Seminer Sunusu. İzmir. s. 23.
32. TOPAL, Ş. (1996): Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. Tübitak-MAM Matbaası. Kocaeli. ISBN 975-94975-0-6. s.225.
33. ÜNLÜTÜRK, A. TURANTAŞ, F. (1988): Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. (Ünlütürk, A.; Turantaş, F.). Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Matbaası. İzmir. s. 263-287
34. TSE (1988): TSE 355. Ton ve Ton Usulü Kutulanmış Balık Konserveleri. Ankara. s.6.
35. YURDAGEL, Ü. (1996): Kutu Konserveliğinde Korozyon. BOTAŞ Seminer Sunusu. İzmir. s.27.
36. MOROVALI, E. H. (1979): Balık Etlerinde Histamin Sorunu. Gıda Teknolojisi Dergisi. II (3-4): 344-350.
37. VILLARREAL, B. P., POZO, R. (1990): Chemical Composition and Ice Spoilage of Albacore (*Thunnus alalunga*). Journal of Food Science. 55(3): 678- 682.

38. VARLIK, C., GÜN, H., GÖKOĞLU, N. (1992): Ton Konservelerinde Histamin Düzeylerinin Belirlenmesi. Gıda. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı. 17(4): 239-245.
39. GÖKOĞLU, N. (1993): Sardalya Konservelerinin Histamin Biyojen Amini Yönünden İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. İstanbul. s,60.
40. KÖSE, S. (1997): Su Ürünlerinden Kaynaklanan Histamin Zehirlenmesi ve Önemi. Doğu Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Sempozyumu . Erzurum. s. 503-514.
41. ERTAŞ, H., KÖŞKER, Ö. (1980): Bozulmuş Balık Konservelerinden İzole Edilen Bazı Bakterilerin Karakteristikleri Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fak. İhtisas Tezi. Ankara. s.132-149.
42. ARNOLD, S. H., PRICE, R. J., BROWN, W. D.(1980): Histamine Formation by Bacteria Isolated from Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*. Bul. of the Jap. of Sci. Fish. 46 (8):.991-995.
43. EI, C. I., CHEN, C. M., KOBURGER, J. A., OTWELL, W. S., MARSHALL, M. (1990): Bacterial Growth and Histamine Production on Vacuum Packaged Tuna. Journal of Food Science, 55(1): .59-63
44. GUTHERTZ, L. S., TAYLOR, S. L., LEATHERWOOD, M., LIEBER, E. R. (1979): Bacterial Histamin Production and Incident of Scombroid Fish Poisoning. Applied and Environmental Microbiology. 37:274.
45. EKŞİ, A. (1976): Konserve Kutularında Korozyon Olayı Nedenleri, Sonuçları, Azaltılma Olanakları. Bursa Gıda Kontrol Eğ. ve Araştırma Ens. Yayınları. Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. s.43.
46. WHEATON, F. W., LAWSON, T. B. (1985): Processing Aquatic Food Products. A Wiley-Interscience Publication John Wiley and Sons-NewYork.
47. OHLSSON, T. (1980): Temperature Dependence of Sensory Quality Changes During Thermal Processing. Journal of Food Science. 45: 836-839.
48. TAGUCHI, T., TANAKA, M., OKUBO, S., SUZUKI, K. (1982): Changes in Quality of Canned Tuna During Long-Term Storage. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 48(6): 855-859.
49. BURGESS, G. H. O., CUTTING, C. C., LOVEKN, J. A., WATERMAN, J. J. (1965): Fish Handling and Processing Edinburgh Her Majesty's Stationery Office.
50. BANGA, J. R., ALONSO, A. A., GALLARDO, J. M., PEREZ-MARTIN, R. I. (1992): Degradation Kinetics of Protein Digestibility and Available Lysine During Thermal Processing of Tuna. Journal of Food Science, 57: 913-915.
51. SIKORSKI, Z. E., GILDBERG, A., RUITER, A. (1994): Fish Products. (Ruiter, A. Fish and Fishery Products Composition, Nutritive Properties and Stability). CAB International. Holland. p. 387. ISBN. 0 85198 927 6.
52. BERTOLA, N. C., BEVILAACQUA, A. E., ZARITZKY, N. E. (1994): Heat Treatment Effect on Texture Changes and Thermal Denaturation of Proteins in Beef Muscle. Journal of Food Processing and Preservation . 18: 31-46.
53. SEET, S. T., HEIL, J. R., LEONARD, S. J., BROWN, W. D. (1983): High Vacuum Flame Sterilization of Canned Diced Tuna : Preliminary Process Development and Quality Evaluation. Journal of Food Science. 48: 364-374.

54. TSE (1988): TSE 5669. Salyangoz konservesi (Dondurulmuş). Türk Standartları Enstitüsü. s.8.
55. TSE(1988):TSE 5670. Kerevit(Tatlı su istakozu) konservesi(Dondurulmuş). Türk Standartları Enstitüsü.Ankara. s.21.
56. TSE (1988):TSE 354. Kutulanmış sardalya balık konservesi. Türk Standartları Enstitüsü. Birinci. baskı. Ankara. s.6.
57. TSE (1988): TSE 5670. Kutulanmış Karides (Konserve). Türk Standartları Enstitüsü. Birinci baskı. Ankara. s.9.
58. HERSOM, A. C., HULLAND, E. D. (1963): Principal Spoilage Organisms in Canned Foods. Canned Foods. Fifth edition. J.A. Churchill Ltd. London. p.94-109.
59. TROLLER, J. A. (1983): Sanitation in Food Processing. Academic Pres Inc. Ltd., New York. p. 456.
60. ICMSF (1998): ICMSF. Fish and Fish Products. Microorganisms in Food 6. Microbial Ecology of Food Commodities. Black Academic&Prooessional. London. p.130-189.
61. TUNCEL, G. (1998): Gıda Sanayinde Mikrobiyal Riskler. Gıda Teknolojisi Dergisi. 3(6): 38-40.
62. ŞENTÜRK, A. (1994): Bazı Değerlendirilmiş Kabuklu Su Ürünlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Çanakkale Tarım İl Kontrol Lab. Md. TAGEM No:20.s.43.
63. BORGSTROM, G. (1965): Fish as Food. Volume III and IV. Processing Part 2. Academic Press. London.
64. VLADÉMİR, I. S., PIOTR, J. B. (1990): Salting and Marinating of Fish. Chilling of Fresh Fish. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. (Ed. Sikorski, Z.E.). Florida. CRC Pres. p.147-161. ISBN: 0-8493-5985-6.
65. TSE (1993): Havyar (İşlenmiş Balık Yumurtası). TSE. TS 10925/Nisan. Ankara.
66. DUYAR, H. A. (2000): İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* Palas, 1811). Kas ve yumurtasının Kimyasal Kompozisyonu ve Kroket Yapımı Üzerine Bir Araştırma. Ege Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. İzmir.
67. YANAR, Y. (1999): Havyar. İTÜ Kimya Metalurji Fakültesi Bitirme Ödevi. İstanbul.

IX. BÖLÜM

KİMYASAL KONSERVASYON

Prof. Dr. Nuray ERKAN

IX. BÖLÜM

KİMYASAL

KONSTRUKSYON

Prof. Dr. NUR ERKAN

IX. KİMYASAL KONSERVASYON

Prof. Dr. Nuray ERKAN

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	345
IX.1. Gıda Katkı Maddesinin Tanımı	345
IX.2. Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımının Tarihi	345
IX.3. Gıda Katkı Maddelerinin Gruplanması	347
IX.4. Su Ürünlerinde Kullanılan Katkı Maddeleri	348
IX.4.1. Renk Maddeleri	349
IX.4.2. Aroma Maddeleri	351
IX.4.3. Koruyucu Katkı Maddeleri	354
IX.4.3.1. Antimikrobiyal Maddeler	354
IX.4.3.2. Konserve Edici Maddeler	359
IX.4.3.3. Antioksidan maddeler	359
IX.4.4. Yapı ve Görünümü Etkileyen Katkı Maddeleri	360
IX.4.4.1. Emülgatörler	360
IX.4.4.2. Stabilizatörler	360
IX.4.4.3. Ayırıcı Maddeler	361
IX.4.4.4. Modifiye Nişasta	361
IX.4.4.5. Köpük Önleyiciler	361
IX.5. Gıdalara Katkı Maddeleri Uygulanması ve Önemli Hususlar	361
Kaynaklar	364

IX. KIMYASAI KONSERVÁCIÓ

Dr. J. K. K. K.

ICIDEX-EN

181	1.1.1.1.
182	1.1.1.2.
183	1.1.1.3.
184	1.1.1.4.
185	1.1.1.5.
186	1.1.1.6.
187	1.1.1.7.
188	1.1.1.8.
189	1.1.1.9.
190	1.1.1.10.
191	1.1.1.11.
192	1.1.1.12.
193	1.1.1.13.
194	1.1.1.14.
195	1.1.1.15.
196	1.1.1.16.
197	1.1.1.17.
198	1.1.1.18.
199	1.1.1.19.
200	1.1.1.20.
201	1.1.1.21.
202	1.1.1.22.
203	1.1.1.23.
204	1.1.1.24.
205	1.1.1.25.
206	1.1.1.26.
207	1.1.1.27.
208	1.1.1.28.
209	1.1.1.29.
210	1.1.1.30.
211	1.1.1.31.
212	1.1.1.32.
213	1.1.1.33.
214	1.1.1.34.
215	1.1.1.35.
216	1.1.1.36.
217	1.1.1.37.
218	1.1.1.38.
219	1.1.1.39.
220	1.1.1.40.
221	1.1.1.41.
222	1.1.1.42.
223	1.1.1.43.
224	1.1.1.44.
225	1.1.1.45.
226	1.1.1.46.
227	1.1.1.47.
228	1.1.1.48.
229	1.1.1.49.
230	1.1.1.50.
231	1.1.1.51.
232	1.1.1.52.
233	1.1.1.53.
234	1.1.1.54.
235	1.1.1.55.
236	1.1.1.56.
237	1.1.1.57.
238	1.1.1.58.
239	1.1.1.59.
240	1.1.1.60.
241	1.1.1.61.
242	1.1.1.62.
243	1.1.1.63.
244	1.1.1.64.
245	1.1.1.65.
246	1.1.1.66.
247	1.1.1.67.
248	1.1.1.68.
249	1.1.1.69.
250	1.1.1.70.
251	1.1.1.71.
252	1.1.1.72.
253	1.1.1.73.
254	1.1.1.74.
255	1.1.1.75.
256	1.1.1.76.
257	1.1.1.77.
258	1.1.1.78.
259	1.1.1.79.
260	1.1.1.80.
261	1.1.1.81.
262	1.1.1.82.
263	1.1.1.83.
264	1.1.1.84.
265	1.1.1.85.
266	1.1.1.86.
267	1.1.1.87.
268	1.1.1.88.
269	1.1.1.89.
270	1.1.1.90.
271	1.1.1.91.
272	1.1.1.92.
273	1.1.1.93.
274	1.1.1.94.
275	1.1.1.95.
276	1.1.1.96.
277	1.1.1.97.
278	1.1.1.98.
279	1.1.1.99.
280	1.1.1.100.

GİRİŞ

Gelişen teknolojinin, sanayinin bütün dallarını etkilediği gibi gıda sektörünü de etkilemesi kaçınılmazdır. İnsanoğlu varolduğu günden beri gıdasını saklama diğer bir deyişle dayanma süresini uzatma çabasını yaşamıştır. Bugün tüketici kendisine sunulan ürünün kalitesi ve stabilitesinde en yüksek noktayı istemektedir. Endüstriyel üretim bağlamında kolay bozulabilir gıdaları, taze üretilmiş gıdaların kalite niteliklerine sahip olarak uzun süre elde tutmak için bazı kimyasal maddelerden faydalanması kaçınılmaz olmaktadır. Bunlar arasında, yüzey aktif maddeleri, antimikrobiyal etkili konserve edici maddeler, mikroorganizma faaliyetlerini durdurucu maddeler, antioksidanlar, kaplama maddeleri, nem tutucular sayılabilir.

Gıda korunumun da kimyasal maddelerden yararlanılması yaklaşık yüzyılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Çeşitli amaçlarla gıda sanayinde kullanılan ek kimyasal maddeler, "katkı maddeleri" diye bilinirler. Katkı maddeleri gıdaların görünümünü, lezzetini, tekstürünü ve depolama özelliklerini iyileştirmek amacıyla gıdalara uygun miktarlarda ilave edilirler.

IX.1. GIDA KATKI MADDESİNİ TANIMI

Tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan tek başına besleyici değeri olan veya olmayan; seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak amacıyla kullanılmasına izin verilen maddelerdir⁽¹⁾.

IX.2. GIDA KATKI MADDELERİNİN KULLANIMININ TARİHİ

Katkı maddelerinin tarihi çok eskiye dayanır. İnsanlığın varlığını sürdürebilmesi, ekonomik ve sosyal faaliyetlerde bulunabilmesi için mutlak gerekli ihtiyaçlarının başında gıda maddeleri gelir. İnsanların dağınık halde yaşadıkları göçebe devirlerinde, gıda maddeleri çevrelerindeki bitki ve hayvanlardan elde edilmekteydi. Bu devirlerde insanlar için önemli olan husus gıda maddesinin temin edilmesiydi. Tarihi gelişim içinde, toplumlar

göçebelikten yerleşik hayata geçtikçe ve özellikle sanayi devriminden sonra gıda maddesi üreticisi ile tüketicisi belirgin olarak birbirinden ayrılmaya başlamıştır. Gıda maddelerinin ticaretinin gelişmesi ile birlikte gıdaların üretimi, işlenmesi, muhafazası, depolanması ve taşınması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmıştır.

Gıda üretiminin teknolojik gelişmesi, yeni üretim teknikleri, ürünün dayanma süresinin ve kalitesinin artırılma çabaları verimliliğin artırılıp kayıpların azaltılması, tüketicilerin değişen talepleri ve mevsimsel değil, sürekli mamul talepleri, üretimde gıda katkı maddelerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Gıda katkı maddelerinin kullanımı teknoloji, muhafaza ve kalite zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Gıdalara istenen özelliklerin verilebilmesi, gıdadan sağlık açısından oluşabilecek bazı risklerin ortadan kaldırılması için de bazı katkı maddelerinin kullanımı gereklidir.

İlk çağlarda insanlar için katkı maddesine gerek yoktu, insan o zamanlarda kelimenin tam anlamıyla günü gününe yaşıyor, eliyle getirdiğini ağzıyla götürüyor deyimini tam anlamıyla ortaya koyuyordu. Yaşama iç güdüsü onu günlük gıdasının bulmaya zorluyordu. İnsan gıdasını bulmada yırtıcı bir kuştan farksızken M.Ö. 100.000-200.000 yıl kadar önce ateşin bulunmasıyla besinlerini pişirmeye başladı. Eski insanları gıdaların besin değeri de ilgilendirmiyordu. Neyi iyi tatta buluyor neyin kokusu hoşlarına gidiyorsa onu tüketiyorlardı, depolamayı bilemiyorlar, kötü hava koşullarında aç kalıyorlardı. M.Ö.10.000 yıllarında insanın yerleşik hayata geçmesiyle katkı maddelerinin de tarihi başlamış oldu. Avdan topladıklarını depolamayı öğrenen insanlar dumanda pişen etin tadının ve kokusunun daha iyi olduğunu ayrıca daha uzun dayandığını fark ettiler. Böylece kullanılan ilk katkı maddesi duman oldu, bunu tuz ve maya izledi. Maya ile ekmeği daha iyi pişiren insan bozulmuş sirkeden şarap oluştuğunu fark ederek sirkeyi hem tatlandırıcı olarak hem de dayanımı artırıcı bir araç olarak kullanmaya başladı. İlk baharat olarak tarçın M.Ö. 2700 yıllarında bulundu. Baharat ve tuz ilk kez Fenikeliler tarafından katkı maddesi olarak kullanılmıştır. M.Ö.3500 lü yıllarda renk maddelerinin kullanıldığına dair bilgiler mevcuttur. Literatürlere göre ilk şeker Hindistan'dan Avrupa'ya getirilmiştir. Yine ilk kez Romalılar kızarmış balığı, sirkeye yatırarak kızarmış marinatı ortaya koymuşlar ayrıca da sebze ve meyveleri dayanıklı hale getirmek için balın osmotik etkisinden faydalanmışlardır. Yine o zamanlarda üzüm ve diğer meyveler bal mumuna daldırılarak uzun süre saklanıyordu. Şarapta kükürt kullanımı da Romalılar döneminde olmuştur. Orta çağda katkı maddesi olarak daha çok tuz, duman kombine olarak kullanılmıştır. 18. yüzyılda ilk kez kemik ve kıkırdaktan jelatin elde edilmiştir. 19. yüzyılda endüstrileşme ile birlikte beslenme ve gıda alanında da önemli gelişmeler meydana geldi. Kullanılan katkı maddelerinin dayanıklılığı artırması yanında sağlığa zararlı yanları da

ortaya çıktı. 1875 yılında salisilikasit ve benzoik asitin antimikrobiyal etkisi bulundu. 20. yüzyılın başlarında kullanılan konserve edici maddeler duysal açıdan yetersiz gelmeye başladı. Benzoik asit derivatlarının uygulanması yapıldı. Bu yüzyılın kırklı yıllarında antioksidan olarak gallatlar, BHT, BHA ve tokoferoller denendi. Emülgatör ve stabilizatörler ise son 20-30 yıldan beri geliştirilmiştir⁽²⁾.

IX.3.GIDA KATKI MADDELERİNİN GRUPLANMASI

Gıda katkı maddeleri bitkiler, mikroorganizmalar ve gıdalardan modifikasyon veya ekstraksiyon ile yada sentetik olarak elde edilebilen çok farklı kimyasal komponentleri kapsar. Genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

- **Gıdaların görünümünü düzeltici maddeler:**
 - a) Renk maddeleri b) Ağartıcı ve renk düzeltici maddeler
- **Aroma maddeleri**
- **Tatlandırıcı maddeler**
- **Gıdaların depolama süresini artırıcı maddeler**
Koruyucu maddeler, antioksidanlar ve sinerjitler.
- **Yapı düzeltici maddeler**
 - a) Kalınlaştırıcılar b) Emülgatör ve stabilizatörler c) Yapıyı koruyucu ve düzeltici maddeler
- **Biyolojik değeri artırıcı maddeler**
 - a) Vitaminler b) Mineraller c) İz elementler

Bir diğer sınıflamaya göre ise aşağıdaki gruplar incelenmektedir.

1- Renk maddeleri:

Renk verenler, renk koruyanlar, renk kuvvetlendirenler

2- Aroma maddeleri:

Tat vericiler (doğal ve yapay), tuz tadı verenler, baharatlar, asitler ve bazlar, koku verenler, aromayı geliştiriciler.

3- Koruyucu maddeler:

Antimikrobiyaller, antioksidanlar, kaplama maddeleri, tütsü maddeleri.

4- Gıdanın yapı ve görünüşünü etkileyen maddeler:

Stabilizatörler, emülgatörler, tamponlar, yüzey aktif maddeleri, topraklaşmayı önleyici maddeler, olgunlaştırıcı tuzlar, tutucu ve birleştirici maddeler, kalınlaştırıcı maddeler, köpük yapıcı ve köpük tutucular, yumuşatıcı ve plastik yapı kazandırıcılar, rutubetlendiriciler, kristallenmeyi önleyici maddeler, berraklaştırma ve durultma maddeleri.

5- Biyolojik değeri artırıcı maddeler:

Vitaminler, mineral maddeler, aminoasitler^(3,4).

IX.4. SU ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN KATKI MADDELERİ

Genelde balık ve balık ürünleri için kullanılan katkılar elde edilen ürünlerdeki nitelikleri korumak veya istenen nitelikleri sağlamak için kullanılır. Kullanılan bu katkıların ürünlerdeki spesifik etkileri yanında esasen aşağıdaki noktalarda etkili olduğu görülmektedir.

- Tat ve aroma,
- Görünüş ve renk,
- Tekstür,
- Sıvı ve macunumsu ürünlerde kıvam ve viskosite, homojenizat, su bağlama.
- Mikrobiyal, enzimatik, kimyasal, oksidatif ve fiziksel etkilere karşı koruma.

Bunların dışında teknolojik prosesi kolaylaştırıcı ve geliştirici etkileri vardır. Kullanılan katkılar ürüne ya direkt ilave edilir yada çözölmüş durumda işlem banyosuna katılır.

Direkt ilave edilen katkılar belirlenen reçeteye uygun olarak sosa, kremaya, mayoneze, buz gibi soğutucu maddelere, glaze edici maddelere katılır.

Çözölmüş durumda banyo işlemine katılan katkılar sıcaklık zaman ilişkisine bağılı olarak ön tuzlama, kan uzaklaştırma vb. aşamalarda ilave edilir.

Ayrıca renk maddeleri, vitaminler, antioksidan gibi katkılar yem bileşimi ile balık beslenirken verilebilir ⁽³⁾.

IX.4.1. RENK MADDELERİ

Tek başına gıda olarak tüketilemeyen veya gıdalarda ana bileşen olarak kullanılmayan, gıdaya renk artırıcı veya renk düzenleyici olarak katılan maddelerdir.

Renk ürünlerdeki tüketiciyi cezbeden önemli faktörlerden birisidir.

- Zayıf renklendirilmiş ürünlerde rengi kuvvetlendirici,
- Değişik renk kuvvetine sahip ham materyalde aynı ölçüde renk sağlamak için,
- İşleme ve depolama sırasında meydana gelen renk kaybının önlenmesi için,
- Renksiz veya rengi belli olmayan ürünlerde (Havyar ve tuzlanmış somon için kullanılmaktadır) renk verici olarak kullanılırlar.

Renk verici maddeler olarak; Renklendirilmiş gıdalar, gıdada doğal olarak bulunan renk maddeleri, gıdalarda doğal olarak bulunmayan renk maddeleri, suda çözünebilir sentetik renk maddeleri ve organik pigmentler kullanılır.

Çözünebilir organik renk maddeleri iki grupta incelenir.

- 1- Doğal veya sentetik üretilen renk maddeleri: Karatinoidler, Antocyan, Porphyrin vb. bu gruba girer. Bu grup renk maddeleri genelde ısıya, ışığa ve gıda içerik maddelerine karşı daha az stabildir.
- 2- Doğada bulunmayan sentetik renk maddeleri: Azo renk maddeleri, Kinofitalon, Trifenilmetan, İndigo derivatları bu gruba girer. Tüm gıda maddeleri için kullanılan renk maddeleri ve verdikleri renkler şu şekilde sıralanmaktadır⁽⁵⁾.

Kırmızı: Amarant, Eritrosin, Ponceau 4R, Allura Red, Kantaksantin ve Karmoisin

Turuncu: β -Karoten, β -apo-8-karotenol, Annatto, Paprika ve Sunset yellow

Sarı: Riboflavin, Curcumin, Tartarazin, Safran, Lutein ve Turmerik

- Yeşil:** Klorofil, Patent green ve Brilliant green
- Mavi:** Brilliant blue, Indigo Karmen ve Patent blue
- Menekşe:** Antosiyaninler
- Kahverengi:** Karamel, Brown FK ve Brown HT
- Siyah:** Brilliant black ve Bitkisel karbon
- Beyaz:** Titandioksit, Talk ve Kalsiyum karbonat

Balık ürünleri için tercih edilen renk maddeleri ve verdiği renkler şunlardır;

Laktoflavin, Riboflavin (E 101) **sarı**

Ribiflavin-5-fosfat (E 101 a) **sarı/kırmızı**

Beta ve gamma karotin (E 160) **sarı, sarı /kırmızı**

Karamel (E 150) **kahverengi**

Genelde su ürünleri için kullanılan renk maddeleri ve kullanılabilecek maksimum dozlar aşağıdaki Tablo IX.1.de verilmiştir.

Tablo IX.1: Su Ürünlerinde Kullanılan Renk Maddeleri⁽³⁾

Balıkların ve kabuklu su ürünlerinin ve yumuşakçaların ezmeleri	100mg/kg	Kurkimin (E100) Tartrazin (E 102) Kinolin sarısı (E 104) Orange yellow S (E 110) Karminikası, Karminler (E 120)
Ön pişirme yapılmış kabuklu su ürünleri ve yumuşakçalar	250mg/kg	Karmoisin, Azorubin (E 122) Ponso 4R, Koşineal Red A (E 124) Allura Red AC (E 129)
Somon balığı benzerleri	500mg/kg	Patent blue V (E 131)
Surimi	500mg/kg	İndigotin (İndigo karmin) (E 132) Brilliant blue FCF (E 133)
Balık yumurtası	300mg/kg	Green S (E 142) Brilliant Black BN, Black PN (E 151), Bitkisel karbon (E 153)
Füme balık	100mg/kg	Brown HT (E 155) Beta-apo-8'-karotenoik asidin etil ester (C30) (E 160 f) Lutein (E 161 b)
Balık yumurtası	30mg/kg	Amarant (E 123)

Ayrıca Anatta, Biksin, Norbiksin (E 160 b) renk maddeleri fümé balıkta maksimum 10mg/kg. dozda kullanılmaktadır

Bunların dışında ançuez tipi ürünlerde nitrat kullanılır ve Potasyum, Kalsiyum nitrat tercih edilir, 200mg/kg'a kadar izin verilmektedir. Verilen yemle etin renklendirilmesinde Astaxanthin ve Canthaxanthin kullanılmaktadır. Bunlar daha çok alabalık ve somon balığı üzerinde uygulanmaktadır ^(1,3,6).

IX.4.2. AROMA MADDELERİ

Gıda maddelerine tat ve koku vermek ve bunları geliştirmek için kullanılan maddeleri ve bunların üretiminde kullanılan kaynak maddeleridir. Tat verici aroma maddeleri aşağıdaki kategorilere ayrılır:

1. Tat verici aroma maddeleri

Doğal aroma vericiler: Uygun fiziksel, enzimatik veya mikrobiyolojik yöntemlerle bitkisel veya hayvansal kaynaklardan elde edilen, aroma özelliği taşıyan maddelerdir.

Doğala özdeş aroma vericiler: Kimyasal yollarla sentezlenen veya izole edilen, kimyasal yapı olarak doğal aromalar ile aynı olan maddelerdir.

Yapay aroma vericiler: Kimyasal yollarla sentezlenen ancak kimyasal yapısı doğal aromalardan farklı olan maddelerdir.

Aroma karışımları: Doğal aroma vericiler dışında uygun fiziksel, enzimatik veya mikrobiyal metotlarla bitkisel veya hayvansal kaynaklardan elde edilen ürünlerdir.

Reaksiyon aromaları: Sıcaklığı 180°C'i ve süresi 15 dakikayı geçmeyen işlemlerle elde edilen başlangıçta aroma verici özelliği olmayan, en az bir bileşeni azot ve diğer bileşeni indirgen şeker içeren iki maddenin birlikte reaksiyona girmesi sonucu oluşan aroma verici karışımlardır.

Tütsü aromaları: Bazı gıdaların tütsüleme işleminde kullanılan tütsü ekstraktıdır ^(1,7).

2. Tatlandırıcılar:

Gıdalarda tatlı bir lezzet sağlayan şeker dışındaki maddelerdir. Şeker doğal tatlandırıcıdır. Gıda maddelerine şeker tadı vermek amacıyla katılan her türlü maddeye "tatlandırıcı maddeler" denir. Tatlandırıcı maddeler elde edildikleri kaynaklara göre doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal tatlandırıcılar arasında sukroz, mısır tatlandırıcılar, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve polidikrik alkoller sayılabilir. Günümüzde kullanılan yapay tatlandırıcılar arasında kuvvetli şeker tadı veren ve ticari değeri olan maddeler bulunmaktadır. Bu kapsamdaki yapay tatlandırıcılar Sakkarin, Siklomat, Dulcin, Asesülfam-K ve Aspartam'dır^(1,3,8).

Su ürünlerinde kullanılan tatlandırıcılar kullanıldıkları ürünler ve kullanılabileceği maksimum doz aşağıda verilmiştir.

Asesülfam K (E 950): Balık, kabuklu ve yumuşakça 200mg/100g.

Sakkarin, sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları (E 954): Balık, kabuklu ve yumuşakça 160mg/100g.

Neohesperidin DC (E 959): Balık, kabuklu ve yumuşakça 60mg/100g^(1,3).

3. Lezzet vericiler:

Lezzet vericiler arasında protein hidrolizatları, maya izolatları, sodyum glutamat, papin, nükleotidler, cistein ve starter kültürler sayılabilir⁽⁴⁾.

4. Tuz:

Gıdalarımıza lezzet düzeltici ve konserve edici olarak katılmaktadır. Tuz üretilen maddeye lezzet vermesi yanında, sucuk, salam gibi maddelerin olgunlaşmaları ve kurumaları sırasında fiziko kimyasal ve biyolojik olaylara etkisi de vardır⁽⁴⁾.

5. Tuz tadı verenler:

Sitrik asit, Laktik asit ve laktatlar, fumarik asit ve tartarik asit en çok kullanılanlar arasındadır.

6. Baharatlar ve lezzet vericiler:

Baharatlar daha çok tat ve aroma vermek amacıyla kullanılır. Balık işlenmesinde kullanılan baharatları şu şekilde gruplanmaktadır.

- 1- Baharatlar (Bitki ve bitki kısımları):Taze baharat, kurutulmuş baharat, konserve edilmiş baharat
- 2- Aroma ve tat maddesi olan baharatlar: Yemek tuzu, yenilebilir asitler, tat kuvvetlendiriciler, diğer aroma ve tat maddeleri.
- 3- Baharat konsantreleri
- 4- Baharat karışımları
- 5- Ketçap ve sos gibi hazırlanmış ürünler⁽³⁾.

7. Asitler ve asit regülatörleri:

Asitliği artıran ve/veya gıdada ekşi bir tat oluşumunu sağlayan maddelerdir. Aynı zamanda konserve edici olarak ta kullanılırlar. Asitler pH derecesini düşürerek mikroorganizmaların çoğalmalarına engel olurlar. Bu durum enzimlerin faaliyetlerini de durdurur. Asitlerin bu şekildeki konserve edici etkileri yanında bazı spesifik etkileri de vardır. Örneğin Propionik asit, Laktik asit ve Sitrik asit istenmeyen maddelerde reaksiyonlarının azaltılmasında etkili olmaktadır. Gıda uygulamalarında kullanılan asitler organik asitler ve meyve asitleridir^(1,3).

Asit regülatörleri: Gıdaların asitlik veya alkaliliğini değiştiren veya kontrol eden maddelerdir.

Su ürünlerinin işleme ve üretiminde kullanılan asit, asit regülatörleri ve kullanılabilecek maksimum doz aşağıda verilmiştir.

Ön işlem uygulanmadan dondurulmuş balıklar, kabuklu su ürünleri, yumuşakçalar, kafadan bacaklılar ve ançuez de kullanılan Asitler ve maksimum dozları;

Asetik asit (E 260), Sodyum asetat (E 261), Kalsiyum asetat (E 263), Laktik asit (E 270) maksimum 5g/L. Ortofosforik asit kullanımı yasaktır.^(1,3)

Ön işlem uygulanmadan dondurulmuş balıklar, kabuklu su ürünleri, yumuşakçalar, kafadan bacaklılar ve ançuez de kullanılan Asit regülatörleri;

Sodyum laktat (E 325), Potasyum laktat (E 326), Kalsiyum laktat (E 327), Tartarik asit (E 334), Sodyum tartarat (E 335), Potasyum tartarat (E 336), Sodyum-potasyum tartarat (E 337), Sodyum malat (E 350), Potasyum malat (E 351), Kalsiyum malat (E 352), Kalsiyum tartarat (E 354), Triamonyum sitrat (E 380), Sodyum karbonat (E 500), Potasyum karbonat (E 501), Magnezyum karbonat (E 504), Sodyum hidroksit (E 524), Potasyum hidroksit (E 525), Amonyum hidroksit (E526), Magnezyum hidroksit (E 527). Bunlar için geçerli

maksimum doz istenen en etkinin sağlandığı en küçük miktar olarak bildirilmektedir^(1,3).

Balık ve balık ürünlerinde tüm fosfatlar ve difosfat kullanımı yasaktır⁽³⁾.

IX.4.3. KORUYUCU KATKI MADDELERİ

IX.4.3.1. Antimikrobiyal Maddeler

1. Organik asitler: Bunlar asitlendirici özellikleri ile mikroorganizmalar üzerinde bakteriyostatik etki yaparlar. Asitlendirme ve aroma verme bakımından uygulama alanı bulan organik asitler özellikle balık ve balık ürünlerinde depolama öncesi mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla kullanılmaktadırlar^(1,3).

1.1. Sorbatlar: Sorbik asit ve tuzları antimikrobiyal özellikleri nedeniyle koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, gıdanın mikrobiyal yükü, mikroorganizma tipi, gıdanın bileşenleri, atmosfer ve kullanım şekli gibi faktörler sorbatların etki alanını önemli ölçüde etkiler⁽⁹⁾.

Sorbik asit kimyasal adı 2,4 heksadionik asit olan yapısında iki tane doymamış bağ bulunduran 6 karbonlu, molekül ağırlığı 112.13 ve alevlenme noktası 126°C olan bir organik asittir. Sorbik asidin, sudaki çözünürlüğünün oldukça düşük olması (0.16g/mL) nedeniyle gıda muhafazasında antimikrobiyal madde olarak suda eriyebilirliği daha yüksek olan tuzları kullanılmaktadır. Sodyum sorbat 28g/100mL, potasyum sorbat 139.2g/100mL. çözünürlüğe sahiptir. Çözünürlük suyun sıcaklığına bağlı olarak değişir. pH'da çözünürlüğü etkilemektedir. Potasyum sorbat etil alkol ve asetik asitte iyi çözünür. Kalsiyum sorbat ta gıdalarda kullanılmaktadır. Kalsiyum sorbatın sudaki çözünürlüğü azdır^(10,11).

pH düştükçe sorbatların aktivitesi artmaktadır. Sadece maya ve küflere etkili olduğu sanılan sorbatların patojenler üzerine de etkisi vardır. Sorbatların etkili olduğu bakteriler *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* ve diğer bir çok mezofilik, psikrofilik ve lipolitik bakterilerdir. Potasyum sorbat maya, küf ve bakteriler üzerine inhibitör etkiye sahip bir katkı maddesidir. Antimikrobiyal etkisi daha çok küflerdeki dehidrogenaz enzim sisteminin inhibisyonundan ileri gelir. Bakterilere karşı olan etkisinin maya ve küf üzerine olan etkisinden yüksek olmadığı ileri sürülmektedir⁽¹²⁾. Sorbatların küf gelişmesi ve mikotoksin üzerine etkisi sıcaklığa ve küf türüne göre değişmektedir⁽⁹⁾. Gıdada mevcut mikroorganizma çeşitliliği ve sayısı, sorbatların kullanımı etkiler. Sorbatlar bütün mikroorganizmalara karşı etkili değildirler. Bakteriler üzerine etkisi katalaz pozitif olanlara karşı daha yüksektir. Bunun yanında laktik asit bakterileri ve Clostridiumlar

üzerine etkileri daha düşük düzeydedir. % 0.075 oranında sorbatın *Salmonella* ve *E. coli* üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Başlangıçtaki mikroflora düşükse etki alanları artar^(9,13,14,15).

Potasyum sorbat diğér organik asitlerle birlikte kullanıldığında *Listeria monocytogenes* üzerine etkili olduğu yapılan çalışmalarla bulunmuştur⁽¹⁶⁾.

Uygulanan gıdaya katılacak olan tuz, şeker gibi maddelerin ilavesi su aktivitesini azaltacağından sorbik asit ve tuzlarının etkisi daha da artacaktır. Bu gibi maddeler hücrelerin şişerek büyümesine sebep olacağından hücre koruyucuya karşı hassaslaşır^(10,11). İlave olarak kullanılan tuz potasyum sorbatın *C. botulinum* gelişimi ve spor oluşumunun önlenmesinde etkili olmuştur⁽⁹⁾.

Balık ve balık ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde bir kalite parametresi olarak kullanılan Trimetilamin (TMA) balığın yapısında bulunan Trimetilaminoksitin (TMA-O) bakteri ve enzimlerce parçalanması sonucu oluşur. Sorbik asitin balık muhafazasında kullanımı sırasında TMA ve benzeri bileşiklerin oluşumunun önlendiğı veya yavaşlattığı bildirilmiştir. Yine sorbat uygulamalarının balıklarda histamin oluşumunu engellediğı görülmüştür. Ayrıca ransiditeye de etkili olduğu bildirilmektedir. Sorbat kullanımı ile balığın kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin korunmasının bir sonucu olarak balığın duysal özelliklerinin de iyileştirildiğı bir gerçektir^(17,18,19). Sorbatların diğér koruyucularla birlikte kullanılması onların etkisini azaltabilir veya artırabilir. Sorbik asidin antioksidanlarla birlikte kullanımı mikroorganizmalar üzerine etkisini artırmaktadır. Bu etki pH'a bağılı olarak değışmektedir⁽⁹⁾.

1.2. Asetik asit ve asetatlar: Sirkenin koruyucu etkisi uzun yıllardan beri bilinmektedir. Artık sirke ve asetik asit dışında sodyum, kalsiyum, potasyum asetat gibi bileşiklerde de gıdalarda koruyucu olarak kullanılmaktadır. Asetat bileşikleri koruyucu özellikleri yanında şelat oluşturucu, asitlendirici ve lezzet verici fonksiyona sahiptir.

Saf asetik asit renksiz bir sıvıdır. Sodyum asetat renksiz, kokusuz kristal veya granül yapıda maddedir. Sudaki çözünürlüğü 125g/100ml dir. Susuz sodyum asetat beyaz, kokusuz, granüler ve higroskopik bir tozdur. Sudaki çözünürlüğü 50g/100ml dir. Kalsiyum asetat beyaz, kokusuz ve sudaki çözünürlüğü yüksek toz halindeki maddedir. Sodyumdiasetat beyaz, asetik asit kokulu higroskopik ve kristal yapıdadır.

Asetik asit; bakteri, küf ve mayalar üzerinde antimikrobiyal etkiye sahiptir. Ancak bakteri ve mayalar üzerindeki antimikrobiyal etki daha fazladır. Asetik asidin antimikrobiyal etkisi hem asit özelliğinden hem de çözünmemiş molekülünden kaynaklanmaktadır. Ortamın pH'sı düştükçe çözünmemiş molekül miktarının artmasıyla antimikrobiyal etki de artar. Asetik asid *Salmonella* ve

koliform bakteriler üzerinde öldürücü etkiye sahiptir⁽²⁰⁾. Özellikle sodyum asetatın sodyum laktat ve diğer katkı maddeleriyle birlikte kullanılarak su ürünlerinin kalite ve raf ömrüne olumlu yönde etkili olduğu çalışmalarla tespit edilmiştir^(21,22,23).

1.3. Laktatlar: Su ürünleri sanayiinde laktatlardan kalsiyum, potasyum ve sodyum laktat daha çok asit regülatörü olarak kullanılmaktadır⁽¹⁾. Yaklaşık 20 yıldır laktatlar özellikle de sodyum laktat gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Genelde et ve su ürünlerinin lezzetini korumak ve raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılmaktadır^(23,24). Sodyum laktatın (% 2-3) et ve su ürünlerinde mikrobiyal bozulmayı geciktirdiği tespit edilmiştir⁽²⁵⁾. Aynı etki balık ve balık ürünlerinde de görülmüştür⁽²⁶⁾. Balık muhafazasında balığın rengini ve görünüşünü koruduğu saptanmıştır⁽²⁷⁾. Et ve su ürünlerinde % 1 sodyum laktatın su aktivitesini 0.959 dan 0.952' e düşürdüğü, % 2 sodyum laktatın mikrobiyal gelişimi engelleyip raf ömrünü iki katına çıkardığı saptanmıştır. Ayrıca patojen mikroorganizmalar üzerine de etkili olduğu saptanmış, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas* gelişiminin engellenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Laktatlar pH 6 civarında antimikrobiyal etkiyi göstermekte ve ürünü koruyabilmektedir^(25,27). Genelde sodyum laktat laktik asit bakterileri üzerine etkili olmakla beraber % 1.5-3.5 arasında kullanılan sodyum laktat balık, tavuk, hindi gibi et ürünlerinde *Clostridium botulinum* üremesini engellemektedir. %0.3 sodyum laktat *Bacillus cereus* üremesini önlemektedir⁽²⁴⁾. Yine bir başka çalışma sodyum laktat uygulamalarının *Pseudomonas* üzerine etkili olduğunu ortaya koymaktadır⁽²⁶⁾. Sodyum laktatın sodyum asetat ve propil gallatla birlikte kullanıldığında su ürünlerinin raf ömrünü artırmada daha etkili olduğu üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur⁽²³⁾.

1.4. Gallatlar: Propil, Oktil ve Dodosil gallat gıda endüstrisinde kullanılan gallatlar arasındadır. Bunlardan propil gallat su ürünleri endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Propil gallatın oksitlenmeyi önleyici özelliği yanında antimikrobiyal özelliği de vardır. Özellikle sodyum laktat ve sodyum asetatla birlikte kullanıldığında et ve su ürünlerinin raf ömrünü artıran özelliği tespit edilmiştir. Propil gallatın diğer koruyucularla birlikte kullanıldığında raf ömrü ve kaliteyi artırıcı özelliği uygun ambalaj materyalinin kullanımıyla iki katına çıkmaktadır⁽²³⁾.

2. Parabenler: Para-hidroksibenzoik asidin esterleri olan metilparaben ve propilparaben koruyucu olarak kullanılan fenolik bileşiklerdir. Marine edilmiş ve dumanlanmış balıklarda %0.1 oranında kullanım alanı vardır⁽²⁸⁾.

3. Fosfatlar: Fosfatlar fosforik asidin çeşitli tuzlarıdır. Fosfor bütün canlıların yapısında bulunan bir mineral olup beslenme ve vücut fonksiyonları için önemlidir. Genel olarak fosfatlar; et, kümes hayvanları, deniz hayvanları,

süt ürünleri, meyve ve sebze ürünlerini içine alan çeşitli gıdalarda kullanılan önemli bir gıda katkı maddeleridir. Gıda bileşenlerine ve diğer katkı maddelerine olan kimyasal etkileri ve onlarla yaptığı kimyasal reaksiyonlar nedeniyle fosfatlar, çeşitli gıdalarda su bağlama, renk, aroma, tekstür, koagülasyon, emülsifikasyon, kür işlemi, mikrobiyal gelişme ve işlem teknolojilerine etki etmektedir.

Deniz ürünleri kolay okside olduklarından fosfatlar bu ürünlerde oksidasyonu önlerler. Ayrıca fosfatlar bu ürünlerde daha iyi bir renk oluşumunu sağlamakta, dondurulmuş etin çözündürülmesi sonrasında su kaybını ve pişirme kayıplarını azaltmakta ve daha gevrek tekstür oluşumunu sağlamaktadır. Balık ürünlerinde rastlanan bir problem de magnezyum amonyum fosfatın kristalleşerek ürünün üzerinde pul pul ve camsı lekeler oluşturmalarıdır (struvit). Sağlık açısından zararlı olmayan bu durum tüketici beğenisini azaltmaktadır, bu durum fosfat kullanılarak giderilebilir. % 4 Sodyumdihidrojenfosfat ile işlem yapmak bu olayı önemli ölçüde azaltacaktır. Deniz ürünlerinde kullanılan fosfatlar difosfat, trifosfat, sodyum veya potasyum pirofosfat, sodyum veya potasyum tripolifosfat ve sodyumhegzametafosfattır. Bunların tek tek veya kombine olarak su ürünlerinde kullanılabilecek maksimum miktarı 10 g/kg olarak bildirilmektedir. Özellikle som balığı konservesi üretiminde dondurulmuş balık kullanılması durumunda çözünebilir proteinlerin, pişirme sırasında ayrılıp su içerisinde koagüle olması sonucu görülen pıhtılaşma kusuru % 5 sodyumpirofosfat çözeltisine daldırılmak suretiyle bir yıl süreyle azaltılmaktadır. Fosfatlar gıdanın su bağlama yeteneğini artırıcı yönde etki yapmaktadırlar, Sodyumtripolifosfat, sodyumdihidrojenfosfat, sodyumhegzametafosfat ve sodyumpirofosfat bu etkiyi artırıcı yönde etki göstermektedir. Derin dondurulmuş karides ürünlerinde %12 sodyumpolifosfat ve %4 sodyumdihidrojenfosfat ile yapılan daldırma işlemi damlama kaybını azaltmak için kullanılmaktadır. Amerika'da kabuklu deniz ürünleri dondurulmadan önce iki farklı fosfat işlemine tabi tutulmaktadır. Birincisinde karides gibi kabuklular %2-30 sodyum veya potasyum dihidrojenfosfat veya %2-15 konsantrasyonlarında sodyumtripolifosfat, sodyummetafosfat, sodyumhegzametafosfat, sodyumortofosfat çözeltilerinden birine 2 dakika süreyle daldırılır, daha sonra 200°C'de 2 dakika süreyle pişirilir ve soğutulduktan sonra kabuklarından ayrılır ve dondurulur. Diğer bir yöntemde 80:20 veya 60:40 oranında sodyumtripolifosfat ve sodyumhidrojenfosfat:su çözeltisine kabuklu deniz ürünleri daldırılır ve hücre öz suyu kaybı en aza indirilir, doğal görünüm ve aroma korunur. Bu işlemden sonra paketlenme ve dondurma işlemi gerçekleştirilir. Sukroz ve sorbitol ile birlikte fosfatın kombineli kullanımı kriyopektatif etki yapmakta dondurarak depolama sırasında yengeçlerde ve karideslerde hiç işlem uygulanmamış ürünlere göre kalite kaybını azaltmaktadır. Fosfat uygulaması midye ürünlerine %1 tuz ve %10 sodyumtripolifosfattan oluşan çözeltiye dal-

dırma şeklinde yapılmaktadır. Bu işlem ile damlama kaybı en aza indirilmekte ve buzda depolama sırasındaki mikrobiyal gelişim indirgenmektedir. Taze ve dondurulmuş, pişmiş veya pişmemiş deniz ürünlerine uygulanan fosfatlar karışım halindedir. Balığa fosfat, daldırma, enjeksiyon, spreyleme ve tumbling olmak üzere dört metotla uygulanır. Bu metotların hepsinde de %8-10 fosfat çözeltisi kullanılır. Kabuklu deniz ürünleri %5 fosfat çözeltisine 30 dakika süreyle daldırılır^(29,30,31,32).

Bunlardan başka su ürünleri sanayiinde raf ömrünü uzatmak ve kaliteyi daha iyileştirmek için antioksidanlar kullanılmaktadır. En çok kullanılan antioksidanlar askorbik asit, tokoferoller, gallikasit ve esterleri ve diğerleridir⁽³³⁾.

4. Enzimler: Günümüzde gıdaların muhafazasında, antimikrobiyal aktivite gösteren birkaç enzim sınırlı düzeyde kullanılmaktadır. Antimikrobiyal enzimlerin gıdalarda koruyucu olarak kullanımını sınırlayan belli başlı faktörler; enzimin üretim maliyeti, enzimin insan sağlığına zararlı olup olmadığı, enzim aktivitesinin gıdalarda oluşturabileceği yan etkiler ve enzimin gıda maddesindeki stabilitesidir. Bu amaçla kullanılan enzimler hidrolazlar ve oksidoredüktazlardır.

Hidrolazlar, bakteri yada küflerin hücre duvarındaki temel bileşenleri etkileyerek hücrenin yıkımına neden olurlar. Oksidoredüktazlar ise hücrede yaşamsal önemi olan proteinleri parçalayabilen reaktif moleküllerin yapımında rol alırlar.

Su ürünleri sektöründe enzimlerden balık sucuğu üretiminde, tuzlu balık ve marine balık üretim ve olgunlaştırılmasında faydalanılmaktadır⁽³⁾.

Antimikrobiyal enzimlerin sağlık açısından herhangi bir sorun yaratmadığı düşünülmektedir^(32,34).

5. Kükürtdioksit: Su ürünleri endüstrisinde özellikle sodyum meta bisülfid olarak sülfid tuzu şeklinde karideslerde karamayı önlemek için kullanılmaktadır. Maya ve küflere karşı etkili olduğu gibi enzimatik olmayan esmerleşmeye etkili olmaktadır. İzin verilen sınır değer karides için çiğ üründe 10 ppm, pişmiş üründe 30 ppm dir. Karideslerde karama Black spot denilen olay yüzey renk defekti olarak ta adlandırılmaktadır. Bu olayın azaltılması ve önlenmesi için polifenoloksidaz enziminin aktivitesinin durdurulması gerekmektedir, bunun için de laktik asit, sodyum bisülfid ve 4-hegzilresorsinol (% 0.0025) kullanılmaktadır. Bu çözeltilerin kullanımı karideslerde sadece karamayı önlemekle kalmamakta mikrobiyal yükü de düşürmektedir⁽³¹⁾.

6. Nitrit tuzları: Balık ve balık ürünlerinde özellikle sporlu bakterilerin üremesini önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Kürlenmiş etlerde *Clostridium perfringens* gelişimini önler.

7. Hidrojen peroksit: Kullanımı yasak olmakla beraber koliform bakteri yükünü azaltmak için kullanılmaktadır. Yasak olmakla birlikte özellikle marine ürünlerde balık et rengini açmak amacıyla kullanılmaktadır⁽²⁸⁾.

IX.4.3.2. KONSERVE EDİCİ MADDELER

Kimyasal konserve edici maddeler kolay bozulabilir su ürünlerinin kalitesi ve dayanımı için ayrıca da işletme hijyeni için etkili olmaktadır. Bu maddeler tek başına veya kombine edilerek kullanılabilir. En çok kullanılanları sorbik asit, benzoik asit ve formik asittir. PHB esterleride kullanılır. Genelde maya ve küf üzerine etkili olsalar da mikroorganizma faaliyetlerini durdurucu etkileri de vardır. Mikroorganizmalar üzerine etkileri sıvı çözeltilerde daha etkili olmaktadır. Bu nedenle bu kimyasallar daha çok sos, jele katılmaktadır. Bu maddelerin çözünürlüklerinin az olması problem olabilmektedir⁽³⁾.

Su ürünleri için kullanılan konserve edici maddeler ve kullanılacak maksimum dozlar aşağıda Tablo IX.2 de verilmiştir.

Tablo IX.2: Su Ürünlerinde Kullanılan Konserve Edici Maddeler⁽³⁾

Su Ürünleri	Sorbik asit	Benzoik asit	PHB Esterleri	Formik asit
Midye ve balık marinadları	2.0g/kg	2.5g/kg	1.0g/kg	0.5g/kg
Kızartılmış ve pişmiş balık ürünleri	2.0g/kg	2.5g/kg	1.0g/kg	0.5g/kg
%10'dan daha az tuz içeren balık pastaları	2.0g/kg	4.0g/kg.	1.2 g/kg	0.5g/kg
Yağda saklanan tuzlu balık	2.0g/kg	2.5g/kg	1.2 g/kg	0.5g/kg
Yağda somon ürünleri	2.0g/kg	4.0g/kg	1.2 g/kg	0.5g/kg
Dumanlanmamış yumurta ürünleri	2.0g/kg	4.0g//kg	0.8 g/kg	1.0 g/kg
Ançuez	2.0mg/kg	4.0g/kg	2.0 g/kg	1.0 g/kg
Sterilize edilmemiş yengeç ürünleri	2.0g/kg	4.0g/kg	1.5 g/kg	0.8 g/kg
Sterilize edilmemiş karides ürünleri	1.5g/kg	4.0g/kg	2.0 g/kg	0.5 g/kg

IX.4.3.3. ANTİOKSİDAN MADDELER

Doğal veya sentetik olarak elde edilen antioksidanlar gıdaların oksidatif bozulmasını engeller veya azaltır. Kullanılan doğal antioksidanlar bazı tokoferoller (Vitamin E gibi.), Askorbik asit, farklı organik asitler ve bunların tuzlarıdır. Yalnız gıdalar için kullanılan sentetik antioksidanlar ise Propylgallat (E 310), Octylgallat (E 311), Dodecylgallat (E 312), Butylhydroxianisol (BHA) (E 320), Butylhydroxytoluol (BHT) (E 321)'dir.

Tüm gallatlar ve BHA tek tek veya birlikte maksimum 200mg/kg kullanılabilir (3,32).

Ayrıca dondurulmuş ve derin dondurulmuş balık ve balık ürünleri için Eritorbik asit (E 315) maksimum 1500mg/kg dozda kullanılmaktadır⁽¹⁾. Balık yağlarının stabilizasyonu için de Vitamin E kullanılmaktadır⁽³⁾.

IX.4.4. YAPI ve GÖRÜNÜMÜ ETKİLEYEN KATKI MADDELERİ

IX.4.4.1. EMÜLGATÖRLER

Bir gıda maddesinde, yağ ve su gibi iki veya daha fazla fazın homojen bir karışımını oluşturan veya tutan maddelerdir. Emülgatörler çok fazlı sistemleri stabilize eden yüzey aktif maddelerdir. Emülgatör olarak en çok fosfolipitler, lesitinler, yumurta sarısı yağ asitleri, yağ asitlerinin mono ve digliseridleri ve yağ asitlerinin şekerlere yapılmış olan esterleri kullanılır^(1,4).

IX.4.4.2. STABİLİZATÖRLER

Gıdaların fiziko kimyasal durumlarını korumalarını sağlayan, iki yada daha fazla karıştırmaz fazın homojen dağılımını ve gıdaların var olan renklerini koruyan veya kuvvetlendiren maddelerdir⁽¹⁾. Stabilizatörler emülgatörlerle beraber kullanılır. Stabilizatörler iki grup altında toplanırlar.

- 1- İçerisinde azot bulunmayan bitkilerden elde edilen maddeler; bunlar genellikle nişasta gibi polisakkaritlerdir. Gam arabik, karaya gam, gam batti, gam toragant vb.
- 2- Protein içeren hayvansal ve bitkisel ürünlerden elde edilen maddeler (Jelatin)⁽⁴⁾.

Gıda konusunda stabilizasyona en çok gereksinim duyulan alanlar; unlu mamuller, sütü ürünler, meyveli ürünler, dondurmacılıkla ilgili buzlu ürünler, tatlılar, et ve balık ürünleri, hazır yemekler, çeşitli soslardır. Fırında pişen ürünler, meyve suları, reçeller ve yumuşak şekerlemeler için pektinler kullanılmaktadır. Pektinler meyve kabuklarından ekstrakte edilmektedir. Sıcak ve soğuk hazırlanan pudinglerin jelleşmesi ve dolgu kreması için karagenanlar ve alginatlar kullanılmaktadır. Karagenan ve alginatlar deniz yosunlarından elde edilmektedir. Yoğurt ve ayranların iyi bir yapıya sahip olup su salmaması için pektin ve jelatinler kullanılmaktadır. Sosis, jambon gibi rekonstrüksiyon gerektiren ürünlerin iyi bir yapıya sahip olması, iyi dilimlenmesi, güzel nem tutması ve taze kalabilmesi için jelatin ve karagenan gibi önemli stabilizerler kullanılması gerekir^(32,35,36,37).

Su ürünlerinin işlenmesi ve üretiminde kullanılan stabilizatörler ve kullanılabilecek maksimum dozları şöyledir.

Ön işlem uygulanmadan dondurulmuş balıklar, Kabuklu su ürünleri, yumuşakçalar ve kafadan bacaklılar da Aljinik asit (E 400), Sodyum alginat (E 401), Potasyum alginat (E 402), Amonyum alginat (E 403), Kalsiyum alginat (E 404), Agar (E 406), Karragenan (E 407) maksimum 10g/kg dozda uygulanabilir. Ayrıca işlenmemiş Eucheuma seaweed (E 407 a), Tarakant (E 413), Akasya gamı (E 414), Taragam (E 417), Pektin (E 440) kullanılmaktadır^(1,3).

IX.4.4.3. AYIRICI MADDELER

Metalik iyonlarla kimyasal kompleks oluşturan maddelerdir.

IX.4.4.4. MODİFİYE NİŞASTA

Fiziksel veya enzimatik uygulamaya, asit veya alkali inceltme veya ağartmaya tabi tutulmuş olsun veya olmasın yenilebilir nişastaların bir veya daha fazla kimyasal işleme tabi tutulması ile elde edilen maddelerdir.

IX.4.4.5. KÖPÜK ÖNLEYİCİLER

Köpüklenmeyi azaltan veya önleyen maddelerdir.

Ayrıca Kaplayıcı maddeler, sıkılaştırıcı maddeler, nem çekici maddeler, dolgu maddeleri, maya, paketlenme gazı katkı maddesi olarak kullanılmaktadır⁽³⁾.

Uzun yıllardan beri kullanılan katkı maddelerinin gıda sanayiindeki pozitif yönleri yanında sağlık açısından risk oluşturabileceği de düşünülerek günümüzde bu maddelerin kullanımına tüketici ve yasal uygulamalar açısından dikkat edilmesi gerekmektedir. Gıda tüzüğüne izin verdiği oranlarda bu maddeleri kullanmak sanayii ve tüketici açısından olumlu sonuçlar getirecektir.

IX. 5. GIDALARA KATKI MADDELERİ UYGULANMASI ve ÖNEMLİ HUSUSLAR

Katkı maddelerinin gıdaların görünüşünü, lezzetini, tekstürünü ve diğer depolama özelliklerini iyileştirmek amacıyla gıdalara genellikle çok küçük miktarlarda ilave edilirler. Gıda sanayiinde bu maddelerin kullanımında, sağladığı teknolojik yararın yanında tüketicinin de korunması amaçlanmalı,

diğer bir deyişle her iki faktörde göz önünde bulundurulmalıdır. Gıda katkı maddelerinin tüketici yararına kullanımı aşağıda belirtilen noktalara hizmet ettiği sürece teknolojik açıdan kabul edilebilirlik kazanır ve bu amaçla kullanımı söz konusu olabilir.

- 1- Gıdanın besin değerinin korunması
- 2- Depolama koşullarını iyileştirerek gıdanın dayanıklılığının artırılması ve kayıplarının önlenmesi
- 3- Tüketiciyi aldatmayacak veya yanlış yönlendirmeyecek şekilde gıdanın albenisinin artırılması
- 4- Gıdanın işlenmesinde yardımcı bir fonksiyona sahip olması.

Gıda katkı maddelerinin kullanımına izin verilmeyen durumlar ise şöyle sıralanabilir.

- 1- Gıdanın hatalı işlenmesi veya uygun olmayan koşullarda depolanması sonucu ortaya çıkan kusurların kapatılması amacıyla
- 2- Tüketiciyi yanlış yönlendirmek veya kandırmak amacıyla
- 3- Gıdanın besin değerinin önemli ölçüde kayba uğradığı durumlarda
- 4- Ekonomik olması koşuluyla gıda katkı maddesinin kullanımıyla elde edilen iyileştirici etki, gıdaya uygulanabilecek başka bir üretim tekniği ile sağlanabildiği durumlarda

Gıdalarda katkı maddelerinin kullanım dozları da ayrı bir önem taşımaktadır. Katkı maddelerinin ilave edildikleri gıdalardaki arzu edilen olumlu ve iyileştirici etkinin gözlendiği minimum dozlarda kullanılmalıdır. Bu maddelerin kullanımına karar verilmeden önce yıllarca süren toksikolojik çalışmalar yapılır ve kullanım sınırlarının belirlenmesinde aşağıdaki noktalar göz önünde bulundurulur.

1. Katkı maddesi kullanımı önerilen gıdanın tüketim düzeyi
2. Deney sonuçlarında olumsuz etkilere sebep olan minimum doz
3. Tüm tüketici gruplarında sağlık riski oluşturmayacak doz.

Katkı maddelerinin kullanımında göz önünde bulundurulması gereken noktalar şu şekilde sıralanabilir.

1. Başka bir muhafaza yönteminin uygulanmadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmalıdır.
2. Ekonomik olmalı ve düşük konsantrasyonlarda antimikrobiyal etki göstermelidir
3. Gıdanın depolama ömrünü uzatmalıdır.
4. İlave edildiği gıdada arzu edilmeyen lezzet ve koku oluşturmamalıdır.
5. Kullanıldığı düzeylerde insan sağlığına zararlı bir etkisi olmamalıdır.
6. Kimyasal analizlerle kolayca tanımlanabilmelidir.
7. Sindirim sistemi enzimlerinin aktivitesine engel olmamalıdır.
8. Geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olmalı ve tercihen gıda zehirlenmesine neden olan mikroorganizmalar üzerinde etkili olmalıdır^(20,33,38).

KAYNAKLAR

1. ANON (1998): Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. İstanbul Ticaret Odası. Yayın No:1998-2
2. LUCK, E. (1988): Geschichte der Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen. Deutsche Lebensmittel- Rundschau, 84(9): 277-281.
3. TÜLSNER, M.(1994): Fischverarbeitung. Bd.1 -Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's ..Verlag,Hamburg .p.224
4. YILDIRIM, Y.(1996): Et Endüstrisi Uludağ Üniversitesi. Veteriner Fakültesi. 4. Baskı. Ankara.s.533-554
5. KARAALİ, A., ÖZÇELİK, B.(1993): Gıda Katkısı Olarak Doğal ve Sentetik Boyalar. Gıda, 18(6): 389-396
6. EFEOĞLU, E., TAHİNCİOĞLU, E. (1996): Doğal Gıda Renklendiricisi Carmine. Gıda Teknoojisi, 1(4): 18-20.
7. AKGÜL, A. (1987): Gıda Aroması: Doğal Ne Kadar Doğaldır? Gıda, 12(4): 265-268
8. ÖZBEK, N., YENTÜR, G.(1993): Gıdalarda Aspartamın Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. Gıda, 18(1): 67-71.
9. KIVANÇ, M.(1989): Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik asit ve Tuzları: Genel Özellikleri. Gıda, 14(5): 315-320.
10. SOFOS, J.N., BUSTO, F.F. (1981): Antimicrobial Activity of Sorbates. J. Food Prot., 44: 614-622.
11. LEIWEN, B.M., MARTH, E.H. (1985): Growth and inhibition microorganisms in the presence of sorbic acid. J. Food Prot., 48: 364-375.
12. KIVANÇ, M.(1990): Gıda Koruyucusu Olarak Sorbik Asit ve Tuzları: Küf ve Mayalara Etkisi. Gıda, 15(4):245-250
13. YENTÜR, G., BAYHAN, A. (1990): Bazı Gıda Maddelerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının araştırılması. Gıda 15(2): 79-82.
14. NİZAMLIOĞLU, M., GÜRBÜZ, Ü., DOĞRUER, Y. (1996): Potasyum Sorbatın Kaşar Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Vet. Bil. Derg., 12(2): 23-29.
15. DOĞRUER, Y., GÜRBÜZ,Ü., NİZAMLIOĞLU,M. (1996): Potasyum Sorbatın Beyaz Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. Vet. Bil. Derg., 12(1): 109-116.
16. EL-SHENAWY, M., MARTH, E.H. (1991): Organic acids Enhance the Antilisterial Activity of Potassium Sorbate. J. Food Prot., 54(8): 593-597.
17. BREMNER, H.A., STATHAM, J.A. (1983): Effect of Potassium Sorbate on Refrigerate Storage of Vacuum Packaged Scallops. J. Food Sci., 48: 1042-1047.
18. TAYLOR, S.L., SPECKHARD, M.W. (1984): Inhibition of Bacterial Histamine Production by Sorbate and other Antimicrobial Agents. J. Food Prot., 47: 508-511.
19. YETİM, H. (1996): Sorbik Asit ve Taze Balık Muhafazasında Kullanım İmkânları. Gıda, 21(3):.205-213.

20. ÜNLÜTÜRK, A. (1998): Mikrobiyal Gelişmenin İnhibasyonu. Gıda Mikrobiyolojisi. Edt. Ünlütürk, A. ;Turantaş, F. Mengi Tan Basımevi. İzmir.
21. MENDONCA, A.F., MOLINS, R.A., KRAFT, A.A., WALKER, H.W. (1989): Effects of Potassium Sorbate, Sodium Acetate, Phosphates and Sodium Chloride Alone or in Combination on Shelf Life of Vacuum Packaged Pork Chops. J. Food. Sci., 54 (2): 302-306.
22. KIM, C.R., HEARNSBERGER, J.O., EUN, J.B. (1995): Gram Negative Bacteria in Refrigerated Catfish Fillets Treated with Lactic Culture and Lactic Acid. J. Food. Sci., 58(6): 639-643.
23. ZHUANG, R., HUANG, Y., BEUCHAT, L. (1996): Quality Changes During Refrigerated Storage of Packaged Shrimp and Catfish Fillets Treated with Sodium acetate, Sodium Lactate or Propyl Gallate. J. Food Sci., 61(1):241-244.
24. PAPADOPOULOS, L.S., MILLER, R.K., ACUFF, G.R., VANDERZANT,C., CROSS, H.R. (1991): Effect of Sodium Lactate on Microbial and Chemical Composition of Cooked Beef During Storage. J. Food. Sci., 56(2): 341-347.
25. BREWER, M., Mc KEITH, F., MARTIN,S., DALLMIER, A., MEYER, J. (1991): Sodium Lactate Effects on Shelf-Life, Sensory, and Physical Characteristics of Fresh Pork Sausage. J. Food Sci., 56(5): 1176-1178.
26. WILLIAMS, S.K., RODRICK, G.E., WEST, R.L. (1995): Sodium Lactae Affects Shelf Life and Consumer Acceptance of Fresh Catfish Fiilets Under Simulated Retail Conditions. J. Food Sci., 60(3): 636-639.
27. O'CONNOR, P., BREWER, S., MCKEITH, F., NOVAKOFSKI, J., CARR, T. (1993): Sodium Lactae/ Sodium Chloride Effects on Sensory Characteristics and Shelf-Life of Fresh Ground Pork. J. Food. Sci., 58(5): 978-980.
- 28.BORCAKLI, M. (1999): Gıda Üretiminde Antimikrobiyal Maddelerin Kullanımı ve Mikrobiyolojik Güvencenin Sağlanması. Dünya Gıda Dergisi, Ekim, 43-53.
29. DZIEZAK, J.D. (1990): Phosphatas Improve Many Foods. Food Technol., 44(4): 80-92.
30. ÇAKMAKÇI, S. (1994): Gıda Katkı Maddesi Olarak Fosfatlar. Gıda, 19(1): 63-71.
- 31.SCHUBRING, R.(1997): Die Verwendung von Zusatzstoffen bei Krebstieren unter besonderer Berücksichtigung von Phosphaten. Inf. Fischwirtschaft, 44(2):80-85.
- 32.ERKAN, N. (2000): Su Ürünlerinde Kullanılan Katkı Maddeleri. Gıda Bilimi ve Teknoloji Dergisi, 5(3):44-55.
33. TOPAL, Ş. (1996): Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK s.109.
34. UYGUN, A., ACAR, J. (1996): Gıdaların Muhafazasında Enzimlerin Kullanımı. Gıda Teknolojisi. Yıl:1 Sayı:7 s.41-46.
35. GÜRBÜZ, Ü. (1992): Besin Endüstrisinde Kullanılan Stabilizatörler ve Emülgatörler. I. Bitkisel Kökenli Stabilizatörler. Türk Veteriner Hekimler Dergisi, 4(3): 32-37.

36. GÜRBÜZ, Ü., TEKİNŞEN, C. (1993): Besin Endüstrisinde Kullanılan Stabilizatörler ve Emülgatörler.II.Bitkisel Kökenli Stabilizatörler. Türk Veteriner Hekimler Dergisi, 5(2): 39-43.
37. YILMAZ, S. (1999): Gıdalarda Stabilizatör Kullanımı. Gıda Bilimi ve Teknolojisi, 4(1): 24-26.
38. LÜCK, E., JAGER, M. (1995): Chemische Lebensmittelkonservierung. Springer Verlag, Berlin.

X. BÖLÜM

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

İÇİNDEKİLER

IŞINLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

X. BÖLÜM

İŞİNLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

X. IŞINLAMA TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

İÇİNDEKİLER

Giriş	371
X.1. Işınlama Teknolojisi Uygulamalarında Kullanılan	
Kısaltmalar	374
X.2. Işınlamanın Etki Mekanizması	375
X.2.1 Işınlamanın Uygulama Teknikleri	376
X.3. Işınlanmış Su Ürünleri	377
X.4. Işınlanmış Su Ürünleri İle İlgili İzin ve Yükümlülükler	379
X.4.1. Işınlanmış Ürünlerin Kontrolü	381
Kaynaklar	383

GİRİŞ

Gıdalarda prezervasyon amaçlı ışınlama uygulaması 20. yüzyılın başlarında gelişmeye başlamış ve ilk kez 1930 yılında bir Fransız bilim adamı tarafından gıdalarda kullanılmak üzere patenti alınmıştır. Daha sonra 1940'lı yıllarda Amerika da yapılan çalışmalarda şehirden uzak alanlarda bulunan askerler için güvenli gıda temini amacıyla kullanılması düşünülmüş, 1972 yılından beri uzay yolculuklarında ışınlanmış gıdalar kullanılmaktadır. Hastahanelerde bağışıklık sistemi zayıflamış hastalardaki enfeksiyon riskini azaltmak için ışınlanmış gıdalardan yararlanılmıştır.

Dünya gıda teknolojisinde iyonize radyasyon kullanımı giderek artmaktadır. Bunun sebebi gıda katkı maddelerinin kullanımının azaltılması, gıda kaynaklı zehirlenmelerin önlenmesi ve yeni gıda muhafaza yöntemlerine duyulan ihtiyaçtır. Işınlanmış gıdalar tahıl, et su ürünleri vb. gibi oldukça geniş bir üretim alanında kullanılmakta olup, bunlarla ilgili olarak çok miktarda kaynak eser bulunmaktadır.

Gıdaların uzun süreli dayanıklı hale getirilmesi gıda teknolojisinde biyolojik, kimyasal ve fiziksel metotlarla gerçekleştirilir. Biyolojik metotlar arasında fermantasyon teknolojisi en çok kullanılan metottur. Kimyasal metotlar arasında asit kullanımı, konserve edici madde kullanımı sayılabilir. Fiziksel metotlar arasında ısı ve basınç uygulamaları vardır⁽¹⁾.

Işınlama işlemi de fiziksel konserve edici uygulamalar arasında sayılmakta, işlem sırasında önemli bir sıcaklık artışı olmadığı için "Soğuk sterilizasyon" ismi de verilmektedir. Gıdaların korunması veya değişik amaçlarla kullanılan ışınlama gıdaların yapılarında kimyasal değişikliklere neden olduklarından ışınlanmış gıdalar radyoaktif olmazlar⁽¹⁾.

Radyasyon kelime anlamı ile enerji yayılması olarak tanımlanır. Gıda sanayinde kullanılan radyasyon tipi elektromanyetik yada subatomik parçacıklardan oluşan radyasyondur. Elektromanyetik spektrum içinde yer alan ve gıda muhafazasında kullanılan ışınlar mikrodalga ışınlar, ultraviyole, X ve gamma ışınlarıdır. Subatomik parçalardan oluşan ışınlar ise daha küçük dalga boyuna sahip alfa ve beta ışınlarıdır.

İki tip radyasyon kaynağı kullanılır: makine veya radyonükleotid.

Makineler; X-ışını jeneratörleri ve elektron accelatörleri de içeren iyonize radyasyon kaynağını oluşturunlardır. Radyonükleidler ise Kobalt-60 ve Sezyum-137' yi de içeren iyonize gamma ışınlarını veren radyoaktif maddelerdir⁽¹⁾.

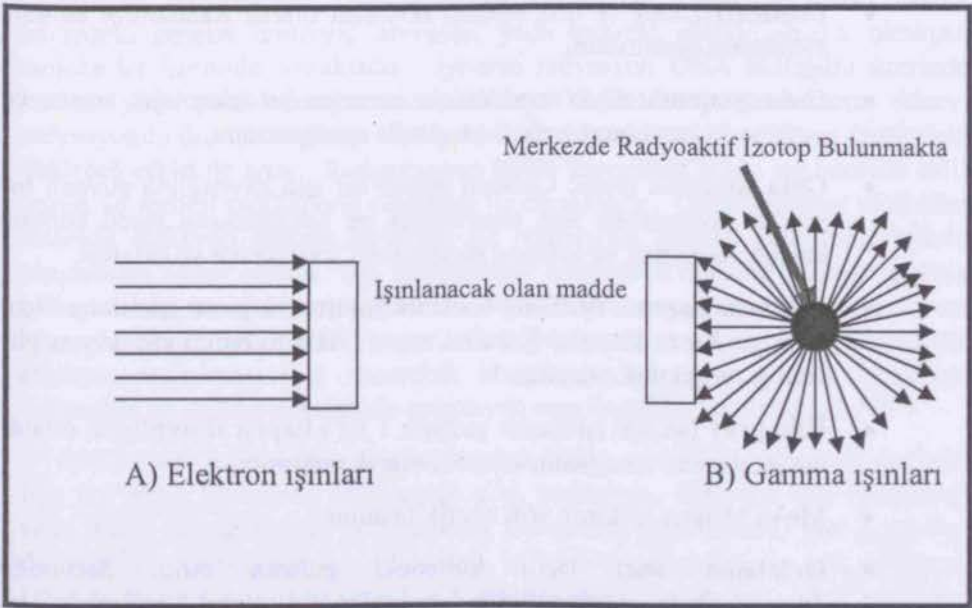
Türkiye Cumhuriyeti yasalarına göre⁽²⁾ gıda ışınlama işlemlerinde aşağıdaki kaynakların kullanımına izin verilmektedir;

- a) Kapalı Kobalt-60 (Co-60) ve Sezyum-137 (Cs- 137) radyonükleotid kaynaklarından yayılan gama ışınları,
- b) 5 MeV ve daha düşük enerjide çalışan makine kaynaklarından üretilen X-ışınları,
- c) 10 MeV ve daha düşük enerjide çalışan makine kaynaklarından üretilen elektronlar.

Radyoaktif izotop veya radyonükleotid ayrışması sonucu oluşan alfa parçacıkları iki elektrona ayrılmış helyum atomlarıdır. Beta parçacıkları, yüksek enerji taşıyan elektronlar olup "katot ışınları" olarak bilinir. Gamma ışınları ise diğer adıyla fotonlar 100-150 nm dalga boyundaki bir tür X ışınlarıdır. Ayrıca özgün yöntemlerle yapay radyoaktivite verebilme özelliği kazanan Kobalt-60 (Co-60) ve Sezyum-137 (Cs-137) gibi bazı elementler de radyoaktif izotoplar olarak bilinirler. Radyoaktif izotopların yaydıkları alfa, beta parçacıkları ve X ışınları farklı düzeylerde iyonizasyon enerjisine sahiptir ve etki ettikleri maddelerde iyonizasyona sebep olurlar. Bu nedenle uygulama iyonize radyasyon olarak bilinir. İyonize radyasyon sahip olduğu enerji ile yapıyı moleküllerden iyonlara dönüştürerek germisid (zararlı organizmaları öldürücü etki) olarak etki ederler. Böylece İyonize radyasyon gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaları öldürerek gıdaların raf ömürlerini uzatmak, patojen mikroorganizmaları öldürerek gıda kaynaklı hastalıkların riskini azaltmak, gıdalarda bulunan böcek ve böcek larvalarını öldürmek, ambalaj materyalini sterilize etmek amacıyla uygulanır. Ultraviyole radyasyonlar da düşük enerji içermekle birlikte mikroorganizmalar üzerine kısmen öldürücü etki yapabilmektedir. Alfa (α)- ışınları havada yavaş hızla ilerler ve düşük penetrasyona sahiptir. Beta (β)- ışınları daha fazla penetrasyon gücüne sahip olup daha düşük özgün iyonizasyon gücüne sahiptir. Gama (γ)-ışını ise daha da düşük özgün iyonizasyon gücüne sahip olmakla beraber penetrasyon (maddenin yüzeyden geçiş gücü) gücü yüksektir. Ultraviyole radyasyon uygulamaları penetrasyon etkisinin düşüklüğünden dolayı sadece yüzeysel uygulamalarda kullanımı sınırlı kalmıştır. Ancak ambalaj materyalinden küflerin uzaklaştırılması veya et yüzeyindeki mikrobiyal yükün azaltılması için kullanılmaktadır⁽³⁾.

Gıdaların muhafazasında kullanılan iyonize ışınlar Kobalt-60 ve Sezyum-137 gibi radyoaktif izotoplardan elde edilen gamma ışınları, radyoaktif kaynaktan elde edilmesi nedeni ile gamma ışınlarına karşı daha avantajlı olan elektron ışınlarıdır. Gama ışınları radyoaktif bir kaynaktan elde edildiği için bu

uygulamada sistemin kullanılmadığı durumlarda kapatılması mümkün olmamaktadır. Buna karşın hızlandırılmış elektron ışınlarının kaynağının elektrik enerjisi olması kullanılmadığı zamanlar sistemin rahatlıkla kapatılmasına olanak vermektedir. Bu da elektron ışınlarının kullanımını artırıcı bir faktördür⁽³⁾. Aynı zamanda elektron ışınlarının yönlendirilmesi (yayılımı) radyoaktif kaynaklarda elde edilen ışınlara göre daha stabil ve kullanışlıdır (Şekil X.1.).



Şekil X.1: Elektron ve Gamma ışınlarının yayılımı

X.1. IŞINLAMA TEKNOLOJİSİ UYGULAMALARINDA KULLANILAN KISALTMALAR

Işınlama işlemi veya bu tip işlem uygulanmış gıdalarda karşılaşılan kısaltmaların başlıcaları şunlardır;

- **Doz:** Işınlanan gıdanın birim kütlesinde absorbladığı radyasyon enerjisinin miktarını,
- **Dozimetri:** Doz ve doz hızının kGy/saat olarak standardize edilmiş metotlarla ölçülmesini,
- **Gıda ışınlama:** Gıda maddesinin istenilen bir teknolojik amaca ve usulüne uygun olarak yeterli bir dozda ışınlanmasını,
- **Gıda ışınlama tesisi:** Gıdanın uygun bir ışın kaynağıyla güvenli bir şekilde ışınlanması için tasarlanmış ve lisanslanarak tescil edilmiş kaynak, donanım ve çalışma sistemlerini içeren bina ve eklerini,
- **Işınlama lisansı:** Işınlama tesisinin tasarım, inşa ve işletilmesi için Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun (TAEK) verdiği radyasyon güvenliği uygunluk onayını,
- **Kilo gray (kGy):** Işınlanan gıdanın 1 kg'ı başına absorblanan ortalama radyasyon enerjisinin kilojoul olarak miktarını,
- **MeV:** Milyon elektron volt enerji birimini,
- **Ortalama doz:** Belli kütledeki gıdanın birim hacminde dozimetrelerin yerleştirildiği noktalardaki yerel yoğunluk ve absorblanan dozların ortalamasıyla bulunan absorblanan doz miktarını; yoğunlukça homojen gıdalarda absorblanan ortalama minimum ve maksimum dozların ortalamasını ifade eder⁽⁴⁾.

Işınlanan madde tarafından absorbe edilen enerji miktarı "doz" olup doz birimi Gray (Gy)'dır. Bu iyonize ışınların ölçülebilir ortalama enerji değerini ifade etmektedir. Bir Gy karşılık olarak 1 J/kg dır. FAO/WHO' nun uzmanlar heyetine göre 10 kGy a kadar herhangi bir toksikolojik risk oluşmamaktadır⁽⁴⁾.

X.2. IŞINLAMAMANIN ETKİ MEKANİZMASI

Işınlama uygulaması ile mikrobiyal inaktivasyona bağlı olarak bir koruma sağlanırken gıdalarda önemli bir sıcaklık artışı meydana gelmemektedir. Bu nedenle ışınlama uygulamaları soğuk sterilizasyon olarak ta tanımlanmaktadır. Bu işlemde kullanılan enerji iyonize radyasyon olarak tanımlanır. Kullanılan enerji ister elektriksel olarak şarj edilmiş (iyonlar) ister doğal (serbest radikaller) olsun, daha küçük fragmentlerin oluşumuna yol açan kimyasal bağların kopmasına neden olmaktadır⁽¹⁾.

İyonize radyasyonun canlı hücreler üzerindeki etkisi ya direkt olarak hücredeki genetik materyal üzerinde, yada indirekt olarak genetik olmayan moleküller üzerinde olmaktadır. İyonize radyasyon DNA molekülü üzerinde kırılma yada parçalanmaya neden olur. Oluşan bu parçalanmanın düzeyi radyasyonun dozuna bağlıdır. Radyasyonun dozu yükseldikçe hücre üzerindeki öldürücü etkisi de artar. Radyasyonun hücre üzerindeki etkisi ise hücrede aktif anyon ve serbest radikallerin oluşması ile olmaktadır. Oluşan serbest radikaller ortamda difüzyon sonucu birbirleri ile reaksiyona girerek yeni moleküllerin oluşmasına neden olurlar. Bu reaksiyonlar sonucunda hücrede bulunan genetik olmayan bazı moleküllerin yapısında değişiklikler meydana gelir ve bu durum hücre üzerinde olumsuz etki yapar. Gıda yapısında meydana gelecek olumsuz etkilerin azaltılması için anaerobik koşullarda radyasyon, düşük sıcaklıkta radyasyon ve donma noktasında radyasyon uygulamaları yapılmaktadır⁽³⁾.

Işınlamanın mikroorganizmalar üzerine etkisi, moleküler yapısında değişikliğe yol açma biçiminde olabileceği gibi, mutasyon, öldürücü etki (germisid) veya hücre çoğalmasının, gelişmesinin önlenmesi (germistatik) gibi doğrudan da olabilir. Genellikle bakteri, maya ve küflerin ışınlama ile yok edilmesi; DNA bağlarının kırılması veya DNA onarım mekanizmalarına zarar verilmesi şeklindedir. Mikroorganizmaların ışınlamaya duyarlılıkları farklıdır. Gram negatif bakteriler, gram pozitiflerden daha hassastırlar. Mikrobiyal sporlar ise en dayanıklı formlardır. Gıdalarda bozulmaya yol açan *Pseudomonas* sp. veya tüketicide zehirlenmeye sebep olan *Salmonella* sp. gibi bakterilerin de zarar görmesi farklı ışın dozlarında olmaktadır ancak düşük doz uygulamaları ile güvenlik elde etmek mümkündür. Ancak popülasyondaki mikroorganizma sayısı ile uygulanacak doz doğru orantılıdır. Küflerin ışınlamaya dayanıklılığı vejetatif bakterilerinkine benzer ancak mayalar daha dayanıklıdır. Virüsler ışınlamaya en dayanıklı canlılardır^(5,6). Patojen mikroorganizmalardan *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* radyasyona karşı direnci en fazla olan bakterilerdir. Mayalar için öldürücü ışınlama dozu 4.65-20 kGy, küfler için ise 2.4-6.0 kGy arasındadır^(5,7).

Tablo X.1: Mikroorganizmaların mevcut popülasyonunun %10' a indirmek için uygulanması gereken ışınlama dozları

Mikroorganizma	Uygulanan Doz (kGy)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.10
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.10-0.15
<i>Escherichia coli</i>	0.15-0.30
<i>Proteus vulgaris</i>	0.10-0.20
<i>Shigella</i>	0.25-0.40
<i>Salmonella</i>	0.50-1.00
<i>Streptococcus faecalis</i>	0.75-1.00
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.80-1.90
<i>Clostridium botulinum</i> (E tipi)	1.20- 3.00

Düşük dozlarda radyasyonun daha etkili olabilmesi için pH düşürülmesi, modifiye atmosferle paketlenme teknolojisi ışınlama tekniği ile birlikte kullanılmaktadır.

X.2.1. IŞINLAMANIN UYGULAMA TEKNİKLERİ

Gıdalardaki ışınlama uygulamaları temel olarak üç farklı dozaja göre sınıflandırılmaktadır.

- 1. Radaperdizasyon**
- 2. Radurizasyon**
- 3. Radisidasyon**

Buna göre 30-40 kGy lık dozlarla ticari sterilizasyona denk olan “Radaperdizasyon” ile gıdalardaki mikroorganizmaların tamamının veya büyük bir kısmının öldürülmesi amaçlanır. Pastörizasyon uygulamasına denk olan “Radurizasyon” ile gıdaların raf ömürlerini uzatmak ve sağlık risklerini ortadan kaldırmak amaçlanır. Bu tip uygulamalarda 0.75-2.5 kGy lık düşük dozlar uygulanmaktadır. Patojen bakterilerin öldürülmesini hedef alan ışınlama yöntemi “Radisidasyon” adını alır. 2.5-10 kGy lık dozlar uygulanır⁽⁶⁾.

Pratikte ise kullanılan doz; gıda tipine ve istenilen etkiye bağlı olarak 3 genel kategoriye ayrılır⁽¹⁾.

1. **Düşük Doz (1kGy'ya kadar):** Bu taze sebze ve meyveler gibi ürünlerin olgunlaşması gibi fiyolojik işlemlerin geciktirilmesi ve gıdadaki parazitlerle böceklerin kontrolü gibi işlemlerde kullanılır.
2. **Ortalama Doz (1-10 kGy'lık):** Çeşitli gıdalardaki bozulma ve patojenik mikoorganizmaların azaltılması, gıdanın teknolojik özelliklerini geliştirmek için (bir çok gıdanın raf ömrünün artırılması gibi) uygulanır.
3. **Yüksek Doz (10 kGy'dan fazla):** Enzimleri inaktive etmek için hafif ısıtma işlemiyle birlikte et, su ürünleri, kümes hayvanları ve diğer hazır gıdaların sterilizasyonunda, baharat ve enzim preperasyonları gibi belli bazı gıdaların dezenfeksiyonu için yapılır.

Bu kategoriler için listelenmiş olan radyasyon miktarları yeterli olup, bazı durumlarda daha yüksek veya düşük dozlar da istenilen etki için yeterli olabilir. Bu konuda FDA'ca bildirilen değerler Tablo X.2. verilmiştir⁽¹⁾.

Tablo X.2: Gıdalarda farklı amaçlar için uygulanması gerekli olan ışınlama dozları

Gıda	Amaç	Doz
Genel Gıdalar	Arthropod dezenfeksiyonu	1 kGy maksimum.
Dondurulmuş Et (NASA)	Sterilizasyon	44 kGy min.
Dondurulmuş Et	Patojen Kontrolü	7 kGy maksimum.
Soğutulmuş Et	Patojen Kontrolü	4.5 kGy maksimum.

X.3. IŞINLANMIŞ SU ÜRÜNLERİ

Su ürünleri üretim ve işleme aşamalarında ışınlama uygulamaları yapılmaktadır. Balık ve balık ürünlerinin çok yüksek dozda ışınlaması protein moleküllerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Uygulanan ışınlama dozu 10-1000 kGy arasında olursa enzimlerin inaktivasyonu sağlanır. Işınlama 10 kGy' dan daha az uygulandığında balığın yapısındaki proteinler zarar görmez ve enzimler aktif halde kalırlar.

Genellikle besin değeri kayıpları ışınlama dozuna, ısıya, havaya ve besinin bileşimine bağlı olarak değişmektedir. İyonize ışının 1-10 kGy uygulamasında havayla temas eden gıdalarda vitamin kayıpları meydana gelir. Bu olay özellikle A, B₁, K ve E vitaminleri gibi hassas vitaminlerde meydana gelmektedir⁽⁴⁾.

Işınlama uygulanmış tatlı su balıkları 1-3°C'de depolanmış ve depolanma sırasındaki kaliteleri incelenmiştir. Çalışmada artan dozaın raf ömrünü olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Işınlamanın 2 kGy lık uygulanmasında balıklarda % 16 Vitamin A, % 13 Vitamin D kaybına neden olduğu bildirilmiştir⁽⁸⁾.

Tablo X.3: Su ürünlerinde uygulanabilir ışınlama dozları

Kullanım Alanı	Işın Dozu Doz/kGy
Salmonella ve parazitlerin öldürülmesi	0.2-3
Dayanımın Artırılması	1-3
Pathojen Mikroorganizmaların Yok Edilmesi	1-7
Sterilisasyon	30-50

Işınlanmış gıdalardaki mikrobiyolojik güvenilirlik bu teknolojinin tercihi ön plana çıkarmaktadır. Özellikle su ürünleri ve baharatlar gibi mikrobiyolojik gelişime hassas olan gıdalar da bu daha da önem kazanmaktadır.

Tablo X.4: Türkiye Cumhuriyeti yasalarına göre su ürünlerindeki yasal ışınlama dozajları⁽²⁾.

Su Ürünlerine Uygulanabilecek Işınlama Dozları (kGy) (Resmi Gazete Tarih ve sayısı; 6.11.1999, 23868)			
Çiğ balık, kabuklu deniz hayvanları ve bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş), dondurulmuş kurbağa bacağı	a) Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak	(x)	5.0 3.0
	b) Raf ömrünü uzatmak		
	c) Paraziter enfeksiyonların kontrolü	(xx)	2.0

(x) Minimum doz düzeyi belli bir zararlı organizma için belirlenebilir.

(xx) Minimum doz düzeyi gıdanın hijyenik kalitesini temin edecek düzeyde belirlenebilir.

Yengeçler uygulanan 2 kGy lık bir ışınlama dozajıyla çalışmada 4°C'de 14 gün depolanabilmekte, ışınlanmamış yengeçler ise 3 gün depolanabilmektedir⁽¹⁰⁾.

Yılan balıklarının raf ömrünü 2.20 kGy lık bir ışınlama %100 oranında artırmaktadır⁽¹¹⁾.

Tilapya ve İspanyol uskumrusunda 1.5-10 kGy arası yapılan değişik ışınlama uygulamalarının değişik yapısal komponentler üzerine etkileri incelenmiş ve minimum dayanım süresini 2°C'de 20 gün artırdığı tespit edilmiştir⁽¹²⁾.

Mezgit balığı ile yapılan çalışmalarda ışınlama uygulamasının balığın dayanımı ışınlama uygulanmamış mezgit balıklarına göre üç kat arttığını bulunmuştur. Benzer sonuçlar tropikal karideslerde de tespit edilmiştir^(13,14). Işınlanmış ve ışınlanmamış morina filetolarının farklı sıcaklık derecelerinde depolandığında sahip olduğu maksimum raf ömrü Tablo X.5’de verilmiştir⁽⁹⁾.

Tablo X. 5: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış balıkların farklı sıcaklık derecelerinde depolanması sırasında tespit edilen raf ömürleri (Gün olarak)

Işınlama dozu (kGy)	0.6 °C	3.3 °C	5.6 °C	8.8 °C	12.8 °C
0	12-14	11	7-8	5-7	3-4
0.75	23-40	11-27	9-11	8-11	6-7
1	30-49	15-30	11-15	10-12	6-9
2	45-50	29-32	22-23	13-15	8-10

X.4. IŞINLANMIŞ SU ÜRÜNLERİ İLE İLGİLİ İZİN ve YÜKÜMLÜLÜKLER

Uzun süredir Avrupa Topluluğu üyelerince gıdaların ışınlanması tartışma konusunu oluşturmaktadır. Özellikle içinde Almanya’ nın da bulunduğu ülkeler arasında ışınlanmış ürünlere karşı sıkı bir yasaklama söz konusudur (baharatlar dışında). Fransa, Belçika ve Hollanda’ nın da içinde bulunduğu ülkelerde ise bazı ürünlerde bu uygulamaya müsaade edilmiştir.

İyonize ışınlarla ışınlanmış ürünlerin sağlık açısından güvenliği 1980 yılında Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) uzmanlar komitesi tarafından onaylanmış olup, 1992 yılında toplanan başka bir WHO uzmanlar heyeti tarafından bütün yönleriyle ortaya konmuştur. Yine değişik ülkelerin uzmanlar heyeti bu verileri desteklemiş özellikle Almanya’ da DFG’ (Alman Araştırma Birliği) nin Yabancı Madde Komisyonu da buna destek verenler arasında bulunmuştur⁽¹⁵⁾.

Halen 32 ülkede 40 dan fazla gıda maddesinin çeşitli amaçlarla ışınlanması-na yasal olarak izin verilmiş bulunmaktadır. Balık ve balık ürünlerinin hijyenik kalitelerinin kontrolü ve dayanım sürelerinin uzatılması amaçlı ışınlamalarına ise Kanada 1973 yılında, Hollanda 1976’ da, Şili 1982’de, Bengladeş 1983’de Brezilya 1985’de ve Tayland 1986’ da yasal izin vermiştir⁽¹⁶⁾.

WHO, FAO ve FDA ışınlamanın güvenilirliğini kabul etmiştir. Güvenirliğin değerlendirmesi için de 3 faktör önemlidir;

- Potansiyel toksitite
- Besinsel yeterlilik
- Potansiyel mikrobiyolojik risk ⁽¹⁾.

Bugüne kadar Avrupa Topluluğu bünyesinde gıdaların ambalajı üzerinde ışınlanıp ışınlanmadığı tanımını yapan bir yasa oluşturulamamıştır. Ancak tüm Avrupa ülkelerinde geçerli olan ve özellikle Almanya’ da bu ürünler (baharatlar) için kullanılan terim **“IŞINLANMIŞ”** veya **İYONİZE IŞIN İLE MÜAMELE GÖRMÜŞ** ifadesidir ⁽¹⁵⁾.



Şekil X.2: Beyaz zemin üzerine yeşil renk uygulamasıyla yapılan **“Işınlanmış Gıda”**yı sembolize eden işaret ⁽²⁾.

X.4.1. IŞINLAMIS ÜRÜNLERİN KONTROLÜ

Almanya'nın içinde bulunduğu grup da; ısıtılmış ürünlerin kontrol mekanizmasının zorluğu nedeniyle üçüncü dünya ülkelerindeki hijyen problemlerinin kötü ürünlerdeki ısıtılama uygulamalarıyla çözümlenme yoluna gidileceği endişesi söz konusu olup, ısıtılmış ürünlerin sıkı yasaklarla denetlenmesi gerektiğini ısrarla vurgulamaktadırlar. Özellikle belli bir doza (maksimum absorbe edilmiş toplam doz 10 kGy) kadar izin verilen baharatların bile ticaretinde sıkı kontroller ve denetimler uygulanmaktadır. Özellikle bu ürünlerde ürün menşeyi, ısıtılama yapılan kuruluş, tarih ve absorbe edilen doz miktarı konusundaki evraklar ve bunların ilgili Laboratuvar kontrollerinde çok hassas davranılmaktadır.

Isıtılmış gıdaların analizi üzerine değişik araştırmalar yürütülmekte özellikle bir gıdanın ısıtılama dozajından daha ziyade gıdaların ısıtılıp ısıtılmadığına yönelik analizler sürdürülmüş olup son yıllarda ise ısıtılama dozajı üzerine değişik ülkelerde çalışma grupları oluşturulmuş bu konu üzerine araştırmaların yönlenmesi sağlanmıştır.

Isıtılmış gıdaların tespiti amacıyla kullanılabilecek ideal bir yöntemin bazı kullanışlılık özelliklerine sahip olması gerekir⁽¹⁷⁾;

- Yöntem güvenilir, hızlı, ucuz olmalı, ayrıca uygulama kolaylığı bulunmalıdır.
- Kullanılacak teknik komplike ve pahalı malzemeye gereksinim göstermemelidir.
- Analiz yöntemi ısıtılama için spesifik olmalıdır.
- Analiz yöntemi, bütün gıdalar için kullanılabilir olmalı, ilaveli gıdalarda da ısıtılmış gıda maddelerinin tespitine izin vermelidir.
- Yöntem uygulaması için çok küçük miktarlarda gıda maddesine gerek göstermelidir.
- Gıda maddesinde absorbe edilmiş radyasyon dozu hakkında tahmini bilgi vermelidir.
- Metodun ölçüm aralığı ve duyarlılığı radyasyon doz miktarının üzerinde tespiti olanak sağlamalıdır.

Ancak pratik olarak tüm bu özellikleri taşıyan bir metod geliştirmek şu ana kadar mümkün olmamıştır. Günümüzde bütün gıdalar için kullanılabilecek nitelikte bir yöntem bulunmamaktadır.

Bir gıda maddesinin iyonize radyasyonla yönetmeliklere uygun olarak muamele edilip edilmediğinin gösterilmesi ise gıda maddesinde radyasyona bağlı

olarak oluşan spesifik değişikliklerin belirlenmesiyle olmaktadır. Teşhis yn-temlerinin tümü, ışınlama ile gıdalarda meydana gelen fiziksel, kimyasal ve bi-yolojik değişikliklerin belirlenmesi esasına dayanmaktadır.

Özellikle bu alanda Avrupa Birliği (AB)lkelerinde herhangi bir metot ze-rinde fikir birliğine varılmasada ağırlıklı olarak 4 metot üzerinde durulmaktadır.

- Termolimnesanz (TL) Analizi
- Elektron Spin Rezonans (ESR) Analizi
- Yağdaki Uçucu Komponentlerin Gazkromotografi (GC) veya Gazkromotografi ve Ktle Spektrofotometresinin (GC/MS) kombine kullanımıyla Analizi
- Ortho-Tyrosinin Yüksek Basınçlı Sıvı Kromotografisi (HPLC) yöntemi-y-le Analizi⁽¹⁷⁾.

KAYNAKLAR

1. MOREHOUSE, M., K (1998): Food Irradiation: The treatment of foods with ionizing radiation. *Food Testing & Analysis*, 4(3): 9,32,35.
2. ANON (1999): Resmi Gazete, Tarih ve sayısı; 6.11.1999, 23868.
3. ÜNLÜTÜRK, A., TURANTAŞ, F. (1999): Gıdaların Elektron Işınları ile Muhafazası. *Dünya Gıda*, Temmuz. s. 45-50.
4. SHEIKE, S. (2000): Bestrahlungsnachweiss fetthaltiger Lebensmittel durch ECD-Kapillar-GC bromierte Alkane und Cyclobutane. Diplomarbeit im Studiengang Lebensmitteltechnologie an der Hochschule Bremerhaven-Almanya
5. ÖZBİLBİN, S., ACAR, J. (1988): Gıdaların İyonize Radyasyonla Muhafazasında Radyasyonun Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. *Gıda*, 13(1): 23-27.
6. TOPAL, Ş. (1996): Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi Matbası, Gebze-Kocaeli s. 77-82.
7. DURWOOD, B. R., BRYNJOLFASON, A. (1980): Potential uses of irradiation in the processing of Food. *Food Technology*, 34: 75.
8. HUSSAIN, M., A., QURESHI, J., M., HAQ, I., CHAUDRY, A., M. (1978): Radurization of Freshwater Rahu Fish. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 29: 41-80.
9. TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung. Bd.1 –Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's. Verlag, Hamburg s. 224.
10. CHEN, P., Y., ANDREWS, S., L., GRODNER, M., R. (1996): Sensory and Microbial Quality of Irradiated Crab Meat Products. *Journal of Food Science*, 61(6): 1239-1242.
11. QUARANTA, O., H., PICCINI L., J., PEREZ, S. S. (1984): Volatile Acids Content of Irradiated Tuna Loins as a Criter. *Deutsche Lebensmittel-Rundsachau* 80(4): 106-107.
12. AL-KAHTANI, A., H., ABU-TARBOUSH, M., H., BAJABER, S., A., ATIA, M., ABOU-ARAB, A., A., EL-MOJADDIDI A., M. (1996): Chemical Changes After Irradiation and Post-Irradiation Storage in Tilapia and Spanish Mackerel. *Journal of Food Science*, 61(4): 729-733.
13. QUARANTA, O., H., CURZIO, A., O. (1983): Use of the Volatile Basic Nitrogen Test in the Determination of Freshness and Shelf-life of Irradiated Hake (*Merluccius merluccius hubbst*). *Lebensm. –Wiss. U. –Technol.*, 16: 108-109.
14. CLEEMPUT, V., O., DEBEVERE, J., DEBEVERE, P., BAERT, L. (1980): Gamma Irradiation of Tropical Shrimps. *Lebensm. –Wiss. U. –Technol.*, 13: 322-323.
15. EHLERMANN, E., A., D., AMMON, J. (1997): Legal bestrahlt, Bestrahlte Lebensmittel in Deutschland zugelassen. *ZFL*, 48 (9): 18-20.
16. AYHAN, H. (1992): Işınlanmış Gıdaların Teşhisi. *Gıda*, 12 (2):151-160.
17. ÖZTAŞIRAN, İ., KUTSAL, O., SİYAKUŞ, G., ERSEN, S., MUTLUER, B. (1990): Işınlanmış Hamsi Balığının Toksikolojik Yönden Güvenirliğinin Ratlar Üzerinde Denenmesi. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje No: VHAG-660.

XI. BÖLÜM

Prof. Dr. Sühendan MOL
Prof. Dr. Candan VARLIK

HAZIR YEMEK (CATERING) TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL
Prof. Dr. Candan VARLIK

XI. BÖLÜM

HAZIR YEMEK
(CATERING)
TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Candan VARLIK
Prof. Dr. Sühebdan MOL

XI. HAZIR YEMEK (CATERING) TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

Prof. Dr. Candan VARLIK

İÇİNDEKİLER

	GİRİŞ	389
XI.1.	Catering Teknolojisinin Tanımı ve Uygulanması	389
XI.2.	Su Ürünlerinin Hazır Yemek Teknolojisindeki Yeri	394
XI.3.	Parça Etlerin Hazır Yemek Üretiminde Değerlendirilmesi	395
XI.4.	Su Ürünlerinde Catering Teknolojisinin Uygulanma Alanları	396
XI.4.1.	Balık Sosisleri	397
XI.4.1.1.	Kızartmalık Sosis	397
XI.4.1.2.	Dilim Sosis	398
XI.4.1.3.	Dumanlanmış Sosis	398
XI.4.1.4.	Frankfurter	399
XI.4.1.5.	Kipper Sosisi	400
XI.4.2.	Diğer Ürünler	400
XI.4.2.1.	Balık Gevreği	400
XI.4.2.2.	Balık Cipsi	401
XI.4.2.3.	Fish Finger	401
XI.4.2.4.	Balık Böreği	402
XI.4.2.5.	Çiroz Pate	402
XI.5.	Hazır Yemeklerin Tüketime Sunulması	402
	Kaynaklar	405

GİRİŞ

Günümüzde değişim içindeki dünyamızda üzerinde en önem verilen konulardan biri sağlıklı gıdaların yeterli ve nitelikli bir şekilde üretiminin sağlanmasıdır. Gıda sanayinin gelişmesine şekil verecek olan önemli etkenler; değişen tüketici eğilimi, sıkı rekabet koşulları ve teknolojik gelişme olarak özetlenebilir⁽¹⁾.

Çalışan kadın ve yalnız yaşayan insan sayısının artması, tüketiciyi yenilmeye hazır, besleyici ve lezzetli gıda arayışına itmekte ve hazır yemek teknolojisi de giderek önem kazanmaktadır.

XI.1. CATERING TEKNOLOJİSİNİN TANIMI ve UYGULANMASI

Hazır yemek (Catering) teknolojisi, tüketiciye hazır bir şekilde sunulmak üzere hazırlanan gıdaların ön işlemlerden ve pişirme işleminden sonra ya da değişik saklama yöntemlerinin uygulanmasını takiben uzun süre korunarak depolanması ve tüketim öncesi ısıtma aşamalarını içermektedir. Oteller, yemekhaneler, okullar, ordular, fabrikalar, hava ve demiryolu ulaşımı şirketleri de standart ve besleyici sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu amaçla yapılan hazır yemek üretimi ve tüketiciye ulaştırılması işlemleri “CATERING” olarak bilinmektedir⁽²⁾.

Servise hazır yemekler; uygun işleme ve koruma tekniğinin uygulandığı, belirli bir dayanma süresine sahip olan, doğrudan ya da yeme sıcaklığına kadar ısıtılarak tüketilebilen, başlı başına ya da bazı maddelerle birlikte yemek olarak kabul edilebilen ürünlerdir⁽³⁾.

Çorba, salata, hamur işi ürünler, porsiyonluk et, balık ve sebze yemekleri, dondurulmuş gıdalar hazır yemek teknolojisi kullanılarak üretilen ürünlere örnek olarak verilebilir. Hazır yemek üretiminde genelde et, çeşitli su ürünleri, yumurta, peynir, sebze, patates, makarna, pirinç gibi hammaddeler kullanılmaktadır⁽⁴⁾. Hazır yemek uygulamasında yapılacak olan ayıklama, yıkama, kesme, soyma gibi ön işlemler sırasında mikrobiyolojik kontaminasyon olmamasına çok dikkat edilmelidir. Özellikle su ürünleri diğer gıdalara göre çabuk bozulan ürünler olduklarından, catering uygulamalarında daha dikkatli olunmalıdır. Bu ürünlerin hazırlanmasında çoğunlukla kullanılan ön işlem ön pişirme olup, burada pişirme ortamının sıcaklığı, pişirme ortamının su aktivitesi ve gıdanın pişirildiği ortam basıncı son derece önemli parametreler olmaktadır⁽³⁾.

Catering sisteminde kaliteyi etkileyen en önemli faktörler hammaddenin kalitesi, uygulanan işleme yöntemleri, ambalaj ve tüketime sunma şeklidir. Düşük kaliteli bir hammaddeyi işleyerek kaliteli bir ürün elde edilemeyeceği unutulmamalıdır. Dolayısıyla kullanılacak olan hammadde mutlaka yüksek kalitede olmalıdır. Catering sisteminde işleme yöntemleri de önemli olup, özellikle süre-sıcaklık ilişkisinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Üretimde uygun ambalaj seçimi ile ambalajlanan gıdanın kalite özelliklerini uzun süre koruması mümkün olmaktadır. Uygun bir ambalajla gıdanın ışıktan, oksijenden, istenmeyen konulardan vs. korunması ve kendi özelliklerini de muhafaza etmesi sağlanabilmektedir. Tüketime sunma aşamasında ise tüketimden önce ısıtılarak servisin yapılması ve ısıtmadan sonra yemeğin uzun süre bekletilmemesi (hemen tüketilmesi) gerekmektedir. Aksi takdirde mikrobiyolojik nedenlerle sıcaklığın 60-70°C'nin altına düşmemesi sağlanmalıdır. Bir catering sisteminde belli başlı en büyük kontaminasyon kaynakları;

- 1- Kontamine olmuş hammadde kullanımı
- 2- Gıdanın uygunsuz koşullarda depolanma ve taşınması
- 3- Mutfak personelinin hijyen ve sanitasyonundaki problemler
- 4- Personelin hijyen konusunda bilgisiz oluşu
- 5- Sıcaklık/süre ilişkisinin uygun olmamasıdır⁽²⁾.

Son yıllarda gelişen gıda sanayiine bağlı olarak yeni hedefler ortaya çıkmıştır. Gıda işleme ve korunması konusunda yeni teknolojilerin geliştirilmesi önemli hale gelmiştir. Gıdaların daha uzun süre bozulmadan saklanabilmesi hem üretici, hem de tüketici açısından istenen bir durumdur. Bilinçli beslenme alışkanlıklarının artmasıyla doğal gıda üretimi ve yeni gıda formülasyonlarının geliştirilmesi önem kazanmış; kimyasal, mikrobiyolojik ve toksikolojik bakımdan daha güvenli gıdalar üretilmeye çalışılır hale gelmiştir. Kentleşme, çağdaş toplumda çalışan kadın sayısının artması ve gelir düzeyinin yükselmesine bağlı olarak daha kolay hazırlanan zaman ve enerji tasarrufu sağlayan gıdalara olan yönelim artmıştır. Gıda dağıtım ve pazarlama sistemlerinin geliştirilmesi de gıda dağıtımının daha hızlı ve güvenilir şekilde yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu şekilde üretimden tüketime geçen besleyici özelliklerinin korunması amacıyla ambalajlama ve taşımada kaliteye etki eden diğer faktörlerin (sıcaklık, bağıl nem, ışık, oksijen vs.) optimizasyonu da üzerinde çalışılan konular haline gelmiştir⁽¹⁾.

Catering metotlarının çeşitleri sonsuzdur, ancak catering servisinin çok kullanılan bazı önemli kısımlarından söz etmek mümkündür:

- a) **Fast food ürünler:** Bu sistemde, ürün tüketimine karar verildikten hemen sonra pişirilir. Bunun için uygun olan gıdalar, doğal olarak kısa sürede pişirme işlemi yapılabilen yiyeceklerle sınırlıdır. Bu sisteme örnek olarak, porsiyonlanmış ve daha çok evlerde kullanılmak için uygun olan besinler verilebilir.
- b) **Pişirme-dondurma sistemleri:** Bu sistemde derin dondurucuda depolamaya ihtiyaç duyulur. Örneğin hastaneler gibi, yemeğin sıcak olarak ulaştırılması önemli olan yerler için gereklidir. Bu sistem, geniş çapta kitleye hizmet verilmesini sağlar ve tecrübeli eleman kullanımını gerektirir. Üretim boyunca, özellikle de porsiyonlama işleminde hijyene dikkat edilmelidir. Ancak ne yazık ki, gıda zehirlenmeleri de pişirilmeden servise kadarki kötü depolama şartlarında ve gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda depolanması aşamalarında ortaya çıkmaktadır.
- c) **Pişirme-soğutma sistemleri:** Gıdanın pişirilip soğutulmasını ve kontrollü olarak dondurma noktasına yakın sıcaklıklarda depolanmasını içerir. Bu sistem, pişirme- dondurma sisteminin pek çok avantajına sahiptir ve yiyeceğin dondurulmuş ürün gibi mikrodalga fırında pişirilmesini de gerektirmez. Ama sıcaklıktaki küçük bir artış bakteri gelişimine sebep olabileceğinden, sistem dikkatle kontrol edilmelidir⁽⁵⁾.

Bir catering sistemi planlanırken birçok madde göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle yapılacak işin boyutu tespit edilmeli ve bu iş için ne kadar bir üretim alanına ihtiyaç duyulacağı hesaplanmalıdır. Ne kadar çok ürün işlenecek ve taşınacaksa o kadar çok kontaminasyon riski söz konusu olmaktadır. Öncelikle ürün hazırlama alanlarının düzenlenmesi ve hazırlanacak olan ürüne bağlı olarak a) sebze hazırlama, b) et ve balık hazırlama, c) hamur işi ürünleri hazırlama ve d) genel hazırlık bölümü şeklinde ayrılması gerekmektedir. Sebzelerin ayıklanması (ürün formülasyonu için sebze kullanımı gerekiyorsa) sırasındaki toprak ve kabuklardan ayıklama işlemi oldukça kirli bir işlem olup, toprakta özellikle *C. botulinum* gibi sporlu ve gıda zehirlenmesine yol açabilen organizmaların bulunabildiği unutulmamalıdır. Balık ve et çalışılacak yüzeylerde ise kolay temizlenebilir olma özelliği aranmaktadır. Bunların yanı sıra, genel hazırlık için de bir bölümün ayrılması da tavsiye edilmektedir. Gıdaların depolanması için de yeterli bir alanın hazırlanmış olması gerekmektedir. Hazırlanacak olan ürün için sebze katkısı yapılacaksa sebzeler için güneş ışığından uzakta, kolay temizlenebilir ve sebze hazırlık alanına yakın ayrı bir depo yapılması gerekmektedir. Catering işletmelerinde un, kaplama unu, tahıl gibi kuru maddelerin depolanması için de yine ayrı bir depoya ihtiyaç duyulmaktadır. Et, balık, yumurta, süt gibi gıdaların muhafazası için de soğuk deponun bulundurulması şarttır. Soğuk odaların çalışırken ısı

ürettikleri unutulmamalı, diğer ısı kaynaklarından uzak, yeterli havalandırmaya sahip durumda çalıştırılmaları gerekmektedir⁽⁵⁾.

Soğuk olarak sunulan hazır yemekler için aşağıdaki maddelere dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Ön pişirme işlemi gıdayı riskli hale getiren bakterilerin gelişimine engel olabilecek düzeyde, yeterince uygulanmalıdır.
- Soğutma işlemi pişirmeden sonraki 30 dakika geçmeden başlamalı ve gıda 1 ½ saatlik periyot içinde 3°C'ye kadar soğutulmalıdır.
- Gıda 0°C ila 3°C arasında depolanmalıdır.
- Soğutulmuş gıda kontrollü sıcaklık koşullarında depolanmalıdır.
- Isıtma işleminde gıda en az 70°C'ye kadar ısıtılmalı ve ısıtma işleminden sonra olabildiğince çabuk tüketilmelidir.
- Depolama ya da dağıtımda ürün sıcaklığı 10°C üzerine çıkarsa gıda atılmalıdır⁽⁵⁾.

Üretim teknolojisinin başlıca amacı yüksek duyuşal ve besinsel kalitede gıda üretmektir. Ancak kalite terimi sadece duyuşal ve besinsel özelliklerin iyi olmasını değil, aynı zamanda mikrobiyolojik ve hijyenik özelliklerin de yüksek düzeyde olmasını gerektirmektedir. Hazır yemeklerin bozulmasındaki en büyük sorunların başında mikroorganizmalar gelmektedir. Bunların gelişiminin önlenmesi amacıyla başlıca dört sistemden yararlanılmaktadır.

Dondurma: Bu ürünler -18°C ve altında depolanmalı; mikroorganizma gelişiminin sıcaklık ve a_w değerlerine bağlı olduğu unutulmamalıdır. Uygun olmayan şekilde çözme işlemi ve yetersiz dondurma uygulamaları ürünün bozulmasında en büyük etkenlerdir.

Soğutma: Gıda zehirlenmesine yol açan mikroorganizmaların gelişiminin önlenmesi için ürünün -5°C'nin altında, hatta olabildiğince 0°C'ye yakın koşullarda muhafaza edilmesi gerekmektedir. Mikrobiyal risk bu tip ürünlerde yetersiz soğutma sıcaklıklarının uygulanması ve ambalajların yeterince iyi kapatılmamış olmasından kaynaklanmaktadır.

a_w ve pH'in ayarlanması: Sucuk gibi ürünlerde mikrobiyal güvenilirlik temel olarak ürünün pH ve a_w değerlerinin ayarlanmasına dayanmaktadır.

Sterilizasyon: Bu ürünlerin stabilitesinin sağlanması amacıyla pH, a_w , E_h , katkı maddeleri ve depolama sıcaklığına dikkat edilmelidir. Bu tip ürünlerdeki mikrobiyal risk genellikle ürünlerin uygun olmayan biçimde işlenmiş olması ve hermetik kapama yapılmamasından kaynaklanmaktadır⁽⁶⁾. Tüketime hazır ye-

meklerin bozulmasını geciktirilesi ve daha dayanıklı hale getirilmesi konusunda sterilizasyon tekniği en önemli yöntemlerin başında gelmektedir. Bu konuda ısıya dayanıklı, sterilize edilebilir plastik bazlı ambalajların (retort poşetleri) kullanımı üzerine çalışmalar yapılmış ve özellikle askeri amaçlı olarak uzun süre dayanıklılığını koruyan yemekler üretilmiştir⁽⁷⁾. Retort poşetleri genellikle 3 katlı olarak üretilmekte olup; en iç kısımda polipropilen veya polietilen, orta kısımda alüminyum folyo ve en dışta ise poliesterden oluşmaktadır. Polipropilen toksik olmaması, polietilen ısıl işlemle yapışabilmesi, folyo gaz-subuharı ve ışığı geçirmemesi ve poliestere mekanik direncinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmektedir. Sterilizasyon tekniği sporlu bakterilerin öldürülmesi ve gıdanın bu sayede raf ömrünün artırılması amacıyla 100°C'nin üzerinde uygulanan ısısal bir muhafaza tekniği olup, pH derecesi 4.5'un üzerindeki gıdalara uygulanmaktadır.

Hazır yemeklerin muhafaza tekniklerinin başarısı için ürün ve muhafaza tekniğinin uyum göstermesi büyük önem taşımaktadır. Örneğin sterilizasyon uygulaması yapılacak ürünlerde ürün reçetesindeki baharatlar, kıvam artırıcılar, yağ içeriği, et-sebze gibi katkıların boyutları, ürünün pH'ı, materyalin gördüğü ön işlemler, sos içeriği kaliteyi etkileyen başlıca faktörler arasındadır. Ayrıca sterilize ürün için kullanılan ambalajın niteliği, şekli ve büyüklüğü, sterilizasyon uygulama tekniği ve sıcaklığı, F, E ve C değerleri, doldurma sırasındaki hijyenik koşullar da kalite üzerinde önemli etkiye sahip faktörler arasındadır⁽⁸⁾.

Tüketime hazır yemeklerin çeşitli muhafaza olanakları ve bu şekilde sağlanabilecek yaklaşık raf ömürleri Tablo XI. 1 'de sunulmuştur.

Tablo XI.1: Tüketime hazır yemeklerin muhafaza olanakları⁽⁹⁾

Koruma Tekniği	İşlem Aşamaları	Yaklaşık Raf Ömrü
Soğutma	Hazırlama, paketlenme, soğutma, 4°C altında depolama	Birkaç gün
Pastörizasyon/Soğutma	Hazırlama, paketlenme, pastörizasyon, soğutma, soğuk depolama	Birkaç haftaya kadar
Dondurma	Hazırlama, paketlenme, dondurma, -18°C altında depolama	Birkaç ay
UHT (Ultra High Temperature)	Hazırlama, paketlenme, pastörizasyon, depolama	Birkaç ay
Sterilizasyon	Hazırlama, paketlenme, sterilizasyon, depolama	Birkaç yıla kadar
Dehidrasyon	Hazırlama, dehidrasyon, paketlenme, depolama	Birkaç yıla kadar

Bütün bunların yanı sıra, başarılı bir hazır yemeği üretmek ve piyasaya sunabilmek için sadece onu sağlıklı bir şekilde üretmek yeterli olmamakta; bunun şirket ve tüketici açısından kabul edilebilir bir ürün olması da büyük önem taşımaktadır. Piyasaya sunmak için yeni bir hazır yemek geliştirildiğinde başlıca on bir basamağın göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

1. Belirgin şirket amaçları geliştirmelidir.
2. Şirketin amaçlarını yerine getirmek için strateji belirlenmeli ve operasyon planları çizilmelidir.
3. Yeni kavramlar, ürünler yaratılmalıdır
4. Yeni kavramlar, ürünler gruplanmalı; test edilmeli ve önceliklere göre sıralanmalıdır.
5. Yeni kavram ve ürünler pilot tesiste prototip olarak denenmelidir.
6. Prototipler tüketicilerle yapılan duysal testler yardımıyla sınanmalıdır
7. Pilot tesisin üretimi ticari operasyona uyarlanmalıdır.
8. Evlerde tüketim durumu test edilmelidir.
9. Ürün marketlerde tüketiciye tattırılarak test edilmelidir.
10. Yeni ürün hattı (üretimden tüketiciye kadar olan hat) test edilmelidir.
11. Ürün hattı ülkedeki dağıtım sistemine tanıtılmalıdır ⁽¹⁰⁾.

XI.2. SU ÜRÜNLERİNİN HAZIR YEMEK TEKNOLOJİSİNDEKİ YERİ

Çağımızda meslek faaliyetleri bedensel çalışmalar yerine daha çok zihinsel güç gerektiren bir hale gelmiş olup, buna bağlı olarak proteince zengin, kolay sindirilebilir gıdalara yönelim görülmüş, bilinçli beslenme alışkanlıklarının kazanılmasıyla da doymamış yağ asitlerince zengin gıdaların tüketimi kaçınılmaz olmuştur. Su ürünleri bu anlamda yüksek protein ve düşük bağ doku içeriği, doymamış yağ asitlerini ve esansiyel amionoasitleri yüksek oranda bulundurması nedeniyle önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Dolayısı ile hazır yemek teknolojisinde su ürünlerinin ve bunlardan hazırlanan gıdaların önemi tartışılmazdır.

Balık çeşitli ürünlere işlenmesinin yanı sıra tek başına da hazır yemek olarak tüketime sunulmaktadır. Balıklar herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın tüketiciye sunulacağı zaman, ya dikine dilimlenmiş olarak; ya filetosu çıkarılmış bi-

çimde, ya da baş, yüzgeçler, kuyruk ve iç organları alınmış halde hazırlanmaktadır. Balıkların pişirme şekli türe önemli ölçüde bağlı olup başlıca olarak fırınlama, ızgara, torba içinde pişirme, tavada kızartma, derin yağda kızartma uygulanmaktadır. Aşırı pişirmeden kaçınılmalıdır⁽¹¹⁾.

XI.3. PARÇA ETLERİN HAZIR YEMEK ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Balık etleri, kıyılıp macun haline getirilerek çeşitli ürünlere işlenmek üzere saklanabilmektedir. Bunun için derisi alınmış filetolar parçalanarak kılçıksız ve derisiz bir kıyma temin edilebildiği gibi, iç organları temizlenmiş; kılçık, deri ve pulları separatörden geçirilerek ayıklanmış balık ta kullanılabilir. Ancak bu durumda kıyma pul, deri ve kılçık parçaları içerebilmektedir. Bir de balığın iç organları temizlendikten sonra kıyılması ile elde edilen balık kıyması vardır ki bu pul, deri ve kılçıkları da içermektedir. Son zamanlarda bu tip homojenize ürünlerin kullanımı için yeni nedenler ortaya çıkmakta olup, bunları şu biçimde özetlemek mümkündür⁽¹²⁾:

- Çeşitli biçim ve büyüklüklerdeki balıklarda makine ile kesintisiz fileto imalatı yapılamaması
- Küçük balıklardan makine ile fileto yapmak hemen hemen imkansız oluşu
- Bütün haldeki balığın pahalı oluşu nedeniyle değerlendirilebilir balık kısımlarının kullanılması
- Surimi teknolojisindeki gelişmeler ve bu sayede çok pahalı olan orijinal ürünlere benzer imitasyon ürünlerin imalatı.

Hazır yemek üretiminde kullanılmak üzere hazırlanan homojenize edilmiş balık etlerinin çeşitli avantaj ve dezavantajları Tablo XI.2.'de sunulmuştur.

Tablo XI.2: Homojenize edilmiş ara ürünlerin avantaj ve dezavantajları⁽¹²⁾

Avantajları	Dezavantajları
Kullanılmayan balıklar endüstriyel yöntemlerle işlenecek duruma gelmektedir.	Gelişmiş kas yapısı parçalanmaktadır.
İstenen şarj miktarında devamlı olarak homojen ölçüde pompalanabilir macunumsu kütle elde edilmektedir.	Balığa ait özellikler bozulmaktadır.
Balığın kusurları kamufle edilmektedir.	Hijyen açısından risk artmaktadır.
İşlemede kolaylık sağlanmaktadır (form verme, katkı maddeleri ile karıştırma vs.)	Sabit bir doku yapısı elde edildiğinden ürüne göre sınıflama imkanı sınırlanmaktadır (köftelik-kızartmalık gibi)

Elde edilen bu balık kıymasına bazı katkı maddeleri karıştırılarak lezzet, doku ve su bağlama özellikleri geliştirilmektedir. Kullanılan başlıca katkıları ve etkileri Tablo XI.3.'de gösterilmektedir.

Tablo XI.3: İnce halde parçalanmış balık etinin işlenmesinde kullanılan başlıca katkı maddeleri ve etkileri ⁽¹²⁾

Katkı maddesi	Lezzet	Dokuda elde edilen etki	Su bağlamada elde edilen etki
Tuz	X	X	X
Polifosfat		X	X
Hidrokolloid		X	X
Baharat	X		
Yağ (sıvı, katı)	X	X	
Su		X	

Hidrokolloid olarak çoğunlukla nişasta ürünleri ve un, ayrıca süt ve bitkisel protein kullanılmaktadır. Bunlar jel oluşumuyla dokuyu desteklemekte ve suyu bağlamaktadırlar. Ancak bunların kullanımı gereğinden fazla olursa lezzet düzelmekte, ancak pudinge benzer hoş olmayan bir yapı meydana gelmektedir⁽¹²⁾.

İşleme tesisi artıklarının (kemik üzerinde kalan veya fileto çıkarma sırasında kırpıntı olarak ayrılan etler vb.) işlenerek insan gıdası olarak tüketime sunulması da üreticiye gelir olarak dönmesi, tüketiciye farklı lezzetler sunulması, ekonomiye katkı sağlaması bakımından tercih edilebilmektedir. Ülkemizde somon işleyen tesislerin artıkları kullanılarak jöle halinde üretilen ve buzdolabı koşullarında 17 haftaya kadar pazarlanabilir niteliğini koruyan tüketime hazır balık çorbası buna bir örnek olarak yerilebilir⁽¹³⁾.

XI.4.SU ÜRÜNLERİNDE CATERING TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMA ALANLARI

Dünya nüfusunun yaklaşık %60'ı günde 2200 kaloriden daha az almakta; %60'tan fazlası günde 15 g hayvansal proteinden az tüketmektedir. Bu rakamlar dünyada milyonlarca insanın gıdasızlıktan öldüğünü ve hayvansal protein ihti-

yacının büyüklüğünü göz önüne sermektedir⁽¹⁴⁾. Ancak tüm hayvansal kökenli gıda maddeleri de eş değerde değildir. Protein kaynağının değerliliği, proteini oluşturan aminoasitlerin cinsleri, miktarları ve oranları ile önem kazanmaktadır. İşte bu bağlamda su ürünleri ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde su ürünlerinden yapılmış olan hazır yemeklerin tüketimi ve satışı henüz pek yaygın olmamakla beraber; gerek Avrupa, gerek Uzakdoğu ve gerekse Amerika'da bu tip ürünler son derece yaygın bir pazara sahiptir. Ülkemizde de gerek hayvansal protein açığının kapatılması, gerekse av sezonunda yüklü miktarda hasat edilen su ürünlerinin değerlendirilerek sezon dışındaki zamanlarda da tüketiminin sağlanması ve tüketiciye daha farklı ve kolay hazırlanabilir tatların sunulması açısından su ürünleri kullanılarak hazırlanan ürünlere yönelim giderek artmaktadır. Bu bölümde, su ürünlerinden yapılmış olan hazır yemeklere bazı örnekler verilmektedir. Bu örneklerde yer alan baharat gibi katkıların miktar ve çeşitlerinin toplumun damak tadına bağlı olarak değiştirilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır⁽¹⁵⁾.

XI.4.1. BALIK SOSİSLERİ

Sosis tarifleri için verilmiş olan balık-yag-su ve nişasta miktarlarına uyulması gerekmektedir. Ancak baharat gibi katkılarda değişiklik yapılabilmesi mümkündür. Balık sosisi için tüm beyaz etli balıkların kullanımı mümkün olmakla beraber, daha az popüler ve ucuz olanların tercih edilmesi ekonomik açıdan tavsiye edilmektedir. Beyaz etli balık tercih edildiğinde görüntü daha iyi olmakta ve balıksı koku ortaya çıkmamaktadır.

Aşağıdaki tarifler 100 kg bitmiş ürün içindir. Beyaz etli balıktan yapılmış ürünler -30°C'de en az 1 yıl dayanırken, yağlı balıktan yapılan ürünler aynı sıcaklıkta 9 aydan fazla saklanamamaktadır. Kullanılan ekipman et sosisiyle aynı olup, temel olarak bir kuter (eti kıymak ve karıştırmak için) ve dolum makinesi gerekmektedir⁽¹⁵⁾.

XI.4.1.1. KIZARTMALIK SOSİS

Kızartmalık sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.4'te görülmektedir.

Tablo XI.4: Kızartmalık sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz beyaz etli balık filetosu	48.5	Kişişi	200
Hayvansal yağ	30	Polifosfat	300
Ekmek kırıntısı	10	Biber tuzu	70
Su	10	Red 2G dye (pembe olsun istenirse)	20
Tuz	1		

Filetolar iyice kıyılıp içine sırasıyla ekmek kırıntısı, tuz, baharat, polifosfat, su ve istenirse red 2G dye ve yağ eklenir. Toplam kıyım süresi 4.5 dakikadır. Karışım yenilebilir kılıflara doldurulur ve donmuş veya soğutulmuş olarak 4°C'de 5 gün, -30°C'de 1 yıldan uzun süre saklanabilir. Yenilmeden önce pişirilmeli, tercihen kızartılmalıdır. Tipik İngiliz kahvaltılık sosisi tarzı bir üründür⁽¹⁵⁾.

XI.4.1.2. DİLİM SOSİS

Dilim sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.5' te görülmektedir.

Tablo XI.5: Dilim sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz beyaz etli balık filetosu	70	Sarımsak tozu	300
Hayvansal yağ	15	Biber tuzu	200
Su	6.5	Acı biber	30
Ekmek kırıntısı	5		
Tuz	2		
Toz halinde tahıl (doldurucu)	1		

Filetolar kıyılır, sırayla tahıl, baharat, su, istenen renklendirici, en son olarak ta yağ eklenir. Karışım 5 dakika kıyılır ve 80 mm. çaplı selüloz kılıfa doldurulur. İki saat 80/90°C'de ısıtılır (su sıcaklığı 90°C'yi aşmamalıdır). Sonra yarım saat kadar buzlu suda soğutulur. Ürün donmuş veya soğuk olarak saklanır. Raf ömrü 4°C'de 10 gün; -30°C'de bir yıldan fazladır. Bu ürün soğuk olarak yenilebilmekle beraber kızartılarak ta tüketilebilmektedir. Sarımsak kullanımı isteğe bağlıdır⁽¹⁵⁾.

XI.4.1.3. DUMANLANMIŞ SOSİS

Dumanlanmış sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.6' da görülmektedir.

Pirinç 30 dakika kaynar suda haşlanıp süzülür. Filetolar kıyılır sırayla tahıl, baharat, su, yağ eklenir. Dört dakika kıyılır, sonra pirinç eklenip 15 sn. daha kıyılır. Karışım 45mm. çaplı sellüloz kılıfa konur, 60°C'de sıcak dumanlama yapılır (6.5 saat) sonra yarım saat 80/90°C'ye çıkartılır (+90°C aşılmamalıdır). Bir saat buzlu suda soğutulduktan sonra depolamaya alınır. Ürün 4°C'de 10 gün, -30°C'de 1 yıldan uzun süre saklanabilmektedir. Ürün genelde soğuk olarak yenilmekle beraber, ısıtılarak da tüketilebilmektedir⁽¹⁵⁾.

Tablo XI.6: Dumanlanmış sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz beyaz etli balık filetosu	70	Biber tuzu	200
Hayvansal yağ	12	Acı biber	100
Ekmek kırıntısı	6	Kişiş	100
Pirinç	5	Sarımsak tozu	100
Toz halinde tahıl (doldurucu)	4		
Tuz	1.5		
Su	1		

XI.4.1.4. FRANKFURTER

Frankfurter yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.7'de görülmektedir.

Tablo XI.7: Frankfurter yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz beyaz etli balık filetosu	55.8	Biber tuzu	200
Hayvansal yağ	20	Acı biber	100
Su	10	Kişiş	200
Ekmek kırıntısı	6	Sarımsak tozu	200
Toz halinde tahıl (doldurucu)	4		
Tuz	1.4		
Polifosfat	2		

Filetolar kıyılır, kuru katkılar eklenir, sonra su ve en son olarak yağ eklenir. Karışım 4.5 dakika kıyılıp 16 mm çaplı selüloz kılıflara doldurulup 60°C'de 3.5 saat sıcak dumanlamaya tabi tutulur. Daha sonra 2-3 dakika 90°C'deki suya daldırılır, 3 dakika buzlu suda soğutulup kılıfı alınır. 4°C'de 7 gün, -30°C'de ise bir yıldan fazla depolanabilir, ayrıca salamura içerisinde de saklanabilmektedir. İşlem sırasında kısmen pişirildiğinden tüketici tarafından mutlaka tüketim öncesinde pişirilmesi gereken bir üründür ⁽¹⁵⁾.

XI.4.1.5. KİPPER SOSİSİ

Kipper sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.8'de görülmektedir.

Tablo XI.8: Kipper sosis yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz ringa filetosu (yada yağlı bir balık)	75	Biber tuzu	350
Hayvansal yağ	5	Kışniş	350
Su	4		
Ekmek kırıntısı	8		
Toz halinde tahıl (doldurucu)	4		
Tuz	2		
Polifosfat	2		

Filetolar kıyılıp sırasıyla tahıl, baharatlar, su ve yağ eklenir, toplam olarak 5 dakika kıyılır. Karışım 16 mm çaplı selüloz kılıflara doldurulur ve 60°C'de 3.5 saat sıcak dumanlamaya tabi tutulur ve sonra 80/90°C'de 'deki suda ısıtılır. Son olarak buzlu suda 3 dakika soğutma yapılır kılıf alınır. Pişirilmeden yenilebilmekle birlikte ızgara yapılması tavsiye edilir. 4°C'de 7 gün; -30°C'de ise 9 ay muhafaza edilebilmektedir. Ürünün yağlı bir tür olan ringa ya da benzeri bir türden yapılması önerilmekte olup; balık kokan bir ürün elde edilmektedir⁽¹⁵⁾.

XI.4.2. DİĞER ÜRÜNLER

XI.4.2.1. BALIK GEVREĞİ

Balık gevreği yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI. 9'da görülmektedir.

Tablo XI.9: Balık gevreği yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz beyaz etli balık filetosu	43	Tuz	3
Amilopektin nişasta	43	Şeker	1
Su	10		

*gerekirse soğan vs. eklenebilir.

Filetolar ve diğer katkılar 15 dakika kadar iyice yoğrulur. Artık kabın kenarlarına yapışmaz duruma gelince katılan su miktarının balık miktarına göre yeterli olduğu anlaşılır. Karışım 450 gramlık konservele konulup kapatılır ve 3 saat atmosferik basıncıdaki buhar kazanında pişirilir. Konserveler soğutulur en az 48 saat sonra içindekiler çıkarılıp 2 mm kalınlıkta kesilir. Dilimler akım hızı 400

düşük olan 30/40°C'de kurutulur, sertleşince hava geçirmez kaplara konularak saklanır. Bu kaplarda 6 ay dayanım süresine sahiptir. Balık gevrekleri bitkisel yağda 200°C'de 10 saniye kızartılarak yemeye hazır hale getirilebilir. Burada süre ve sıcaklık önemlidir. Daha fazla olursa yanarlar. Gevrekler pişirildiklerinde kabarırlar, ancak sonraki saatlerde gevrekliklerini kaybedeceklerinden derhal tüketilmelidirler ⁽¹⁵⁾.

XI.4.2.2. BALIK CİPSİ

Balık cipsi yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.10'da görülmektedir.

Tablo XI.10: Balık cipsi yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz fileto	33	Monosodyum glutamat	360
Nişasta	6		
Su	35		
Kurutulmuş patates unu	3		
Tuz	1		

Katkılar eklenerek karışım pürüzsüz olana dek karıştırılır, eklenen su miktarı çıtır veya yumuşak cips isteğine göre ayarlanabilir. Karışım dilimleyiciden geçirilir ve dilimler 200°C'deki bitkisel yağda 2 dakika kızartılır. Yağ süzülür, sonra dondurulur. Beyaz etli balıktan yapılanı bir yıldan uzun, yağlı balıktan yapılanı ise 9 ay dayanım süresine sahiptir. Kısmen çözündürülüp 200°C'deki derin yağda kızartılarak tüketilmelidir ⁽¹⁵⁾.

XI.4.2.3. FISH FINGER

Fish finger yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.11'de görülmektedir.

Tablo XI.11.: Fish finger yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Derisiz balık filetosu	58	Tuz	600
Domates püresi	16	Polifosfat	300
Süt	16	Biber	60
Ekmek kırıntısı	6		

Filetolar öğütme makinesine konur, macun haline getirilir. Diğer katkılar da bu macuna eklenir, karışım tepsilere 12 mm kalınlıkta dökülür ve dondurulur. Daha sonra bu 75x50 mm ebadında kesilir. Parçalar batter (kaplama solüsyonu)

ve pane ununa bulanır ve tekrar dondurulur. Ürün -30°C'de 1 yıldan uzun süre dayanır. Ürün donmuş olarak saklanmalı, tüketilmeden önce kızartılmalı veya ızgara edilmelidir⁽¹⁵⁾.

XI.4.2.4. BALIK BÖREĞİ

Birçok şekilde yapılabilir. Temelde balık ve uygun sosları içeren hamur işi üründür. Derisiz beyaz etli balık filetoları 25 mm'lik parçalar halinde kesilir ve 10 dakika kaynar suda haşlanır. Süzülür, sosla karıştırılır (2 kısım balık: 1 kısım sos) sonra bu harışım balık harcı olarak kullanılır. Köri veya peynir sosları iyi sonuç verir. Ürün folyolarda veya börek kağıtlarında satılabilir. Her iki şekilde de -30°C'de donmuş olarak saklanmalıdır⁽¹⁵⁾.

XI.4.2.5. ÇİROZ PATE

Çiroz pate yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo XI.12'de görülmektedir.

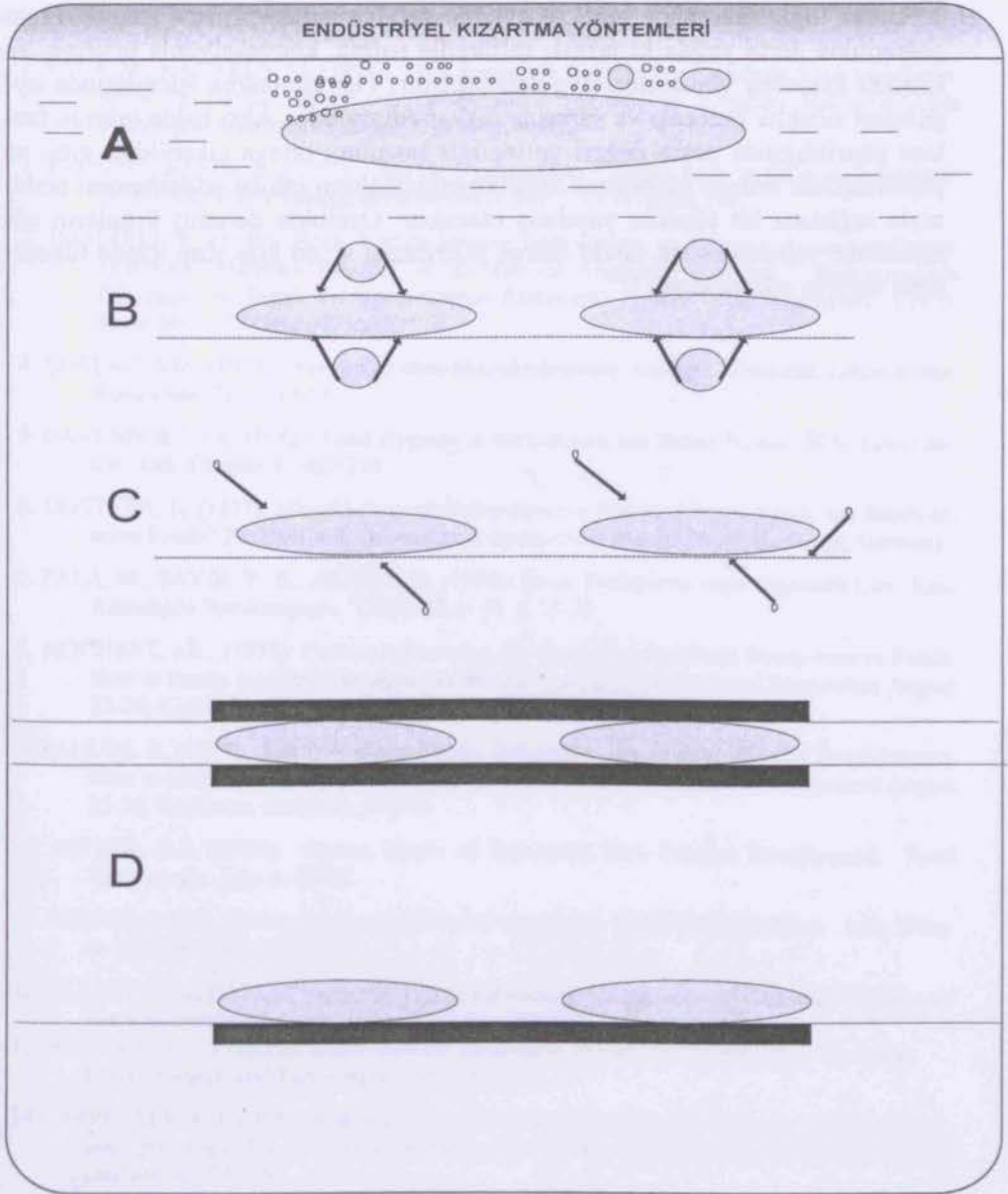
Tablo XI.12.: Çiroz pate yapımında kullanılan malzemeler ve miktarları

Malzeme	Miktar(kg)	Malzeme	Miktar(g)
Çiroz filetoları	76	Sirke	800
Hayvansal yağ	10	Tarçın	160
Nişasta	5	Beyaz biber	80
Domates püresi	4	Zencefil	80
Tuz	3	Karanfil	40
Polifosfat	1		

Kuvvetli aromalı üründür. Ekmek ya da bisküvi üzerine sürülerek yenir. Çiroz filetoları ve yağ öğütülerek baharatla birlikte macun haline getirilir. 60 gramlık kavanozlara konur. Kavanozlar kapatılıp 115°C'de 30 dakika ısıtma işlemi görülür. Ürün 5 yıl dayanabilir⁽¹⁵⁾.

XI.5. HAZIR YEMEKLERİN TÜKETİME SUNULMASI

Hazır olarak üretilen bu tip gıdaların bir kısmı pişirme yapılmaksızın yenilebilmekle birlikte; bir kısmı ise tüketim öncesinde pişirme ya da ısıtma işlemi uygulanmasını gerektirmektedir Isıtma-pişirme işlemleri için kullanılan başlıca sistemler Şekil XI.1'de görülmektedir.



Şekil XI.1: Endüstriyel kızartma yöntemleri ⁽¹⁶⁾.

A: Derin yağda kızartma

B: İnfrared (IR)

C: Konveksiyon

D: Kontakt kızartma (çift taraflı ısıtarak ya da tek taraflı çevirerek)

Gerek toplu tüketimde gerekse evlerde yapılan ısıtma-piştirme işlemleri için çoğunlukla derin yağda kızartma, infraredle ısıtma, konveksiyonla piştirme, ve kontakt kızartma yöntemleri uygulanmaktadır. Piştirme-ısıtma işlemlerinde uygulanan sıcaklık derecesi ve süresine dikkat edilmelidir. Aksi halde ürünün fazlaca pişirildiğinde besin değeri ve tadında bozulma ortaya çıkabildiği gibi, az pişirildiğinde üründe olabilecek mikroorganizmaların inhibe edilememesi nedeniyle sağlıksız bir tüketim yapılmış olacaktır. Özellikle donmuş ürünlerin çözündürme yapılmaksızın direkt olarak pişirilmesi ve en kısa süre içinde tüketilmesi tavsiye edilmektedir ⁽¹⁶⁾.

KAYNAKLAR

1. PALA, M., KARAKUŞ, M. (1991). Gıda Sanayiinin Gelişme Perspektifinde Yeni Yönelimler. Bursa II. Uluslar arası Gıda Sempozyumu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü. 1-3 Ekim Bursa.
2. PALA, M., SAYGI, B. (1987): Catering Uygulamaları. Kalite, Risk ve Gelecek Perspektifi. TÜBİTAK, Soğuk Tekniği Bölümü-Gebze Sayı 1, Ocak-Şubat 1987.
3. DAMARLI, E. (1986): Hazır Yemek Üretim Teknolojileri ve Ülkemiz Açısından Önemi. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü. Beslenme-Gıda Teknolojisi ile Soğuk Tekniği Araştırma Bölümleri. İlkbahar Dizi Seminerleri. Cilt II. Yayın No: 112. Gebze-Kocaeli.
4. LORENZ, S.M. (1975): Fertig-Gerichte-Mikrobiologische Aspekte. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 71(1): 13-19.
5. DAVENPORT, J.K. (1982): Food Hygiene in the Catering and Retail Trades. H.K. Lewis and Co. Ltd. Chapter 9. viii+214.
6. LEISTNER, L. (1977): Microbiology of Ready-to-serve Foods. How to Ready are Ready-to-serve Foods? Ed: Paulus, K. International Symposium August 23-24, Karlsruhe, Germany.
7. PALA, M., SAYGI, Y. B., ARISOY, B. (1990): Hazır Yemeklerin Isıya Dayanıklı Çok Katlı Ambalajda Sterilizasyonu. Gıda Sanayi 16. s. 15-23.
8. REICHERT, J.E., (1977): Factors Influencing the Quality of Sterilized Ready-to-serve Foods. How to Ready are Ready-to-serve Foods? Ed: Paulus, K. International Symposium August 23-24, Karlsruhe, Germany, s. 77-90.
9. PAULUS, K. (1977): Ready-to-serve Foods: Definitions, Application, Quality Requirements. How to Ready are Ready-to-serve Foods? Ed: Paulus, K. International Symposium August 23-24, Karlsruhe, Germany, s. 6-15.
10. MEYER, R.S. (1984): Eleven Stages of Successful New Product Development. Food Technology. July. s. 71-78.
11. TERRELL, M.E. (1971): Professional Food Preparation. ISBN 0-471-85201-5. John Wiley & Sons Inc. New York.
12. TULSNER, M. (1994): Fischverarbeitung Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's Verlag, 282-286.
13. MOL, S. (2005): Preparation and shelf life assessment of ready-to-eat fish soup. European Food Research and Technology, 220: 305- 308.
14. CARPENTER, K.J. (1979): Fish in Human and Animal Nutrition in Advances in Fish Science and Technology. Ed. J.J. Connel. Published by Fishing News Books Ltd. Farnham. Surrey, England. s. 124-129.
15. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5920e/x5920e00.htm>
16. BENGTTSSON, N., DAGERSKOG, M. (1977): Fried Meat and Meat Patties- The Influence of Preparation and Processing on Quality and Yield. How to Ready are Ready-to-serve Foods? Ed: Paulus, K. International Symposium August 23-24, Karlsruhe, Germany, s. 147-162.

1. The first part of the report deals with the general situation of the country and the position of the various groups. It is a very interesting and well-written account of the country and its people. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the country and its people.

2. The second part of the report deals with the political situation. It is a very interesting and well-written account of the political situation. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the political situation.

3. The third part of the report deals with the economic situation. It is a very interesting and well-written account of the economic situation. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the economic situation.

4. The fourth part of the report deals with the social situation. It is a very interesting and well-written account of the social situation. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the social situation.

5. The fifth part of the report deals with the cultural situation. It is a very interesting and well-written account of the cultural situation. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the cultural situation.

6. The sixth part of the report deals with the future of the country. It is a very interesting and well-written account of the future of the country. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the future of the country.

7. The seventh part of the report deals with the conclusion. It is a very interesting and well-written account of the conclusion. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the conclusion.

8. The eighth part of the report deals with the appendix. It is a very interesting and well-written account of the appendix. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the appendix.

9. The ninth part of the report deals with the bibliography. It is a very interesting and well-written account of the bibliography. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the bibliography.

10. The tenth part of the report deals with the index. It is a very interesting and well-written account of the index. The author has done a great deal of research and has written a very interesting and well-written account of the index.

XII. BÖLÜM

SURİMİ TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

XII. BÖLÜM

SURİMİ TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Süheyya MÖL

XII. SURİMİ TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

İÇİNDEKİLER

XII.1.	Surimi Nedir?	411
XII.2.	Surimi Üretimi	413
XII.3.	Kamaboko	418
	Kaynaklar	419

XII. SÜRİMİ TEKNOLOJİSİ

Prof. Dr. Sabitcan MÖL

İÇİNDEKİLER

411	XII.1. Sürim Hakkında
412	XII.2. Sürim Ürünleri
413	XII.3. Sürim Ürünleri
414	XII.4. Sürim Ürünleri

XII.1. SURİMİ NEDİR?

Surimi, ortalama olarak % 80 su içeren miyofibriler protein konsantratu olup, ısıtılma işlemiyle yapı oluşumuyla katılaştıran bir üründür. Japonya'da binlerce yıllık geçmişe sahip olan surimi teknolojisinin prensibi çok ince bir şekilde parçalanmış olan kas dokusunun yıkanarak suda ekstrakte edilmesidir. Bütün suda çözünabilir komponentler tamamen ya da büyük ölçüde alınmaktadır. Bunlar sarkoplazmik proteinler, aminoasitler ve aminler, trimetilaminoksit, nükleotidler ve bunların yıkılma ürünleri, kan, renkli maddeler, mineral maddeler ve enzimlerdir. Böylece tüm koku ve lezzet komponentleri, reaksiyon ortakları ve yapısal oluşumu bozan bileşenler ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Ürün zenginleştirilmiş miyofibriler proteinler, nişasta ürünleri, tuz, şeker ve baharatlarla karıştırılmakta, istenilen biçim verilmekte ve ısıtılma işlemi (gril, fritöz, buhar vs.) çok sıkıştırılmış bir yapı meydana gelmektedir. Meydana gelen ürün katı ve hemen hemen lastiksi bir dokuya sahiptir. Ürün tuz, polifosfat, sakkaroz vs ile karıştırılarak dondurulduğunda uzun süre muhafaza edilebilmektedir. Surimi teknolojisi sayesinde pahalı olan karides, yengeç, ıstakoz gibi ürünlerin imitasyonlarının üretilmesi mümkün olmaktadır⁽¹⁾. Şekil XII.1'de surimi teknolojisi ile hazırlanmış olan ürünler görülmektedir.



Şekil XII.1: Surimi

Son yıllarda sevilerek tüketilen “imitasyon yengeç bacağı” ya da “deniz ürünleri salatası”, “deniz ürünlü spagetti ve pizza” gibi ürünler yenildiğinde içinde çoğunlukla surimi tüketilmektedir. Suriminin avantaj ve dezavantajları halen tartışılmaktadır. Normal şartlarda balık kıyması kan, koyu renkli karın zarı ve kimi zaman da pullar ya da kılçıklar gibi kısımları içermektedir. İstenmeyen renkten ve yağdan kurtulmak için balık eti yumuşak suyla (Mg ve Ca içermeyen) defalarca yıkanmaktadır. Ürünün ideal pH’sı 6.8-6.9 arasında olmalıdır. Çözülebilir proteinlerin ve küçük moleküler ağırlıklı bileşiklerin uzaklaştırılması için tatlı su kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde aynı zamanda materyalin protein, vitamin, mineral ve diğer suda çözülebilir maddeler bakımından içeriği zayıflamaktadır. Suriminin en yaygın formülasyonu %92 yıkanmış kıyma, % 4 şeker ve %4 sorbitol katılarak ürünün tatlı olmasının yanı sıra soğuk depoda özelliklerini kaybetmeden 1 yıl kadar saklanabilmesi sağlanmasıdır. Sorbitol kullanılması gereken şeker miktarının azaltılmasını, böylece kararma ve aşırı tatlılığın önlemesini sağlamaktadır. Bu aşamada ürüne genellikle polifosfatlar da (% 0.2) eklenmektedir. Hacimlendirici bir ajan olan polidekstroz; suriminin veya bunda kullanılacak olan kıymanın pH derecesini düşürmektedir. Suriminin tuz ve su aktivitesinin uygun olmayan şartlar altında *C. botulinum*’un gelişimini inhibe etmeye yardımcı olabileceği de bilinmektedir. ABD’de surimi ürünlerin paketlerinin üzerinde bu ürünler gerçeğinden besin değeri açısından fakir olduklarından “imitasyon-taklit” yazılması mecburidir. Bunlar daha yüksek tuz ve daha az vitamin-mineral ihtiva etmektedirler. Bu konuda en başarılı ürün ise yengeç bacağıdır. Musevilerin dini beslenme şekli olan “kosher” sisteminde “pulsuz” su ürünleri tüketilmediğinden; örneğin bir yengeç bacağının aslında yengeçten yapılmıyor oluşu nedeniyle surimi ürünleri kosher marketinde popülerdir⁽²⁾. Şekil XII.2’de yengeç bacağı formu ve aroması verilmiş olan surimiler görülmektedir.

Surimi ile elde edilen ürünler Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerde popüler hale gelmiştir. Bu ürün uzun bir raf ömrüne sahip olup yüksek fonksiyonlu bir protein kaynağıdır. Bu teknoloji sayesinde ticari kalitede olmayan balıklardan sabit kalitede ürün elde edilmesi mümkün olmakta, dolayısı ile ekonomik açıdan fayda sağlanmaktadır⁽³⁾. Ayrıca tüketici de gerçeği çok daha pahalı olan yengeç, ıstakoz, karides gibi su ürünlerinin lezzetine çok daha ucuza ulaşabilmektedir.



Şekil XII.2: Yengeç bacağı formu ve aroması verilmiş olan surimi

XII.2. SURİMİ ÜRETİMİ

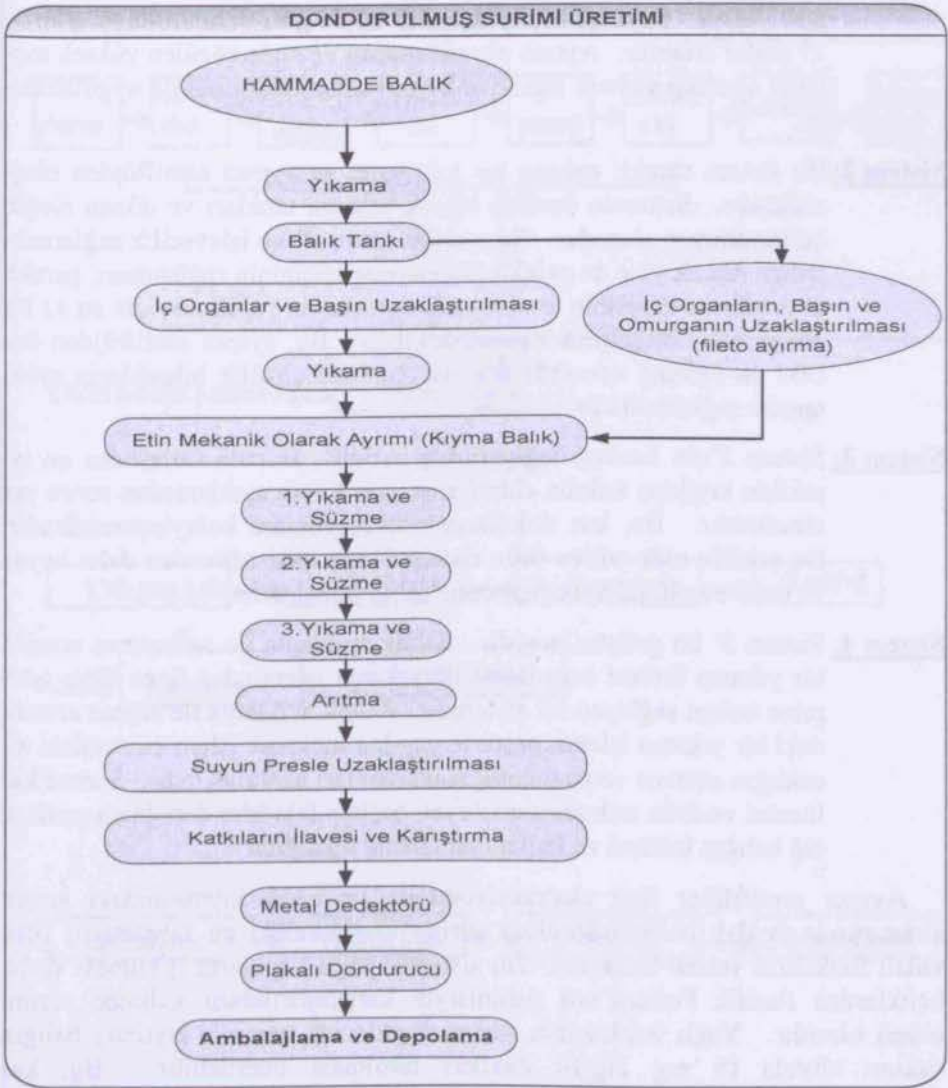
Surimi yapımı için, balık mekanik olarak kılçıklarından ayrılmakta ve su ya da sulandırılmış tuz solusyonunda $5-10^{\circ}\text{C}$ 'de yıkanmakta, donma denatürasyonundan koruyucu maddeler (kryoprotektanlar) eklenmektedir. Enzimler, hemoproteinler ve diğer protein olmayan azotlu bileşenler de dahil olmak üzere suda çözülebilir proteinlerin alınması sonucunda % 50-60 oranında ürün elde edilmektedir. Balık etine göre surimide myofibrillar proteinler kadar kollajensi maddelerin miktarı da daha yüksektir. Ancak, sonuçta elde edilen suriminin aminoasit kompozisyonu, başlangıçtaki materyalin kompozisyonuna benzer düzeydedir⁽⁴⁾.

Surimi üretiminde temel aşamalar: çiğ materyalin hazırlanması (örneğin ayıklanması) ve fileto edilmesi, mekanik kılçık ayıklama ve kıyma, balık kıymasındaki suda çözülebilir proteinlerin, yağların, pigmentlerin, enzimlerin ve diğer istenmeyen faktörlerin uzaklaştırılması amacıyla yıkanması, ufak deri ve kemik parçalarının alınması, presleme veya santifrüj yardımıyla kıymadan suyun uzaklaştırılması, şeker-sorbitol ve sodyum tiyosülfat gibi koruyucuların katılması, paketleme, dondurma ve donmuş depolama olup; çiğ materyalin durumu, yaşı, kalitesi de elde edilecek ürünün başarısı konusunda önemlidir. Yağlı balıktan surimi yapılacaksa fazla yağı ayrıştırabilecek bir yöntem kullanılma-

lıdır. Koyu renk etli balıkların başlıca sorunları ette nispeten daha yüksek yağ bulunması ve bunun kas proteinleriyle ilişkili olması, koyu renk kaslardaki bağ doku miktarının fazlalığı, kan ve pigment maddelerinin koyu renk ette daha fazla oluşu, hızlı protein denatürasyonunu takiben tazeliğin çabuk kayboluşu ve bu türlerin genellikle ufak balıklar oluşudur. Bundan başka, yağlı balıkta beyaz etli balığa göre mevsimsel değişiklikler de fazladır. Endüstriyel deneyimler mükemmel jel formundaki suriminin yağsız balıktan yapılabildiğini göstermiştir. Japonya dışında diğer ülkelerde yağlı balıktan yapılmış çok az ticari ürün bulunmaktadır. Ancak, yağ moleküllerinin güçlü protein-protein bağı oluşmasını engellemesi belirtilen başka bir konudur. Yağlı balığın soğuk suya tuz ve/veya sodyum bikarbonatlı suya daldırılarak fazla yağının azaltılması ve kanının, suda eriyebilen proteinin miktarının düşürülmesi de önerilmektedir. Koyu renkli kasların etten uzaklaştırılması ve kalan beyaz etin işlenmesi de söz konusu olabilir. A sınıfı Alaska Pollack surimisinin bu şekilde sardalye ve uskumrudan da yapılabildiği görülmüştür. Açık ve koyu renkli kasların ayrılması istenirse bunun için fileto dondurulmalı, deri alınmalı, koyu renkli et ve deri altı yağı uzaklaştırılmalı, filetolar yaklaşık 2000 kPA basınçlı suyla yıkanmalı, (bu, beyaz etle koyu renkli eti ayırır) yoğunluğuna göre ayrılmalıdır (örneğin çeşitli yoğunluklu solusyonlarda düşük yoğunluklu koyu et yukarı çıkar, yüksek yoğunluklu beyaz et batır). Tipik olarak surimi % 25 ürün vermektedir, onun için olabildiğince az değerli balık kullanılmalıdır⁽⁵⁾. Beyaz etli (yağsız) balık olarak adlandırılan balıklar genelde %2'den az yağ içermekte olup, açık renkteki surimi ürünlerine olan rağbet, yağsız balıktan yapılan surimiye olan yönelimi artırmıştır. Beyaz etli balıkta esas sorun sarkoplazmik proteinler, enzimler, peptitler, organik maddeler, inorganik tuzlar gibi suda çözünen bileşenlerin ve balık kokusuna neden olan maddelerin çıkartılmasıdır⁽⁴⁾.

Büyük çaplı ticari üretimlerde yıkama işlemi sürekli olarak yapılmakta ve yıkama tanklarında çalkalama üniteleri yer almaktadır. Sürekli çalkalanarak yıkama yapıldığında suda çözünen proteinler ve diğer istenmeyen maddelerin çoğu uzaklaştırılabilmektedir. Bu işlem sonunda balık etinde kalan aktomyosin miktarı suriminin jel oluşturma yeteneğinin bir ölçüsü olup; ürünün kazanabileceği elastikiyet derecesi buna bağlıdır⁽⁶⁾.

Pelajik balıklar dip balıklarından sadece daha yüksek sarkoplazmik proteinler içermekle kalmayıp, aynı zamanda ölüm sonrasında pH değeri de daha hızlı olarak düşmektedir. Bunların her ikisi de daha düşük bir dokusal kalite elde edilmesine yol açmaktadır. Surimi üretimi için pelajik balıklar kullanıldığında bunların %0.5 sodyum bikarbonat ile yıkanması pH değerini etkin bir şekilde artırmakta ve doku kalitesini yükseltmektedir. Ürünler bloklar halinde plakalı dondurucularda dondurulduktan sonra saklanabilmektedirler⁽⁷⁾. Şekil XII.3'te surimi üretim basamakları görülmektedir.



Şekil XII.3: Surimi üretim basamakları

Bu işlem tek seferlik olabildiği gibi sürekli çalışan bir işlem şeklinde birbirine bağlı yıkama tankları (en az üç tane) ile de kurulabilir. Şekil XII.4' te ticari sistemin sadece sistemi elverişli hale getirmekle kalmayıp, aynı zamanda ürünü de artıran dört farklı modifikasyonu görülmektedir.

Sistem 1: Bu sistemde, balık kıymasını konik toplayıcının dibinden direkt olarak veya ayırıcı santifrj vasıtasıyla üçüncü dönen eleğe pompalaması ile dönüşümlü sistem kurulabilmektedir. Bu, özellikle ürünü artırmak

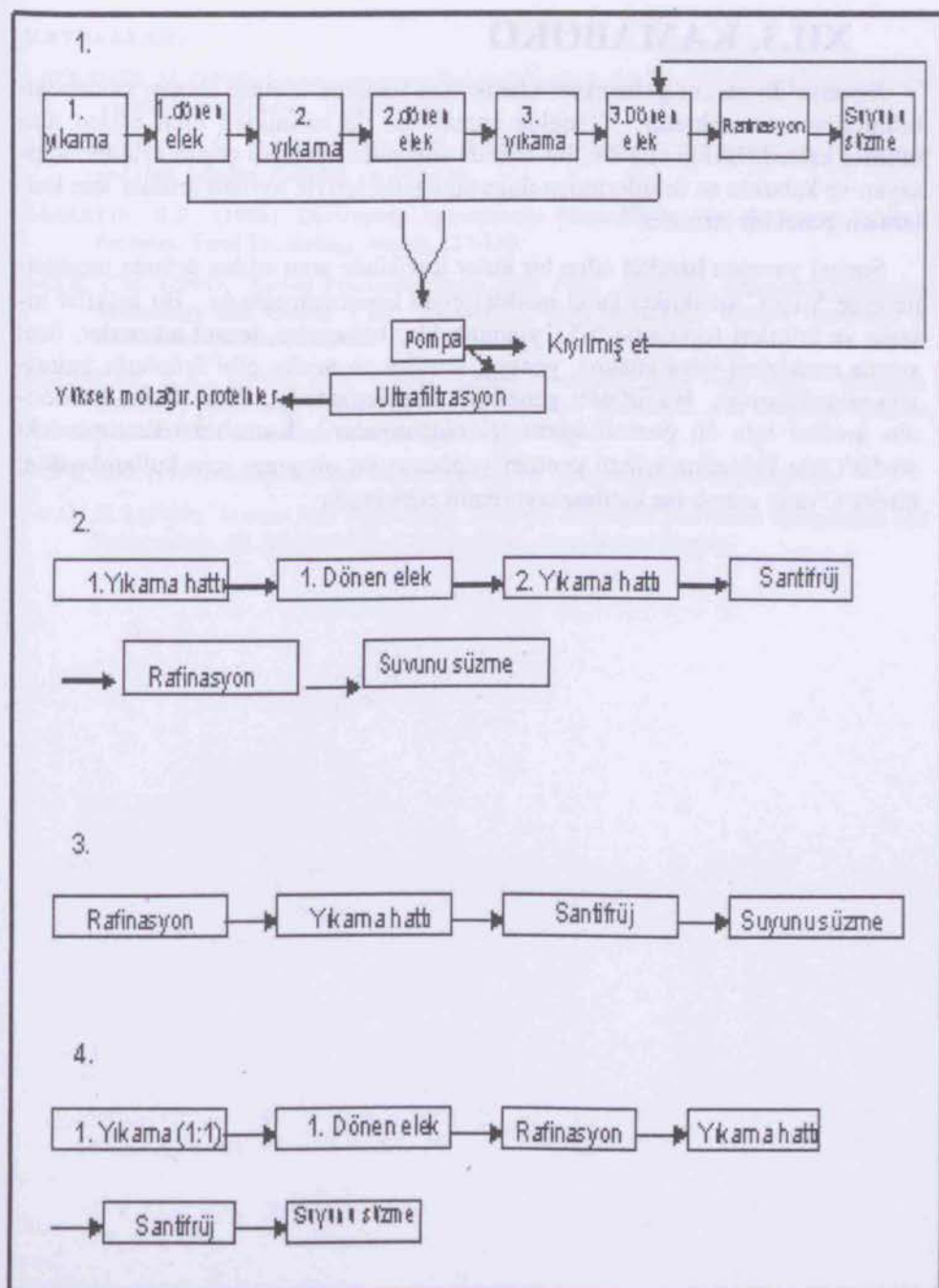
için yapılır. Kıymanın büyük kısmı böyle geri döndürülürse ürün % 17 kadar artabilir. Ayrıca ultrafiltrasyon ile suda çözölen yüksek moleköl ağırlıklı protein fraksiyonlarının uzaklaştırılması da uygulanabilir.

Sistem 2: Bu sistem sürekli çalışan bir karıştırıcı ve ayırıcı santiftüjden oluşmaktadır. Sistemin özelliğı birçok yıkama tankları ve dönen eleğın kullanılmıyor oluşudur. Bu, yerden tasarruf ve işlevsellik sağlamaktadır. Ancak yine de gerekli olan süzme işleminin sağlanması, gerekli dinlendirme süresinin temini ve karıştırmanın yapılması için en az bir dönen elek kullanılması gerekmektedir. Bu, ayırıcı santifrüjden önceki ilk yıkama sırasında istenmeyen suda çözölür bileşiklerin ayrılmasını sağlamaktadır.

Sistem 3: Sistem 2'nin basitçe değıştirilmiş halidir. Burada saflaştırıcı en iyi şekilde kıyılmış ürünün eldesi amacıyla kılçık ayıklamadan sonra yer almaktadır. Bu, kas dokularının filtrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Bu şekilde elde edilen ürün sistem 2'den elde edilenden daha beyaz ve daha büyük jel mukavemetine sahip olmaktadır.

Sistem 4: Sistem 3' ün geliştirilmişidir. Kılçık ayıklama ile saflaştırıcı arasına bir yıkama ünitesi konulması ile yıkama işleminden önce filtre işlemine imkan sağlayan bir sistemdir. Kılçık ayıklama ile süzme arasındaki bir yıkama işlemi, peşpeşe yapılan mekanik işlem sırasındaki sıcaklığın artması ve enzimatik reaksiyonları azaltmaktadır. Surimi kalitesini ve ürün miktarını etkileyen başlıca faktörler depolama şartları, çiğ balığın kalitesi ve kullanılan işleme tekniğidir⁽⁴⁾.

Ayırıcı santifrüjler lipit ekstraksiyonunda ve balık kıymasındaki suyun alınmasında faydalı olup, geleneksel surimi üretimindeki en zahmetli iş olan vidalı baskıların yerine kullanılır. Bu sistemle yağlı balıkların işlenmesi ve bu balıklardan Pasifik Pollack'nın surimisiyle karşılaştırılabilir kalitede surimi eldesi olasıdır. Yağlı balıklardan şurimi üretileceği zaman kıyılmış balığın vakum altında (5 mg Hg/20 dakika) tutulması önerilebilir. Bu, kas dokularından örneğın uçucu karboniller gibi uçucu bileşiklerin ve lipitlerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır⁽⁵⁾.



Şekil XII.4: Çeşitli surimi üretim sistemleri⁽⁴⁾.

XII.3. KAMABOKO

Japonya'da surimi geleneksel olarak taze balıktan üretilip hemen kamaboko ürünlerine işlenmektedir. Genelde kamaboko ile surimiden imal edilen tüm ürünler kastedilmekle birlikte, bu aslında surimiden yapılan çeşitli ürünleri kapsayan ve kabuklu su ürünlerinden dokusal özellikleriyle ayrılan ürünler için kullanılan genel bir terimdir⁽⁶⁾.

Surimi yavaşça hareket eden bir kuter içerisinde arzu edilen ürünün reçetesi-ne göre 5-10°C sıcaklıkta katkı maddeleriyle karıştırılmaktadır. Bu katkılar nişasta ve ürünleri (ortalama %5), yumurta akı, baharatlar, lezzet artırıcılar, özel aroma maddeleri veya ıstakoz, yengeç, karides ve midye gibi ürünlerin imitasyon eksraktlarıdır. Bu ürünler genellikle boyanmaktadır. Kamaboko ürünlerinin üretimi için en önemli işlem jel oluşumudur. Kamaboko üretimindeki 40-50°C'de bekletme işlemi protein yapısının ön oluşumu için kullanılmakta; 80-90°C'deki ısıtma ise katılaşmayı temin etmektedir.

KAYNAKLAR:

- 1-TÜLSNER, M. (1994): Fischverarbeitung Rohstoffeigenschaften von Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse. Behr's Verlag
- 2-REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E. (1991): Introduction to fish technology. Chapman and Hall. London, England. s. 147-156.
- 3-MARTIN, R.E., (1986): Developing Appropriate Nomenclature for Structured Seafood Products. Food Technology, March, 127-134.
- 4-LEE, C.M. (1994): Surimi Processing From Lean Fish. Seafoods: Chemistry Processing Technology and Quality. Ed: Shahidi, F. And Botta,J.R. Blackie Academic & Professionla London, England. s. 263-285
- 5-SPENCER, K.E., TUNG, M.A. (1994): Surimi Processing from Fatty Fish. Seafoods: Chemistry Processing Technology and Quality. Ed: Shahidi, F. And Botta,J.R. Blackie Academic & Professionla London, England. s. 288-317.
- 6-LEE, C.M. (1984): Surimi Process Technology. Food Technology, November, 69-80.
- 7-PAN, B.S.(1990): Minced Fish Technology. Seafood: Resources Nutritional Composition and Preservation. Ed. Sikorski Z.E. CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida

XII. BÖLÜM

ÖZEL BAZI
SU ÜRÜNLERİNİN
İŞLENMESİ

Prof. Dr. Süheyya MOL

XIII. ÖZEL BAZI SU ÜRÜNLERİNİN İŞLENMESİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

İÇİNDEKİLER

XIII.1.	Deniz Yosunlarının İşlenmesi	427
XIII.1.1.	Deniz Yosunlarının Besleyici Özellikleri	427
XIII.1.1.1.	Spirulina'nın Besin Değeri	429
XIII.1.2.	Deniz Yosunlarından Elde Edilen Ürünler	432
XIII.1.2.1.	Agar Agar	432
XIII.1.2.1.1.	Agar Agar Üretimi	432
XIII.1.2.1.2.	Agar Agarın Sanayide Kullanıldığı Yerler	437
XIII.1.2.2.	Karaginin	438
XIII.1.2.3.	Alginik Asit	438
XIII.1.2.4.	Macun, Kola ve Çişiş	439
XIII. 1.2.5.	Alglerin Yem Olarak Değerlendirilmesi	441
XIII. 1.2.6.	Alglerin Oksijen Kaynağı Olarak Kullanılması	441
XIII. 1.2.7.	Alglerden İzotopların Elde edilmesi	442
XIII. 1.2.8.	Alglerden Karotinoid Pigmentlerinin Elde Edilmesi	442
XIII. 1.2.9.	Alglerin Antibiyotik Üretiminde Kullanılması	443
XIII.2.	Tarakların İşlenmesi	444
XIII.2.1.	Ayıklama	444
XIII.2.2.	Yıkama	444
XIII.2.3.	Kimyasal Sıvılara Daldırma	444

XIII.2.4.	Soğuk Depolama	445
XIII.2.5.	Donmuş Depolama	445
XIII.2.6.	Randıman	445
XIII.2.7.	Et Kompozisyonu	445
XIII.3.	Kerevitlerin İşlenmesi	445
XIII.4.	Karideslerin İşlenmesi	446
XIII.4.1.	Kimyasal Solüsyonlara Daldırma	447
XIII.4.2.	Dondurma	447
XIII.4.3.	Konserve Karides	448
XIII.4.4.	Dumanlanmış Karides	448
XIII.4.5.	Soslu Karides	448
XIII.4.6.	Kurutulmuş Karides	449
XIII.4.7.	Karides Artıkları	449
XIII.5.	Istakoz İşlenmesi	449
XIII.5.1.	Istakozların Çiğ Olarak İşlenmesi	449
XIII.5.1.1.	Ayıklama	449
XIII.5.1.2.	Kabuksuz Etlerin Dondurulması	449
XIII.5.1.3.	Kabuklu Etlerin Dondurulması	450
XIII.5.1.4.	İyi Bir Ürün İçin Önemli Noktalar	451
XIII.5.2.	Istakozların Pişmiş Olarak İşlenmesi	451
XIII.5.2.1.	Piştirme	452
XIII.5.2.2.	Dondurma ve Soğuk Depolama	452
XIII.5.2.3.	Istakozların Konservelenmesi	452
XIII.5.2.4.	Istakozların Artıklarının Değerlendirilmesi	452
XIII.6.	Yılan Balıklarının İşlenmesi	453
XIII.6.1.	Canlı Depolama ve Taşıma	453
XIII.6.2.	Öldürme ve Temizleme	453
XIII.6.3.	Dondurma ve Soğuk Depolama	453

XIII.6.4.	Dumanlanmış Yılan Balıkları	454
XIII.6.5.	Konserve İçin Dumanlanmış Yılan Balığı Kullanımı	454
XIII.6.6.	Jöleli Yılan Balıkları	455
XIII.6.7.	Soslu Yılan Balığı	455
XIII.6.8.	Yılan Balıklarının Kimyasal Kompozisyonu	456
XIII.7.	Yengeç İşlenmesi	456
XIII.7.1.	Donmuş Olarak Depolama	457
XIII.7.2.	Konserve Yengeç Eti	458
XIII.7.3.	Pastörize Yengeç Eti	460
XIII.7.4.	Diğer Ürünler	460
XIII.8.	Midye İşlenmesi	460
XIII.8.1.	Tuzlanmış Midye	460
XIII.8.2.	Marine Midye	461
XIII.8.3.	Jöleli Midye	461
XIII.8.4.	Dumanlanmış Midye	461
XIII.8.5.	Kutulanmış Midye	461
XIII.8.6.	Midye Dolması	461
XIII.8.7.	Midye Tava	462
XIII.8.8.	Midye Salatası	462
XIII.8.9.	Midye Kokteyli	462
XIII.9.	Kalp Midyesi (<i>Cardium edule</i>) İşlenmesi	462
XIII.9.1.	Donmuş Muhafaza	462
XIII.9.2.	Şalamurada Muhafaza	463
XIII.9.3.	Sirkede Muhafaza.	463
XIII.9.4.	Konserve	463
XIII.10.	Kurbağa İşlenmesi	463
XIII.10.1.	İşlem Aşamaları	464
XIII.11.	Rapana (Deniz Salyangozu)	465

XIII.12.	Denizanası	468
XIII.13.	Kalamar	469
XIII.13.1.	Kurutulmuş Kalamar	469
XIII.13.2.	Dondurulmuş Kalamar	469
XIII.13.3.	Konservelenmiş Kalamar	469
XIII.14.	Deniz Kestanesi	469
XIII.15.	Deniz Hıyarı	471
	Kaynaklar	472

XIII.1. DENİZ YOSUNLARININ İŞLENMESİ

XIII.1.1. DENİZ YOSUNLARININ BESLEYİCİ ÖZELLİKLERİ

Deniz yosunları özellikle Uzakdoğu ülkelerinde popüler gıdalar arasındadır. Batı ülkelerinde ise doğrudan insan gıdası olarak kullanımları sınırlı olmakta birlikte bu bitkilere olan ilgi son yıllarda artış göstermekte; besleyici ve tedavi edici özellikleri nedeniyle deniz yosunlarının gıda olarak tüketimi de tercih edilir hale gelmektedir. Son yıllarda Spirulina adlı yosun türünün kullanımı popüler hale gelmiştir. Bu, mavi-yeşil alglerden mikroskobik bir yosun olup; proteinler, mineraller, vitaminler açısından zengindir ve destekleyici olarak bir çok hastalığın tedavisinde kullanılabilen doğal bir besindir. Ülkemizde bununla ilgili çalışmalar Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (EBİLTEM)'nde başlatılmış olup; özel havuzlarda üretildikten sonra kurularak toz veya tablet şeklinde tüketime sunulmaktadır. Bu merkez tarafından hazırlanmış olan internet sayfasında Spirulina'nın doğadaki en zengin yüksek biyolojik değerli proteine sahip olduğu belirtilmiş; en zengin antioksidan olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca demir ve B-12 vitamini, E vitamini, gamma linolenik asit (GLA) ve klorofil açısından da doğadaki en zengin kaynak olduğu da belirtilmektedir⁽¹⁾.

Spirulina'nın yüksek oranda kullanılabilir demiri konsantre biçimde içerdiği belirtilmiştir. Demir absorpsiyonu insana büyük oranda benzer olan farelerle yapılmış olan bir çalışmada, Spirulina ile beslenmiş farelerin demir sülfatla beslenenlerle aynı veya daha fazla miktarda demir absorbladıkları görülmüştür. Bu, Spirulina'nın kullanılabilir demirin son derece konsantre bir kaynağı olduğunu göstermektedir⁽²⁾.

Spirulina platensis'in insanlarda HIV virüsünün çoğalmasını engellediği tespit edilmiştir⁽³⁾. Mavi-yeşil alglerin çeşitli patojen virüslere karşı antiviral özellikleri olduğu bilinmektedir. Özellikle HIV ve Herpes virüs üzerine etkili olduğu bildirilmektedir⁽⁴⁾. Hindistan'da en az 150 gün süresince yemeğe karıştırılmış olarak günde 1 gram Spirulina verilen 5000 okul öncesi çocukta vitamin A eksikliğinin % 80'den % 10'a düştüğü bildirilmektedir. Bu miktarın günlük beta karoten (A vitamini) ihtiyacını karşıladığı bildirilmiştir⁽⁵⁾. Spirulina'nın hiperkolesterölü ve arteriosklerosisi önleyebildiği belirtilmiş; ayrıca yüksek yağ ve yüksek kolesterolle beslenme nedeniyle olan karaciğer yağlanması da spirulina ile beslenme sonucunda azaltıldığı fareler üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda saptanmıştır⁽⁶⁾.

Çin'de bir hastanede 2-6 yaşlarında ve beslenme bozukluğu, gece terlemesi, ishal ve kabızlık sorunları olan 26 çocuk 1,5 g. spirulina, 12 g arpa filizi, B₁ vi-

tamini ve çinko içeren diyetle kısa sürede düzelmiş; bunun sonucunda Spirulina'nın çocuklar için sağlıklı bir gıda olduğu belirtilmiştir⁽⁷⁾.

Birçok ülkede tüm bu faydalarından dolayı Spirulina yapay olarak üretilmeye başlanmış olup; bunun üretimi konusunda konuda birçok eser bulunmaktadır^(8,9,10,11,12).

Spirulina'nın radyasyon hastalığı olan çocuklarda faydalı sağlık etkileri gösterdiği bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada günde 5 gram yedirildiğinde ürüne radyoaktivitesi seviyesini 20 günde %50 azalttığı gözlenmiştir⁽¹³⁾.



Şekil XIII.1: Spirulina'nın mikroskopik görüntüsü⁽¹⁴⁾.

XIII.1.1.1. SPİRULİNA'NIN BESİN DEĞERİ

Spirulina diğer protein kaynaklarına oranla çok yüksek bir protein değerine sahiptir. Tablo XIII.1'de Spirulina ve diğer protein kaynaklarının su ve protein içerikleri görülmektedir.

Tablo XIII.1. Spirulina ve diğer protein kaynaklarının protein içerikleri⁽¹⁵⁾

Protein Kaynağı	Protein %
Spirulina	60-70
Sığır Eti	17.4
Tavuk Eti	19
Sardalya	20.6
Koyun Sütü	5.6
İnek Sütü	3.2
Yumurta	12.8
Soya	36.7

Spirulina'nın ayrıca vitaminler açısından da çok zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir. Tablo XIII.2'de Spirulina'nın vitamin içeriği görülmektedir.

Tablo XIII.2. Spirulina'nın vitamin içeriği⁽¹⁵⁾.

Vitamin	İçerik (mg/kg)
B-Karoten(provitamin A)	170
Siyanokobalamin (B12)	1.6
d-Ca-pantotenat	11
Folik Asit	0.5
İnositol	350
Niasin (B3)	118
Piridoksin (B6)	3
Tiamin (B1)	55
Tokoferol (E)	190

Spirulina dışındaki mikro alglerden olan *Chlorella*, *Dunaliella*, *Scenedesmus* ve *Cyanobacteria*'ların da besleyici değerinin yüksek olduğu; lipit, protein, klorofil, karotinoid, vitamin ve mineraller açısından önemli birer kaynak oluşturdıkları bilinmektedir ⁽¹⁶⁾. Bir çalışmada iki kırmızı (*Hypnea charoides* ve *Hypnea japonica*) ve bir yeşil (*Ulva lactuca*) deniz yosunundan protein konsantreleri yapılmış olup; bunların esansiyel aminoasitlerce zengin oldukları görülmüştür. Bu deniz yosunları özellikle löysin, valin ve treonin içerikleri açısından zengin; sistein açısından fakirdirler. Deniz yosunlarından

elde edilen protein konsantrelerinin sindirilebilirlik ve ekstrakte edilebilirlik açısından iyi durumda oldukları da bilinmektedir⁽¹⁷⁾.

Yeşil algler insan tüketimi için birçok değerli maddeyi içermektedir. Bu nedenle dünyada gıdaya karşı giderek artmakta olan ihtiyaç sorununa bir çözüm getirebilir. Bu algler aynı zamanda uzay yolculukları için de iyi bir oksijen ve gıda kaynağı olabilirler. Ancak, besin maddesi olarak uygun özelliklerinin yanında algler insan gıdası olarak fazlaca kabul görmemektedir. Bu durum, insanların bunu tat, koku ve görüntü açısından çok fazla tercih etmemesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca yeşil alglerin uzun süre depolandığında acılaşma eğilimi de vardır. Yeşil alglerin çeşitli gıda meddeleriyle birlikte kullanımı sonucunda gıdaya koyu yeşil bir renk verdiği; ayrıca çok fazla hidroscopik özellik gösterdiğinden alg içeren pişmiş son ürünün dokusunun zayıf olduğu bilinmektedir. Daha beğenilir bir görüntü sağlamak amacıyla alglerin kimyasal olarak ağartılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, bunun için kullanılan kimyasalların algin besin değerini azaltan etkileri bulunmaktadır. Ayrıca kimyasal olarak ağartılmış alglerin yağları acılaştırmasından dolayı insan tüketimi için uygun olmadığı da bilinmektedir. Ağartmada kimyasal olmayan yollar kullanıldığında ise ağartma işlemi kalıcı olmamakta ve kimi zaman da algde zayıf besin değeri ve kısa raf ömrü ile sonuçlanan selüler dokunun parçalanmasına neden olmaktadır⁽¹⁸⁾.

Tüm bunlara karşın batı ülkelerinde deniz yosunlarının gıda olarak değerlendirilmesi son yıllarda artış göstermekteyse de şimdilik daha çok yosunlardan elde edilen ve jelatan olarak adlandırılan karragen, alginat, agar agar gibi maddeler kullanılmakta olup, bu maddeler jelleştirici, yoğunlaştırıcı veya süspansiyon haline getirici olarak pasta, reçel, marmelat, dondurma yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca bunların sucuk ve sosis kılıflarının yapımında kullanıldığı da bilinmektedir. Bu amaçla *Gelidium*, *Gigartina*, *Phyllophyra*, *Gracilaria*, *Pterocladia*, *Hypnea*, *Cystoseria*, *Sargassum* adlı yosunlar kullanılabilmekte olup, bu türler Türk sularının birçok kesiminde bulunmaktadır. Makroskopik deniz yosunlarının çoğu yenilebilir niteliktedirler. Bunlardan salata, çorba, çeşitli soslar, yemek, çay yapılabilir. Kırmızı deniz alglerinin karbonhidrat, protein ve yağ asitlerinden oluştuğu ve birçok aminoasidi içerdikleri bilinmektedir. Türk sularında bu amaçlarla kullanılacak *Ulva*, *Porphyra*, *Gelidium*, *Rhodomenia*, *Laurencia*, *Polysiphonia* gibi birçok tür mevcuttur. Son yıllarda deniz yosunlarından kozmetikte de geniş ölçüde yararlanılmaktadır⁽¹⁹⁾.

Deniz yosunlarından tarımda toprağı havalandırıcı ve nem tutucu olması, azot yönünden zengin oluşu ve iz elementleri, potasyum, fosforik asit gibi maddeleri içermesi nedeniyle gübre olarak ta faydalanılmaktadır. Bunun içinde yabancı tohum veya larvalar da bulunmadığından zararlılar

yönünden avantajlı bir gübredir. Eriyik olarak bitkilerin yapraklarından da verilebilmektedir. *Cystoseria*, *Enteromorpha*, *Ulva* gibi türler bu amaçla kullanılmaktadır. Biyogübre çalışmalarında kullanılan mavi-yeşil algler, havadaki serbest azotu bağlayarak inorganik azota indirgemekte ve böylece petrol kullanımı yerine azot tesbiti yapan genlerin bitkilere aktararak bu bitkilerin azot gereksinimini kendilerinin karşılaması sağlanabilmektedir. Endüstride fosilleşmiş deniz bitkilerinden de faydalanılmaktadır. Fosil diatomelerin silisli kabukları öğütülüp toz haline getirildikten sonra dinamit yapımında, metal parlatılmasında, termik izolatörlerde kullanılmaktadır. Tıpta böbrek ağrısı, mide ağrıları gibi sancıların giderilmesinde, guatr, dizanteri gibi hastalıklarda, ağır metal zehirlenmelerine, ateş düşürmede cilt tedavisi ve damar tıkanıklıklarının giderilmesinde, kan dolaşımının düzenlenmesinde, kilo vermede, kolesterol düşürmede de yosunlardan faydalanılmaktadır. Bazı yosun türlerinin bağışıklık sistemini güçlendirici etkisinin olduğu da bilinmektedir. Midede sindirime uğramadan bağırsakta etkili olması istenen ilaçların kapsülleri-nin yapımında kullanılmaktadırlar⁽¹⁹⁾. Alglerden ayrıca bitkilere zarar veren böcekler için kullanılan tarım ilaçlarına katılarak ta yararlanılmaktadır. *Scenedesmus*'da %12-40; *Chlorella*'da % 14-22, *Botryococcus*'ta ise %90'a varan düzeyde lipit bulunduğu göz önüne alındığında mikroorganizmaların lipitlerinden enerji elde edilmesi fikri son yıllarda popülerlik kazanmaktadır. Özellikle *Botryococcus*'un yüksek lipit içeriği sayesinde dizel yakıtların yerine enerji kaynağı olarak kullanılması üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Alglerin diğer bir kullanım alanı da atıkların giderilmesi konusundadır. Atıkların bulunduğu bir havuza farklı bir ortamda geliştirilmiş olan alg kültürü aşılandığında ortamdaki pis su algin gelişimini için azot ve fosfor sağlarken bakterilerin parçaladığı organik maddeler algin faydalanabileceği küçük yapıtaşlarına dönüşmekte ev çevre kirliliği ortadan kalkmış olmaktadır.

Chlorella'nın kolon kanseri riskini düşürdüğü, karaciğer üzerinde etkili olduğu, özellikle *Scenedesmus* ile birlikte yenildiğinde bağırsakta elimine edilen atık miktarını artırdığı bilinmektedir. *Chlorella* ayrıca cilt, böbrek , akciğer ve bronş rahatsızlıklarını iyileştirici etki göstermekte; kandaki düşük şeker düzeyi-ni normale getirerek şeker hastalarının iyileşmesine yardım etmektedir. Yara iyileştirici özelliği sayesinde ülser tedavisinde kullanılmaktadır. Bağışıklık sis-temini güçlendirerek nezle, soğuk algınlığı, gibi hastalıklarda iyileştirici nitelik taşımaktadır.

Dunaliella sp. 'nın A vitaminin ön maddesi olan β -karotenin üreticisi olduğu bilinmektedir. *Haematococcus* sp. İse özellikle Alzheimer ve Parkinson hasta-

lıklarının, omurilik zedelenmelerinin, sinir sistemi ve retinanın iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. *Scenedesmus* sp. ise kadın hastalıkları, varis, ülser, çıban gibi rahatsızlıkların tedavisinde başarılı sonuçlar vermektedir⁽²⁰⁾. Özellikle kırmızı ve esmer yosunlardan birçok değişik ürün elde edilmektedir.

XIII.1.2. DENİZ YOSUNLARINDAN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER

XIII.1.2.1. AGAR AGAR

Kırmızı deniz yosunlarından elde edilmekte olan bu ürün kaynatıldığında akıcı hale, soğuyunca ise jöle haline geçmektedir. Kullanım alanı çok geniş olan bu üründen mobilyacılıkta yapıştırıcı, dericilikte sağlamlık ve parlaklık verici, film endüstrisinde jelatini inceltici ve sıcaklığa karşı olan direncini artırıcı olarak yararlanıldığı gibi ayrıca mikrobiyoloji laboratuvarlarında kullanılan besiyerlerinin yapımında da faydalanılmaktadır. Dişçilikte kalıp almada, diş macunlarında, baskı işlemlerinde de kullanılan agar agar; *Gelidium*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Pterocladia*, *Phyllophora* gibi türlerden yapılmaktadır⁽¹⁹⁾.

XIII.1.2.1.1. Agar Agar Üretimi

A) Doğal yolla üretim: Bu şekilde üretim yapılmak istendiğinde üretim yapılacak yerdeki sıcaklığın düşük olması gerekmektedir. Hafif rüzgar esmeli, yağış olmamalıdır. Kullanılacak olan suyun yumuşak olmasına dikkat edilmelidir. Doğal yolla üretimde şerit şeklinde ya da kare biçiminde agar üretilmesi mümkün olup; her iki şekildeki agarın üretimi de birbirine benzerlik göstermektedir. Doğal yolla agar üretimi şekil XIII.2'de görülmektedir⁽²¹⁾.

Yosun yıkandıktan sonra su kaynatılmakta ve kaynamakta olan suya yosunlar atılarak kaynatma işlemi yapılmaktadır. Bunun için sert özellikteki yosunların önce; (*Gelidium* gibi) yumuşaklarınsa (*Gracilaria*, *Cearmium* gibi) daha sonra kazana atılmasına dikkat edilmelidir. Daha sonra sülfürik asit (180 L içerisine 0,2 L) eklenmekte ve pişirmeye devam edilmektedir. Daha sonra süzme işlemi gerçekleştirilmekte ve süzülen kısım kalıplara dökülerek katılaştırılmaktadır. Daha sonra kare veya şeritler halinde kesilen agarlar serilip kurutulduktan sonra paketlenerek satışa sunulmaktadır⁽²¹⁾.

B) Endüstriyel üretim: Endüstriyel agar üretiminde dondurarak ve basınçla olmak üzere başlıca iki metot vardır.

Dondurarak agar üretimi: Tüm yosun tiplerine uygulanabilmektedir. Yosunlar yıkandıktan sonra isteğe bağlı olarak güneşe serilerek ağartılmaktadır. Sonraki aşamalar çok hassas yapılacaksa ağartma şart değildir. Ancak çok saf agar agar elde edilmek isteniyorsa mutlaka ağartmanın yapılması

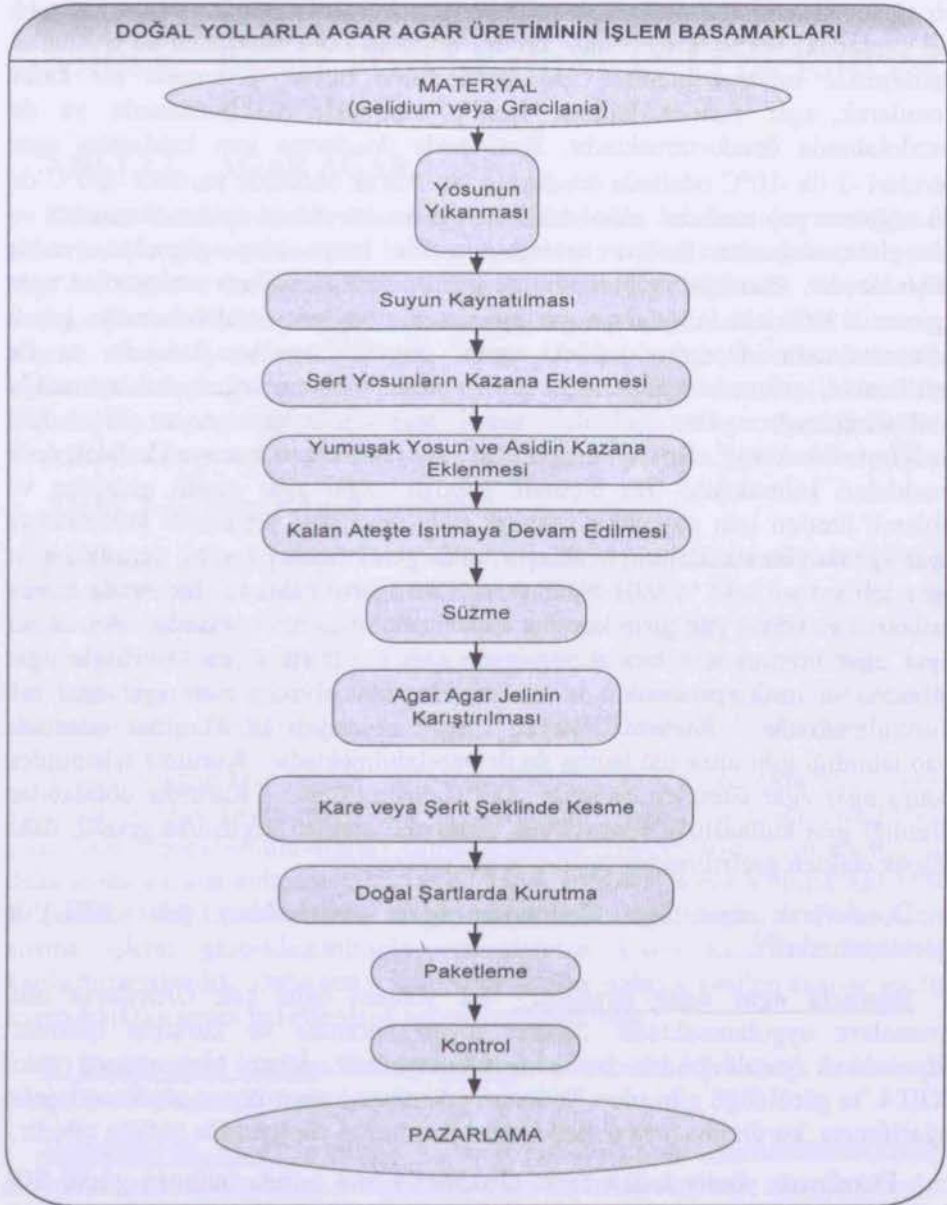
gerekmektedir. Daha sonra yosunun içerdği sert kabuk nedeniyle 2-3 atm.'de çalışan basınçlı ekstraksiyon sisteminde 110-130°C sıcaklıkta ekstraksiyon yapılmaktadır. Ekstraksiyon cihazında yapılan kaba süzmeden sonra basınçlı bir süzme sistemi kullanılarak son süzme gerçekleştirilmektedir. Daha sonra 15 cm çapındaki borulara agar agar eriyiği dökülüp boru üzerinden su akıtılarak katılaşması sağlanmaktadır. Boruların altına büyük gözenekli bir kafes konularak agar şeritler halinde kesilip alınmakta ve buzhanede ya da buzdolabında dondurulmaktadır. Buzhanede dondurma için katılaşmış agar şeritleri -2 ila -10°C odalarda dondurulurlar. Ancak öncelikle mutlaka -2/0°C'de ön soğutma yapılmalıdır. Aksi takdirde agarın üst yüzeyi aniden donmakta ve altı donmadığından eritme aşamasında bir kısmı akıp gitmekte, verim düşmektedir. Buzdolabında dondurma yapılacaksa buzluklara yerleştirilen agar agarlar -15°C'deki salamuraya yerleştirilmekte böylece ön dondurmaya gerek kalmamaktadır. Donmuş haldeki agar meyilli masalar üzerinde su ile eritilmekte, eritmede kullanılan su bir tankla toplanıp tekrar katılaştırmada kullanılmaktadır. Bu şekilde agar agar jelinden suyun % 75'i uzaklaştırılmaktadır. Bu durumdaki agar agar jelinde katılaşmayan kolalar, renk maddeleri kalmaktadır. Bu biçimde yapılan agar agar çeşitli gıdaların ve kolanın üretimi için uygundur. Ancak tıpta veya besi yerlerinde kullanılacak agar agardan bu maddelerin uzaklaştırılması gerekmekte olup, bu durumda agar agar jeli saf su veya % 0.01 NaCl eriyiği ile ağartılmaktadır. Bu sırada büyük miktarda su tekrar jele girip kuruma kapasitesini düşürebilmektedir. Ancak saf agar agar üretimi için bunun yapılması şarttır. Daha sonra santifrüjle agar jelinden su uzaklaştırılmakta ve bu şekilde suyu alınmış olan agar agar jeli kurutulmaktadır. Kurutma işlemi tepsilere yayılarak kurutma odasında yapılabilirdiği gibi ultra red lamba ile de yapılabilir. Kurutma işleminden sonra agar agar istenilen biçimde şekillendirilmektedir. Kurutma dolabından alındığı gibi kullanılırsa şerit, büyük gözenekli elekten geçirilirse granül, daha küçük elekten geçirilirse toz agar elde edilmektedir⁽²¹⁾.

Dondurarak agar agar üretiminin işlem basamakları şekil XIII.3'de görülmektedir⁽²¹⁾.

Basınçla agar agar üretimi: Bu yöntem daha çok *Gracilaria* türü yosunlara uygulanmaktadır. Jelden suyun alınması ve kurutma işlemleri kurutularak yapıldığından bu isim verilmektedir. İşlem akış şeması şekil XIII.4.'te görüldüğü gibi olup, yosunun yıkanması, ağartılması, süzülmesi, jelin ağartılması, kurutulması ve paketlenmesi dondurma yönteminde olduğu gibidir.

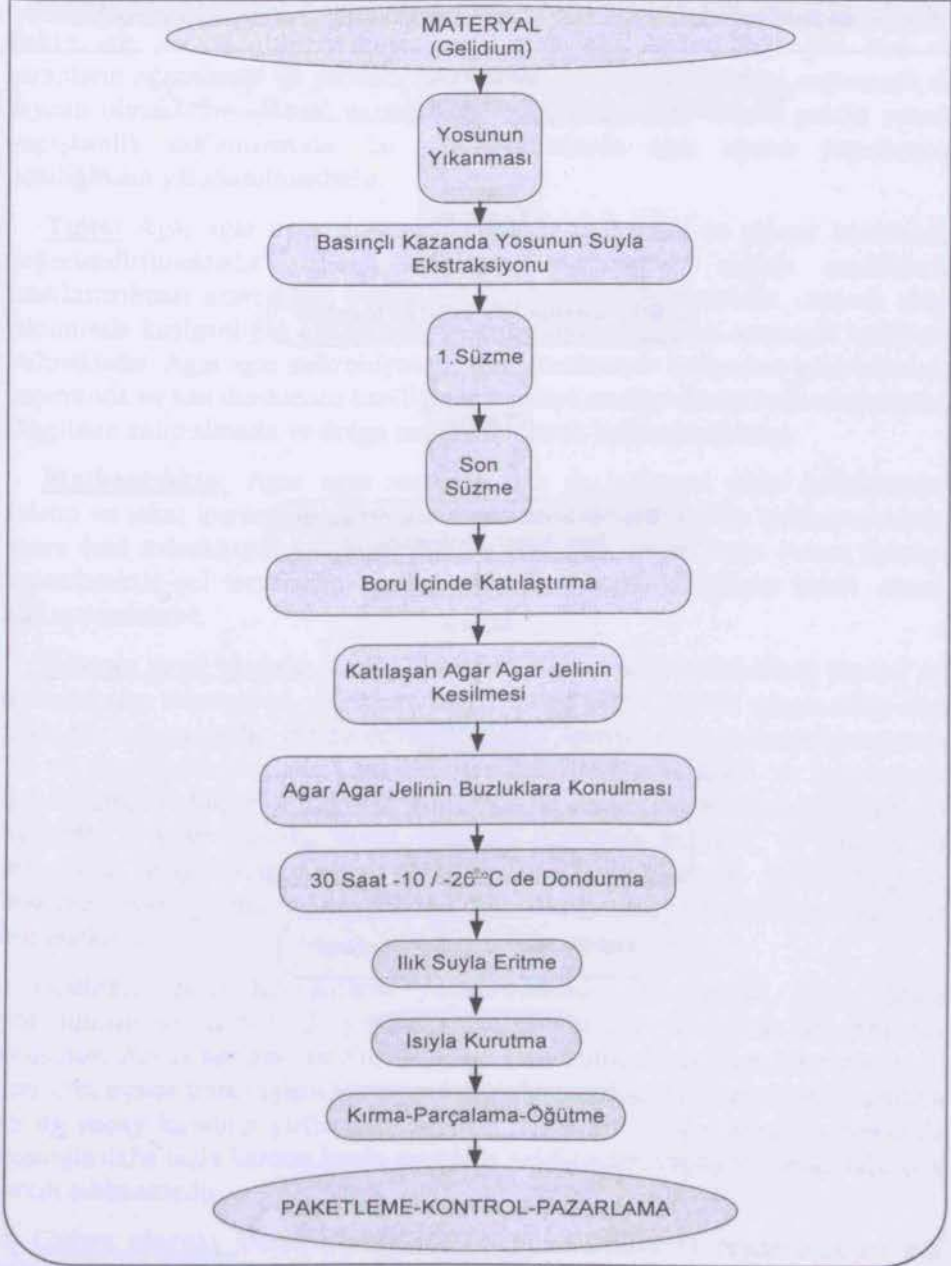
Dondurma yönteminden farkı *Gracilaria* 'nın içinde bulunan güçlü SO₃ köklerinin uzaklaştırılması için NaOH ile muamele edilmesi, ve daha sonra basınç uygulanmasıdır. Yosun NaOH ile muamele edildikten sonra yıkanmakta,

daha sonra bu eriyik konveyör tipi katılaştırıcıda katılaştırılmaktadır. Daha sonra basınç (presleme) uygulanarak fazla su alınmakta, basınçlı kurutucu ile suyun geri kalan büyük bir bölümü uzaklaştırılmaktadır⁽²¹⁾.



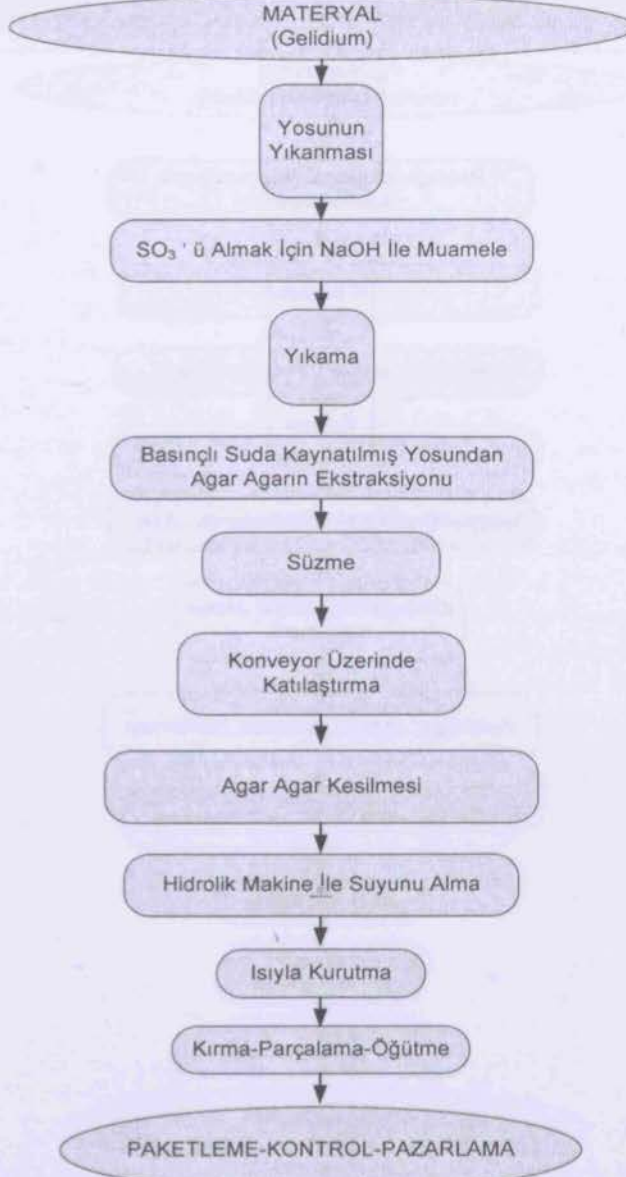
Şekil XIII.2: Doğal yolla agar üretimi ⁽²¹⁾.

DONDURARAK AGAR AGAR ÜRETİMİNİN İŞLEM BASAMAKLARI



Şekil XIII.3: Dondurarak agar agar üretimi ⁽²¹⁾.

BASINÇ METODUYLA AGAR AGAR ÜRETİMİNİN İŞLEM BASAMAKLARI



Şekil XIII.4: Basınç metoduyla agar agar üretimi ⁽²¹⁾.

XIII.1.2.1.2. Agar Agarın Sanayide Kullanıldığı Yerler

Gıda maddesi üretiminde: Agar agar et muhafazasında, şeker sanayinde, kahve jeli, meyva jeli ve kayısı jeli imalatında kullanıldığı gibi bira ve şarapların ağartılması ve yabancı maddelerin katılaşp çökmesini sağlamada da faydalı olmaktadır. Reçel ve marmelat yapımında kimi zaman pektin yeterli yapışkanlık sağlamamakta, bu gibi durumlarda agar agarın yapışkanlık özelliğinden yararlanılmaktadır.

Tıpta: Agar agar tıpta şişmanlık tedavisinde, bandaj ve plaster imalatında değerlendirilmektedir. Eski tarihlerde organlardaki zehirli maddelerin uzaklaştırılması amaçlı ilaç olarak kullanıldığı da bilinmektedir. Ayrıca oblat yapımında kırılğanlığın azaltılması ve elastikiyet verilmesi amacıyla kullanım bulmaktadır. Agar agar mikrobiyoloji laboratuarlarında kullanılan besiyerlerinin yapımında ve kan durdurucu özelliğinden dolayı ameliyatlarda kullanılmaktadır. Dişçilikte kalıp almada ve dolgu materyali olarak kullanılmaktadır.

Matbaacılıkta: Agar agar matbaacılıkta da kullanım alanı bulmaktadır. Jelatin ve şeker içeren agar agar düz bir metal üzerine dökülüp katılaştırıldıktan sonra özel mürekkeple yazılmış yazı ve resimleri içeren kağıt bunun üzerine kapatılmakta; jel tarafından emilen mürekkep yazı ve basma kalıbı olarak kullanılmaktadır.

Hayvan yemi olarak: Deniz yosunları hayvanların gelişiminde önemli rol oynayan tüm mineralleri, gelişme faktörlerini ve güçlü laksatif etkiye sahip olan fukoidini içermektedir. İneklerde deniz yosunu içeren yemle besleme sonucunda süt ve tereyağı üretiminde önemli miktarda artış sağlanmakta ve hayvanların daha sağlıklı oldukları gözlenmektedir. Ayrıca yemlerine deniz yosunu eklenen hayvanların yavru sayısı, yavru gelişimi, doğumda kolaylık, et kalitesi ve lezzetinde artış olduğu bilinmekle birlikte aşırı miktarda kullanıldığında büyüme yavaşlığı, mineral dengesizliği gibi istenmeyen etkiler gösterebildiği de bilinmektedir.

Özellikle evcil hayvanların yemlenmesinde kullanılmak üzere deniz yosunundan un üretimi de yaygın olup; bunun için daha çok *Ascophyllum nodosum*, *Focus serratus* ve *Focus vesiculosus* kullanılmaktadır. Deniz yosunu unu üretiminde temel işlem yosunun kurutulması olup; bu işlem doğal kurutma ya da yapay kurutma şartlarında yapılabilmektedir. Doğal kurutma sırasında yosunda daha fazla karotin kaybı meydana geldiğinden yapay kurutma daha çok tercih edilmektedir.

Gübre olarak: Deniz yosunlarından gübre olarak ta faydalanılması söz konusu olmakla birlikte yapay gübre üretiminin artışı ve potasyum, fosfor ve azotlu gübrelerin çok ucuz olması nedeniyle pek popüler olmamıştır⁽²¹⁾.

XIII.1.2.2. KARAGİNİN

Yapıca araga benzerlik göstermekte olan bu madde kırmızı deniz yosunlarından elde edilmekte olup, *Gigartina* adlı yosun denizlerimizde bulunmaktadır⁽¹⁹⁾.

Karaginin üretim teknolojisi şekil XIII.5'te görülmektedir⁽²¹⁾.

Karaginin sıcaklığı düştüğünde jel haline dönüşmekte; ısıtıldığında ise jelleşme hemen kaybolmaktadır. Karaginin, sos, salça, şurup, kozmetik ve ilaç yapımında yapışkanlık ve yayılma özelliğini artırıcı olarak; yoğurt, muhallebi, kutulanmış jelatin, reçel ve marmelat imalatında jelatinleşen ürünlerin kalitesinin artırılması amacıyla ve sütlü ürünler ile diş macunlarının yapımında kullanılmaktadır⁽²¹⁾.

XIII.1.2.3. ALGİNİK ASİT

Alginik asidin elde edilmesi için kahve renkli deniz yosunları yıkanıp kurutulmakta, daha sonra alkali çözeltiler içinde 40-50°C 'de bekletilerek fibrillerin ve proteinlerin çökmesi sağlanmaktadır. Bu işlem sırasında alginik asit çözeltiye geçmekte, çözeltinin pH'ı hidroklorik asit ve sülfürik asit kullanılarak üçe düşürülmektedir. Bu durumda sadece alginik asit çökmekte ve bu çökelek ayrılıp tekrar alkali eklenerek çözünmektedir. Asit eklenerek çöktürme ve alkali ilavesiyle çözünme birkaç kez daha tekrarlanmakta, böylece alginik asit saflaştırılmaktadır. Elde edilen ürün toz haline getirilerek kullanılmaktadır. Alginik asidin çok geniş bir kullanım alanı vardır. Suya sertlik veren kalsiyum ve magnezyum iyonlarını tutarak suyun sertliğinin giderilmesinde kullanılabildiği gibi; selüloit filmin hammaddesidir ve dişçilikte kalıp malzemesi olarak kullanılmaktadır. Alginik asidin demir tuzu kanı pıhtılaştırmakta ve demir eksikliğinden kaynaklanan hastalıklara karşı ilaç yapımında önemli bir maddeyi teşkil etmektedir. Alginik asitin çözünebilen tuz çözeltilerinin viskozitesi yüksek olduğundan dondurma gibi besinlerin kıvamının artırılmasında değerlendirilmektedir. Ayrıca tekstil kolası imalatında da kullanılmaktadır. Tekstil kolası kağıt üzerine sürüldüğünde onu dayanıklı kılmakta ve kolalanmış maddeler seyreltik asit ve metal tuzları çözeltilerinde bekletildiğinde su geçirmez özellik kazanmaktadır. Ayrıca alginik asidin metal tuzları suda çözünmediğinden kurutulan metal tuzları ince ve su geçirmez bir film haline dönüşmekte ve bu da su geçirmez madde olarak değerlendirilmektedir. Kurutulmuş kahve renkli deniz yosununun yaklaşık olarak % 20'sini alginik asit oluşturmaktadır⁽²²⁾.

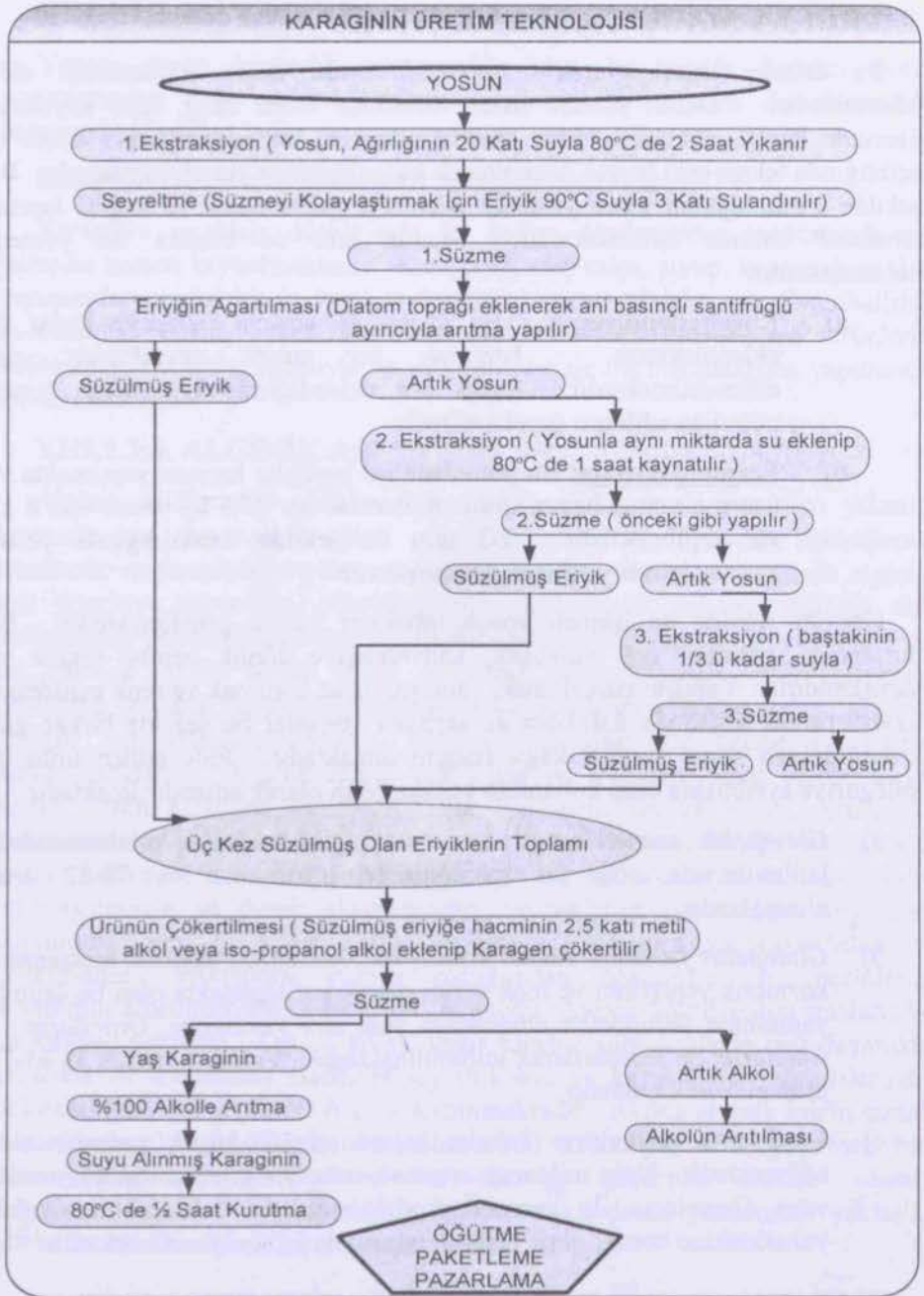
XIII.1.2.4. MACUN, KOLA VE ÇİRİŞ

Bu ürünler temel olarak *Gloiopeltis* adlı deniz yosunundan elde edilmektedir. Deniz yosunu hasat edildikten sonra hasır veya kayaların üzerinde kurutulmaktadır. Elde sıkıldığında nem hissedilmeyecek, ancak el açıldığında tekrar eski haline dönebilecek kadar kurutma yeterli olmaktadır. Bu şekilde kurutulduktan sonra yosunlar işletmeye getirilmekte ve kağıda benzer tabakalar halinde işlenmektedir. Bunun için de başlıca iki yöntem bulunmaktadır:

- a) **Rutubetlendirerek:** Bu yöntemde yosuna şişinceye kadar su eklenmektedir. İstenirse bu sırada seyreltilmiş asit eklenebilmektedir. Ancak asit eklendiğinde daha sonra bunun nötrale edilmesi gerekmektedir.
- b) **Fermentasyonla:** Bu yöntemde ise yosunlar harman yapılmakta ve üzerine saman hasırı örtülerek üzerine her 37,5 kg yosun için 8 kg su serpilmektedir. 2-3 gün bu şekilde bırakıldığında yosun yumuşamakta ve fermente olmaktadır.

Her iki şekilde de işlenen yosun tabakalar haline getirilmektedir. Bu durumdaki yosunlar çok yumuşak, kahverengiye dönük pembe renkte ve yapışkandırlar. Yapısını parçalamak, yapışkanlığını korumak ve renk maddesini uzaklaştırmak amacıyla defalarca su serpilen yosunlar bu şekilde birkaç gün kurutulduktan sonra sarımsı kağıt rengini almaktadır. Elde edilen ürün üç kategoriye ayrılmakta olup kullanılan yosuna bağlı olarak adlandırılmaktadır.

- a) ***Gloiopeltis temaksim***: İpek sanayinde tekstilin kolalanmasında kullanılmakta olup en iyi kalitedeki yosundan % 78-82 ürün alınmaktadır.
- b) ***Gloiopeltis furcata***: Tekstil kolası, ilaç, yıkamada ağartma malzemesi, kozmetik yapıştırıcı ve renk verici olarak kullanılmakta olan bu ürünün yapımında *Gloiopeltis furcata*'nın yanı sıra *Veranium*, *Gracilaria* ve *Chondrus* da karıştırılarak kullanılmaktadır. Yaklaşık olarak % 65-72 ürün elde edilmektedir.
- c) ***Gloiopeltis parçaları***: Tabaka halinde değil, küçük parçalar elde edilmektedir. Ürün miktarını artırmak amacıyla kimi zaman *Ceramium* veya *Gracilaria* ile karışım yapılabilmektedir. Kullanım alanları yukarıdakine benzer olup % 68-75 arasın da ürün elde edilmektedir⁽²¹⁾.



Şekil XIII.5: Karaginin üretim teknolojisi ⁽²¹⁾

XIII. 1.2.5. ALGLERİN YEM OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde rasyona esmer deniz yosunu katılmasının başarılı sonuç verdiği bilinmektedir. Deniz yosunları; zengin bir mineral ve iz element kaynağı olarak hayvan yemlerinde kullanılmakta ve aynı zamanda balık yemlerinin hazırlanmasında da tercih edilebilmektedir. Balıklarda rasyona mineral karma yerine esmer deniz yosunu katılmasının canlı ağırlık artışı sağladığı, yem değerlendirme sayısı, kondüsyon faktörü, dalak büyüklüğü ve sindirim organları oranı değerlerini değiştirmedeği saptanmış olup; bu durum esmer deniz yosununun alışılmış olan mineral karma yerine başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca yeme esmer deniz yosunu katılması balık eti ve karaciğerinin kimyasal kompozisyonunu etkilememekte; bununla birlikte balıkların karaciğerleri daha küçük olmaktadır. Yemde esmer deniz yosunu kullanılması omurgada kalsiyum birikiminin azalmasına ve demir miktarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle balık unu içermeyen ya da çok az miktarda içeren karma yemlerde mineral karma yerine esmer deniz yosunu katılmasının başarılı sonuçla verdiği bilinmekte olup, bu konu üzerinde çalışılması gerekmektedir⁽²³⁾.

XIII.1.2.6. ALGLERİN OKSİJEN KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASI

Fotosentez, klorofilli bitkilerin CO₂ ve suyu kullanarak ışık ve uygun sıcaklık altında gerçekleştirildiği bir işlem olup; bu işlemin ürünü oksijendir. Özellikle uzay yolculuklarında aylar ve hatta yıllar süren seyahatler sırasında ortamdaki CO₂ 'nin uzaklaştırılıp, O₂ 'nin ilave edilmesi büyük önem kazanmaktadır. Alglar gelişimleri sırasında fotosentez yapan mikroorganizmalardır. Bunların etkin gelişimleri ve laboratuvar koşullarına kolayca adapte olmaları büyük avantaj teşkil etmektedir. Bu nedenle uzay yolculuklarında oksijen sağlanması konusundaki sorunlara çözüm sunabilecek özelliktedir. Ancak bunun anlamlı olması için kullanılacak olan aletlerin kimyasal sistemli aletlerden daha kompakt ve daha hafif olması gerekmektedir. Yaklaşık 2.3 kg ağırlığındaki algin bir kişinin oksijen ihtiyacını karşıladığı tespit edilmiştir. Algin gelişmesi için ortamda su ve besin maddesi de olması gerekmektedir. Alg içinde bulunduğu çözeltinin (kültür) ancak %1'ini oluşturacak düzeyde bulunmalıdır. Aksi halde daha yoğun bir kültürde ışık tüm hücrelere ulaşamamaktadır⁽¹⁸⁾.

XIII.1.2.7. ALGLERDEN İZOTOPLARIN ELDE EDİLMESİ

Bu işlemdeki başlıca reaksiyon fotosentezle basit CO₂ 'nin komplike moleküllere dönüşümüdür. İşlem, organizmaların yaşayan dokularının yardımıyla yapılmaktadır. Bu anlamda karışımdaki daha küçük bir karbon atomu halinde bulunan karbon-12'den daha ağır karbon izotopları olan karbon-13 ve 14'ün elde edilmesi mümkündür.

Radyoaktif ya da sabit izotopların inorganik formlarının daha kullanışlı olan organik bileşiklere dönüştürülmesi için canlı hücrelerin kullanılması sıra dışı bir olay değildir. Bitki ve bitki kısımları, mikroskobik yeşil alg *Chlorella*, *Thiobacillus thiooxidans* gibi sülfür bakterileri, mayalar ve diğer organizmalar bu amaçla kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan tüm organizmaların belli bazı dezavantajları vardır. Örneğin bitkiler ve hayvanlar gibi yüksek organizmalar şiddetli şekilde radyasyon hasarına uğrar ve böylece sadece çok düşük seviyedeki karbon -14 izotopuyla kullanılabilirler. Sülfür bakterileri gibi organizmaların CO₂ ile doğrudan birleşebilme gibi bir avantajı olmasına karşın, bunların gelişmesi yavaş olmakta ve bu onlarda radyasyona bağlı oluşan hasar riskini artırmaktadır. Diğer birçok mikroorganizma da glukoz ya da asetat gibi organik formda bir izotopik karbona ihtiyaç duyarlar. Ancak bu pahalı ve zahmetlidir. Mikroskobik bir alg olan *Chlorella* sınıflandırılmış bileşiklerin, özellikle de karbon-14'ün üretiminde en sık olarak kullanılan organizmadır⁽¹⁸⁾.

XIII.1.2.8. ALGLERDEN KAROTENOİD PİGMENTİNİN ELDE EDİLMESİ

Alglerden pigment maddesi elde etmek için birtakım metotlar vardır. Bu metotlardan birine göre *Chlorophyta*'lardan sulu organik ortamda azot kaynağı olarak üretilen β -karoten ve ksantofil üretilmesi mümkündür. β -karoten ve ksantofil kümes hayvanlarının pigmentasyonu, gıda boyası için organik pigment sağlanması gibi işlemler için kullanılmaktadır. Ancak, üretim için uzun zamana gerek duyulması, ve elde edilen ürün miktarının düşük olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. İşlem tercihen 20-25 °C arasında yapılmakla beraber; 10-40°C arasındaki derecelerde de başarılı sonuç alınmaktadır. pH kritik bir faktör olmayıp; başlangıçtaki pH derecesine göre 5.8 kadar düşük yada 9.0 kadar yüksek olabilme, ancak 6.6-6.8 optimum kabul edilmektedir. β -karoten ve ksantofil üretimi için gerekli olan süre 5-15 gün kadardır. İşlemin heterotrof koşullarda yapılması tercih edilmekte; ancak havalandırma ve çalkalama uygulanması tavsiye edilmektedir. Fazla miktarda aydınlığa bu işlemde ihtiyaç olmayıp; kaliteli karotenoid ışıksız ortamda sağlanmaktadır.

β -karoten ve ksantofil gibi maddelerin yanı sıra; bir galon alg kültüründen yaklaşık 1 g lutein elde edilebildiği bilinmektedir. Lutein düşük toksisiteli ve

yüksek pigment değerine sahip olup, tavuk eti, yumurta ve diğer gıda ürünleri gibi maddelerin renklendirilmesinde kullanılan bir maddedir. Karotenoidlerin üretiminde *Chlorella pyrenoidosa* yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun elde edilmesi için yapılan işlem diğeri gibidir ve ışıksız ortam sağlanması; çeşitli organizmalarla kontaminasyonunun engellenmesi gerekmektedir. Bu yöntemin başarısı için işlemde kullanılan algin üretildiği besleyici ortamın bileşimi önem taşımaktadır. Yüksek lutein verimi için besleyici ortamda belli bazı maddelerin bulunması gerekmektedir. Gerekli olan bu maddeler içerisinde bir karbonhidrat kaynağı; yaklaşık olarak 5-40 mg/L düzeyinde (tercihen 30 mg/l) B vitamini, üre, amonyum nitrat veya klorid, karbonat,asetat ya da benzer bir azot kaynağı, suda çözülebilir organik veya inorganik tuz formunda potasyum ve magnezyum, suda çözülebilir bir fosfat bulunmalıdır. Bunlar gerekli olan maddeler olup; bir de tavsiye edilen ancak besleyici ortamda bulunması esansiyel olmayan maddeler vardır. Bunlar bir amino asit kaynağı, metanol veya etanol (tercihen besleyici ortamın % 0.2-0.3'ü kadar) sodyum-potasyum-kalsiyum veya magnezyum asetat gibi bir asetat tuzu, mangan, çinko, demir gibi bir metal, ayırıcı ajan olarak etilendiaminetetraasetikasit ve fumarik asittir. Besleyici ortamın pH derecesi 4.0-8.8 arasında değişmekte; ancak 5.8-8.5 arasında olması tavsiye edilmektedir. İşlem yukarıda anlatılan besleyici ortam içinde 30-42°C arasında *Chlorella pyrenoidosa*'nın kültür edilmesi şeklinde yürütülmektedir. Fermentasyon karanlıkta yürütülmekte ve inkübasyon süresi 2-8 gün (en ideali 3-5 gün) kadar sürmektedir. Kültürün inkübasyon süresince çalkalanması tavsiye edilmektedir. Bu işlem sayesinde alg hücreleri üretilmekte ve daha sonra örneğin santifrüj ve sonrasında yapılan bir sprey-kurutma yöntemiyle hücrelerdeki kalan suyun alınması yöntemiyle elde edilen kültür kuru katı bir toz haline getirilmektedir. Kurutulmuş olan bu hücreler kuyu yeşil renkte susuz bir toz haline gelmektedir. Bunlar hoş bir sebze çorbası kokusuna ve tuzlu-baharatlı bir tada sahip olup doğrudan gıdaya katılabilmektedirler. Bunların yüksek besin değerinin yanı sıra renklendirici ajan olarak ta kullanım avantajları bulunmaktadır. Kurutulmuş hücrelerin etanol, aseton, petrol eter gibi bir yağ çözücü ile ekstrakte edilmesi ve daha sonra çözücünün uçurulması ile saf lutein elde edilebilmektedir⁽¹⁸⁾.

XIII.1.2.9. ALGLERİN ANTİBİYOTİK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Sargassum natans, *Chondria littoralis* ve *Cymopolia barbata* gibi taze veya kurutulmuş alglerin etil eterle ekstraksiyonu ile antibiyotik elde edilmektedir. Elde edilen ekstrakt sarganizn kompleksi, sarganan ve sarganol diye adlandırılan antibakteriyal, antifungal ve antifoulant özellikteki maddeleri içermektedir⁽¹⁸⁾.

XIII.2. TARAKLARIN İŞLENMESİ

XIII.2.1. AYIKLAMA

Tarakların ya içi bıçakla açılıp ayıklanmakta, ya da kaynamakta olan suya 10-15 saniye daldırıldıktan sonra kabukların açılması sağlanmakta ve ayıklama kolayca gerçekleştirilmektedir. Eğer kaynar suya daldırma işlemi iyi bir şekilde kontrol edilmezse kas yüzeyi rengini kaybetmekte ve sertleşmektedir. Bu nedenle, bir çok işletmeci ayıklama için bu yöntemi tercih etmemektedir.

Kabuk ayıklamada diğer metotlar da denenmiş, ancak bunların ilk anlatılanlardan daha az etkili oldukları ve pratik olmadıkları görülmüştür. Bu metotlar arasında buhar banyoları, buhar jetleri, kasın kabuğa tutunduğu yere buhar püskürten sistemler, elektroşok uygulamaları, ultrasonik vibrasyon bulunmaktadır. İşleme öncesinde dondurulmuş olan tarakların kabukları çözüldüğünde açılmakta ve ister bıçak yardımıyla, ister sallayarak iç kısımdaki etler alınabilmektedir⁽²⁴⁾.

XIII.2.2. YIKAMA

Ayıklamadan sonra akan soğuk suda kum ve pisliklerin temizlenmesi amacıyla yıkamanın yapılması gerekmektedir⁽²⁴⁾.

XIII.2.3. KİMYASAL SIVILARA DALDIRMA

Ayıklanmış etlerin çoğu zaman kurumuş ve kahverengi bir görüntüsü olmaktadır. Kahverengilik doğal olabileceği gibi, böbrek ya da yumurtaların parçalanması veya bozulma nedeniyle de olabilmektedir. Bozulma en etkin şekilde soğuk zincirin uygulanması ve tüm aşamalarda işlemenin hızla gerçekleştirilmesiyle önlenmektedir. Aromayı kaybetme pahasına, etler bir gece buzlu suda tutularak rengin düzelmesi sağlanabilir. Asetik, sitrik yada askorbik asit içeren (5g asit/1kg su şeklinde) su, sade sudan daha etkili olmaktadır. Askorbik asidin daha pahalı olmakla beraber sitrik asit ve asetik asitten daha etkili olduğu bilinmektedir. Bazı kullanıcılar askorbik asitin soğuk depolamada ransidite değerini de düşürdüğünü ifade etmektedirler. Asit konsantrasyonu arttıkça et beyazlamakta ancak bu tat ve dokuyu da etkilediğinden tavsiye edilmemektedir. Suyu 30 dakika daldırmak et ağırlığını % 3 artırmakla beraber, bu suyun çoğu soğuk depolamada 1-2 günde kaybedilmektedir⁽²⁴⁾.

XIII.2.4. SOĞUK DEPOLAMA

Kabuklu taraklar buzda depolandığında aromalarını 4-7 günde kaybetmekte ve 9 günden sonra da kötü kokular oluşmaya başlamaktadır. Ayıklanmış olanlar ise buzda depolandığında aromalarını 2 günde kaybetmekte, 7 günde tatsızlaşmakta, ancak raf ömürleri 9 günden fazla olmaktadır⁽²⁴⁾.

XIII.2.5. DONMUŞ DEPOLAMA

Taraklar ayıklandıktan ve yıkandıktan sonra hızlı dondurmaya alınmalıdır. En uygun hava hızı 3m/sn ve hava sıcaklığı -30°C olup, ortalama donma süresi 40 mm çap ve 23 mm kalınlıktaki ürün için 20 dakika; 20 mm çap ve 23 mm kalınlıktaki ürün için 15 dakikadır. Dondurmadan sonra etler -30°C 'deki taze tatlı suyla glaze edilmelidir. Bu şekilde 6 ay iyi koşullarda saklama yapmak mümkündür. Glazenin eksikliği su ve aroma kaybına, renk bozukluklarına yol açmakta; su kayıpları ve bozulmalar vakum paketlemeyle azaltılabilmektedir⁽²⁴⁾.

XIII.2.6. RANDIMAN

Yenilebilir kısım kabuklu ağırlığın % 10-16 kadarıdır. Maksimum ürün yumurtlama öncesi elde edilmektedir. Randıman *Chlamys opercularis* içinse kabuklu ağırlığın yaklaşık % 12-15'i kadardır⁽²⁴⁾.

XIII.2.7. ET KOMPOZİSYONU

Genel olarak söylenecek olursa bu ürün gonadlar, ciğer ve barsaklar da dahil olmak üzere % 73-79 su, % 19.5 protein, % 5-5.1 yağ içermektedir⁽²⁴⁾.

XIII.3. KEREVİTLERİN İŞLENMESİ

Ülkemizde tatlı sularımızdan avlanmakta olan kerevitler de canlı olarak; soğutulmuş veya dondurulmuş olarak satışa sunulmasının yanı sıra pastörize edilerek te işlenebilmektedir. Kerevitlerin canlı olarak taşınması ve satılması söz konusu ise bunların kasalara konularak üzerlerinin örtülmesi ve ortamın nemlendirilmesi gerekmektedir. İstenirse buz eklenebilmekte, kerevitler bu şekilde 12-48 saat taşınabilmektedirler. Bu taşıma ile ölüm oranı % 10'un altında olmaktadır⁽²²⁾.

Kerevitler canlı ya da çiğ olarak satılmayacak, bir işleme prosedürü uygulanacaksa öncelikle haşlama yapılmalıdır. Bu kerevitlerin 93-98°C kaynar su içerisinde 3-9 dakika tutulması şeklinde yapılmakta; haşlama yapıldıktan sonra duşlama yapılarak ön soğutma gerçekleştirilmektedir. Ön soğutmayı takiben devamlı akan su içerisinde yaklaşık 3 dakika daha bekletilerek

soğutmanın yapılması uygun olmaktadır. Haşlama ve soğutmanın ardından ısıya dayanıklı polietilen torbalara konulan kerevitler soslanarak istenen lezzet kazandırılmakta ve vakum uygulanarak paketler kapatılmaktadır. Sos için dereotu tohumu, tuz, şeker kullanılabildiği gibi defne yaprağı, tuz, karabiber, kırmızı biber, tarçın ve anason ile de farklı lezzetler elde edilebilmektedir. Vakumla kapatılmış olan paketler 85°C'deki buhar dolabında 45 dakika bekletilerek pastörize edilmesi ürünün dayanımı açısından tercih edilmekte ve daha sonra soğuk su yardımıyla soğutma gerçekleştirilmektedir. Dondurulmuş olara hazırlanacak olan kerevitlerin ise öncelikle 0°C'ye kadar soğutulması, daha sonra -40°C olan odalarda dondurulup -18°C'de depolanması gerekmektedir⁽²⁵⁾.

Kerevit işleyen firmaların daha iyi bir renk ve görünüm elde etmek için genellikle sodyum metabisüfit ve sitrik asit kullandıkları bilinmektedir⁽²⁶⁾.

III.4. KARİDESLERİN İŞLENMESİ

Karidesler, genellikle blok şeklinde yada IQF tekniği ile dondurulmuş olarak satılmakla birlikte uluslararası ticarete aşağıdaki formlarda talep görmektedir:

- Bütün, kabuklu, çiğ olarak dondurulmuş;
- Bütün, kabuklu, pişirilmiş, dondurulmamış;
- Bütün, kabuklu, pişirilerek dondurulmuş;
- Başsız, kabuklu çiğ olarak dondurulmuş;
- Başsız, pişirilip ayıklanmış ve dondurulmuş;
- Başsız, ayıklanmış ve çiğ olarak dondurulmuş;
- Başsız, pişirilmiş, ayıklanmış ve konserve edilmiş⁽²⁷⁾.

Bunların dışında daha az olmakla beraber karidesler diğer başka şekillerde de talep görmektedir. Örneğin ayıklanmamış ve çiğ haldeki karidesler (dondurulmamış) uluslararası ticaretin bir kısmını oluşturmakta; kimi zaman canlı karidesler de tercih edilmektedir. Karidesler ise kavak talaşları ile oluşturulmuş ortama konularak 10-12°C'de 24-72 saat süre ile taşınabilmekte olup, ölüm oranı % 10-15' tir⁽²²⁾.

Su ürünlerinin kurutularak tüketilmesi birçok ülkede tercih edilen bir yöntem olmakla beraber; kurutulmuş karidesler dünya ticaretinde önemli bir yere sahip değildir. Sadece Hong Kong bu ürünü önemli miktarda satın

almaktadır. Bazı marketlerin dondurularak kurutulmuş karidesler için sınırlı bir pazarı olmakla birlikte; bu pahalı bir uygulama olup daha çok bazı ürünlerin imalatı için katkı olarak tercih edilmektedir. Özellikle Birleşik Devletler başta olmak üzere panelenmiş karideslere yönelik büyük bir talep mevcuttur. Karides ezmesi, dumanlanmış karides, karides sosları ve çorbaları gibi diğer birçok karides içeren ürün de beğeni kazanmakla birlikte; bu tip ürünler uluslar arası ticaret açısından dikkat çekici bir öneme sahip değildir⁽²⁷⁾.

Aşağıda karides işlenmesi sırasındaki önemli bazı basamaklarda dikkat edilmesi gereken noktalar üzerinde durulmuştur:

XIII.4.1. KİMYASAL SOLÜSYONLARA DALDIRMA

Çiğ karideslerin muhafazasında karşılaşılan en önemli sorun kararırma olup, etteki proteinin parçalanarak tirozin ve di hidroksi fenil alanin haline gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu maddelerin her ikisi de aminoasit olup tirozinaz enzimi etkisiyle oksitlenerek siyah renkteki melanin pigmentine dönüşmektedir. Bu durum özellikle tirozinaz enziminin fazlaca bulunduğu baş, gözler ve ayakların çevresinde görülmektedir. Pişirme işlemi tirozinaz enzimini parçaladığından yeterli pişirme yapılması veya bu enzimi içeren kanın uzaklaştırılması gibi çözümlerin yanı sıra kimyasal maddelerin kullanımı da söz konusu olmaktadır. Kararmanın önlenmesi amacıyla % 0.1-0.5 soryum izo askorbat ya da % 1 sodyum sülfite ve 0.1 M fosforik asit karışımı içerisinde birkaç dakika bekletme yapılabilmektedir⁽²²⁾. Ancak, ülkemizde en yaygın olarak kullanılan koruma yöntemi sodyum meta bisülfite solüsyonuna daldırma şeklinde yapılmaktadır.

Karideslerin aroma ve renginin korunması amacıyla da kimyasal madde solüsyonlarına daldırma uygulamaları denenmiştir. Örneğin tuz, monosodyum glutamat, sitrik asit veya sodyum sitrat, polifosfat, boya gibi maddeler kullanılmaktadır. Bu uygulamaların değeri tartışılabilir bir konudur. Kaynama sırasındaki tuz alımı miktarı yetersiz olduğunda etlere kimi zaman % 3-7 kadar tuz eklentisi yapılmaktadır. Monosodyum glutamat aromanın geliştirilmesinde kullanılmakta ve polifosfat da çözülme sırasındaki kayıpların azaltılmasında iş görmektedir. Sitrik asit ve sodyum sitrat renk bozulmasını korumakta, pişirme aşamasında ise bazen boya eklenmektedir⁽²⁸⁾.

XIII.4.2. DONDURMA

Ayıklanmış etler bireysel olarak veya blok şeklinde dondurulabilmektedir. Bireysel hızlı dondurulmuş (IQF) karidesler çözündürmeye gerek kalmadan paketten bir miktar karidesin alınmasını mümkün kıldığından catering veya evde kullanım için daha uygundur. Blok dondurulmuş karidesler ise dondurma sırasında daha az ağırlık kaybına uğrar ve soğuk depolamada daha iyi

korunurlar, ancak kullanılacakları zaman bloğun tamamen çözdürülmesinin gerekmesi gibi de bir dezavantajları vardır⁽²⁸⁾.

XIII.4.3. KONSERVE KARİDES

Ayıklanmış etler % 6-8 tuz içeren kaynayan suda 2-3 dakika pişirilip süzülmekte, soğutulmakta ve sülfüre dayanıklı olacak şekilde kaplanmış kutulara doldurulmaktadır. Tipik bir üründe konserve başına % 2-3 tuz içeren sıcak salamura konulmakta ve bazen de demir sülfitten kaynaklanan renk bozulmasına karşı az miktarda sitrik asit eklenmektedir. Tenekeler 65°C'de kapatılmakta daha sonra otoklavlanmaktadır. 150 g ağırlığındaki bir kutu yaklaşık 120°C'de 10 dakika veya 115°C'de 20 dakika otoklavlanır. 250 g ağırlığındaki bir kutu ise 120°C'de 12 dakika, 115°C'de ise 35 dakika otoklavlanmaktadır. Kutular otoklavdayken yaklaşık 38°C'ye soğutulmakta sonra çıkarılarak etiketlenme, kartonlanma ve depolama öncesinde 48 saat kadar bekletilmektedir⁽²⁸⁾.

XIII.4.4. DUMANLANMIŞ KARİDES

Karidesten soğuk dumanlanmış ürünler yapılabilir. Başsız veya soyulmuş karidesler % 10 tuzlu suda 3 dakika kadar kaynatılıp 2 saat kadar süzdürüldükten sonra yağlanmış tepsilere dizilerek mekanik fırında 1-1.5 saat 30°C'de dumanlanmaktadır. Başsız olarak dumanlanmış karidesin verimi çiğ karidesin % 36'sı kadardır⁽²⁸⁾.

XIII.4.5. SOSLU KARİDES

İngiltere'de pişirilmiş ve soyulmuş karidesler eritilmiş tereyağı içinde kimi zaman baharat eklentisiyle ısıtıldıktan sonra yağ geçirmez karton kutular ile kutulanırlar. Ürün çabuk bozulabilir olup, üretiminden sonra 1-2 gün içinde satılmalıdır. Bu ürün, fırın veya mikrodalga ile yapılan basit bir ısıtma işleminin ardından tüketilebilmektedir⁽²⁸⁾. Bu şekilde hazırlanmış olan bir ürün şekil XIII.6'da görülmektedir.



Şekil XIII.6: Soslu Karides

XIII.4.6. KURUTULMUŞ KARİDES

Karidesler yıkanıp tuzlu suda 30-40 dakika kadar haşlanmakta ve daha sonra kurutulmaktadır. Kurutulmuş karideslerin başları ve kabukları ayıklanmakta; ancak kurutulmuş karidesler ayıklandığında uzun süre depolanırsa renklerini kaybettiklerinden satılincaya kadar kabuklu olarak saklanmaları önerilmektedir. Kurutulmuş karidesler önce ayıklanıp daha sonra haşlanıp kurutularak ta hazırlanabilmektedir⁽²⁹⁾.

XIII.4.7. KARİDES ATIKLARI

Karides atıkları yani baş ve kabuklar % 40-45 protein ve % 5 nem içeriğiyle pişirme-kurutma ve öğütme işlemleri sonrasında yem olarak kullanılabilirler⁽²⁸⁾.

XIII.5. ISTAKOZ İŞLENMESİ

Istakozlar pişirilerek ya da çiğ olarak satışa sunulabilmektedir. Her iki durumda da göz önüne alınması ve dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır.

XIII.5.1. ISTAKOZLARIN ÇİĞ OLARAK İŞLENMESİ

XIII.5.1.1. AYIKLAMA

Taze avlanmış istakozun kuyruğundaki çiğ etin çıkarılması kabuk ete bir membranla tutunmuş olduğundan oldukça güçtür. Eğer kuyruklar buz içerisinde 72 saat veya daha fazla süreyle tutulursa mevsimsel şartlara da bağlı olarak membran yıkılanmakta ve et kolayca çıkarılabilmektedir. Bu nedenle birçok işletmeci membranın parçalanma işlemi bitene değin kuyrukları buzda tutmaktadırlar. Ancak, bu işlem sırasında membran içindeki hücrelerden pembe pigment salınmakta ve yüzeyde ürüne has pembe renk meydana gelmekteyken, bağırsaklar da parçalanmakta ve bu da eti kirletmektedir. Etin ayıklanması cımbızlarla da yapılabilmektedir. Etler kabuktan ayrılır ayrılmaz elle veya hava püskürtmeli sistemlerle ayıklanmakta ve yıkanıp boylara göre sınıflama yapılmaktadır⁽³⁰⁾.

XIII.5.1.2.KABUKSUZ ETLERİN DONDURULMASI

Taze ayıklanmış etlerin dondurularak saklanması daha sonraki işlemler açısından en avantajlı seçimdir. Buzda tutulan kuyruklara oranla dondurulup çözündürülmüş kuyruk etleri kabuklarından daha kolay ve daha az deforme olarak ayrılabilmekte, ayrıca bu şekilde ayıklama sonucunda bağırsaklar da

kabukla beraber alınabilmektedir. Dondurulana kadar buzda tutulmuş ve ölümden sonra 36 saat içinde dondurulmuş ürünler en iyi kaliteyi vermektedir. Donmuş kuyruklar kurumanın önlenmesi amacıyla su buharı geçirmez bir malzeme ile kaplanmalı, -20 °C'de saklanmalıdır. Bu şekilde önemli bir kalite değişimi olmaksızın 6 ay muhafaza edilebilirler⁽³⁰⁾.

XIII.5.1.3. KABUKLU ETLERİN DONDURULMASI

Ayıklanmış olanlar gibi dondurulduktan sonra glaze edilerek paketlenen ürünler de -20°C'de en az 2-3 ay saklanabilirler⁽³⁰⁾.

XIII.5.1.4. İYİ BİR ÜRÜN İÇİN ÖNEMLİ NOKTALAR

Kaliteli bir ürün için dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

1. Çiğ materyal olabildiğince taze olmalı, en iyisi ölümden sonra 36 saat içinde dondurulmuş olmalıdır
2. Kuyruklar vücuttan ayrılır ayrılmaz buza konmalı, kalanlar işlenene değin buzda saklanmalıdır
3. 36 saatten fazla bekleyen kuyruklar tespit edilmeli ve işleme ya da kabuk ayıklama öncesinde dondurulmamalı yahut soğuk depolanmamalıdır.
4. Çok taze kuyruklar kabukların kolay çıkması için dondurulmalıdır
5. Glaze edilip paketlenmiş kuyruklar -20°C'de saklanmalıdır, böylece 6 ay dayanırlar.
6. Çözündürme işleminde nemli hava veya su kullanılmalı, suya uzun süreli daldırmadan kaçınılmalıdır.
7. Çözündürmeden itibaren kabukların 2-3 saate içinde alınması gerekmektedir.
8. Etlerin kabuktan basınçlı hava püskürtülerek alınması ve daha sonra yıkanması gerekmektedir.
9. Etler kusurlara karşı kontrol edilmelidir.
10. Kabukları alınmış etler tekrardan dondurulmalı, glaze edilip sarma ambalaj uygulanmalı ve dağıtım işlemine değin düşük sıcaklıkta depolanmalıdır⁽³⁰⁾.

XIII.5.2. İSTAKOZLARIN PİŞMİŞ OLARAK İŞLENMESİ

XIII. 5.2.1. PİŞİRME

Tüm istakozlar işleme başlayana değin canlı olarak saklanmalıdır. Eğer istakozlar hızlı dondurulacaksa onları önce pişirmek daha iyidir. Bu şekilde soğuk depoda çiğ istakozlardan daha az değişim gösteren bir ürün verirler. Canlı istakozlar kaynayan tuzlu suya daldırılmalıdır. Hayvan hakları Üniversiteler birliği canlı istakozların pişirmeden önce iki saat tatlı suya daldırılarak ya da sinir merkezleri delinerek acısız bir şekilde öldürülmesini önermektedir. Suyun gerçekten kaynadığından emin olmak için sıcaklık termometreyle kontrol edilmelidir. Su deniz suyuyla yaklaşık olarak aynı oranda tuz içermelidir, bu yaklaşık % 2-3 tuzdur. Çoğunlukla istakozlar çeşitli açık tel örgü sepetler içinde suya daldırılırlar. Suya büyük miktarda istakoz konulması suyun sıcaklığını kaynama noktasının altına düşürdüğünden pişirme süresi su sıcaklığının kaynama noktasına döndüğü zamandan itibaren ölçülmelidir. Pişirme süresi istakozun boyutuna ve suyun tekrar kaynama noktasına ulaştığı zamana bağlı olarak 15-20 dakika olmalıdır ki bu suya konulmuş olan istakozların toplam ağırlığına büyük ölçüde bağlıdır. Eğer aynı zamanda çok büyük miktarda istakoz konulmuşsa su öyle soğuyabilir ki tekrar kaynama noktasına dönülene kadar alınacak süre çok uzun olacağından toplam pişirme süresi ette biraz sertleşme ile sonuçlanacak şekilde aşırı olur. Bu nedenle kaynatıcıyı aşırı yüklememeye dikkat edilmelidir⁽³¹⁾.

Her boyuttaki istakoz için deneme yapılarak pişirme için uygun süre saptandıktan sonra kaynama süreleri tam olarak kontrol edilerek pişirme yapılmalıdır.

Sıcaklığın istakozun en iç kısımlarına nüfuz etmesi daha uzun sürdüğünden büyük boyuttaki istakozların pişmesi aynı ağırlıktaki küçük olanlardan daha çok zaman alır. Olgun dişi istakozlar işlenirken özel dikkat harcanmalıdır. Kaynama noktasının altındaki suda uygunsuz pişirme yapılırsa istakozun ovaryumunun siyah kalması olasılığı vardır. Kaynama noktasında veya civarında ovaryum birkaç dakikada ticaret için uygun olan "mercan" kırmızısı renge döner, ancak bu 70°C'de 1/2-1 saat alabilir ve bundan daha düşük sıcaklıklarda hiçbir renk değişimi olmaz. Pişirme sırasındaki ağırlık kaybı canlı ağırlığın %5-25'i kadardır, ortalama olarak kayıp %14 kadardır. Ağırlık kaybının miktarı boyutla herhangi bir ilişki göstermemektedir. Pişirme tamamlandığında, istakozlar soğumaları ve süzülmeleri için bırakılmalıdır. Gerekirse soğutmanın sağlanması için hareket eden soğuk su kullanılabilir. Pişmiş istakozlar soğuması için yayılmalı, soğuma çok yavaş olacağından ve kalite düşeceğinden dolu bir sepette bırakılmamalıdır⁽³¹⁾.

XIII. 5.2.2. DONDURMA ve SOĞUK DEPOLAMA

Eğer ıstakozlar pişirme işleminden önce çiğ olarak dondurulmuşsa sonradan yapılan pişirmeye bağlı olarak et genelde yumuşak ve büzülmüş olmakta ve kırılmaksızın kabuktan çıkartılması çok güçleşmektedir. Pişirilmiş ıstakozlar bütün olarak dondurulup, tek tek polietilen ambalajlara sarılabilir. Ancak, genellikle 1.5-4 kg ağırlığa kadarki yaygın aralıktan daha ağır olan büyük ıstakozlar ayıklanarak etler ayrı ayrı tartılıp parçalar halinde politen torbalarda veya mumlanmış kartonlarda dondurulmak üzere paketlenir. Kabukları ayıklanmamış olan bütün haldeki ıstakozlar için düzensiz biçimlerinden dolayı hava üflemleri dondurma muhtemelen en uygun metottur. Soğutulmuş hava akımında (-34°C) tutulan daha büyük bir ıstakoz donmak için 2 saatten daha fazla zaman alır. Soğuk depolamada (-30°C) hızlı dondurulmuş ıstakozlar 1. sınıf koşullarda en azından 6 ay saklanmaktadır. Depolama sıcaklığı olarak -18°C'nin üzeri önerilememekte ve yaklaşık -20°C'deki depolama sınırının yaklaşık 3 ay olduğu görülmektedir. Bütün haldeki ıstakozların ayıklanarak paketlenmiş etlerden daha iyi saklandığı görülmektedir, ayıklanarak paketlenenlerin raf ömrü yaklaşık 3 ayla sınırlıdır. Düşük sıcaklıktaki depolamadan sonra çözdürülmüş ve pişirilmiş ıstakozların 0-2°C'deki raf ömrü yaklaşık 4-5 gündür. Dondurma ve depolama sırasındaki ağırlık kaybı canlı ağırlığın yaklaşık %1-2'si kadar olabilmektedir⁽³¹⁾.

XIII.5.2.3. ISTAKOZLARIN KONSERVELENMESİ

Pişirme ve ayıklama işleminin ardından et yıkanmalı; bu işlem sırasında etler üzerinde olabilecek kan artıklarının ve rengi bozuk kısımların temizlenmesi gerekmektedir. Etler daha sonra konserve açıldığında göze hoş görünecek biçimde yerleştirilmeli; sıcak tuz salamurası eklendikten sonra vakum uygulanarak kapatma işlemi gerçekleştirilmelidir. Otoklavlandıktan sonra konserve suya daldırılmak veya soğuk suyla spreylenecek yolu ile soğutulmalıdır⁽³²⁾.

XIII.5.2.4. ISTAKOZ ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Istakozların kırpıntı şeklinde ayrılan parçaları tahıl kökenli dolgu maddeleri, baharat ve renklendiricilerin eklenmesiyle değerlendirilebildiği gibi ayıklama sonrasında çıkan kabuklar da kitin üretiminde; ya da basit bir kurutma ve öğütme işlemi sonrasında un haline getirilerek hayvan beslemede kullanılabilir. Ayrıca kabuklar konsantre ıstakoz unu haline getirilerek çorbalara ve diğer ürünlere aroma vermek amacıyla kullanılmaktadır⁽³²⁾.

XIII.6. YILAN BALIKLARININ İŞLENMESİ

XIII.6.1. CANLI DEPOLAMA ve TAŞIMA

Yılan balıklarının canlı olarak satılması daha makbul olduğundan yeni avlanmış balıklar akan suda veya ırmakta kutular içerisinde korunabilmektedirler. Canlı olarak daha uzun süre depolama için sıcaklığın kontrol edildiği tanklar içinde aylarca saklama mümkündür, yalnız bir tane bile ölen olsa hemen tanktan alınmalı, temizlendikten sonra soğuk veya donmuş olarak muhafaza edilmelidir.

Canlı balıklar tahta kutularda veya daha büyük miktarda taşınacaksa havalandırılmış tatlı suda taşınabilir. Tipik bir tahta kutu 4 kat tepsiden oluşur ve tepsilerin her biri 50 mm derinlikte olup, 10 kg kadar yılanbalığını taşıyabilecek kapasitededir. En üst tepsiye kırılmış buz konur her tepside bulunan delikler sayesinde buz eriyerek aşağıdakileri soğuk tutar. Kapak kapatılır ve bu şekilde taşınır⁽³³⁾.

XIII.6.2. ÖLDÜRME ve TEMİZLEME

En kolay metot yılan balıklarını derin bir kaba koyup tuza bastırmak ve 2 saat kadar bu şekilde bırakarak ölmelerini sağlamaktır. Bu aşamada % 5 ağırlık kaybı oluşmaktadır.

Yılan balıkları aynı zamanda endüstride tatlı suya konulup bu sudan elektrik akımı geçirilmesiyle de öldürülmektedirler. Diğer bir metot da balıkların %1 amonyak solüsyonu ile muamelesi şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Yeni öldürülmüş olan yılan balıkları temiz suyla yıkanmalı, bütün halde dumanlanacaksa dış kısmı bitmiş ürünün iyi bir görüntüye sahip olması açısından güzelce fırçalanmalıdır. Yıkanmış yılan balıklarının iç organları temizlenmeli, iç organ boşluğu iyice fırçalanmalı, ve yine yıkanmalıdır. Yılan balıkları makineler yardımıyla da verimli şekilde ayıklanabilmektedir. Bu sırada yaklaşık % 5-10 ağırlık kaybı olmakta; başlar alınmamaktadır⁽³³⁾.

XIII.6.3. DONDURMA ve SOĞUK DEPOLAMA

Yılan balıkları diğer balıklar gibi dondurulmakta ya da soğutulmaktadır. Yukarıdaki gibi temizlendikten sonra hızlı dondurma yapılmakta ve bunlar -30°C'de saklanabilmektedirler. Yılan balıkları blok halinde ya da hava üfleli sistemlerle dondurulmaktadır. Yüksek oranda yağ içerdiklerinden ransiditeye karşı korunmalı, glaze edilmeli ve sonra uygun fleksible bir ambalajla paketlenmelidirler. Yılan balıkları içorganları alınmadan dondurulmamalıdır, aksi takdirde normalde beyaz olan etleri kan nedeniyle bozulmaktadır. Doğru

olarak dondurulduğunda ve -30°C 'de depolandığında 6 ay iyi durumda saklamak mümkündür⁽³³⁾.

XIII.6.4. DUMANLANMIŞ YILAN BALIKLARI

Yılan balıkları genelde salamura veya kuru tuzlama işleminden sonra sıcak dumanlanmaktadır, fakat bölgelere bağlı olarak birçok farklı metot da bulunmaktadır. Burada tarif edilecek olan yöntem 350-700 g ağırlıktaki balıklar için geçerli olup, daha ufak balıklar ticari uygulamalar açısından uygun olmamakta; 750 g'dan büyükler ise aşağıda verilenden daha uzun salamura ile muamele süresine ihtiyaç göstermektedir. Bu işlemde daha önce anlatıldığı şekilde öldürülüp temizlenen balıklar salamurada 10 dakika tutulmakta, bu bunun için her bir litre suya 275 g tuz konulmaktadır. Daha yüksek oranda tuz konulması daha da uzun dayanım sağlamakta, ancak ürün daha az lezzetli olmaktadır. Fazla tuzun kullanımı ayrıca deride istenmeyen beyaz noktacıkların oluşmasını sağlamaktadır. Dumanlama işlemi öncesinde yılan balıklarının karnı boydan boya açılmakta ve karın boşluğunun kapanmaması ve dumanı alabilmesi için küçük çöpler takılarak aralanmaktadır. Yılan balıkları kurutulmakta, dumanlanmakta ve dumanlama sırasında pişirilmektedir. Bunun için balıklar fırına asılır ve 35°C 'de 1 saat, 49°C 'de 30 dakika ve son olarak da 77°C 'de bir saat dumanlanır. Sıcaklıktaki bu dereceli artış düzgün bir kurutmanın gerçekleşmesini sağlamaktadır. Sıcaklık çok hızlı artarsa balıklar fazla sert olabilmekte; özellikle de yağ miktarının az olduğu dönemlerde deri kuru ve sert olurken, et halen ıslak kalabilmektedir. Yılan balıkları dumanlama işlemi sırasında yaklaşık olarak % 15-20 kadar ağırlık kaybına uğramaktadırlar. Daha sonra balıklar dışarı alınmakta, soğumaya bırakılmakta; soğutulmadan paketlenirse küflenme olabilmektedir. Gerekirse hafifçe yağlandıktan sonra paketlenmelidir⁽³³⁾.

XIII.6.5. KONSERVE İÇİN DUMANLANMIŞ YILAN BALIĞI KULLANIMI

Bu işlemde de öldürülüp temizlenen balıklar yukarıdaki gibi hazırlanmış olan salamurada 15 dakika tutulmakta, balıklar fırına asılarak 35°C 'de 1 saat, 49°C 'de yine 1 saat ve son olarak 77°C 'de 1 saat daha dumanlanmalıdır. Daha sonra soğutulan balıklar parçalara ayrılmakta ve konserve kutusuna doldurulduktan sonra bitkisel yağ eklenip kapatılmaktadır. 200 g ağırlıkta oval bir kutunun ısıl işlemi 110°C 'de 1 saat sürmektedir⁽³³⁾.

XIII. 6.6. JÖLELİ YILAN BALIKLARI

Temizlenmiş ve 40-50 mm.lik paçalara ayrılmış balıklar her 25 kg balık için 1 kg tuz ilave edilmiş olan kaynar suda elle kılçıgın alınabileceği kadar yumuşayıncaya dek haşlanmaktadır. Daha sonra yağın yüzeye gelmesi için soğuk su eklenmekte ve bu yağ atılmaktadır. Pişmiş parçalar ve bir miktar sıcak suyla eritilmiş olan jelatin (genelde yaklaşık %10) geniş kaplara dökülmektedir. İstenirse az miktarda sirke de eklenebilir. Jelatin solüsyonunun miktarı balığın doğal jelatin miktarına da bağlı olup, bunun ayarı tecrübe istemektedir. Karışım soğuyunca jöleli parçalar mumlanmış kutulara, alüminyum folyolara, veya plastiklere konularak satılmaktadır. Bu şekilde ürünün raf ömrü soğuk ortamda 2 hafta kadardır.

Jöleli balık için diğer bir formül de tuz-sirke solüsyonundan sonra daha uzun bir pişirme gerektirmekte olup, bu yöntemde % 2 sirke ve % 3 tuz ile her litre için 12.5g baharat içeren suda 50 mm kalınlıktaki balıklar 45 dakika kaynatılmakta, daha sonra soğutularak doğal jelleşme yeterli olmazsa jelatin solüsyonu eklenmektedir.

Jöleli yılan balıkları ayrıca konserveye de işlenmektedir. Bunun için yine % 2 sirke ve % 3 tuz ile her litre için 12.5 g baharat içeren suda parça haldeki balıklar 10 dakika kaynatılmakta, daha sonra soğutularak cam ya da teneke kutulara yerleştirilmektedir. Etler % 1 asetik asit ve birkaç damla limon esansı içeren % 10 jelatin solüsyonuyla örtülmektedir. Kutular vakumla kapatıldıktan sonra 350mb basınç altında 110°C'de ısıt işlem görmektedir. 500 g'lık kutu için 1 saat, 250 g'lık kutu için ise 30 dakika gerekmektedir⁽³³⁾.

XIII.6.7. SOSLU YILAN BALIĞI

Özellikle Kuzey Avrupa'da beğenilerek tüketilen bu ürün için yılan balıkları önce temizlenmekte ve derisi alındıktan sonra birkaç cm uzunlukta parçalar halinde kesilmektedir. Yikanıp temizlenen bu parçalar ½-1 saat kadar tuzlandıktan sonra durulanarak tuzu giderilmekte; kurulanmakta ve sarımsakla ovulmaktadır. Yılan balığı parçaları yağlanıp ızgarada açık kahverengi hale gelene değin pişirilmektedir. Fazla yağı bir kağıtla emdirilip soğutulan balıklar bir kabın içerisine aralara soğan dilimler, biber, hardal tohumu, baharat, defne yaprağı serpiştirilerek yerleştirilmekte ve üzerini kaplayacak kadar sirke ve su ile hazırlanmış olan salamura konulmakta; 48 saat soğuk ortamda bekletildikten sonra ince limon dilimi, defne yaprağı ve soğan gibi malzemelerle süslenmektedir. Üzerine tuzlamada kullanılan sos filtre edildikten sonra dökülmekte ve kabın ağzı kapatılarak soğuk- kuru bir yerde saklanmaktadır⁽³⁴⁾.

XIII.6.8. YILAN BALIKLARININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU

Yağ miktarı mevsime bağlı olarak değişmekle beraber; normalde gri yılan balığının yağ miktarı sarı yılan balığından yüksektir. Sarı yılan balığı için tipik kompozisyon % 71 su, % 17 protein, % 11 yağ şeklinde olup; bu değer gri yılan balığında % 58-60 su, % 14-16 protein, % 26-28 yağ şeklindedir. Yüksek yağ miktarından dolayı gri yılan balığının kalori değeri 2570 J/kg kadar yüksek olabilmektedir⁽³³⁾.

XIII.7. YENGEÇ İŞLENMESİ

Yengeçler, avlandıktan sonra iyi bir şekilde havalandırılan kutularda, birbirlerini yaralamayacak şekilde sarılarak taşınmalıdır. Kutular güneşten korunmalı, yengeçlerin daha uzun süre dayanabilmesi amacıyla dibine ıslak talaş serpilmelidir. Yengeçlerin haşlama işlemi öncesinde öldürülmeleri gerekmekte olup, aksi takdirde kısıkaçlarını kaybetmeleri söz konusudur. Yengeçler tatlı suda boğularak ya da beyinlerinin/sinir merkezlerinin delinmesiyle öldürülebilmektedirler. Sinir merkezine doğru yapılan delme işlemi; ağzın hemen üzerine bir çubuk saplanmasıyla yapılmakta olup, bu şekilde yengeç derhal öldüğünden tavsiye edilmektedir. Çok küçük olan yengeçlere için ise 38-50°C'deki tatlı suda en az 30 dakika tutularak yapılabilen boğma ile öldürme daha uygundur. Yengeçler öldürüldükten hemen sonra % 2-3 tuz içeren suda boyutlarına bağlı olarak yaklaşık 20-30 dakika haşlanmalıdırlar. Bu sürede yapılan haşlama işlemi bulunabilecek bakterilerin büyük oranda öldürülmesini sağlamak ve dolayısıyla olası hastalıkları önlemektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir konu da, yüzeyde kaynama başlamasının her zaman suyun kaynama noktasına gelmiş olduğu anlamına gelmemesidir. İyi ısı iletimi olmayan buhar-çeketli kaynatıcılarda bazen suyun yüzeyi kaynamaya başlarken, suyun her tarafında kaynama noktasına ulaşamamaktadır. Bu nedenle; pişiricilerin mutlaka termometre ile donatılmış olması gerekmektedir. Haşlama işleminden sonra yengeçler soğuk sudan geçirilip, oda sıcaklığında soğumaya bırakılmaktadırlar. Etin koagüle olması için 3-4 saatlik bir bekleme gereklidir; bu nedenle et pişirildikten hemen sonra ayıklanırsa randıman düşük olacaktır. Ancak bu bekleme süresi çok da uzun olursa bozulma başlayacağından, yengeçlerin bu durumda soğuk odaya alınması gerekmektedir. Bütün olarak satılacak olan yengeçler, bu soğutma işleminden sonra satışa hazırlanmakta; diğerleri ise ayıklanmaktadır. Ayıklamada elde edilen beyaz et genellikle kısıkaçlardan ve kimi zaman da gövdeden ve küçük

bacaklardan elde edilirken; kahverengi et sindirim ve üreme organlarını, karaciğeri de içermektedir. Elle ayıklama daha yaygın olmakla birlikte, özellikle bacakların ayıklanması için basınçlı hava üfleyen sistemler kullanılabilir. İlk önce kabuktan kahverengi et bir kaşıkla kazınarak alınmakta; kısıkaçlar segmentlerine ayrılarak her bir segment bir çubukla çıkarılmaktadır. Etlerin üzerinde kabuk kalması sorununa karşı, ayıklanmış etler bir ultraviyole lamba altından geçirilebilir. Bu şekilde et üzerinde kalan kabuklar koyu renk gözükmekte ve kolayca etten alınabilir. Elde edilen et verimi mevsime ve avlama bölgesine bağlı olarak değişmekle birlikte, genelde vücut ağırlığının %30'u kadardır ve bunun 2/3'ünü de kahverengi et oluşturmaktadır. Daha büyük kısıkaçlara sahip olduklarından, erkek yengeçlerden alınan etin kalitesi daha yüksek olmaktadır. Ayıklanmış yengeçlerin kabukları da yaklaşık olarak % 70-80 kalsiyum karbonat içerdiğinden kitin gibi maddelerin elde edilmesinde kullanılabilir⁽³⁵⁾.

XIII.7.1. DONMUŞ OLARAK DEPOLAMA

Yengeçler dondurularak depolanacaksa, dondurma işlemi pişirmeden sonra yapılmalıdır. Eğer pişirmeden önce yapılırsa etin kabuktan ayrılması son derece güç olmakta, bu da verimi düşürmektedir. Dondurulmuş yengeçler tüketici için mumlanmış karton kutularda, ya da toplu tüketime uygun olarak glaze edilip büyük karton kutularda ambalajlanarak satışa sunulmaktadır. Beyaz et ve kahverengi et ayrı paketlerde ambalajlanabildiği gibi, aynı pakette plastik film ya da parşömenle ayrılmış bölmelerde de satışa sunulabilmektedir. Bunun dışında, temizlenmiş kabukların bir tabak gibi kullanılarak etlerin bunlara doldurulması ve bu şekilde dondurularak satışa sunulması da bir alternatif oluşturmaktadır. Dondurma işleminde bu şekilde doldurulmuş olan ya da bütün haldeki yengeçler düzgün bir biçimleri olmadığından plakalı dondurucu için uygun olmayıp, hava akımlı dondurucu ile dondurulmalıdırlar. Ancak, ayıklanmış etlerden oluşturulan düzgün paketlerin plakalı dondurucularda dondurulması uygundur. Dondurma işleminde kaliteli bir ürün elde edilmesi için yengeç etinin 0°C'den -5°C'ye 2 saatten uzun olmayan sürede soğutulması gerekmektedir. Dondurulmuş yengeç etleri -6°C'nin altında depolanmalı, yüzey kurumalarına karşı paketlenmeli ya da glaze edilmelidir. Dondurulmuş bütün haldeki yengeçler -29°C'de 6 ay, -23.5°C'de ise 3 ay kadar saklanabilmektedir. Ayıklanarak dondurulmuş yengeç eti ise -29°C'de 4 ay, -23.5°C'de ise 2 ay dayanabilmektedir. Kahverengi etlerin acılaşmasının önlenmesi amacıyla bunların vakum paketlenmesi tavsiye edilmektedir⁽³⁴⁾.

Mavi yengeç (*Callinectes sapidus*) Akdeniz'de bol bulunan bir tür olup; popüler olarak tüketilen bir türdür. Ancak mavi yengeçler donmuş depolamada yeterince iyi sonuç vermezler. Donmuş depolamadan birkaç hafta sonra etin

sulu, doğal aromasını kaybetmiş, lifli bir hale geldiği görülür. Ancak ön pişirmenin daha az yapılması ve kryojenik dondurma yapılması ile 6 ay süresince uygun koşullarda depolanabilen bir ürün elde edilebilmektedir ⁽³⁶⁾.

XIII.7.2. KONSERVE YENGEÇ ETİ

Yengeç etlerinin konserveye işlenerek tüketilmesi de mümkün olup, bunun için sadece beyaz etleri uygundur. Konserveye işlenecek yengeç etleri istenmeyen renk değişimlerinin önlenmesi amacıyla hafif bir asit solüsyonuna daldırılmakta ve sırlanmış konservele yerleştirilmektedirler. Asit solüsyonu için asetik asit veya sitrik asit kullanılabilir. Konserve kapama işleminden sonra egzost işlemi yapılmakta ve konserve sterilizasyona tabi tutulmaktadır. Sterilizasyon süre ve sıcaklığı kutu büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir ⁽³⁵⁾.

Konservelenmiş yengeç etlerinde ortaya çıkan başlıca problemler büzülme, kararma, mavi renk oluşumu, kokuda değişimlerin meydana gelmesi, ekşime, şişme, stuvrit oluşumu ve etlerin kahverengimsi bir görünüm almasıdır. Büzülme sorunu genellikle ısıtma işlemi sırasında ortaya çıkmakta olup etin sertleşmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu duruma çiğ yengeç etlerinin tuzlu suda pişirilmesi ya da pişirilmiş olan etlerin %5 NaCl solüsyonu ile yıkanması ile engel olunabileceği; bu işlem sayesinde sterilizasyonda daha az sıvı kaybı meydana geldiği bilinmektedir. Kararma ise kükürt içeren proteinler nedeniyle oluşan H_2S ile ısıtma işlemi sırasında konserve kutusundan ortama karışan demir iyonunun etkisiyle meydana gelen siyah renkteki demir sülfide bağlı olarak görülmektedir. Asidik ortamda H_2S oluşumu çok düşük oranda gerçekleşebildiğinden; kararmaya konserve içerisine tartarik asit veya sitrik asit gibi bir asidin eklenmesi ile engel olunabilmektedir. Ayrıca sırlanmış konserve kaplarının tercih edilmesi de kararmayı önlemek konusunda çözüm getirebilmektedir. Diğer bir sorun olan mavi renk oluşumu arthropodların ve molluskların kanında bulunan ve bakır içeren bir pigment olan hemosiyanin nedeniyle meydana gelmektedir. Dolayısıyla bunun engellenmesi için kanın iyi bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Özellikle kan sirkülasyonunun zayıf olduğu bacak, kısıp ve eklem gibi vücut kısımlarından kanın uzaklaştırılması daha zor olduğundan bu bölgelerde mavileşme daha sık görülmektedir. Bunu en aza indirmenin en yaygın metodu ayıklanmış yengeç etine %1 civarında asit (sitrik, asetik, laktik, veya tartarik asit gibi) eklenmesidir. Bu, yengeç etinde kalmış olabilecek kandaki bakırın asitle birleşerek zayıf bir kompleks meydana getirmesini sağlamaktadır. Ancak, asit eklenmesi de yengeç etinin koagülasyonunu ya da denatürasyonunu hızlandırdığından, bu uygulama sonucunda yengeç etlerinin sertleşerek doku ve aroma kaybına uğradığı görülmektedir. Bu duruma da asit solüsyonundan sonra yengeç etlerine % 5

tuzda hazırlanmış %1'lik sodyum sitrat uygulanarak engel olunabildiği bilinmektedir. Yengeç etinin proteini 43-65°C arasında; kanı ise 69-70°C gibi daha yüksek sıcaklıklarda koagüle olmaktadır. Bundan yararlanılarak kabuklu durumdaki yengeçlerin 60°C'ye kadar pişirilmesi ve bu sayede etlerindeki protein koagüle olurken kanlarının koagüle olmasının engellenmesi de mavi rengin önlenmesini sağlamaktadır. Bu ön pişirmeden sonra ayıklama ve kanın giderilmesi işlemleri yapılmakta; daha sonra tekrar ısıtılarak yengeç etleri konserve edilmektedir. Konserve edilmiş yengeçlerde genellikle iki farklı kötü koku oluşumu görülmektedir. Bunlardan birincisi konserve işleminde yeterince taze yengeç kullanılmaması olup glikojenin fermentasyonu sonucunda ortaya çıkan hoş olmayan ekşi-acı kokudur. Diğer istenmeyen koku ise amonyak kokusu olup; bu bu konservedeki yengeç etinin dekompozisyonu sonucunda oluşmaktadır. Her iki durumda da taze hammateryal kullanılması; yengeçlerin en kısa sürede işlenerek konserve edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca işleme öncesinde uzun süre bekletilmiş ve yeterince taze durumda olmayan yengeç konservelelerinde özellikle termofil bakteriler nedeniyle ekşime meydana gelmektedir. Bu tip ürünlerde meydana gelen diğer bir sorunsal şişmedir. İyi bir ürünün elde edilmesi için yengeç konservelelerinde sterilizasyon sıcaklığı 108-109°C arasında uygulanmakta; bu tip şişmiş konservelelerden genellikle termofil bakteriler izole edilmektedir. Ancak iyi bir ürün elde edilebilmesi için konserve işleminde önceki sanitasyona büyük özen gösterilmesi gerekmektedir; böylece pişirme süresinin artırılmasına gerek kalmamaktadır. Sterilizasyon sonrasında konservelelerin çok yavaş soğutulması veya depolama sırasında veya öncesindeki bakteriyal aktivite ette stuvrit kristallerinin meydana gelmesine yol açmaktadır. Bunun önlenmesi için konserveye %0.22 sodyum heksametafosfat eklenmesi veya sitrik asit ilave edilmesi gerekmektedir. Normal konserve yengeç etinin rengi genellikle beyaz olmakla beraber kimi zaman kahverengimsi bir değişiklik göze çarpabilmektedir. Bu ürünün ticari değerini düşürmekte ve genellikle hatalı sterilizasyon uygulamaları nedeniyle meydana gelmektedir. Kahverengi oluşumun görülmesi çoğunlukla konservelelerin henüz sıcakken otoklavdan çıkarılması ve ortam sıcaklığında soğumaya bırakılması yüzünden meydana gelmekte; bu nedenle sterilizasyon sonrasında derhal soğuk suyla soğutulması gerekmektedir. Ayrıca taze materyalin kullanılması, konservelelenecek olan yengeçlerin haşlanması aşamasında yeterli pişmenin sağlanması gerekmektedir. Etteki kan miktarı, avlama ve işleme arasında geçen süre, işleme süresi ve sıcaklığı, etin pH derecesi gibi faktörler de etin kahverengi hale gelmesini etkilemektedir⁽³⁷⁾.

XIII.7.3. PASTÖRİZE YENGEÇ ETİ

Yengeçler pastörize edilerek kısa süre muhafaza edilebilmektedirler. Etler sırlı konserve kaplarına konulmakta ve kutular kapatıldıktan sonra sıcak suya daldırılmaktadır. Süre ve sıcaklık yaklaşık 250 gram ağırlığındaki konserveler için 80°C 'de 70 dakika, yarım kiloluklar içinse 100 dakika kadardır. Bunlar daha sonra soğutulmakta ve yaklaşık olarak 2-3 ay soğukta saklanabilmektedir⁽³⁵⁾.

XIII.7.4. DİĞER ÜRÜNLER

Kıyılmış yengeç etinin baharat ve çeşitli soslarla karıştırılıp şekillendirilmesi ve kaplama yapılması ile elde edilen ürünler taze veya mumlanmış kartonlarda donmuş olarak satılabilmektedir. Bunlara bazen doldurucu madde olarak tahıl ve patates eklenebilmektedir. Bunun dışında yengeç ezmesi de yapılabilir ki bunun için yengeç etinin doldurucu tahıllar, baharat ve istenirse renklendirici ile karıştırılıp iyice kıyılması, karışımın kaplara konulup kapatıldıktan sonra 100°C'nin üzerinde ısı işlem görmesi gerekmektedir. Bu ezmeler sadece yengeç etinden yapılabildiği gibi, balık etiyle karışık olarak da üretilebilmektedir⁽³⁵⁾.

XIII.8. MİDYE İŞLENMESİ

Midyeler pişmiş olarak yenilebildiği gibi çiğ olarak ta tüketilebilmektedir. Pişmiş olarak tüketilecek olan midyeler yıkandıktan sonra 115°C'de 0,74 kg/cm² basınçtaki buharda 4 dakika süreyle; ya da 100°C'deki kaynar suda 6 dakika pişirilmektedir. Bu sayede midyeler kabuklarından ayrılmakta, daha sonra bysus iplikleri temizlenmektedir. Midyelerin pişirilmiş olduğu su (brode suyu) besin maddelerince zengin olduğundan atılmamalıdır. Dondurulacak midyelerin glaze işlemi bu su ile yapılabilmekte, soğuk şartlarda saklanacak midyelerse yine bu haşlama suyu içinde ambalajlanmaktadır^(38,39). Midyeler bu şekilde pazarlanabildiği gibi çeşitli biçimlerde işlenerek te satışa sunulmaktadır.

XIII.8.1.TUZLANMIŞ MİDYE

Midye eti balıkta olduğu biçimde fiçılarda tuzlanmakta olup, tüketim öncesinde midyelerin yıkanması gerekmektedir⁽⁴⁰⁾.

XIII.8.2. MARİNE MİDYE

% 3 tuzlu suda 3 saat kadar bekletilen midyeler daha sonra %2 sirke - %3 tuz içeren salamura içinde 3 gün bekletilmektedir. Bu olgunlaşma işleminin ardından salamura dökülmekte ve midyelerin üzerine yarı yarıya sulandırılmış baharatlı sirke eklenip 1-4°C'de 2/4 ay depolanabilmektedir. Bu ürün 100°C'de 1 saat ya da 105°C'de 25-30 dakikada sterilize edilerek dayanım süresi artırılabilir^(38,39).

XIII.8.3. JÖLELİ MİDYE

Baharatlı sirke ile su 1:2 oranında karıştırılarak pişirilmiş midye etleri bunun içerisinde 3 gün bekletilmektedir. Daha sonra 2 lt sıcak su içerisinde 115g jelatin ve 22g tuz eritilerek hazırlanan karışım soğutularak 1lt baharatlı sirke ve 1lt su ile karıştırılmaktadır. Bu da kavanozlara yerleştirilen midyelerin üzerine dökülerek ürün soğutulmaktadır^(38,39).

XIII.8.4. DUMANLANMIŞ MİDYE

Piştirilmiş midyeler tuzlu salamura içerisinde 5 dakika bekletildikten sonra yağa batırılarak tel tablalara dizilmekte; 82°C'de 30 dakika dumanlanmaktadır. Dumanlama işleminden sonra midye etleri kavanozlara yerleştirilmekte, üzerleri yağla doldurularak 121.1°C'de 1.1 kg/cm² basınçta 15 dakika sterilize edilmektedirler^(38,39).

XIII.8.5. KUTULANMIŞ MİDYE

Taze veya az tuz içeren suda yıkanan midye etleri kutulara konulduktan sonra üzerine % 10'luk tuzlu su eklenerek kutular kapatılmakta ve sterilize edilmektedir^(38,39).

XIII.8.6. MİDYE DOLMASI

Pirinç, zeytinyağı, kuru soğan, kuru üzüm, fıstık, tuz, karabiber, şeker, bahar ve nane ile hazırlanan dolma içi kabukları temizlendikten sonra açılan midyelerin içerisine yerleştirilmektedir. Açılmaması için bağlanan midyeler pişirilerek midye dolma hazırlanmaktadır⁽⁴¹⁾. Ülkemizde yapılmış olan bir çalışmada, midye dolmalar için modifiye atmosfer gibi modern paketleme yöntemleri uygulanabileceği ve böylece bu ürünün marketlerde çok daha sağlıklı ve uzun raf ömrüne sahip koşullarda satılabileceği ifade edilmiştir⁽⁴²⁾.

XIII.8.7. MİDYE TAVA

Ayıklanıp kurulanmış midyeler unlandıktan sonra bira ve karbonatlı suya batırılarak kızgın yağda kızartılmaktadır⁽⁴¹⁾. Ülkemizde yaygın olarak tüketilmekte olan bu ürünün, kısa bir kızartma işleminden sonra tüketime hazır olacak şekilde dondurulmuş olarak satışa sunulması mümkündür.

XIII.8.8. MİDYE SALATASI

Çiğ ya da haşlanmış midyelerin domates, soğan, biber, katı yumurta, pişmiş kereviz, haşlanmış patates, marul ile karıştırılarak sirkeli salça eklenmesi ile yapılmaktadır⁽⁴¹⁾.

XIII.8.9. MİDYE KOKTEYLİ

Marul, üzerine midye, ve bunların üzerine mayonez, domates salçası veya ketçap, konyak ve karabiberden oluşan salça eklenmesiyle yapılmaktadır⁽⁴¹⁾.

XIII.9. KALP MİDYESİ (*Cardium edule*) İŞLENMESİ

Taze kalp midyesi kabukları sıkıca kapalı olmakta ya da dokunulduğunda hemen kapanmaktadır. Taze olduklarında kötü bir koku yaymazlar. Bunlar genellikle kum ve çeşitli kalıntıların temizlenmesi için bir süre temiz su içinde bekletilmektedirler. Temiz deniz suyu kullanılabileceği gibi tuz ilave edilmiş tatlı su da kullanılabilmektedir. Midyelerde olduğu gibi bu tür de ağır metalleri ve mikroorganizmaları biriktirebildiğinden pişmiş olarak tüketimi tercih edilmelidir. Bunların pişirilmesi yaygın biçimde tel sepetlere yerleştirildikten sonra otoklavda pişirilme şeklinde yapılmaktadır. Pişirme işleminden sonra mekanik veya elle ayıklama yapılmakta, ayıklanan etler soğutma için taze sudan geçirilmektedir. Ayıklanmış olan etler taze veya donmuş biçimde, salamurada, sirke içinde ya da konserve olarak satışa sunulmaktadır⁽³⁸⁾.

XIII.9.1. DONMUŞ MUHAFAZA

Şok dondurma uygulanmalıdır. Toplu tüketime sunulmak üzere blok dondurma yapılabilirdiği gibi, daha küçük çaplı tüketim için IQF dondurma tercih edilmektedir⁽³⁸⁾.

XIII.9.2. SALAMURADA MUHAFAZA

Marketlerde satış için tuzlu salamura uygulanabildiği gibi, uzak mesafelere taşıma gerçekleştirileceği zaman daha iyi bir koruma sağlanması amacıyla daha konsantre bir salamura hazırlanmaktadır. Ancak bunun tüketim öncesinde tatlı suda bekletilerek zayıflatılması gerekmektedir. Salamura içinde konulduktan sonra kavanozlara ısıtıl işlem uygulanarak daha uzun bir raf ömrü sağlanabilmektedir⁽³⁸⁾.

XIII.9.3. SİRKEDE MUHAFAZA

Ayıklanmış etler bir saat kadar salamurada bekletildikten sonra sirke solüsyonuna daldırılmakta (1 kısım sirke: 2 kısım su ve % 3 tuz) bu şekilde 3 gün bekletilmektedir. Olgunlaşma işleminden sonra etler kavanozlara alınmakta, eşit hacimde sulandırılmış baharatlı sirkeyle üzerleri örtülmektedir. Ürünler bu şekilde saklanabildiği gibi sterilize edilerek raf ömürleri artırılabilir⁽³⁸⁾.

XIII.9.4. KONSERVE

Temizlenmiş ve pişirilmiş etler konservelere yerleştirildikten sonra tuzlu salamura eklenerek kapatılmakta ve ısıtıl işlemle sterilize edilmektedir⁽³⁸⁾.

XIII.10. KURBAĞA İŞLENMESİ

Kurbağaların hemen hepsi üreme döneminde suya bağımlı olup iç sular ve nemli ortamlarda yaşamaktadırlar. Bu ürünün ülkemizdeki tüketimi yaygın olmamakla birlikte, doğadan elle toplanarak işletmeye gelen kurbağalar işlenerek ya da canlı halde yurtdışına pazarlanmaktadır. Özellikle *Rana* spp.'nin işlenmiş ve dondurulmuş parçaları Fransa, İspanya ve İtalya'da alıcı bulunmaktadır⁽⁴³⁾. Ayıklanmış, derileri yüzülmüş, temizlenmiş durumdaki kurbağalar şekil XIII.8'de görülmektedir.

TSE Standartlarında Kurbağa bacağı omurgalıların *Amphibia* sınıfından *Anura* takımından *Ranidae* familyasına giren kurbağaların bel omurlarından kesilip derileri alındıktan sonra dondurulmuş olan arka bacakları şeklinde tanımlanmaktadır⁽⁴⁴⁾.

Beyaz renkli sindirimi kolay ve lezzetli olan kurbağa etinin besin değeri açısından tavuğun beyaz etine eşdeğer düzeyde olduğu bilinmektedir. Kurbağa etinin yağ oranı düşük, protein ve mineral madde miktarı yüksek, değerli bir hayvansal besin kaynağı olduğu bilinmektedir⁽⁴⁵⁾. Genellikle but kısımları

yenilmekle birlikte kimi ülkelerde iç organları ve derisi alındıktan sonra tüm gövdesi kol ve bacakları tüketilmektedir. Kurbağaların yaşadıkları su birikintilerinin başlı başına bir kontaminasyon kaynağı olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca avlama sırasında herhangi bir teknik donanım ve eğitim olmaksızın işlem gerçekleştirildiğinden kontaminasyon meydana gelmekte ve sadece işlenen ürünün değil, başlangıç materyalinin de kontrol edilmesi önem kazanmaktadır⁽⁴³⁾.



Şekil XIII.8: Ayıklanmış, derileri yüzülmüş, temizlenmiş durumdaki kurbağalar

XIII.10.1. İŞLEM AŞAMALARI

Öncelikle temin edilen hammaddenin kontamine olmaması, üretime olabildiğince yakın zamanda alınması gibi faktörlere dikkat edilmelidir. Canlı kurbağalar işletmeye naylon torbalar içerisinde getirilmektedir. Getirilen kurbağalar tartıldıktan sonra yaklaşık 1m. derinlikteki havuzlara alınarak suyun üzerine çıkan ölü olanları ayrılmaktadır. Daha sonra makasla henüz canlı halde olan kurbağaların kesim işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu sırada kurbağaların ölü olmamasına ve hijyen kurallarına uyulmasına özen gösterilmelidir. Deri tulum şeklinde çıkarıldıktan sonra iç organlar temizlenmekte, hiçbir kalıntı kalmamasına dikkat edilmelidir. Tırnaklar makasla kesilerek alınmakta ve

ayaklar kurbağanın sırt kısmından birbirine çapraz olacak şekilde bağlanmaktadır. Bu şekilde hazırlanan kurbağa bacaklarının üzerindeki kan akıtıldıktan sonra dezenfeksiyon amacıyla 0.2 ppm klor ve buz eklenmiş olan su içerisinde bir süre bekletmek gerekmektedir.

Hazırlanmış olan kurbağa bacakları aşağıdaki şekilde sınıflamaya alınır:

A sınıfı kurbağa bacağı = 1 kg'da 10-20 adet bacak içeren

B sınıfı kurbağa bacağı = 1 kg'da 20-30 adet bacak içeren

C sınıfı kurbağa bacağı = 1 kg'da 30-40 adet bacak içeren

D sınıfı kurbağa bacağı = 1 kg'da 40-60 adet bacak içeren

E sınıfı kurbağa bacağı = 1 kg'da 60-80 adet bacak içeren

İnce kırılmış buzla yapılan soğutma ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$) işleminden sonra kolilenen ürün etiketlenerek soğuk zincire dikkat edilmek şartıyla nakledilmektedir. Etiket üzerinde;

Üretici firmanın adı ve adresi

Ürünün imal ve son kullanım tarihleri

Seri numarası

Kalibresi

Net ağırlığı

Depolama sıcaklığı

Veteriner sağlık numarası yer almalıdır⁽⁴⁶⁾.

Ülkemizde yapılmış olan bir çalışmada kurbağa bacağı sıcak dumanlanarak beğenilen bir ürün elde edilmiştir. Bu ürünün 15 gün soğuk depolama ile sağlıklı olarak muhafaza edilebildiği ifade edilmiştir⁽⁴⁷⁾.

XIII.11. RAPANA (DENİZ SALYANGOZU)

Ülkemizde Karadeniz bölgesinin özellikle doğu bölgesinde avlanan rapanalar işlenerek yurtdışına ihraç edilmektedir. Dreçlerle sahilden 10-15 metre uzaklıkta dip taranmak yoluyla veya dalınıp elle toplanarak avlanan rapanalar işlenmek üzere fabrikaya gönderilmektedir. Dibin taranması nedeniyle sahil kesiminin ekosistemi zarar göreceğinden nargile sistemi veya dalgıçlarla rapanaların toplanması daha uygun bir yöntemdir. Bu şekilde yapılan avcılık

sonucunda istenen büyüklükteki deniz salyangozlarının toplanması da sağlanmış olmaktadır. Avcılıkta 7-11 cm boyutlarındaki rapanalardan daha küçük olanları tercih edilmemekte olup; ihracat için 5 grupta boylama yapılmaktadır (Tablo XIII.3).

Tablo XIII.3: Rapanaların boylara göre sınıflandırılması ve ihrac fiyatlandırması⁽⁴⁸⁾

SINIFLANDIRMA	TANIMLAMA (ADET/KG)
LL	< 14 ADEDİ 1 KG ET VEREN
L	15-29 ADEDİ 1 KG ET VEREN
M	30-59 ADEDİ 1 KG ET VEREN
S	60-100 ADEDİ 1 KG ET VEREN

Rapanaların işlenmesi için öncelikle kazanlarda 5 dakika haşlama yapılmakta; daha sonra ayıklama masalarına dökülmektedir. İçteki etli kısım kancalarla kabuktan ayrılarak ayıklanmakta ve ayıklanan bu iç kısım temizlenmektedir. Temizleme işlemi, yenen kısmın yenmeyen iç organlardan ayrılmasıdır. İç organlar ayrıldıktan sonra yenilecek kısımlar su içinde zımparalanarak tamamen temizlenmektedir. Elde edilen etler iyice yıkandıktan sonra dondurulmakta; -40°C'de 24 saat bekletildikten sonra soğuk suya daldırılarak glaze edilmektedir. Bu sayede et üzerinde ince bir buz tabakası oluşturularak dayanımı artırılmış olmaktadır. Bu işlemden sonra tekrar -40°C'de 24 saat tutulmakta ve -20°C'de depolanarak satışa sunulmaktadır. Deniz salyangozlarının aylama öncesi ve sonrasındaki görünümü şekil XIII.9'da sunulmuştur.

Kabukları süs eşyası ve hayvan yemi sanayinde kalsiyum kaynağı olarak kullanılırken, etin yenilmeyen kısımları ise un olarak yem üretiminde değerlendirilebilmektedir^(48,49).



Şekil XIII.9: Deniz salyanozu ve ayıklanmış hali.

XIII.12. DENİZANASI

Deniz anası ülkemizde tüketimi olmayan bir gıda olmasına karşın tuzlanmış deniz anası özellikle Japonya'da halk tarafından sevilerek tüketilen bir üründür. Deniz anası yüksek protein içeriğinin yanı sıra yok denecek kadar az miktarda yağ içerdiğinden son derece sağlıklı bir gıdadır. Sularımızda bulunan deniz analarının işlenerek ihraç edilmesi ülkemiz açısından potansiyel bir gelir kaynağı teşkil etmekle birlikte; bu konuda ülkemizde yapılmış çalışmalar son derece yetersizdir. Bu konuda yapılmış olan bir çalışmada ülkemiz sularında bulunan *Rhizostome pulmo* (Macri,1778) türü deniz anası işlenmiş ve tüketime hazır hale getirilmiştir. Bunun için şemsiye çapı 30 cm ve üzerinde olan deniz analarının ağız kolları, gonadlar ve sindirim sisteminin koparılmasıyla ayrılmakta; işlemede sadece şemsiye kısımları kullanılmaktadır. Daire kubbeli kısımdan bastırılarak oluşan dairenin etrafı kesilmekte ve düzeltilmektedir. Bu şekilde hazırlanan deniz analarının her bir kilogramı için 1lt filtre edilmiş deniz suyu, 40g şap, 2g kireç karışımı hazırlanarak pH derecesi 4'e ayarlanmakta ve bunun içinde 24 saat bekletilmektedir. Sonraki aşamada yine her kilogram deniz anası için 1 lt tatlı su, 100g tuz, 20g şap, 1g kireç içeren solüsyonda 48 saat bekletme yapılır. Bu işlemden sonra yıkanarak temizlenen deniz anaları kilogram başına 150g tuz, ve 10g şap içinde 96 saat bekletilmekte; bundan sonra da 180g tuz ve 10g şap içeren 96 saatlik tuzlama uygulanmaktadır. Son olarak deniz anaları doymuş tuz solüsyonunda (% 100) 96 saat bekletilmekte ve suyun süzülmesi için 3-4 gün oda sıcaklığında bırakılmaktadırlar. Su süzildükten sonra ürün soğukta depolanabilecek duruma gelmektedir.

Diğer bir yöntemde ise istenmeyen kısımlardan ayrılan deniz anaları çeşitli oranlarda % 25-35 tuz; %2-10 şap kullanılarak işlenmektedir. Deniz anaları tuzun %40'ı ve şapın % 50'si ile karıştırılarak 48 saat bekletilmekte ve daha sonra yıkanarak suları süzdürülmektedir. Geriye kalan tuzun yarısı ve şapın tamamı ile deniz anaları karıştırılarak 19 gün bekletildikten sonra yine yıkama ve süzdürme işlemi yapılmaktadır. Son olarak kalan tuzla 48 saat süren tuzlama işlemi yapılmakta ve deniz anaları tekrar yıkanıp 2 hafta süresince güneş görmeyen ortamda kurutulmaktadır. Her iki şekilde de hazırlanan ürünün - 4°C'de 2 yıl kadar saklanması mümkün olmaktadır ⁽⁵⁰⁾.

XIII.13. KALAMAR

Kalamarlar ülkemizde daha çok dondurulmuş olarak satılmakta ise de kurutularak, dumanlanarak ya ad konserve edilerek te tüketime sunulabilmektedir.

XIII.13.1. KURUTULMUŞ KALAMAR

Kurutulmuş kalamarın hazırlanması için iç organları ve gözleri ayıklanmalı; ancak kollar atılmamalıdır. Böylece kalamar üçgen ve yassı bir forma kavuşmaktadır. Yıkandıktan sonra su miktarı %18-22'ye düşene değin kurutulmakta ve bu şekilde tüketime hazır hale gelmektedir. Bu işlem sıcak yaz günlerinde 3 gün içerisinde tamamlanmaktadır^(51,52).

XIII.13.2. DONDURULMUŞ KALAMAR

Yıkandıktan sonra kalamarlar -25/-30°C'de 20 saat kadar bekletilerek dondurulmakta ve daha sonra 5-10 saniye soğuk suya daldırılarak buzla glaze edilmektedir. Bunlar, genellikle -15°C'de depolanmakta, daha yüksek veya sabit olmayan sıcaklıklarda depolama yapıldığında deride renk bozulmaları meydana geldiğinden ticari kayıplar söz konusu olmaktadır. Kalamarlar bütün gövde halinde dondurulabildiği gibi halkalar şeklinde kesilerek de dondurulmaktadır⁽⁵²⁾.

XIII.13.3.KONSERVELENMİŞ KALAMAR

Ayıklanmış olan kalamarlar yıkandıktan sonra 45°C sıcaklıktaki tuzlu suda yaklaşık 10 dakika pişirilmekte ve üzerindeki deri alınmaktadır. Daha az tuzlu bir suda yine 10 dakika haşlandıktan sonra ürün yıkanmakta ve soya sosu, şeker, tuz ve tuzlu su ile az miktarda MSG (monosodyum glutamat) ve sitrik asit karışımıyla birlikte konserveye yerleştirilmektedir. Konserveler kapatıldıktan sonra sterilize edilmekte; istenirse tuzlu su yerine yağ ile dolum yapılabilir⁽⁵²⁾.

XIII.14. DENİZ KESTANESİ

Deniz kestanesinin gonadları tüketilmekte olup; bu özellikle Uzakdoğu'da sevilerek tüketilen pahalı bir üründür. Tüketilen kısım olan gonadlar beş yarımay şeklinde sarı-turuncu renkte kestanenin iç kısmında bulunmaktadır (Şekil XIII.10). Deniz kestanesi dünya su ürünleri ticareti bakımından dikkate değer bir su ürünü olup; Japonya, Fransa, İrlanda, Kanada, Şili ve Kuzey Amerika'nın bu türü avladığı bilinmektedir⁽⁵³⁾. Aşırı avcılık nedeniyle doğal kaynaklarda

azalma görülmüş; bunun sonucu olarak denizkestanesinin yetiştiricilik yolu ile elde edilmesi ve alternatif av bölgeleri arayışı ortaya çıkmıştır ^(54,55). Deniz kestanesinin Marmara, Ege ve Akdeniz’de yaygın olarak bulunan bir tür olduğu bilinmektedir. Bir araştırmada ⁽⁵⁶⁾ Marmara Denizi’nden avlanmış deniz kestanelerinin tüketilen kısmı olan yumurtalarının beslenme açısından önerilen doymamış yağ asitlerini ve amino asitleri içeren proteince zengin bir besin olduğu belirtilmiştir. Çalışmada Marmara Denizi’nden avlanan deniz kestanelerinin yumurta kalitesinin yabancı sulardan avlananların kalitesi ile benzer düzeyde olduğu ifade edilmiş ve ülkemiz sularının bu tür için yeni bir av sahası olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil XIII.10: Deniz Kestanesi

Deniz kestanesi bıçakla kesilerek gonadları çıkarılmakta ve bunlar yıkanmaktadır. Suyun üzerinde yüzen kabuk parçası, diken gibi kısımlar uzaklaştırılmakta ve süzülmemektedir. Gonadlar daha sonra düz bir yere serilerek tuzlanmaktadır. Kullanılan tuz miktarı ürün kalitesine, mevsime ve çiğ materyalin kalitesine bağlı olarak değişmekte; genellikle gonad ağırlığının %20-30’u kadar olmaktadır. Bu şekilde hazırlanan ürün birkaç saatten fazla suların süzülmesi için bekletildikten sonra kaplara konularak kapak kapatılmaktadır. Ürün satılacağı zaman bir spatula ile yoğrulmakta ve cam kavanozlar içinde satışa sunulmaktadır. İstenirse bu hamur şekerle karıştırılıp bir Japon içkisi olan

“sake” eklenerek farklı bir aroma kazandırılabilir. Bu ürün Japonya’da en pahalı deniz ürünlerinden biri olarak beğeni ile tüketilmektedir⁽²⁹⁾.

XIII.15. DENİZ HIYARI

Ülkemiz sularında da bulunan bir tür olan deniz hıyari Uzakdoğu ülkelerinde tüketilen bir ürün olup; daha çok kurutulmuş formda tercih edilmektedir. Bu canlının işlenmesi için iç organları temizlenmeli; bunun için kısa süre tatlı suda bekletilmelidir. Anüs kısmından barsak dışarı çıkarılmakta ve karın boşluğu ince bir fırçayla temizlenmektedir. Kaynar deniz suyunda 1-1.5 saat kadar haşlanmakta, eğer haşlama sırasında üründe havanın genleşmesi nedeniyle şişme olursa bir iğne ile üzerinde delikler açılmaktadır. Daha sonra suyu süzdürülen ve soğutulan deniz hıyarları 70°C’de fırınlanıp 5 gün süreyle gölgede kurutulmaktadır. Ürünler 2-3 gün nem içeriğinin dengelenmesi için bekletildikten sonra tekrar 2-3 gün kurutulmalıdır. Sonuç ürün başlangıçtaki halinin %5’i kadardır⁽²⁹⁾. Bu ürün daha sonra suda bir gece veya daha uzun süre bekletilerek yumuşatılmakta ve daha sonra istenildiği şekilde (çeşitli sebzeler kullanılabilir) pişirilerek tüketilmektedir. Ülkemizde de Marmara Denizi’nden avlanan deniz hıyarlarının kurutulması ve besin bileşiminin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Sularımızda bulunan bu türün ihraç ürünü olarak değerlendirilme imkanı düşünülmelidir⁽⁵⁷⁾.

Bunun dışında deniz hıyarının iç organları kullanılarak hazırlanan bir ürün bulunmaktadır ki bu özellikle içki yanında tüketilmekte olup pahalı bir üründür. Deniz hıyarının iç organlarının, özellikle de barsaklarının fermente edilmesiyle hazırlanmaktadır. Sarımsı renkte olan solunum organı lezzetsiz olduğundan bir bıçakla bunun iç organ kütesinden ayrılması gerekmektedir. Sindirim kanalı ne kadar uzunsa ürün de o denli pahalı olmaktadır. İç organ kütesi (sindirim kanalı ve üreme organları) deniz suyunda yıkanmakta ve sindirim kanalının içindekiler elle boşaltılmaktadır. Daha sonra tuzlama yapılmakta, bunun için toplam iç organ kütesinin %10-15’i kadar ince tuz kullanılmaktadır. Öncelikle kullanılacak olan tuzun 1/3’ü kütleyle katılmakta; süzdürüldükten sonra kalan kısmı eklenmektedir. Karışım ince bir çubukla 5- 5½ saat kadar sık sık karıştırılmaktadır. Ürün artık sıvı sızdırmayan bir hale geldiğinde kapaklı bir kutuya yerleştirilmelidir. Bu karışım 2-3 hafta bozulmadan saklanabilmekte; cam kavanozlarda satışa sunulmaktadır⁽²⁹⁾.

KAYNAKLAR

- 1- INTERNET (2003): <http://www.egert.com.tr>
- 2-JOHNSON, P., SHUBERT, E. (1986): Availability of iron to rats from spirulina, a blue-green algae. *Nutrition Research*, 6: 85-94.
- 3-AYEHUNIE, S., BELAY,A., BABA,T., RUPRECHT,R. (1998): Inhibition of HIV-1 replication by an aqueous extract of *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*). *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes and Human Retrovirology*, 18: 7-12.
- 4-PATTERSON (1993): Antiviral activity of blue-green algae cultures. *Journal of Phycology*, 29: 125-130.
- 5-SESHADRI, C.V. (1993): Large scale nutritional supplementation with spirulina alga. All India Coordinated Project on Spirulina. Shri Amm Murugappa Chettiar Research Center (MCRC) Madras, India.
- 6-KATO, T., TAKEMOTO, K. (1984): Effects of spirulina on hypercholesterolemia and fatty liver in rats. *Japan Nutr. Foods Assoc. Journal.*, 37: 323.
- 7-REN, M.J. (1987): Spirulina in Jiangxi China. *Soc. Appl. Algology*, Lille France Sep. 1987.
- 8-BELAY, A., OTA, Y. (1994): Production of high quality spirulina at Earthrise Farms. Pub. in *Proc. of Second Asia Pacific Conference on Algal Biotech.* Univ. of Malaysia. USA.
- 9-FOX, R.D. (1986): Algoculture: la, spirulina, un espoir pour le monde de la faim. (Algoculture: Spirulina, hope for a hungry world.) ISBN 2-85744262-9. Pub. by Edisud, Aix-en-Provence, France.
- 10-FOX, R.D. (1996): Spirulina - Production & Potential. ISBN 2-85744-853-X. Pub. by Editions Edisud, La Calade, R.N.7, 13090 Aix-en-Provence, France.
- 11-LEE, Y.K. (1997): Commercial production of microalgae in the Asia-Pacific rim Department of Microbiology, National University of Singapore, Lower Kent Ridge Road, Singapore 119260. 1997 Pub. in *Journal of Applied Phycology*.
- 12-LI, D. M., QI, Y.Z. (1997): Spirulina Industry in China: Present status and futureprospects. *Journal of Applied Phycology*, 9: 25-28.
- 13-LOSEVA L.P., DARDYNSKAYA, I.V. (1993): Spirulina- natural sorbent of radionucleides. Research Institute of Radiation Medicine, Minsk, Belarus. 6th Int'l Congress of Applied Algology, Czech Republic. Belarus.
- 14- INTERNET (2003): <http://www.spirulinasource.com/index.html>
- 15- INTERNET (2003): http://www.egert.com.tr/besin_degeri.htm
- 16-KAY, R.A. (1991): Microalgae as Food and Supplement. *Critical Reviews in Food Science and Nutr.*, 30(6): 555-573.
- 17-WOONG, K.H., CHEUNG, P.C.K. (2001): Nutritional evaluation of some subtropical red and gren seaweeds Part II. In vitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food Chemistry*, 72: 11-17.
- 18- WATSON, A.S. (1979): *Algae Production Process and Products.* Aquaculture and Algae Culture, Process and Products. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, USA.

- 19-CİRİK, Ş., CİRİK, S. (1999): Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri) Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58. Bornova- İzmir.
- 20- AKBABA, G. (2003): Biyoteknolojide Mikroalgler. Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 429, Ağustos, s. 28-30.
- 21-ATAY, D. (1978): Denizyosunları ve Değerlendirme Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- 22-GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M. (1999): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ege'dir Su ürünleri fakültesi. Ders Kitabı, Isparta.
- 23-ERDEM, M. (1982): Esmer Deniz Yosunlarının Balık Rasyonlarında Değerlendirilme Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 830. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 492. Ankara.
- 24- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5923e/x5923e00.htm>
- 25-TAN, E., KONCA, R. (1985): Tatlısularımızda Avlanan Kervitlerin (*Astacus leptodactylus*) İşleme tekniğinin Araştırılması. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- 26- MOL, S., TÜRKMEN, Ö.A. (2010): Effect of sodium metabisulphite and citric acid on the quality of crayfish (*Astacus leptodactylus*). Journal of Muscle Foods, 21(2): 327-342.
- 27-ANON (1983): Shrimps: A survey of the world market. International Trade Centre , Genava. s. 21-39.
- 28-INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5931e/x5931e00.htm>
- 29-MOTOHIRO, T. (1974): The catches and Utilization of Shellfish in Japan. Fishery Products Ed. Kreuzer, R. FAO Fishing News (Boks) Ltd. 23 Rosemount Avenue, West By fleet, Surrey, England. s.172-176.
- 30- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5908e/x5908e00.htm>
- 31- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5887e/x5887e00.htm>
- 32-JANGAARD, P.M. (1977): Lobsters . Elements of Food Technology. Ed. Desroiser, N.W.Avi Publishing Company,Inc, Westport, Connecticut. s. 401-406.
- 33-INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5915e/x5915e00.htm>
- 34- KOMARIK, S.L., TRESSLER, D. K., LONG. (1974): Food Products Formulary. Vol1. Meats, Poultry, Fish, Shellfish. The Avi Publishing Company,Inc. Westport, Connecticut. s. 271-333.
- 35-INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5905e/x5905e00.htm>
- 36-LEARSON, R.J. (1977): Shellfish . Elements of Food Technology. Ed. Desroiser,N.W.Avi Publishing Company,Inc, Westport, Connecticut. s. 395-399.
- 37-TAKINAWA, E. ve DOHA, S. (1965): Heat Processing of Shellfish. Fish as Food. Ed: Borgstrom,G. Vol.IV, Chapter 8A, Academic Pres New York and London. s.305-337.
- 38- INTERNET (2003):<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5894e/x5894e00.htm>
- 39-GÖĞÜŞ, K. ve KOLSARICI,N. (1992): Su Ürünleri Teknolojisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1243 Ders Kitabı. s. 176-180.

- 40-WILLE, O. (1949): Der Fisch. Band III Handbuch der Fischkonservierung. Im Hans A. Keune Verlag. s. 663-664.
- 41-ALKAN, F. (1983): Türkiye'de Midye. Heyamola. Eylül-Ekim. s. 3-5.
- 42-ULUSOY, Ş. (2008): Midye Dolmalarının Modifiye Atmosferle Paketlenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yüksek Lisans Tezi.
- 43-ALTUĞ, G. (1999): İşlem Görmüş Kurbağa (*Rana* spp.) Butlarında *Salmonella* spp. ve Ürün Akışının Mikrobiyolojik Kontrolü. X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 22-24 Eylül Adana.
- 44-TSE (1976): Kurbağa Bacağı. Türk Standartları Enstitüsü, TS 2261/Mart 1999, UDK 597.828.
- 45-YALÇIN, S., DOĞRUER, Y., YALÇIN, S. (1995): Kurbağa Etinin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Kimyasal Bileşimi. Hay. Araş. Derg. , 5(1-2): 39-40.
- 46-GÜRKAN, Ş. (2002): Kurbağa (*Rana* spp.) Bacağının İşlenmesi ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- 47-BAYGAR, T., OZGUR, N (2010): Sensory and Chemical Changes in Smoked Frog (*Rana esculanta*) Leg During Cold Storage (4°C±1). Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(3): 588-593.
- 48-ÇELİKKALE, S., DÜZGÜNEŞ, E., OKUMUŞ, İ. (1999): Türkiye Su Ürünleri Sektörü. Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası. Yayın no:1999-2, İstanbul.
- 49-ÇELİKKALE, M.S., KOLOT, M. (1985): Deniz Salyangozunun Avlama, İşleme ve Değerlendirme Teknolojisi. E.Ü. Su Ürünleri Y.O. Su Ürünleri Dergisi, 2(5-6): 3-8.
- 50-ÖZER, N.P. (1994): *Rhizostome pulmo* (Macri,1778) Deniz Anasının İşleme ve Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği anabilim Dalı Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Programı. Doktora Tezi. Trabzon
- 51-TAKAHASHI, T. (1965): Squid Meat and its Processing. Fish as Food. Ed: Borgstrom,G. Vol.IV, Chapter 8B. Academic Press New York and London. s. 339-351.
- 52-TAKAHASHI, T. (1974):Utilization of Squid as Food. Fishery Products Ed. Kreuzer,R. FAO Fishing News (Boks) Ltd. 23 Rosemount Avenue, West By fleet, Surrey, England. s. 244-247.
- 53-LAWRANCE, M.J., LAW RANCE, A. L., MCBRIDE, S.C., GEORGE, S.B., WATTS, S.A. and PLANK, L.R. (2001): DFevelopments in the use of prepared feeds in seaurchin aquaculture. World Aquaculture. 32: 34-39.
- 54-PEARCE, C. M., DAGGETT, T. L., ROBINSON, S. M.C. (2002a): Effect of protein source ratio and protein concentration in prepared diets on gonad yield and quality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Aquaculture, 214: 307-332.
- 55-PEARCE, C.M., DAGGETT, T.L., ROBINSON, S. M.C. (2002): Effect of binder type and concentration on prepared feed stability and gonad yield and quality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Aquaculture, 205: 301-323.

- 56-MOL, S., BAYGAR, T., VARLIK, C., TOSUN, Ş.Y. (2008): Seasonal variations in yield, fatty acids, amino acids and proximate compositions of sea urchin (*Paracentrotus lividus*) roe. *Journal of Food and Drug Analysis*, 16(2): 68-74.
- 57-ÖZER, N.P., MOL, S., VARLIK, C. (2004): Effect of the Handling Procedures on the Chemical Composition of Sea Cucumber. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4: 71-74.

SU ÜRÜNLERİ ALTERNATİF ÜRÜN SANAYİİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

...the

XIV. BÖLÜM

SU ÜRÜNLERİ ALTERNATİF ÜRÜN SANAYİİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

XIV. BÖLÜM

SE ÜRÜNLERİ ALTERNATİF ÜRÜN SANAYİİ

Prof. Dr. Süheylan MOL

XIV. SU ÜRÜNLERİ ALTERNATİF ÜRÜN SANAYİİ

Prof. Dr. Sühendan MOL

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	481
XIV.1. Balık Yağı	481
XIV.2. Balık Karaciğeri Yağları	485
XIV.3. Vitamin	488
XIV.4. Balık Proteini Konsantresi	489
XIV.4.1. Balık Proteini Konsantresinin Yapılışı	490
XIV.5. Balık Unu	492
XIV.5.1. Balık Ununun Üretimi	494
XIV.6. Balık Silajı	496
XIV.6.1. Balık Silajının Üretimi	497
XIV.7. Fermente Su Ürünleri	499
XIV.7.1. Balık Sosları	499
XIV.7.1.1. Nuoc-Mam	499
XIV.7.1.2. Diğer Balık Sosları	500
XIV.7.2. Balık Ezmeleri	500
XIV.7.3. Tuzlu Balık	501
XIV.7.4. Hidrolize Balık Ürünleri	502
XIV.7.5. Fish Cheese	502
XIV.8. Deri	504

XIV.9. Tutkal	506
XIV.10. İnsülin	507
XIV.11. İyot ve Mannit	507
XIV.12. Kabukların Değerlendirilmesi	508
XIV.13. Gübre	509
XIV.14. Rennin	510
XIV.15. Jelatin	510
XIV.16. Kitin ve Kitosan	511
XIV.17. Mika	513
Kaynaklar	514

GİRİŞ

Su ürünleri sadece gıda olarak işlenmekle kalmayıp, balık yağları, balık proteini konsantreleri, balık unu, balık silajı, uzakdoğu ülkelerinde çok popüler olan fermente su ürünleri gibi değişik ürünlerine de işlenmektedir. Bunların dışında çeşitli su ürünlerinin derilerinden ve deniz kabuklarından yararlanılmakta; insülin, iyot, mannit, rennin, jelatin, kitin, vitamin elde edilmektedir. Tutkal, gübre ve mika da su ürünlerinden üretilmekte olan ürünler arasında yer almaktadır.

XIV.1. BALIK YAĞI

Yağlar, günümüzde birçok farklı sanayi kolunda değerlendirilmekte; bitkisel ve hayvansal kaynaklı olmak üzere temelde iki kaynaktan elde edilmektedirler. Her ne kadar sığır, koyun gibi hayvanlardan daha az yağ içeriyor olsalar da su ürünlerinden elde edilen yağlar karasal hayvanlardan elde edilenlere göre özellikle insan ve hayvan beslenmesi açısından avantajlı özelliklere sahiptirler. Balık yağları karasal orijinli hayvanlardan çok daha fazla doymamış nitelikte olan yağ asidi grupları içermektedir. Bu durum, çift bağlardan kaynaklanmaktadır. Bitkisel yağlar genellikle bir ya da iki, nadiren 3-4 çiftbağ içermekteyken; balık yağları 5-6 çift bağa sahiptir. İnsan beslenmesinde balık yağları genellikle margarin ve benzer yağlar formunda tüketilmektedir. Ayrıca özellikle morina ciğeri yağı bir vitamin kaynağı olup, A, D ve E vitaminlerini yüksek konsantrasyonda içermekte ve direkt olarak kullanılmaktadır. Balık yağı ayrıca serum kolesterol düzeyini düşürme özelliğine sahiptir ⁽¹⁾.

Beslenme açısından diğer bir önemli konu da esansiyel yağ asitleridir. Esansiyel yağ asidi eksikliğinin belirtileri düşük büyüme değeri, deride lezyon oluşumu, pigmentasyon bozukluğudur. Diyetle esansiyel yağ asidi bulunması bu gibi durumların ortaya çıkmasını engellemekte, ya da eğer ortaya çıkmışsa hızla düzelmesini sağlamaktadır ⁽¹⁾. Balık yağları aynı zamanda beslenme ve çocuk gelişimi için gerekli olan aminoasitleri uygun oranda ve yeterli miktarda içerdiğinden diyetle yer alması önemli bir ihtiyacı karşılamaktadır.

İnsan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra balık yağı çoğu hayvan yemini bileşiminde de bulunmaktadır ki bunlar genellikle protein kaynağı olarak balık unu içermektedirler. Balık ununda enerji kaynağı olarak %10'a kadar balık yağı bulunabilmektedir. Balık yağının başlıca olarak konsantre bir kalori kaynağı olması, esansiyel yağ asitlerini ve çoklu doymamış yağları içermesi gibi 3 faydalı özelliği bulunmaktadır. Toplam diyetle %5'e kadar bulunması halinde balık yağı etkin biçimde metabolize edilebilmektedir ⁽¹⁾.

Balık yağlarının kalitesinin etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Balığın ölümünden sonra enzimatik, bakteriyel ve oksidatif gelişimler nedeniyle yağda fiziksel ve kimyasal değişimler başlamaktadır. Kalitedeki bozulmanın derecesini av sırasındaki fiziksel işlemler etkilemektedir. Avlamadan işlemeye kadar geçen bekleme süresi ve bu sıradaki sıcaklığın yüksek olması, soğutmanın yeterli düzeyde uygulanmaması ciğ materyalin kalitesinde kayıplara yol açmaktadır. Balık yağının kalitesini etkileyen faktörler serbest yağ asitleri, proteinler, karbonhidratlar, fosfolipitler, yağın otooksidasyon ürünleri doğal olarak ortaya çıkan toksinlerdir. Bu bileşenlerin bazılarının konsantrasyonu balık yağının üretim metoduna bağlıdır. İşlemden taze balık kullanılması ve dikkatli üretim yapılması yağın bozulma riskini azaltmaktadır. Balık yağının bozulmasına neden olan maddelerin uzaklaştırılması ise, onların oluşmasına engel olmaktan genellikle daha zordur. Modern işleme teknikleri her ne kadar pahalı ve komplice olsa da yüksek kalitede yağ elde edilmesini sağlarlar. Örneğin yağın dinlendirilerek ayrıştırılması otooksidan ürünlerin ve serbest yağ asitlerinin oluşumunu tetikleyen proteinli maddeler ve su ile daha uzun süre temasına yol açmaktadır. Diğer yandan santifrüj uygulandığında ise yağ hızla ayrılmakta ve parçalanma önlenmekte; ayrıca fazlar tamamen ayrıldığından ürün artışı sağlanmaktadır⁽¹⁾.

Balık yağı balıkların et ve karaciğerlerinden elde edilmekle birlikte, kemik iliklerinden elde edilenler de vardır. İşlem, bu kısımların kaynatılarak veya buharda pişirilerek hafif olan yağın üstte toplanması ve katı kısmın preslenerek kalan yağın çıkarılması esasına dayanmaktadır. Kaynatma süre ve sıcaklığı yağı çıkarılacak parçanın büyüklüğüne, balığın türüne bağlı olarak değişmektedir. Elde edilen yağ daha sonra saflaştırılmakta; genelde sardalye, ringa, torik, uskumru, orkinos, hamsi gibi balıklardan yağ elde edilmektedir. İçerdiği doğal lipazlar ve bakteriler nedeniyle balık yağı oldukça kısa sürede bozulmaktadır. Lipazlar ve bakteriler, balık yağının doymamış yağlar ve vitaminlerdeki oksidatif acılaşmaya neden olan yağ asitlerine hidrolize ederler. Yağın en azından % 0.3 nem düzeyinin altında saklanması; lipaz enziminin üretimini yavaşlatarak bakteriyel gelişimin geciktirilmesi için yararlı olmaktadır. Düşük sıcaklıkta depolama da bakteriyel, enzimatik ve kimyasal bozulmayı geciktirmektedir⁽²⁾.

En yüksek kalitedeki balık yağları en taze durumdaki balıklardan yapılmaktadır. Bazı ülkelerde devlet gözetimi altında ve yeterince yüksek kalitede üretim yapıldığında yağ hidrojenize edilip direkt olarak margarin gibi gıdalara insan için yenilebilir yağ formunda katılabilmektedir. Yağın insan gıdası olarak tüketimi halinde, diğer önemli bir konu da kullanılan balığın yüksek kalitede olmasıdır. Çünkü, bozulma sırasında birçok bakteriyel yıkımlanma ürünü ortaya çıkmakta (örneğin birçok sülfür bileşikler) ve bunlar hidrojenasyon işlemindeki katalisitleri inhibe etmektedir. Balık derisinden yapılan balık yağları % 13

hidroklorik asit içerisinde 10 dakika kaynatıldıktan sonra yağın üç kez yıkanması ve 15-16 °C'de filtre edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Balık yağları hidrojenize edilmeden önce serbest yağ asitleri (FFA) ve diğer saflığını bozan maddelerden arındırılması için rafine edilmelidirler. Yağ ilk olarak fosforikasidin konsantre (%80-85) sulandırılmış haliyle yıkanmaktadır. Bu işlem fosfatidleri uzaklaştırmaktadır. Daha sonra 4 Molar sodyum hidroksit (NaOH) solusyonu eklenmekte, böylece FFA'ların % 20'sinden fazlası sodyum tuzları oluşturarak ortamdan uzaklaştırılmaktadır⁽³⁾.

Elde edilen yağlar çeşitli biçimlerde işlenmektedir:

Hidrojenize yağlar: Balıktan elde edilen yağların nikel ve kobalt tozlarının katalitik etkisiyle yüksek sıcaklık ve basınçla hidrojenle doyurulması ile katı yağlar (margarin) elde edilmektedir. Bu işlemde balık yağındaki yağ asitlerinde bulunan çift bağlara hidrojen bağlanmakta, böylece katı yağlar üretilmektedir.

Volkanize yağlar: Balık yağındaki yağ asitlerinde bulunan çift bağlar kükürtle doyurulmakta ve elde edilen yağlar metal işlenmesi sırasındaki ısınmayı önlemek üzere kullanılmaktadırlar.

Sülfatlanmış yağlar: Yağın yapısındaki yağ asidi ile sülfürik asidin yer değiştirmesi ile elde edilen bu ürün amonyakla nötrale edilmekte; elde edilen ürün tekstil sanayinde kullanılmaktadır.

Polimerize yağlar: Balık yağı ısıtılmakta, bu sırada çift bağların açılması ve açılan bu bağlardan yağ moleküllerinin birbirine bağlanması sayesinde büyük molekülü bileşikler oluşmakta; boya ve cila sanayinde hammadde olarak kullanılan yoğun jelimsi bir ürün elde edilmektedir.

Yağın hidrolize edilmesi: Balık yağının hidrolize edilmesi ile yağ asidi ve gliserin elde edilmektedir. Bunun için balık yağı basınç altında ısıtılmakta; elde edilen ürünler mum ve sabun yapımında, makyaj malzemesi üretiminde, ilaç sanayinde değerlendirilmektedir. Elde edilen gliserin, ayrıca dinamit sanayinde de kullanılmaktadır.

Sabunlaşma: Balık yağları sabun imalatında da kullanılmaktadır. Bunun için yağ sodyum yada potasyum tuzları ile ısıtılmakta ve sabunlaşma sağlanmaktadır.

Kuruma: Boyacılıkta ise yağların kurumasından faydalanılmaktadır. Balık yağına katalizör olarak % 1 oranında kurşundioksit veya mangandioksit katılarak 130-250 °C arasında ısıtma yapıldığında yağdaki çift bağlar açılarak açık kalan bu bağlara havadaki oksijen bağlanmakta ve yağ bu durumda sertleşmektedir⁽⁴⁾.

Balık yağlarının arıtımı: Genellikle serbest yağ asitlerinin, pigmentlerin ve koku unsurlarının yer değiştirmesinden ibarettir. Serbest yağ asitlerinin yer değiştirmesi normal olarak alkali arıtımı, vakum-buhar destilasyonu, esterleştirme ve çözücüyle ayırma olmak üzere başlıca 4 şekilde yapılmaktadır. Alkali arıtımı en popüler olan yöntem olup asidi sodyum hidroksit (NaOH) veya sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile etkisiz bırakılması temeline dayanmaktadır. Sodyum hidroksit (NaOH) 20-30°C’de; sodyum karbonat ise 90°C’deki yağ ile karıştırılmaktadır⁽²⁾.

Balık yağlarının yaygın olarak kullanıldığı alanlar;

- Konservelerde kullanılan yağ (özellikle salmon ve sardalye)
- Margarin üretimi (genellikle hidrojenize)
- Yemeklik yağ (genellikle hidrojenize)
- Ezme ürünler
- Salata ve salata sosları
- Süt ürünleri
- Sıvı yağ ve ürünleri
- Sosis üretimi
- Dumanlanmış ve diğer özel ürünler
- Dondurmalar
- Düşük yağlı tereyağı imalatı
- Peynir ve yoğurt üretimi
- Fıstık ezmeleri
- Doğal ilaçlar ve hayvan yemleri (A ve D vitamini içeren doğal yağlar)
- Vitamin kompleksi olarak
- Kozmetik
- Sabun ve deterjan üretimi
- Deri işleme
- Boya ve cila sanayii
- Matbaa mürekkepleri

- Plastik sanayii
- Metal işleme
- Böcek ilaçlarıdır⁽²⁾.

Gıdalarda balık yağı kullanımının sınırlanma nedenleri iç ve dış faktörler olarak ikiye ayrılmakta; ancak dış faktörler balık yağlarının insan beslenmesi için kullanılabilirliğini daha çok sınırlamaktadır. İç faktörler arasında yer alan yağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, kalitesi gibi konuların üzerinde yıllardır çalışılıp teknoloji geliştirildiğinden sorunların çoğu aşılmıştır. Ancak ekonomik sorunlar, sosyal ve kültürel alışkanlıklar, pazarlama ve satış problemleri gibi dış faktörlerin aşılması güç olup bu konularda henüz çok az ilerleme elde edilmiştir. Balıksı aromanın beğenilmesi ve kabul edilmesi toplumların beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin balıksı kokuya sahip ürünler bazı ülkelerde tercih edilmezken; Kuzey Avrupa ve İskandinav ülkelerinde özellikle tercih edilmektedir. Benzer olarak bu ülkelerde de Asya'da çok beğenilmekte olan fermente balık ürünleri tercih edilmemektedir. Bu gibi dış faktörler nedeniyle ortaya çıkan sorunların üstesinden gelinmesi zamanla ihtiyaç göstermekte ve daha güç olmakta; ancak balık yağları yine de çeşitli sanayi dallarında kullanım bulmaktadır⁽¹⁾.

XIV.2. BALIK KARACİĞERİ YAĞLARI

Vitamin A ve D içeriği yüksek olan balık karaciğer yağı gece körlüğü ve raşitizmi önlemek için kullanılmaktadır. Morina karaciğeri yağı sağlık ürünleri marketlerinde poplariteye sahip bir üründür. Morina balığının karaciğer yağlarını aşağıdaki gibi üç kategoride toplamak mümkündür.

1. Tıbbi sınıfa giren açık saman rengi bir yağ olup, eczacılığa ait amaçlarla kullanılmaktadır. A vitaminince zengin olan yağın dışarıya sızmasına izin veren taze karaciğer hücrelerinin düşük sıcaklıkta işlem görmesiyle elde edilmektedir.
2. Yağın kısmi oksidasyonu nedeniyle kırmızımsı turuncu bir rengi vardır. Bu, bir no'lu yağın ekstraksiyonundan kalan kısmın buharlanıp preslenerek tekrar işlenmesi yoluyla elde edilmektedir. A vitamini içeriği daha düşük olan bu yağ, hayvan yemi olarak ve endüstriyel amaçlarla kullanılmaktadır.
3. Kısmen dekompoze olmuş karaciğerlerden elde edilen bu yağ koyu renkli ve düşük kalitelidir. Endüstriyel kullanımda balık etinden elde edilen yağla yarışmaktadır⁽²⁾.

Balık karaciğer yağlarının elde edilmesi birçok farklı biçimde yapılabilir: (i) doğrudan buharlama, (ii) süzme, (iii) soğuk ekstraksiyon, (iv) yüzdürme, (v) kalsiyum klorit kullanımı, (vi) vakumla pişirme, (vii) dondurma, (viii) dehidrasyon, (ix) alkalın sindirimi, (x) enzim ve alkali kullanımı, (xi) asit sindirimi, (xii) çözücü ekstraksiyonu, (xiii) balık yağıyla ekstraksiyon.

- (i) **Doğrudan buharlama:** Basit ve ekonomik bir teknik olup, 85-88°C'de direkt olarak buharla muameleyi gerektirmektedir. Bazı durumlarda 70-75 °C'de kullanılmaktadır. Isı termal olarak hücreleri parçalamakta ve yağı serbest bırakmaktadır. Bu yağ sudan santifrüj ve filtre uygulamalarıyla ayrılmaktadır. Taze karaciğer kullanıldığında iyi kalitede yağ elde edilmekte, ancak bayat olduğunda yüksek yağ asidi seviyeleri ortaya çıkmaktadır. Bu teknikle % 70-75 yağ elde edilmektedir.
- (ii) **Süzme:** Karaciğerin buhar ekstraksiyonu için bir süzücü kullanılabilmekte ve 5 saatlik ekstraksiyon işlemi % 80 ürün vermektedir.
- (iii) **Soğuk ekstraksiyon:** Bu, karaciğerin parçalanması ve yağın santifrüjle alınması esasına dayanmaktadır. Yaklaşık olarak % 80 ürün elde edilmektedir.
- (iv) **Yüzdürme:** Bu teknikte karaciğerler % 2 formaldehit (CH_2O), fenol ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$), rezorkinol ($\text{C}_{12}\text{H}_9\text{O}_2\text{NaO}_5\text{S}$), kresol ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$) veya alkol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) ile işlenip sodyum karbonat hidrat (sulu Na_2CO_3) gibi bir bazla karıştırılarak pH'sı 9'a ayarlanmaktadır. Koruyucu maddeler proteinleri koagüle; enzimleri ise inaktive etmektedirler. Karaciğerler daha sonra öğütülmekte, suyla karıştırılmakta ve yağ ayrılmaktadır. Bunu takiben vakum kurutma ile yağda kalan fazla su alınmaktadır. Filtre edilmiş fraksiyonun sıcaklığı stearik asit fraksiyonunun katılaştırılması için 0°C'ye düşürülmektedir.
- (v) **Kalsiyum klorid:** Bu balık karaciğerine proteinlerin denatüre edilmesi ve yağın yaklaşık % 50'sinin serbest bırakılması için eklenmektedir.
- (vi) **Vakumla pişirme:** Düşük sıcaklıkta vakumla pişirme proteinlerin denatüre edilmesi ve vakumsuz pişirme işlemine oranla pişirmeyi hızlandırmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda ürünü artırıcı etkisi de vardır.
- (vii) **Dondurma:** Bu teknik yağı presleme ile çıkarıldıktan sonra karaciğer hücrelerinin koparılması için kullanılmaktadır.

(viii) **Dehidrasyon:** Dehidrasyonla ekstraksiyon, öğütülmüş karaciğer ve kurutulmuş sığır pulpu (yada susuz tahıl pulpuyla) karışımıyla yapılabilir. Bu sayede protein koagüle olmakta; daha sonra yağ soğuk presleme ile alınmaktadır.

(ix) **Alkalın sindirimi:** Bu işlem yağca düşük, A vitaminince zengin karaciğerlerde kullanılabilir. Çünkü böyle yağlar proteine daha sıkı tutunmuş olup, buharlama ile ayrılamazlar. Öğütülmüş karaciğerler % 1.32 sodyum hidroksit (NaOH) veya % 2-5 sodyum karbonatla (Na_2CO_3) karıştırılmaktadır. Alkali-karaciğer karışımı 82-87°C'de karıştırılarak pişirilmekte, ve daha sonra yağ santifrüjle alınmaktadır.

Alkalın sindirimi ayrıca karaciğerlerin 82°C'deki suya (serbest yağ asitlerinin nötralizasyonu için yeterince sodyum hidroksit içeren) konulması ile de yapılmaktadır. Bu daha sonra 90 °C'de 1 saat karıştırılmakta, ekstrakte edilen karışım yıkanmakta, 75°C'ye kadar ısıtılmakta ve santifrüjle ayrıştırılmaktadır.

Diğer bir alkalın tekniğinde ise karaciğerler öğütülmekte, boraks ($\text{B}_4\text{Na}_4\text{O}_7$), amonyum hidroksit (suda NH_3) ya da trisodyum fosfat (Na_3PO_4) ile 76-79 °C sıcaklıkta ve 8.5-12.5 pH'ta 15-20 dakika kadar muamele edilip bu işlem sonunda yağ santifrüjle alınmaktadır.

(x) **Enzim ve alkali kullanımı:** Karaciğer öğütüldükten sonra eşit hacimde suyla karıştırılıp pH % 25 sodyum hidroksitle (NaOH) yükseltilmekte, ve % 0.05 ticari pepsin ilave edilmektedir. Daha sonra sıcaklık 35-48 saat için 43-48 °C'ye yükseltilmektedir. Daha sonra pH'ın 9'a ayarlanması için sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmekte ve işlemin devamı için 79°C'de 1 saat daha bekletilmektedir. Daha sonra yine santifrüjle yağ alınmaktadır.

(xi) **Asit sindirimi:** Öğütülmüş karaciğerler pH derecesi 1.5'a inene değin asitle karıştırılmakta ve pişirilmektedir.

(xii) **Solvent ekstraksiyonu:** Karaciğer öncelikle ezilmekte ve nemi alınmaktadır. Karaciğerler 70-75 °C'de 30-45 dakika ısıtılıp hücrelerin parçalanması için asetik asitle ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) muamele edilebilmektedir. Aseton ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), benzen (C_6H_6), karbon disülfid (CS_2), karbon tetraklorid (CCl_4), dioksan ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$), etilen diklorid ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$), etil eter ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), ve en popüler olan trikloretilen (C_2HCl_3) solvent olarak kullanılabilir. Ekstrakte yağla birlikte solvent filtre edilmekte, genellikle yıkanmakta ve solvent vakum distilasyonu ile

uzaklaştırılmaktadır. Solvent ekstraksiyonu genellikle ürünü okside etmekte, kırmızımsı bir renk oluşturmakta, Vitamin A'yı azaltmaktadır. Bu riskler yüksek sıcaklık ve artan ısı uygulaması süreleri nedeniyle daha da artmaktadır.

- (xiii) **Balık yağı ekstraksiyonu:** Balık yağı ekstraksiyonu yağ bakımından fakir olan balıklarda uygulanmaktadır. Bu, doğranmış karaciğerlerin düşük vitaminli yağ (sardalya gibi) ile karıştırılıp 100°C'de 30-60 dakika kadar ısıtılması ile yapılmaktadır. Yağın ayrıştırılması için santifrj veya çöktürme işlemleri uygulanmaktadır⁽²⁾.

XIV.3. VİTAMİN

Balık yağları A ve D vitaminlerinin bilinen en zengin kaynaklarıdır. Bu vitaminler çoğu balığın karaciğerinde birçok memelinin karaciğerinden çok daha yüksek oranda bulunmaktadır. Örneğin A vitamini köpekbalığı karaciğerinde 50000 i.u./g düzeyinde bulunurken; bu değerin koyunlarda 600; farelerde ise 170 i.u./g kadar olduğu göze çarpmaktadır. Benzer olarak; D vitamini de memelilerin vücut ve karaciğerlerinde 1 i.u./g gibi çok düşük miktarda bulunurken; birçok balık türünün karaciğerinde 20000-45000 i.u./g kadar yüksek miktarlarda yer almaktadır. Balıklardaki A vitamininin esas kaynağı muhtemelen β -karoten olup; bu diyetlerde bulunmakta ve beslenme zinciriyle balıklara geçmektedir. Ayrıca ticari balık yağlarında ve karaciğer yağlarında tokoferol de bulunduğu; balık yağlarının kara hayvanlarının yağına göre tokoferol açısından da çok daha zengin olduğu bilinmektedir. Tokoferol doğal bir antioksidan olduğundan balık yağının oto oksidasyonu ile içerdiği tokoferol miktarı arasında ters bir ilişki bulunmaktadır⁽⁵⁾.

Balık karaciğerindeki yağın yüksek düzeyde A ve D vitamini içermesinin yanı sıra; B vitaminiyle kansızlığı önleyici faktörleri de içermesi nedeniyle ilaç olarak kullanılmaktadır. Kalkan, köpekbalığı ve mezgit balıklarının karaciğerlerinin A vitaminince zengin olduğu; orkinos, torik ve palamut balıklarının karaciğerlerindeki A ve D vitaminlerinin ise hemen hemen eşit oranlarda olduğu bilinmektedir. Karaciğeri yağlı olan (mezigit gibi) balıkların karaciğeri haşlanarak; karaciğerindeki yağ oranı düşük (palamut, torik, orkinos gibi) olan türlerinse karaciğer hücreleri dekompoze edilerek yağ alınmaktadır. Haşlama yönteminde yüksek basınçlı buhar kullanılmakta, haşlanan karaciğer preslenerek yağı ayrılmaktadır. Ancak bu şekilde elde edilen yağın kalitesi ve vitamin içeriği düşük olup işlem sırasında tuz eklenerek vitamin oranındaki azalma kısmen önlenabilmektedir. Dekompoze ederek yağ elde etmek içinse

karaciğerler ezilerek ağırlığınca su ve az miktarda hidroklorik asit eklenmektedir. Bu karışıma pepsin enzimi eklenerek dokuların dekompoze olması sağlanmaktadır. Daha sonra buna sodyum karbonat eklenerek, yapılan santifrüj işlemi ile yağ alınmaktadır. Karaciğer yağı normal yağın içinde çözünme özelliğine sahiptir. Bundan faydalanılarak elde edilen karaciğer yağı normal yağın içinde çözüldükten sonra santifrüj edilmekte ve iki yağ böylece birbirinden ayrılmaktadır. Vitamin yağının karaciğer yağından saf olarak elde edilmesi için organik çözücüler kullanılmakta ya da yağı vakumla distile etmek gerekmektedir⁽⁴⁾.

XIV.4. BALIK PROTEİNİ KONSANTRESİ

Endüstriyel balıkların diğer bir kullanımı da insan tüketimine uygun balık proteini konsantrelerinin hazırlanmasıdır. Bunlar genelde hamur işlerine katılarak kullanılırlar. Yağın alınması için organik bir çözücü kullanılmakta, böylece balıksı kokular önlenmekte daha sonra ise basit bir presleme basamağı yer almaktadır. Heksan potensiyel kanserojen ve toksik etkileri ortaya çıkana değin bu alanda en yaygın olarak kullanılan çözücüyü. Ancak bu etkileri nedeniyle artık tercih edilmemektedir. Kullanılan diğer çözücüler isopropanol ve 1,2-dikloreterandır. Ne yazık ki bu çözücüler de proteinleri neredeyse sıcaklığın yaptığı kadar denatüre etmekte, geriye besleyici fakat fonksiyonel olmayan, soya proteiniyle de takviye edilemeyen bir protein bırakmaktadır. Bu nedenle, yağı ve diğer uygunsuz bileşikleri uzaklaştırırken proteinlerde pek bir parçalanmaya neden olmayan etanol en uygun çözücüdür. Etanol daha sonra redistile edilip tekrar kullanılabilir⁽³⁾.

Balık proteini konsantresi başlıca üç tipte bulunmaktadır:

- Tip A:** Gerçekten kokusuz ve tatsız bir toz olup, maksimum toplam yağ miktarı %0.75' tir.
- Tip B:** Balıksı bir kokuya sahip olup, maksimum toplam yağ miktarı %3 olan bir tozdur.
- Tip C:** Yeterli hijyenik koşullar altında üretilmiş balık unu. Bu en ucuz balık proteini konsantresidir, ancak bu insan tüketimi için olmayıp, hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir⁽⁶⁾.

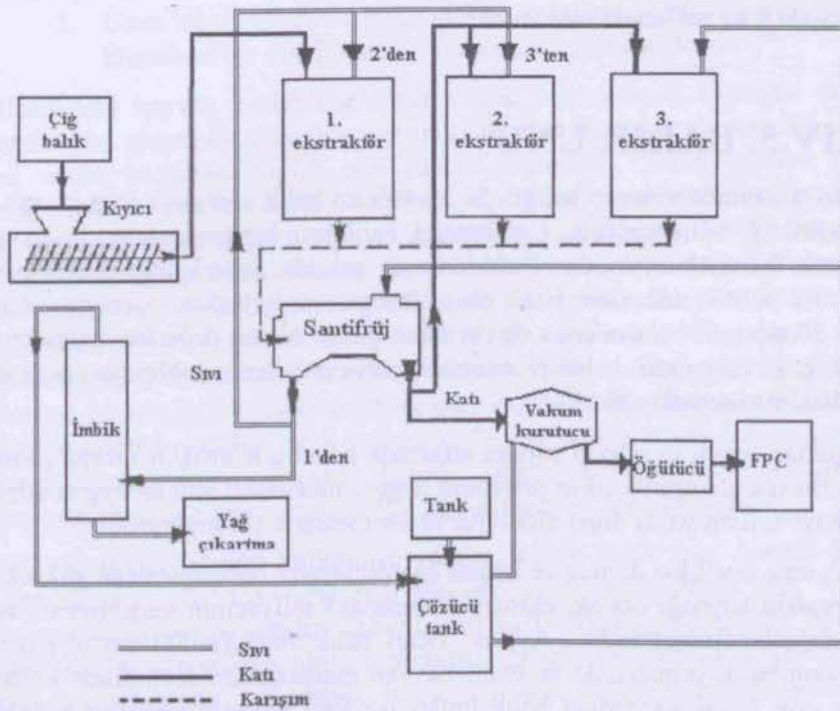
Balık proteini konsantresinin A tipi minimum %67,5 oranında protein içermekte olup, bilinen besinlerin kabul edilebilirliğini değiştirmeden %5-10 oranında kullanılabilir⁽²⁾.

XIV.4.1. BALIK PROTEİNİ KONSANTRESİNİN YAPILIŞI

Balık proteini konsantresi yapımında istenen tür ve boyda balık kullanılabilir. Balık genelde avlandıktan sonra buzda bekletilmiş olmalı ve fabrika tarafından tercihen 12, en fazla 48 saat içinde işlenmelidir. C tipi basitçe balık yemi olarak üretilebildiğinden burada sadece tip A ve B nin üretiminden bahsedilecektir.

Su ve yağ toplam balık etinin % 80'ini, hatta bazı türlerde sadece yağ % 20'sini oluşturmaktadır. Balık proteini konsantresi üretimi suyun çoğunun ve yağın kısmen yada tamamen uzaklaştırılmasını kapsamaktadır. Metotlar da temel olarak suyu, yağı ve balıksı tat veren bileşenleri uzaklaştıran çözücülerin kullanımı esasına dayanmaktadır. Tip A'yı yapmak için en iyi çözücüler örneğin etanol ve propanol gibi alkoller olup; etilen diklorid de kullanılmaktadır. Üretim işlemi şekil XIV.1'de görüldüğü gibidir.

1. Taze bütün haldeki balıklar yıkanır tartılır ve kıyıcıya konur.
2. İlk ekstraksiyon: Kıyılmış balıklar balığın suyunu alan 1. ekstraktöre konur. Bu ısıtılmayan bir kap olup, bunun içinde kıyma yaklaşık 50 dakika kadar 2. ekstraktörden gelen sıvıyla çalkalanmaktadır. Bu sıvı bir miktar izopropanol içermektedir.
3. Santifrüj: Birinci ekstraktörün içindekiler santifrüj edilir, bu sayede katı ile sıvı kısım ayrılır. Katı kısım 2. ekstraktöre aktarılır sıvı ise çözücüyle yağın ayrıştırılması için bir imbiğe aktarılır.
4. İkinci ekstraksiyon: İkinci ekstraktörde sıcaklık 75°C'dir. Burada 3. ekstraktörden gelen likit ekstraktör 1'den gelen katı kısım ile karıştırılır ve karışım 90 dakika çalkalanır. Bu basamağın başlangıcında katı kısım hemen hemen susuz halde olup, yaklaşık % 5 yağ içermektedir. Bu işlem sayesinde yağ % 1'e düşmektedir.
5. Santifrüj: Ekstraktör 2'nin içindekiler santifrüj edilir, katı kısım ekstraktör üçe aktarılır ve sıvı da yeni gelecek olan çiğ materyalle karışması için ekstraktör 1'e aktarılır.
6. Üçüncü ekstraksiyon: Üçüncü ekstraktörde sıcaklık 75°C civarındadır. Taze izopropanol katı kısma eklenir ve 70 dakika kadar çalkalanır. Bu aşamada yağ miktarı % 0.3'e kadar iner.
7. Santifrüj: Ekstraktör 3 'tekiler santifrüj edilir ve katı kısım saf izopropanolle 50 dakika kadar yıkanır. Sıvı 2. ekstraktöre döndürülür.



Şekil XIV.1: Balık proteini konsantresi üretimi⁽⁶⁾

Herhangi bir işlem görmemiş olan gıdalar genellikle % 20'den fazla protein içermemektedirler. Oysa balık protein konsantreleri % 80 kadar protein içerebilmektedirler. Bunun dışında proteinin kalitesi de yüksek olup aminoasit içeriği insan beslenmesi için doğru bir kompozisyonda bulunmaktadır. Tahıl gibi diğer gıdalar proteini işe yarar miktarda ihtiva etmekte, ancak genellikle bir ya da birden fazla esansiyel aminoasit bakımından eksik olmaktadır. A tipi balık protein konsantreleri kokusuz, tatsız bir toz olup kendi başlarına yenilebilmek açısından elverişsizdirler. Buna bağlı olarak bunların nasıl

tüketilebileceği konusu bir sorun olmaktadır. Bunlar genellikle ekmek, bisküvi, çorba gibi gıdalara bunların kendi özelliklerini bozmayacak düzeyde eklenmektedir. Makarna tipi gıdalarda, sütlü içeceklerde spaghetti soslarında diyet içeceklerinde ve kahvaltılık tahıllarda başarılı sonuç alınabilmektedir. Balık proteini konsantreleri özellikle çorba ve benzeri ürünlerin aromalandırılmasında kullanılabilmektedir. Ancak, her ne kadar yüksek besin değerine sahip, konsantre bir besin kaynağı olursa olsun kullanımıyla ilgili açık eğilimler yoksa bunun pek kullanışlı olduğu da söylenememektedir. Balık protein konsantresi hermetik olarak kapatılmış bir kutuda 27 °C'de bir bozulma olmaksızın 6 ay saklanabilmektedir⁽⁶⁾.

XIV.5. BALIK UNU

Dünya çapında avlanan balığın % 35-40'ının balık unu veya yağı olarak değerlendirildiği bilinmektedir. Endüstriyel balıkların bir kısmı direkt insan gıdası olarak tüketilebilmektedir. Balıkların ne şekilde değerlendirileceği sosyal-ekonomik-politik nedenlere bağlı olup, önemli bir konudur. Örneğin üçüncü dünya ülkelerinde balığın çoğu direkt insan gıdası olarak değerlendirilmektedir. Ancak, çoğu da balığın kalite problemleri ve/veya işleme problemleri nedeniyle değerlendirilememektedir.

Balıktan çeşitli ürünlerin yapımı sırasında genellikle artıklar ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde ortaya çıkan artıkların değerlendirilmesi için en uygun yöntem evcil hayvanların ya da diğer etçillerin beslenmesinde kullanılmasıdır⁽³⁾.

Balı unu, özellikle domuz ve kümes hayvanlarının beslenmesinde yüksek kaliteli protein kaynağı olarak, esansiyel aminoasit ihtiyacının karşılanması amacıyla değerlendirilmektedir. Ayrıca ticari balık yetiştiriciliği yapan şirketler tarafından balık yemlerinde ve evcil hayvan mamalarının üretiminde kullanılmakta; çok düşük kalitedeki balık unları ise azot kaynağı olmaları nedeniyle gübre olarak toprağa karıştırılmaktadır⁽⁷⁾.

Balık unu, balık ya da balık artıklarındaki suyun çoğunun ve yağın bir kısmı veya tamamının uzaklaştırılması ile hazırlanan katı bir üründür. Genellikle toz halinde satılmaktadır. Balık yemi üretiminde balık artıkları; özellikle de fileto artıkları kullanılmakta olup; fileto artıklarından elde edilen ürün bütün balıktan elde edilenden daha az protein, ancak daha fazla mineral içermektedir⁽⁸⁾.

Balık unu aşağıdaki üç neden yüzünden insan gıdası olarak değerlendirilmez:

1. Normal hijyenik koşullarda üretilmez bu yüzden hastalık etmeni olabilecek bakteri riski taşır.
2. Genellikle başlıca vitaminleri yıkımlayan ve proteinin besinsel değerini düşürebilen acılaştırmış yağları içermektedir. Çoğunlukla sahip olduğu acılaştırmış yağ kokusu nedeniyle de tercih edilmemektedir.
3. Uzun süreli tüketime bağlı olarak acılaştırmış yağlardan kaynaklanan kümülatif bir toksik etki de söz konusu olabilmektedir ⁽⁶⁾.

Balık unu hayvan beslemede diğer yemlerin aminoasit, özellikle de lizin yetersizliğini gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla içerdiği protein oranı ve bu proteinin niteliği son derece önemlidir. Balık ununun yüksek oranda protein içerirken düşük miktarda yağ bulundurması tercih edilmektedir. Yağ miktarı arttıkça protein oranı düşmekte ve yağ oksidasyona ve buna bağlı olarak acılaştırmaya yol açmaktadır. Buna bağlı olarak yemin değeri düşmekte, A ve E vitaminlerinin eksikliğinde görülen bazı sorunlar açığa çıkmaktadır. Balık unları kimi zaman yağca zengin olduklarından tuzlanmaktadır. Ancak bu tuz miktarının % 2'den fazla olmaması önerilmektedir. Aksi takdirde fazla tuz kullanımı kümes hayvanlarında toksik etki yapmaktadır. Bununla birlikte çok yağlı balıklardan yapılan balık unlarında % 3-6'ya kadar tuz kullanılması söz konusu olmaktadır. Bunun dışında mikroorganizmaların çoğalmasının önlenmesi amacıyla nem oranının % 12'yi aşmaması önerilmektedir ⁽⁹⁾.

Kültür balıkçılığında kullanılan yemler içinde balık unu önemli bir yer kapsamaktadır. Balıkların başarılı bir şekilde beslenebilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden kaliteli yem kullanılması gerekmektedir; balıkların protein ihtiyacının yüksek olması, proteince zengin yem kullanılması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Karnivor balık türlerinin doğal beslenme şekli diğer balıkları tüketmek şeklinde olduğundan, balık unundan balık yemi yapımı büyük önem taşımaktadır. Balık beslemede balık ununun yüksek oranda protein içermesi, içerdiği aminoasitler, iyi bir vitamin ve mineral deposu olmasının yanı sıra balıklar tarafından ihtiyaç duyulan n-3 ve n-6 esasiyel yağ asitlerini içermesi bunu özellikle karnivor balıkların beslenmesinde kullanımı şart hale getirmiştir. Türkiye'de balık unu sanayi Karadeniz'de hamsi balığı avcılığına bağlı olarak kurulmuş ve bu bölgede gelişmiştir. Ülkemizde balık unu fabrikaları çoğunlukla Rize-Hopa ile Sinop arasındaki sahil şeridinde yer almaktadır. Balık yeminin hazırlanması için kullanılacak olan balıkların muhafazası önemli bir sorun olup, bunun için henüz hem ucuz hem de güvenli bir metot bulunamamıştır. Soğutarak muhafaza pahalıyken; kimyasal katkı

maddeleri ile muamele ise sağlık açısından bazı dezavantajlara sahip olmaktadır⁽¹⁰⁾.

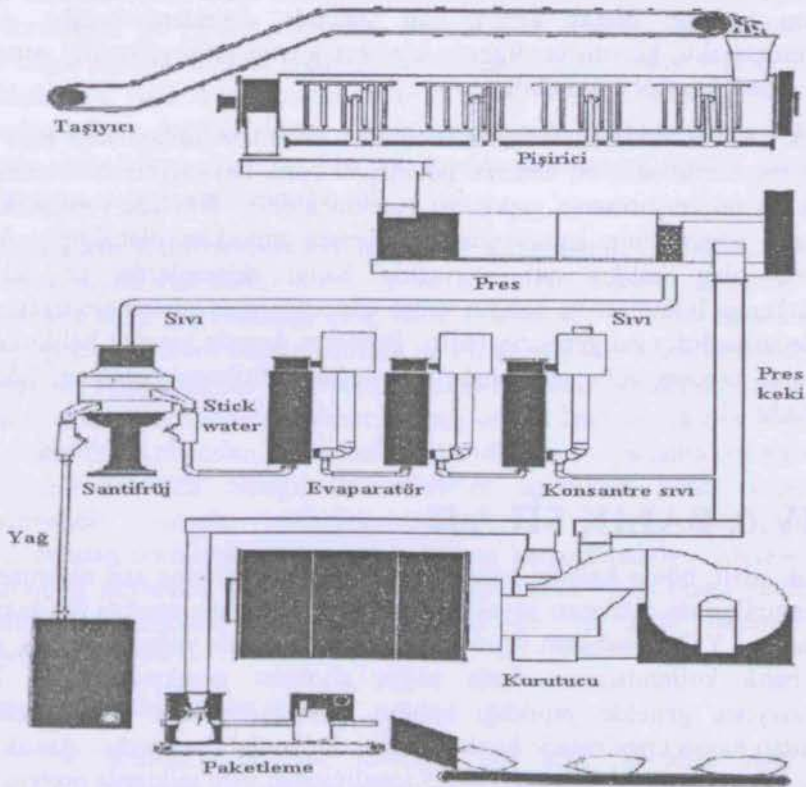
XIV.5.1. BALIK UNUNUN ÜRETİMİ

Balık unu üretiminin en basit şekli balığın güneşte kurumaya bırakılmasıdır. Üretim için tesislerin söz konusu olmadığı bazı ölkelerde bu halen uygulanmaktadır. Ancak bu şekilde üretilen ürünün değeri modern tekniklerle üretilenlere oranla daha düşük olmakta; hemen hemen tüm balık yemleri pişirme, presleme, kurutma ve öğütme yoluyla imal edilmektedir. Balık pişirildiğinde protein koagüle olmakta; su ve yağın çoğu uzaklaştırılmaktadır. Pişirme işlemi hassas bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Eğer pişirme tam olarak yapılmazsa daha sonraki aşamada sıvılar iyice preslenememekte; aşırı pişirme yapılırsa da presleme için fazlaca yumuşak bir ürün elde edilmektedir. Presleme aşamasında balık veya balık artıklarındaki fazla yağ ve su alınmakta; bu işlem sonunda su yaklaşık % 70'ten % 50'ye düşürölürken, yağ miktarı ise % 4 civarına kadar azaltılmaktadır. Bu işlem sonucunda katı (pres keki adı verilmektedir) ve sıvı (pres sıvısı denilmektedir) kısımlar elde edilmektedir. Pres sıvısı, içindeki yağın alınması amacıyla santifrüj edilmekte, elde edilen yağ da çoğunlukla tekrar santifrüj edilerek rafine hale getirilmektedir. Rafine edilen bu yağ değeri olup; örneğin margarin gibi yenilebilir yağ yapımında kullanılabilir. ABD'de bu yağın insan gıdası olarak kullanımına izin verilmemekte, genelde boya ve cila endüstrisinde kullanılmaktadır. Pres sıvısından ayrılan su ise "stickwater" adıyla bilinmekte olup; çözülmüş maddeler (özellikle protein) içermektedir. Bu da, buharlaştırılarak bu maddeleri % 30-50 kadar içeren yoğun bir sıvı haline getirilmektedir. Bu konsantre sıvı pres kekine katılarak kurutulmakta ve bu şekilde değerlendirilebilmektedir. Kurutma işleminin de doğru biçimde yapılması önemlidir. Ürün az kurutulursa küflenme oluşmakta; aşırı kurutma yapıldığında ise kavrulduğundan besin değeri düşmektedir. Direkt ve indirekt olmak üzere iki farklı tipte kurutucu kullanılabilir. Direkt kurutucuda, büyük bir silindir içinde hızla dönmekte olan materyalin üzerinden yaklaşık 500 °C gibi yüksek sıcaklıkta hava geçmektedir. Bu hızlı bir metot olmakla birlikte iyi kontrol edilmediğinde ısıya bağlı hasar meydana gelmektedir. İndirekt kurutmada ise ya buhar ceketli bir silindir, ya da buharla ısıtılan diskler içeren bir silindir kullanılmaktadır. Tüm bu işlemlerden sonra da ürün öğütölümekte ve paketlenmektedir⁽⁸⁾.

Balık unu üretimi şekil XIV.2'de görölümektedir. Ürünün tüm bu işlemler sırasında kontamine olması kaliteyi etkilemektedir. Bu nedenle üretim sırasında genel hijyen kurallarına uyulması, işletmede temiz su kullanılması gerekmektedir. Balık unu düşük oranda yağ içerdiğinden bakteriyel faaliyetler nedeniyle bozulması daha geç olmakta, ayrıca üretildiğı balığa oranla çok daha

küçük bir hacme sahip olmaktadır. Bu iki özellik depolama ve taşımada avantaj olup soğuk depolamaya gerek bırakmamakta, ancak yağ oranı yüksek balık yemlerinde antioksidan kullanılması tavsiye edilmektedir. En sık kullanılan antioksidan madde ethoxyquin olup, genelde 200-1000 mg/kg şeklinde kullanılmaktadır. Yağlı balık kullanılarak yapılan balık unu antioksidan kullanılmadığı takdirde yağlar okside olmaktadır. Okside olmuş yağ ise hayvanlar tarafından enerji ihtiyacı için kullanamadığından dolayı besin değeri açısından daha az öneme sahiptir⁽⁸⁾.

Balık unu, genelde plastik ya da kağıt esaslı ambalajlarda paketlenmekte ve toz halinde kolayca uçmaması amacıyla bazen pelet halinde balık yemi üretimi de söz konusu olmaktadır. Balık ununun muhafazası için kuş ve böceklerden korunmuş serin- kuru bir ortam en uygunudur. Bu şekilde bir koruma ile besin değerinde önemli bir kayıp olmaksızın birkaç yıl saklanması mümkündür⁽⁸⁾.



Şekil XIV.2: Balık unu üretimi ⁽⁸⁾

Balık unu birçok hayvan besini için tipik olan tahıl ürünlerinde genellikle yetersiz olan lizin gibi esansiyel aminoasitleri yüksek oranda içermektedir. Ayrıca B₁₂, klorin, niasin, pantotenik asit ve riboflavin gibi vitaminleri yeterli düzeyde içermekte; kalsiyum, bakır, fosfor ve diğer iz minerallerin kaynağı olma özelliğini taşımaktadır. Balık unu omega-3 yağ asitlerini yüksek oranda içerdiğinden bununla beslenen hayvanların etlerindeki omega-3 yağ asidi seviyesi de yükselmektedir⁽²⁾.

Balık ununun karıştırıldığı yemlerin hayvanlara verilmesi sonucunda bu hayvanların etlerinde balık kokusu hissedildiği kimi zaman şikayet edilen bir konu olmakta, bu daha çok yağlı balıklardan elde edilen balık ununun kullanımı nedeniyle görülmektedir. Bunun önlenmesi için balık unundaki yağın % 2.5 ve altına düşürülmesi, ya da balık unu katkısının kesimden 4 hafta önce kesilmesi tavsiye edilmektedir. Bunun yanı sıra *Salmonella* sp. ile kontamine olmamasına da özen gösterilmelidir⁽⁴⁾. Kılçıklar da öğütülerek mükemmel bir kalsiyum kaynağı olarak kemik unu şeklinde değerlendirilebilir. Ancak kemiklerdeki flor, kurşun ve diğer iz element içeriği ürün güvenliği açısından sürekli olarak kontrol edilmelidir⁽³⁾.

Balık unu üretimine karar verilmeden önce bu iş için kullanılacak olan balık miktarı tespit edilmeli; bu nedenle potansiyel balık kaynağının belirlenmesine yönelik bir ön araştırmanın yapılması gerekmektedir. Böylece yapılacak olan balık unu işletmesinin kapasitesini belirlemek mümkün olacaktır. Ayrıca işlenecek olan balığın yıl içerisinde hangi dönemlerde ne miktarda bulunduğu bilinmesi ve balığın temin edileceği yere işletmenin uzaklığının iyice değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunların dışında mevcut balık türünün balık unu üretimi için uygunluğu da değerlendirilmesi gereken faktörler arasındadır⁽¹¹⁾.

XIV.6. BALIK SİLAJI

Balık silajı, bütün haldeki balığa ya da balık parçalarına asit eklenmesi ve balık enzimlerinin aktivitesi sayesinde balığın sivilaşması esasına dayanan sıvı bir üründür. Yağsız balıktan yapıldığında sonuç ürün de yağsız olmakta, ancak yağlı balık kullanılacaksa fazla yağın alınması gerekmektedir. Besin kompozisyonu genelde yapıldığı balığın kompozisyonuna benzemektedir. Balık silajı hayvan beslemede balık unu gibi kullanılabilir. Ancak balık unu % 65 protein içerirken silaj % 15 içerdiğinden aynı miktarda protein alımı için 4 kat silaj vermek gerekmektedir. Silajın en yaygın kullanımı sıvı besleme sistemlerindedir. Bununla beslenen ineklerin süt ve tereyağları kusursuz; tavukların yumurta üretimi yüksek olmaktadır⁽¹²⁾.

XIV.6.1. BALIK SILAJININ ÜRETİMİ

Çiğ materyal kıyılır, asit eklenir. 1 ton balık için 35 kg. veya 30 lt asit konulmalıdır. İyice karıştırılması gerekmekte olup, aksi durumda aside değmeyen kısımda acılaşma meydana gelmektedir. Karışımın pH'nın 4 veya altında olması sağlanarak bakteri gelişimi önlenebilmektedir. Sıvılaşma oranı çiğ materyalin tipine, tazeliğine, işlemin sıcaklığına bağlıdır. Bu işlem için birçok balık kullanılabilmeyle beraber köpekbalıklarının bu şekilde sıvılaştırılması güç olmakta ve diğer türlerle karıştırılarak kullanılması gerekmektedir. Karışım ne kadar ılıksa işlem o denli hızlı gerçekleşmekte; yağlı balık yağsızdan ve taze balık beklemiş balıktan daha çabuk sıvılaşmaktadır. Üretimde birçok asit tek ya da birlikte kullanılabilir. HCl veya H₂SO₄ diğer asitlere oranla daha ucuz olup kullanılabilir, ancak bunların kullanımı sonucunda korozyon sorunu çıkabilmektedir. Bu durumda silajın kullanılmadan önce nötralize edilmesi gerekmektedir. Bir organik asit olan formik asit de iyi bir seçimdir ve nötralize edilmesi gerekmemektedir, ancak diğer asitlerden daha pahalıdır. Özellikle büyük miktardaki üretimlerde pH ölçülmeli, pH 4'ten çoksa asit eklenip, 3.8'den azsa daha az asit kullanılmalıdır. Asitliği doğru olarak ayarlanmış bir silaj oda sıcaklığında maltımsı bir koku oluştuğundan ve cıvıklaştığından 6 aydan fazla süre depolanması tavsiye edilmemektedir⁽¹²⁾.

Sülfürik asit, hidroklorik asit ve formik asit kullanılarak yapılan silajların yanı sıra; balık kıymasına sülfürik asit ve % 20 oranında melas katılarak melas-sülfürik asit silajı yapılabilirdiği gibi; balık kıymasının % 18 oranında melasla karıştırılıp L-plantarum bakteri kültürü ile aşılanarak oda sıcaklığında fermente edilmesi ile fermentasyon silajı da üretilenmektedir. Sülfürik asit silajının dayanımı çok uzun olmakla beraber bilinçli olarak hazırlanması ve tüketilmesi gerekmektedir. Kullanılan kaplar asite dayanıklı cam veya tahta olmalı; ürünün pH'ı 2-2.2 arasında olduğundan nötralize edildikten sonra kuru yeme emdirilmelidir. Ancak, nötralize edilen silaj 24-48 saat içerisinde bozulduğundan nötralizasyondan sonra hemen kullanılmalıdır. Melas-sülfürik asit silajının dayanımı sınırlı olup; 1-3 ay içerisinde tüketilmesi gerekmekte; fermentasyon silajında ise çok az itina ile rahatlıkla başarılı sonuç alınabilmektedir⁽¹³⁾.

Başarılı bir silaj üretimi için;

- Kullanılacak olan materyal 3-4 mm çapından daha büyük olamayacak şekilde ufalanmalıdır.
- Asit balık parçalarının her yerine gelecek şekilde dağıtılmalıdır. Aksi halde bakteriyel bozulmalar meydana gelebilmektedir.

- Sıvılaşmanın hızla gerçekleşmesi için ürün periyodik olarak çalkalanmalıdır.
- Düşük sıcaklıkta sıvılaşma yavaş olduğundan ortamda en az 20°C sıcaklık olması sağlanmalıdır.

Silaj üretiminde kullanılan aletler çok değişkendir. Küçük ölçekli bir işletmede ham materyali parçalayıp asidi eklemek ve bunları uygun bir kaptaki karıştırarak ılık ortamda bekletmek çözüm olabilirken; geniş çaplı bir işletmede balıkları parçalamak için büyük bir parçalayıcı, asidi aktarmak için pompalı bir aktarıcı ve karışımın bekletilmesi için büyük tanklar gerekmektedir⁽¹⁴⁾.

Eğer balık %2'den fazla yağ içeriyorsa, acılaşmayı ve balık tadının silaj tüketen balık etlerine geçişini azaltmak için yağ uzaklaştırılmalıdır. Balık silajının kompozisyonu asidin sulandırıcı etkisi dışında çoğunlukla yapıldığı balığın ile aynı değerdedir. Ancak eğer tavsiye edildiği gibi silajın yağı uzaklaştırılmışsa; uzaklaştırılan bu yağ miktarına bağlı oranda değişiklik meydana gelmektedir. Silajdaki başlıca kimyasal değişim yağda meydana gelmekte; yağın silajdan kısa sürede uzaklaştırılması büyük önem taşımaktadır⁽¹⁴⁾.

Özellikle balık unuyla karşılaştırıldığında silajın sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir:

- Üretim miktarı, üretim ekonomisini çok fazla etkilemeksizin artırılıp azaltılabilmektedir.
- Üretim için düşük enerji gerekmektedir.
- Yüksek sıcaklık silajın bozulmasına neden olmamakta ve kirlilik sorunuyla daha az karşılaşmaktadır.
- Balık silajı üretimi hemen hemen steril ürünler sunmakta ve *Salmonella* yok edilmektedir.
- Silaj karbonhidratlarla karıştırılabilmekte sinek sorunu olmaksızın güneşte kurutulabilmektedir.

Ancak, silajın balık ununa oranla daha az konsantre olması ve taşınmasının pahalı oluşu gibi dezavantajları bulunmakta; aynı zamanda çok yüksek düzeyde kullanılması da tavsiye edilmemektedir⁽²⁾.

Hayvan beslemede silaj kullanılacağı zaman bu tesisle balığın işleneceği yerin birbirine yakın olması tercih edilmelidir. Sıvı bir ürün olduğundan bunun üretildiği yere yakın bir bölgede kullanılıyor olması kolaylık sağlayacaktır. Silaj üretimi az para ve basit bir ekipman gerektirmekte olup tecrübeli personele

ijhtiyaç yoktur. Kurutulan bir ürün olmadığından havayı toz şeklinde kirliletmemekte ve kötü koku yaymamaktadır. Balık silajı yüksek gelişim değeri ve et kalitesi sağlamakta; ancak çok iyi tanınan bir ürün olmadığından başlangıçta tanıtımı için faaliyet gösterilmesi gerekebilmektedir⁽¹⁵⁾.

XIV.7. FERMENTE SU ÜRÜNLERİ

Dünya genelinde büyük miktarda balık insan gıdası olarak kullanılmamaktadır. Avlanan balıkların çoğu atılmakta ya da en iyi ihtimalle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bu balıkların fermentasyon teknikleriyle işlenerek değerlendirilmesi konusundaki çalışmalar ise bu tip ürünlerin özellikle Güney Doğu Asya'da çok popüler olmasına karşın çok azdır. Güneydoğu Asya'da milyonlarca insan yaşamakta ve protein açlığı çekmektedirler. Bu bölgede önemli bir hayvansal protein açığı olup, hayvansal proteinin en önemli kaynağı balıkçılıktır. Ancak balık kaynaklarının sınırlı ve fiyatının da yüksek oluşu, saklama koşullarının yetersizliği ile birlikte taze balık tüketimini sınırlamaktadır. Kıyıların genişliğine, nehir ve göllerin bolluğuna karşın balık tüketimi gerek av metotlarının ilköelliği ve gerekse muhafaza tekniklerinin yetersizliği nedeniyle azdır. Gelişmiş ölkelerde ucuz olan dondurma, konserveleme, buzlama gibi saklama teknolojileri Güneydoğu Asya ölkeleri için oldukça pahalı yöntemlerdir. Bunlara bağılı olarak kuvvetli aromaya sahip fermente deniz ürünleri geliştirilmiştir⁽¹⁶⁾.

XIV.7.1. BALIK SOSLARI

Balık soslari, özellikle güneşte kurumaya elverişli olmayan, çok yağışlı bölgelerde ortaya çıkmıştır. Bunlar yüksek oranda tuz içermekte olup; besin değeri açısından sınırlı bir öneme sahiptirler. Balık soslari yüksek oranda hidrolize protein ve mineral (sodyum klorid ve kalsiyum tuzları) içermektedirler. Vietnam, Kamboçya, Tayland gibi ölkelerde genelde pilavları tatlandırmak amacıyla kullanılmaktadırlar⁽¹⁶⁾.

XIV.7.1.1. NUOC-MAM

Bu ürün, berrak, kahverengi, çözülebilir azot ve tuzca zengin bir sıvı olup belirgin bir aroması vardır. İyi ürünlerde peynirsi bir koku ve tuzlu tat vardır. Nuoc-mam, genelde başlıca olarak *Clupeidae*'ler ve *Carangidae*'ler olmak üzere ufak, iç organları temizlenmiş balıklardan yapılmakta olup; karides te kullanılabilir. Bunun için balıklar hamur haline getirilmekte; tuzlanmakta ve geleneksel şekilde toprak kaplara konulup sıkıca kapatıldıktan sonra toprağı gömölüp birkaç ay bırakılmakta; ticari üretim için ise fiçı kullanılmaktadır. Kullanılan tuz miktarı balık türüne bağılı olup, genelde 6 kısım

balığa 4-5 kısım tuz kullanılmaktadır. Balıklar yerleştirilip en üste tuz serpilmekte, 3 gün sonra biriken acı ve kanlı sıvı süzülme­tedir. Bunun bir kısmı fiçıya geri konulmakta; bir kısmı ise yeniden kullanılmak üzere saklanmaktadır. Saklanan sıvı fiçıdaki balığın seviyesi yaklaşık 10 cm.ye inene değin üzerine serpilmekte daha sonra fiçinin ağzı örtülerek olgunlaşma başlamaktadır. Küçük balıklarda olgunlaşma birkaç ayda tamamlanırken, büyükler için bu süre 1 yıl hatta 18 aya kadar uzayabilir. Olgunlaşma sonunda fiçıdan ilk alınan ürün en kalitelisidir (nuoc-nhut). Daha sonra fiçı birkaç kez deniz suyuyla çalkalanarak kalan ürün fiçıdan alınmakta; ancak bu şekilde alınan ürün ilki kadar kaliteli olmadığından mısır, ezilmiş pirinç, karamel gibi maddeler eklenerek aromanın artırılması ve renginin koyulaşması gerekebilmektedir. Balık proteinlerinin yavaşça yıkımlanması mikroorganizma ve enzim faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. Nuoc-mam yüksek oranda metil ketonlarını içermekte olup; uçucu baz ve asitleri, aminoasitleri ve histamini de içerdiği çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir ⁽¹⁶⁾. Bu şekilde hazırlanmış ürün şekil XIV.3'te görülmektedir.

XIV.7.1.2. DİĞER BALIK SOSLARI

Bunlar, genelde sardalye, hamsi, karides gibi balıkların fermente edilmesiyle yapılmaktadırlar. Yapılışı nuoc-mam'a benzemekle birlikte; üretimi daha ucuz ve az komplike olmaktadır. İşlem 6 ay sürmekte; ancak iyi kalitede ürün sağlanması için 2-3 yıl gerekmektedir. Yaklaşık 1 kg balıktan 1 L ürün elde edilmektedir ⁽¹⁶⁾.

XIV.7.2. BALIK EZMELERİ

Balık ezmeleri Güneydoğu Asya'da son derece popüler ürünler olup, genelde pilavla yenilmektedir. Yapımı için deniz balıkları, hamsi ve karides gibi çeşitli su ürünleri ayıklanıp, bir kısım kaba tuza üç kısım olmak üzere tuzlanmakta ve fiçılara basılmaktadırlar. Bu üründe proteinin büyük kısmı bakteriyel enzimler değil, balık enzimleri tarafından denatüre edilmektedir. Sonuçta kıvamlı bir ürün elde edilmektedir ⁽¹⁶⁾.



XIV.3: Nuoc-mam (balık sosu)

XIV.7.3. TUZLU BALIK

Güneydoğu Asya'da balık ve diğer su ürünleri tuzlandıktan sonra kurutularak veya kurutulmadan tüketilmektedir. Tuzlama, özellikle uzun mesafe taşıma işlemi için kullanılmaktadır. Bunların dışında ise, bu ülkelere özgü değişik ürünlerden de söz etmek mümkündür. Endonezya'da temizlenmiş balık eşit ağırlıktaki tapyoka ve %20 tuzla karıştırılıp yoğrulduktan sonra uzun rulolar haline getirilip dilimlenmekte; dilimler kurutularak yağda kızartılıp tüketilmektedir. Doğu Endonezya'da küçük balıklar büyük miktarda tuzla birlikte toprak kaplara konulup birkaç gün sonra bir pirinç ürünü olan "angkhak", baharat ve maya ve ragi (mantarla enfekte edilmiş pirinç unu) ile karıştırılmaktadır. Bu, ürünün kırmızılaşmasına yol açmakta, aroma vermektedir. Solomon adalarında balıklar ayıklanıp 3 kısım deniz suyu ve 1 kısım hindistancevizi suyuyla yarım saat kaynatıldıktan sonra kemikleri alınıp ufak parçalara ayrılmakta ve 24 saat ateş üzerinde yavaşça kurutulmaktadır. Bu şekilde uzun süre saklanabilen, iyi bir protein kaynağı elde edilmektedir (Ürün, yaklaşık % 56.3 ham protein içermektedir). Vietnam'da fakir halkın tükettiği başlıca iki ürün den bahsedilmektedir. Bunlardan "mumcha" evde temizlenmiş balığın tuzlanması ve daha sonra şeker-pirinçunu karışımıyla kaplanması

şeklinde olup; % 26-29 protein içermektedir. “Ca kao” ise kurutulmuş-
tuzlanmış balıktan yapılmakta ve pirinçle tüketilmekte olup; bu her iki ürün de
taze balıktan daha ucuzdur ⁽¹⁶⁾.

XIV.7.4. HİDROLİZE BALIK ÜRÜNLERİ

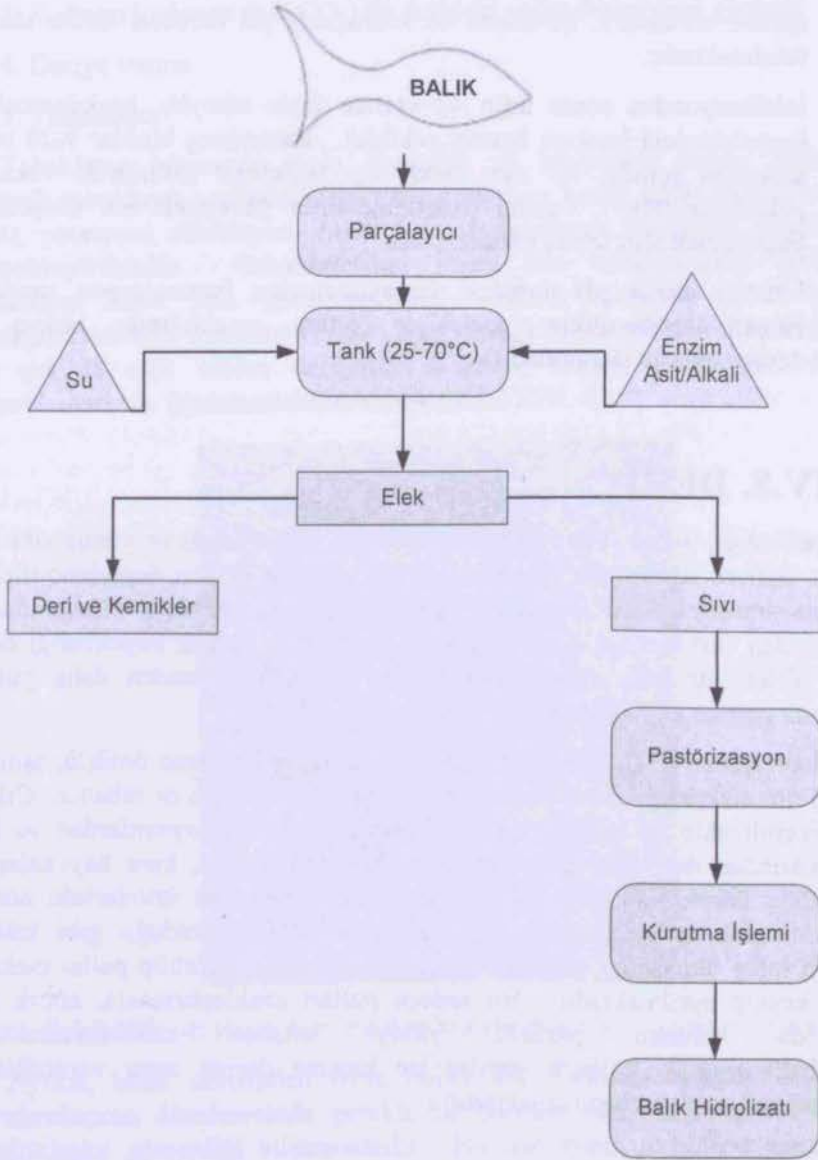
Balık artıkları küçük parçalara ayrılmakta ve biraz suyla birlikte işlemin
yapılacağı tanka konulmaktadır. Papain, pankreatin, bromelain gibi enzimler
proteolitik aktivitelerine ve mevcut protein miktarına bağlı olacak miktarda
eklenmektedir. Genel olarak parçalama işlemi 25-70 °C arasında
gerçekleştirilmekte ve reaksiyon süresi yaklaşık olarak 15 dakika sürmektedir.
Aşırı pH dereceleri veya 45 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar istenmeyen bakteriyel
gelişimle sonuçlanmaktadır. Reaksiyonun sonunda karışım süzülme ve
böylece deri, kemik gibi maddeler uzaklaştırılmakta; süzüntü yaklaşık 80°C'de
15 dakika süreyle pastörize edilmektedir. Daha sonra bu sıcak sıvı ürün sprey
kurutma gibi bilinen metotlardan biriyle kurutulmaktadır. İşlem basamakları
şekil XIV.4'te görülmektedir ⁽¹⁷⁾.

XIV.7.5. FISH CHEESE

Bu ürün, fermentasyon teknolojisi süttten peynir yapma işleminin balığa
adapte edilmiş halidir. Bu işlem için;

1. İç organlardaki enzimlerin uzaklaştırılması amacıyla balıklar
ayıklanmalıdır. Aynı zamanda iç organlar dünyanın farklı kesimlerinde
bu tip ürünlerin kabul edilebilirliğini de olumsuz yönde etkilemektedir.
2. Balık eti kılçık ve deriden ayrılmalı, pullar temizlenmelidir.
3. Kırılmış balık eti pastörize edilmelidir. Bu işlem sırasında proteinler
koagüle olmakta ve doğal mikroflora azaltılmakta olup; bu starter
kültürün gelişimini kolaylaştırmaktadır. Bu sayede balık etinde bulunan
enzimler de inaktive edilmekte ve bu ürünün işleme ve depolama
sırasında sıvılaşmasını önlemektedir. Bunun için 80°C'de 20 dakika
yeterli olup; pastörizasyon sonrasında 30°C'ye kadar soğutma işlemi
yapılmalıdır.
4. Ürün karıştırılmalı; %25 su ve yaklaşık %7.5 buğday unu (veya
sakaroz) ile %0.02 potasyum nitratla kalsiyum klorür eklenmelidir.
Suyun eklenmesindeki amaç diğer katkıların homojen biçimde
dağılmasını sağlamaktır. Esas olarak buğday unu kullanılmakta; ancak
bunun yerine sakkaroz da katılabilmektedir. Potasyum nitrat,
fermentasyon sırasında bütirik asit oluşumunu engellemekte; kalsiyum
klorür ise ürünün dokusunu geliştirmektedir.

BALIK HİDROLİZATI ÜRETİMİ



Şekil XIV.4: Balık hidrolizati üretimi⁽¹⁷⁾.

1. İnokülasyon taze olarak hazırlanmış starter kültürden yapılabileceği gibi; yeni hazırlanmış taze üründen de bir kısım kullanılabilir. Starter kültür için *Lactobacillus helveticus* ve *Lactobacillus acidophilus* %0.5 oranında uygulanmaktadır. İnoküle edilen ürün 30°C'de 24 saat inkübe edilmekte; bu sırada ve sonrasında pH derecesi 4.5'in altında tutulmaktadır.
2. İnkübyondan sonra ürün 42 saatten fazla süreyle baskılanmalıdır (peynirlerdeki baskıya benzer şekilde). Bastırılmış bloklar %20 tuzlu salamura içinde 1.5 saat bekletilip polietilen torbalarda vakumla paketlenmelidir. Vakum paketlenme ürün yüzeyinde küf oluşmasını engellemek için tercih edilmektedir.
3. Ürünler düşük pH derecesi ve muhtemelen fermentasyon sırasında oluşan antibiyotikler nedeniyle ortam sıcaklığında birkaç ay dayanabilecek durumdadırlar⁽¹⁸⁾.

XIV.8. DERİ

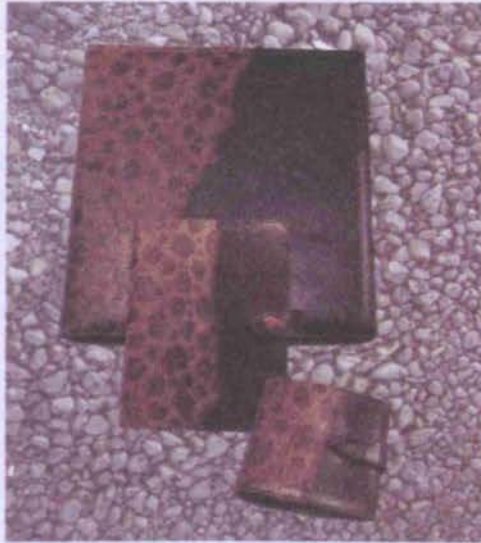
Köpekbalığı, balina, yılan balığı, deniz alası, yılan balığı ve yunus gibi bazı türlerin derileri; su samuru ve ayı balığı gibilerininse tüyleri değerlendirilebilir özellikte olmakla birlikte; bunların çoğu koruma altındaki türler olduğundan su ürünlerinden deri üretimi pek yaygın olmamaktadır. Ancak köpekbalığı derisi tercih edilen bir ürün olup; kimi zaman yenilebilir etinden daha yüksek ekonomik değere sahip olmaktadır^(4,17).

Su hayvanları, iyi dokulu, pürüzsüz, güçlü, dayanıklı, uzun ömürlü, aşınmaz bir deri üretmektedir. Bu ürün gözenekli olup, giymek için de rahattır. Cilayla temizlenebilmekte ve rengini iyi korumaktadır. Sucul hayvanlardan ve kara hayvanlarından deri elde edilmesi arasındaki temel fark, kara hayvanlarının çoğunlukla deriden ayrılan kıllara sahip olması oysa su ürünlerinin normal olarak deriden ayrılan pullara yada köpekbalıklarında olduğu gibi kalkerli yapılara sahip olmasıdır. Genellikle balık derileri iyice ıslatılıp pullar mekanik olarak kesilip ayrılmaktadır. Bu sadece pulları uzaklaştırmakta, ancak bazı balıklarda bulunan pürüzlü yüzeyi ortadan kaldıramamaktadır. Köpekbalıklarındaki kalkerli yapılar ise kazıma deriye zarar vereceğinden kimyasal yollarla uzaklaştırılmaktadır.

Balık derilerinin tabaklanması aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1. Pulların ya da kalkerli yapıların uzaklaştırılması
2. Tuzu uzaklaştırmak için ıslatma
3. Sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile derideki yağın reaksiyona girmesi
4. Deriye vurma
5. Tabaklama⁽²⁾.

Tabaklama işleminde tanin, formalin ve hayvansal yağlar kullanılarak organik tabaklama yapılabileceği gibi; potasyum krom sülfat (potasyum krom şapı), potasyum alüminyum sülfat (şap) kullanılarak inorganik tabaklama da gerçekleştirilebilir. Tabaklamadan sonra deri renklendirilip parlatılarak kullanıma hazır hale getirilmektedir. Deniz alası ve yılan balığının tabaklanması için formalin ve şap; köpekbalığı içinse tanin kullanılmalıdır ⁽⁴⁾. Bu şekilde elde edilen derilerden cüzdan, kemer, çanta gibi eşyaların hazırlanmasında faydalanılabilmektedir (Şekil XIV. 4).



Şekil XIV. 4: Balık derilerinden hazırlanmış olan cüzdan ve ajandalar

Ayrıca, balık derisinden izole edilen bir faktörün insanda kas dokusu yırtılmalarının düzelmesinde gerekli bir hormon olan interleukin-1'inin tüm özelliklerini gösterdiği bilinmektedir. Bu ilaç konusunda ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır⁽³⁾.

XIV.9. TUTKAL

Balık derisi, pulları, solungaçları, kemik ve yüzgeçleri kullanılarak tutkal elde edilebilmektedir. Bu tutkal kara hayvanlarından elde edilenden daha düşük kalitede olup; balıktan elde edilen en iyi tutkal deriden sağlanmaktadır. Ancak günümüzde balık tutkalı endüstrisi ekonomik önemini kaybetmiş durumdadır. Bunun nedenleri arasında yeterli miktarda uygun hammateryalin sağlanmasındaki zorluklar ve birçok farklı tutkal tipinin ortaya çıkması yer almaktadır. Deri tutkalı, balık-et tutkalı ve kemik tutkalı gibi birçok tipi mevcuttur. Özellikle köpekbalığı ve morina kalın derili olduklarından bunlardan daha fazla miktarda tutkal elde edilebilmektedir⁽¹⁷⁾.

Balık derilerinden tutkal elde etmek için deriler öncelikle soğutulmakta ve sonra dönen bir değirmende yıkanarak klorid miktarı % 0.1'den az düzeye indirilmektedir. Suyu yapılan bu işlemde sonra deriler % 0.2'lik sert sodaya (NaOH) veya % 0.2 hidroklorik asitle (HCl) nötralize edilmiş kirece (CaO) konulup tekrar soğuk suyla çalkalanmaktadır. Artık şişmiş olan deriler eşit miktarda suyla karıştırılıp buhara tutulmakta, ısıtma sırasında ürüne glasiyel asetik ($C_2H_4O_2$) asit eklenmesi daha şeffaf bir ürün elde edilmesini sağlamaktadır. Sekiz saatlik ilk pişirme sırasında tutkal serttir. Deriler daha sonra tekrar tatlı suyla birlikte pişirilmekte, bu daha zayıf bir tutkal meydana gelmesini sağlamaktadır. Kimi zaman üçüncü bir pişirme de uygun olmaktadır. Tutkal ekstraktı kimyasal olarak korunmalı, ya da daha yaygın olarak yapıldığı gibi ileri işlemlere alınmalıdır. Kokunun önlenmesi için uçucu esansiyel yağlar eklenebilmektedir⁽²⁾.

Balık başlarından da tutkal elde edilebilmektedir. Balık başları taze olarak işlenmelidir. Sülfüroz asidi (Sülfür dioksidin sudaki hali)veya sodyum bisülfid ($HNaO_3S$) beyazlatıcı ajan olarak eklenmektedir. Ayrıca pişirme süresince glasiyel asetik asit ($C_2H_4O_2$) ilave edilmektedir. Dializle tuz azaltmanın ve elektrodializ de başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Yoğunlaştırmadan sonra tutkal 1.17 kg/L densiteye sahip olmalıdır. Tutkalın kalitesi akışkanlığı, nemi, katılaşma noktası, kuruması, higroskopisi, yapıştırma hızı ile belirlenmektedir. Balıktan elde edilen tutkalın avantajları:

- Fazla hazırlığa gerek kalmaksızın hemen kullanılabilmesi
- Günlerce kendi kutusundan kullanılabilmesi
- Donması yavaş olduğundan düzeltmelere imkan sağlaması
- Sabitletme süresi yavaş olduğundan tahtaya daha iyi nüfuz etmesi ve böylece daha iyi yapışmasıdır⁽²⁾.

Balık tutkalı deri, mobilya, tekstil sanayinde ve ciltleme işleminde kullanılmakta olup, kola sanayinde de hammadde olarak önemli bir yere sahiptir. Ayrıca balık tutkalının saflaştırılmasıyla elde edilen saf jelatin de mikrobiyoloji laboratuvarları için besiyeri hazırlanmasında, fotoğraf filmi ve tatlı imalatında kullanılmaktadır⁽⁴⁾.

XIV.10. İNSÜLİN

Eksikliğinde şeker hastalığı meydana gelen insülin, çoğunlukla sığırların pankreasından yapılmakta olup; balıkların pankreasının bir bölümünü oluşturan langerhans adacıklarından da elde edilmektedir. Balıklardan yüksek saflık ve konsantrasyonda insülin elde edilmesi mümkün olmakta; hatta sığırlardan elde edilene oranla balık insülininin daha stabil olduğu bilinmektedir. Ton balığı ve bonito bu işlem için en uygun balıklardır. Morina da tercih edilmekte; ancak içorganları hızlı dekompoze olduğundan ürün miktarı düşük olmaktadır. Langerhans adacıklarının diğer iç organlardan dikkatle ayrılıp ekstraktı çıkarılmakta ve insülin pikrik asit ve pikrik asit tuzları halinde ekstrakta geçmektedir. Langerhans adacıklarından insülinin ekstrakta kolayca geçmesi için asetonla yararlanılmaktadır. Elde edilen ekstrakt distile edilerek insülin katı halde distile kabında toplanmaktadır. Katı haldeki insülinin saflaştırılması için alkol ve hidroklorikasit karışımı kullanılmakta, oluşan çözeltinin içindeki insülin asetonla çöktürülmektedir. Bu çökelti aseton ve eterle yıkanıp toz haline getirildikten sonra kullanılmaktadır. Ham materyalin kalitesi kısa sürede bozulduğundan işlem hızla gerçekleştirilmelidir^(4,17).

XIV.11. İYOT ve MANNİT

İlaç sanayiinde ve besiyeri hazırlamada kullanılan mannit kahverengi deniz yosunlarından elde edilmektedir. Deniz yosunları kaynatılarak çıkan kaynatma suyuna sodyum hidroksit (NaOH) eklenmekte, sonra bu karışım süzülmemektedir. Süzüntüye bakır sülfat katıldığında mannit bakır tuzları şeklinde çökmekte; bu çökeleğe asit eklendiğinde bakır tuzları mannite dönüşmektedir. İyot ise mannit ve alginik asit elde edilirken ortaya çıkmakta; KNO₃ ve NaNO₃ elde edilirken yan ürün olarak kazanılmaktadır⁽⁴⁾.

XIV.12. KABUKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kabuklu su ürünleri çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Su ürünlerinin kabukları toprağın pH derecesini artırmak amacıyla değerlendirilmekte olup; kireç, kum, su ve istiridye kabuğunun eşit miktarda karıştırılması ile yapılan ve Tabby adı verilen bir beton inşaatta ve özellikle deniz duvarlarının yapımında kullanılmaktadır⁽²⁾. Özellikle istiridye kabukları öğütülerek tavukların kalsiyum ihtiyacını karşılamak üzere yeme karıştırılmaktadır. Kabuklar ayrıca kırılarak araba yollarına asfaltlama malzemesi şeklinde dökülmekte ve lastikleri korumaktadır. İşletmede artık kabukluların bazen sorun yaratabileceği de unutulmamalıdır. Kabuk içerisindeki etin tamamının alınması her zaman mümkün olmamakta, kabuktan yeterince sıyrılammış etlerin kalması nedeniyle martılar, fareler gibi hayvanlar hiç de saniter olmayan şartların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kabuklardaki kalıntı etin otoklavda ısıtılarak çıkarılması mümkün olmakla beraber, kalıntı etlerin temizlenmesi için bu hiç de ekonomik değildir. Kabuklar ayrıca süs eşyası olarak ya da düğme yapımında da kullanılmaktadır⁽⁴⁾.

Su ürünlerinden çok eski tarihlerden bu yana süs eşyası olarak faydalanılmaktadır. Çeşitli su canlılarının kabuklarından biblo, lamba, kül tablası, düğme, toka, takı yapılmakta; balon balığı, denizati, denizyıldızı, gibi türler kurutularak süs olarak kullanılmaktadır. Köpekbalıklarının çene kemikleri ve dişleri de takı ve süs olarak beğeni kazanmaktadır. Balık pulları tırnak cilalarında pırıltı vermek amacıyla kullanım bulmaktadır. Özellikle mercan ve inci değerli takı ve bibloların yapımında kullanılmakta olup yapay inci üretimi de söz konusudur. Doğal inci en pahalısı olup, istiridyelerin içerisinde oluşmaktadır ve düzgün bir biçimi yoktur. Kültür incileri kültürü yapılan istiridyelerin içerisinde küçük incilerin konulup büyümesinin beklenmesi; büyüdüğünde alınıp yerine başka bir küçük inci konulmasıyla yapılmaktadır. Bir de suni inci denilen bir tip vardır ki bu istiridye kabuklarının içindeki parlak kısımların ve inci işlenmesi sırasında çıkan artıkların öğütülüp balık tutkalı ile inci haline getirilmesiyle yapılmaktadır ve en ucuzudur⁽⁴⁾.

İnci özü: İnci özü, kristal quaninin bir çözücüdeki süspansiyonudur. Quanin ringa ve uskumru gibi balık türlerinin pullarının epidermal tabakasında yer alan yanardöner bir maddedir. Ekstraksiyondan sonra daha parlak bir etki vermesi için nesnelerin kaplanması kullanılmaktadır. Quanin oyuk bir boncuğun içine konulduğunda ya da bütün boncuğun yüzeyini kapladığında gerçek bir inci görünümü vermektedir. İnci özü, birçok balığın pulundan elde edilebilmekte; pullar % 10-15'lik salamura (tuzlu çözelti) içerisine konulup, daha sonra salamura boşaltılmakta, pullar ezilmekte, preslenmekte ve 0°C'de

haftalarca depolanabilmektedir. İnci özü quaninin pullardan bulaşık makinesine benzer bir araç yardımıyla yıkanması ve kazınması sayesinde ekstrakte edilmektedir. Bazen yıkama için kerosen kullanılmaktadır. Yıkama sıvısından inci özünün ayrılması için santifrjden faydalanılmaktadır. Saflaştırma için protein konsantresi pepsinle birlikte asit içinde 25-30°C'de 50 saat tutulmaktadır. Ortamdaki yağ benzen (C_6H_6) veya eterle ($C_4H_{10}O$) alınmaktadır. Daha sonra santifrj işlemi yapılmakta; bu işlem sonucunda sulu ortamda kalan quaninin alınması için pullar seyreltik amonyakla yıkanıp süzölmekte, bu durumda quanin çökmektedir. Çöken kısımdaki quanin alınıp yukarı fazda kalmış olabilecek quaninin de alınması amacıyla yukarıda kalan faz süzölmekte, tekrar taze amonyaklı su eklenmektedir. Bu işlem quanin saflaşana değin defalarca tekrarlanmaktadır. Bu quanin süspansiyonu için % 0.3 salisilik asit ($C_7H_6O_3$) eklenmektedir⁽²⁾.

XIV.13. GÜBRE

Su ürünleri gübre olarak ta değeriendirilmektedir. Ancak bunun için kullanılacak olan balık ve artıklarının balık unu dahi yapılamayacak kadar değersiz olmaları ekonomik açıdan tavsiye edilmektedir. Bunun için iç organların, yengeç, karides gibi canlıların kabuklarının kullanılması uygundur. Su ürünleri doğrudan ya da kaynatıldıktan sonra kurutularak gübre halinde kullanılabildiğı gibi, içine bazı kimyasal maddeler katılarak bileşimindeki maddelerin toprağı yararlı hale gelmesi sağlanabilmektedir. Kurutma sırasında özellikle yağlı balıklarda kokuşma meydana gelmekte; bunun önlenmesi için kaynatma işleminden sonra kurutma faydalı olmaktadır. Elde edilen gübre doğrudan ya da suni gübrelerle karıştırılarak toprağı serpilmekte, fosfor ve bitkilerin gelişimi için gerekli olan diğeri esansiyel elementleri sağlamaktadır. Su ürünlerinden elde edilen gübreler doğada organik olarak bulunduğı için tipik ticari gübrelerden daha yavaş serbest kalan gübrelerdir. Bozuk balıklar ve iç organları genellikle sülfürik asitle muamele edilerek gübreye dönüştürölmektedir. Bu işlem proteini amonyum sülfata dönüştürmekte ve balık kokusunu azaltmaktadır. Başka bir teknik de balık proteinini dokuyu çözülebilir hale getiren üreyle muamele etmektir. Bu şekilde elde edilen gübredeki balık proteini halen organik formda olup toprak bakterileri tarafından hidrolize uğramak zorunda olacağından inorganik gübreye oranla daha sonra kullanılabilir hale gelmektedir^(2,4).

XIV.14. RENNİN

Peynir üretiminde kullanılan bir enzim olan rennin esasta süt buzağlarının dördüncü midesinden elde edilmektedir. ABD’de artan peynir endüstrisi yeni enzim kaynaklarına yönelime neden olmuştur. Ancak balık barsakları, mide muhteviyatı gibi ürünler de kullanışlı bazı enzimler içermekle beraber, bu konuda ticari olarak kullanımları pek söz konusu olamamıştır. Bu enzimlerin diğer bir kullanımı da balık işlemede yardımcı amaçlıdır. Bu enzimler “biyolojik bıçaklar” olarak adlandırılmakta ve deri ayıklamada, balık yumurtalarının kılıfından ayrılmasını sağlamada yardımcı olmaktadır⁽³⁾.

XIV.15. JELATİN

Jelatin değerli bir protein olup; dünya ticaretinde yıllık 400\$’lık bir paya sahiptir. Ancak, gelişmekte olan ve özellikle de az gelişmiş ülkeler önemli bir stoğa sahip olmakla beraber, çoğunlukla yan ürünleri değerlendirememekte ve bazı ülkeler bunların kemiklerini ve diğer artıklarını jelatin hammaddesi olarak ihraç etmektedir. Böylelikle bu ülkeler elde edilen son üründen fayda sağlayamamaktadırlar. Diğer ülkelerse yan ürünleri tamamen kazanmakta ve değerlendirilmektedirler. Jelatin için dünya ticaretindeki yıllık miktar 110 000-140 000 tondur. Jelatin en çok gıda endüstrisinde kullanılmakta olup; (yenilebilir jelatin) toplam marketin % 55’ini kapsamaktadır. İkinci önemli jelatin marketi ilaç sanayi; üçüncüsü ise fotoğraf endüstrisidir. Jelatinin bu üç önemli pazarındaki uygulamalar ise aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Gıda endüstrisi uygulamaları: Jelatinli tatlılarda , stabilize amaçlı olarak hamurlu gıdaların yapımında, dondurma imalatında, emülsiyon oluşturmada, gıda kaplama maddesi olarak, sosislerde, ezmelerde tercih edilmektedir.

İlaç sanayi uygulamaları: Sert veya yumuşak kılıflı jelatin kapsül üretiminde, tablet ve pastillerde hacimlendirici olarak, haplarda tadın kamufle edilmesi amacıyla, fitil yapımında, plazma genişletici ve emülsiyon stabilizatörü olarak kullanılmaktadır.

Fotoğraf endüstrisi uygulamaları: Film, kağıt emülsiyonlarının yapımında tercih edilmekte; fotoğrafçılıkta tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır.

Diğer uygulamalar: Mikroenkapsülasyon ajanı olarak ve kozmetik uygulamalarında tercih edilmektedir⁽¹⁹⁾.

Balık jelatininin daha yüksek hayvanlara çok benzer bir viskozite eğrisi vardır. Balık jelatini daha az prolin/hidroksiprolin içermektedir. Genelde başlıca

kullanımı gıda olmayan endüstriyel uygulamalardır. Kollajenin jelatine dönüşümü yaklaşık 30-35°C'de gerçekleşmektedir. Balık derisi ve kemikleri jelatin için ekstrakte edilebilmektedirler. Çiğ balık derileri öncelikle akan suda 3-4 saat yıkanmakta ve daha sonra %3'lük alkali solüsyonu içerisinde 6-8 saat kadar ıslatılmaktadır. Daha sonra bunlar akan suda 3-4 saat tekrar yıkanmakta, ve күкүрт dioksidin sudaki solüsyonu ile 3 kez yumuşatılmaktadır. Deriler üçüncü kez akan suda yıkanarak sıcak su ekstraksiyonu için hazır hale gelmektedir. Bu, genellikle iki kısım su ile bir kısım önceden işlem görmüş derinin karıştırılması ve 70-80°C'de jelatinin ekstrakte edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Balık jelatini, kara hayvanlarından elde edilen jelatin gibi iyi jel özelliklerine sahip değildir. Fakat kara hayvan popülasyonunun sınırlı olduğu kıyı ülkelerinde kullanılabilir. Hava kesesi, ses kesesi kollajence zengin birçok zarsı tabaka içermekte ve omurganın altında karın boşluğunda yer almaktadır. Bu, jelatinin çok saf bir formu olan "isinglas" yapımında kullanılmaktadır. Bunun yapımı için yüzme kesesi balıktan çıkarılıp tuzlanmakta ve daha sonra muhafaza için yıkanıp kurutulmaktadır. Bu madde daha sonra birkaç saat suda yumuşatılmakta ve demir silindirlerle inceltildikten sonra ince şeritler halinde kesilmektedir. %2'lik isinglas solüsyonu kullanılarak katı bir jel elde etmek mümkündür. İsinglas asit ve alkalide çözülebilmektedir^(2,3).

XIV.16. KİTİN ve KİTOSAN

Kitin eklembacaklıların kabuklarının ana maddesi olup, beta 1-4 bağına sahip (poli-β (1.4)-N-asetil-D-glukozamin) bir asetil amino glukozdur ve deaktilyasyonla kitosana dönüştürülebilir. Kitosan polimeri, biyopolimerler grubundan olup, tüm biyopolimerlerde olduğu gibi biyolojik olarak üretilmektedir ve benzersiz fonksiyonel özelliklere sahiptir. Biyopolimerler; sahip oldukları fonksiyonel özellikler nedeniyle değişik kullanım alanlarına sahip olup stabilizatör, jelleştirici, bağlayıcı, dağıtma ajanı, kalınlaştırıcı, kayganlaştırıcı, ilaç taşıyıcı ajan olarak kullanılmaktadırlar. Biyopolimerlerin çoğu günümüzde ticari olarak kullanılmakta ve gelecekte kullanımının artacağı gözlenmektedir. Plastik atıklardaki artış, gıda endüstrisinde düşük kalorili yağ üretimine olan talep, petrol kaynaklarının daha etkin kullanılma gerekliliği ve ilaç taşıyıcı sistemlerde duyulan eksiklikler bunlara giderek daha çok önem verileceğinin göstergesidir. Biyopolimerler doğal kaynaklı polimerler olduklarından ürün elde edilebilmesi için çok az bir işlem yapılması gerekmekte ve bu da tüm doğal ürünlerde olduğu gibi yerlerine kullanılacakları sentetik eşdeğerlerinden çok daha cazip olmalarını sağlamaktadır.

Kitosan, kitinin alkalın deasetilasyonu ile elde edilen bir poliaminosakkarit olup amorf yapıdadır. Kitosanın kapalı formülü ($C_6H_{11}NO_4$) şeklindedir. Kitosan suda hemen hemen hiç çözünmemekte, ancak formik asit ve asetik asit gibi organik asitlerin sulu çözeltilerinde çözünmektedir. Kitosanın özellikleri N-asetil grubunun süstitüsyon derecesine, polimeriasyon derecesine ve üretim prosesi ile kullanılan kitinin özelliklerine bağı olarak değışmektedir. Kitosan üretiminde hammadde olarak çoğunlukla deniz kabuklularının kabuklarında bulunan ve kitin denilen polisakkarit kullanılmaktadır. Kabuklar midye ağırlığının % 65'ini; istiridyenin ise % 85'ini oluşturmakta ve % 3'ten % 6'ya kadar kitin içermektedirler. Yengeç, ıstakoz gibi canlıların kabukları toplanmakta, depolanmakta ve istenen boyutta ufalamaktadır. Sulandırılmış NaOH proteinlerin ayrıştırılması amacıyla eklenmekte ve sonra kalan kabuk materyali tekrar yıkanmaktadır. HCl kabukların demineralize edilmesi amacıyla kullanılmakta, böylece kalsiyum karbonat gibi mineraller uzaklaştırılmış olmaktadır. Sonuçta yıkanmış ve süzdürülmüş materyal saf kitindir. Kitin daha sonra sıcak konsantre NaOH ile muamele edilmekte, yıkanmakta süzölmektedir. Buişlem sonucunda elde edilen ürün kitosandır. Araştırmacılar bu atık ürünün kullanım alanları üzerine çalışmaktadırlar. Kitosan Japonya'da ve Birleşik Devletler'de ticari olarak üretilmekte olup; üretim maliyeti ürün kalitesine ve üretim prosesine bağı olarak 6-32 \$ arasında değışmektedir. Kitosan şu anda atık sular için yenilebilir bir doldurucu ajan olarak kullanılmaktadır. Bu, özellikle tıbbi uygulamalar için kullanılabilir bir maddedir.

Kitin ve Kitosanın diğeri olası kullanım alanları:

- Hayvan yemi olarak kullanılabilir. Hayvanın yem tüketimini azaltırken, karkas ağırlığını artırır.
- Belli ticari ürünlerin çeşitli mikroorganizmalardan korunması amacıyla antimikrobiyal katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.
- Kağıt bazlı kartonlar gibi bazı paket materyallerinin fonksiyonel özelliklerinin artırılması özelliğine sahiptir.
- Sudan ağır metallerin ayrıştırılmasında kullanılabilir.
- Şarap gibi ürünlerin arıtımında kullanılır.
- Alkol ve suyun ayrıştırılması gibi işlemlerde kullanılabilecek sahte bağlar meydana getirmektedir.
- Diyet yardımcısı olarak kullanılmaktadır. Kolesterol düşürücü etkisinin olması ve vücuttaki depo yağla birleşerek sindirim yoluyla atılmasını sağlamaktadır. Özellikle kalorisi düşük patates cipsi ve bisküvi üretiminde tercih edilmektedir.

- Antioksidatif katkı maddesi olarak gıdalarda kullanılmaktadır.
- Gıda kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Gıdaların içerdği mikroorganizmaların hava almasını önlemekte, nem kaybını engellemekte, mantar gelişimini inhibe etmektedir. Böylece özellikle taze ve işlenmiş ürünlerin raf ömrü artırılmaktadır^(3,20,21).

XIV.17. MİKA

Mika su ile ısıtıldığında jelatine dönüşmekte ve değerli taşların yapıştırılmasında, pasta ve meyve sularının viskozitesinin artırılmasında, çeşitli içeceklerin tortularının çöktürülmesinde kullanılmaktadır. Mersin balığının solungaçlarının açılıp yıkanması ve daha sonra kurutulması; ya da suda ısıtılarak mesi ve bu karışımın kurutulması yoluyla üretilmektedir. Kurutma işleminden sonra solungaçların iç ve dış tabakaları soyulup saf kollagenden oluşan orta tabakası preslenmekte ve mika bu şekilde elde edilmektedir⁽⁴⁾.

KAYNAKLAR

- 1-GAULITZ, E.J., STOUT, V.F., WEKELL, J.C. (1974): Application of Fish Oils in the Food Industry. Fishery Products. Ed. Kreuzer,R. FAO. Fishing News (Books) Ltd. 23. Rosemount Avenue, West Byfleet, Surrey, England. s. 100-106.
- 2-OCKERMAN, H.W. (1992): Fishery by-products. Fish Processing Technology. Ed: Hall.G.M. Blackie Academic & Professional New York.
- 3-REGENSTEIN, J.M., REGENSTEIN, C.E. (1991): Introduction to fish technology. Chapman and Hall. London, England. Sf: 120-174.
- 4-GÜLYAVUZ, H., ÜNLÜSAYIN, M. (1999): Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Egridir Su ürünleri fakültesi. Ders Kitabı, Isparta.
- 5- CRUICKSHANK, E.M. (1962): Fat Soluble Vitamins. Fish as Food. Vol II. Nutrition, Sanitation and Utilization. Ed: BORGSTROM,G. Academic Pres, London, p: 175-197
- 6- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5917e/x5917e00.htm>
- 7-DREOSTI, G.M. (1974): The Future of Powdered Fish Products. Fishery Products. Ed. Kreuzer,R. FAO. Fishing News (Books) Ltd. 23. Rosemount Avenue, West Byfleet, Surrey, England. s. 100-106.
- 8- INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e00.htm>
- 9-ÖZKAN, K., BULGURLU, Ş. (1988). Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. 264. İzmir s. 174.
- 10-DUYAR, H.A. (1995): İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*)'nden Balık Unu Yapımı ve Elde Edilen Unun Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Van.
- 11-BARLOW, S.M. (1977): Fishmeal Manufacture in the Tropics. Proceedings of the Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. Tropical Products Institute. London WC1X8LU. s. 223-230.
- 12-INTERNET (2003): <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5937e/x5937e00.htm>
- 13-ERÜSTÜN, G. (1986): Değerlendirilemeyen Balıkların ve Balık İşleme Artıklarının Silaj Yolu ile Hayvan Yemi Olarak Kullanılma İmkanları Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tarım Orman Ve Köyleri Bakanlığı Koruma Ve Kontrol Genel Müdürlüğü Çanakkale Gıda Kontrol Ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- 14- DISNEY, J.G., TATTERSON, I.N., OLLEY, J. (1977): Recent Developments in Fish Silage. Proceedings of the Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. Tropical Products Institute. London WC1X8LU. s.231-240.
- 15-WINDSOR, M.L. (1974): Production of Liquid Fish Silage for Animal Feed. Fishery Products. Ed. Kreuzer,R. FAO. Fishing News (Books) Ltd. 23. Rosemount Avenue, West Byfleet, Surrey, England. s.140-143.
- 16-VAN VEEN, A. G. (1965): Fermented and Dried Seafood Products in Southeast Asia. Fish as Food. Chapter 8, Ed: Borgstrom,G. Vol III, Academic Press, New York.
- 17- WINDSOR, M., BARLOW, S. (1981): Introduction to Fishery by-products. Fishing News Boks Ltd. Farnham,Surrey, England. ISBN 085238 1158.

- 18- HARBORG, L., JOHANSEN, S. (1977): Fish Cheese: The Preservation of Minced Fish by Fermentation. Proceedings of the Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish. Tropical Products Institute. London WC1X8LU. s. 253-255.
- 19-ANON (1984): Gelatin: An Overview of the world Market With Special Reference to the Potential for Developing Countries. International Trade Centre, Genova. P: 1-5.
- 20-SHAHIDI, F., ARACHCHI, J.K.V., JEAN, Y.J. (1999): Food Applications of Chitin and Chitosans. Trends in Food Science and Technology, 10: 37-51.
- 21-DENKBAŞ, E.B., YAVUZ, H. (1999): Değişik Geometrilere Sahip Kitosan Yapıların (Membran, Mikroküre ve Süngerimsi) Hazırlanması ve Biyotıp Uygulamalarında Kullanılması. TBAG-1699 (198T032) Ankara.





İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ



2011/24266