



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



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KÜLTÜR BALIĞI ATIKLARINDAN JELÂTİN ÜRETİMİ
VE
KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Yasin ORHAN

**Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı**

Danışman

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Kasım, 2014

İSTANBUL

Bu çalışma 19/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

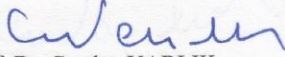
Tez Jürisi



Prof. Dr. Özkan ÖZDEN
(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Prof. Dr. Sühendan MOL TOKAY
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Prof. Dr. Candan VARLIK
İstanbul Aydın Üniversitesi
Anadolu Bil. Meslek Yüksek Okulu



Prof. Dr. Gürbüz GÜNEŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi
Kimya-Metalurji Fakültesi
Gıda Bölümü



Yrd. Doç. Dr. Ş. Yasemin TOSUN
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 32364 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmamın her aşamasında gösterdikleri her türlü destek ve yardımdan dolayı çok kıymetli hocam Prof.Dr. Özkan ÖZDEN'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca beni destekleyen annem Ayşe ORHAN, babam Hasan ORHAN ve kardeşim Alaattin ORHAN'a şükranlarımı sunarım. Tez çalışmalarım boyunca benden yardımlarını esirgemeyen tüm İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Akademik kadrosuna da ayrıca teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasını destekleyen TÜBİTAK ve İstanbul Üniversitesi'ne teşekkürü borç bilirim.

Kasım, 2014

Yasin ORHAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. Jelâtinin Tarihçesi, Ülkemizde ve Dünyadaki Genel Durumu.....	3
2.2. Jelâtin ve Kollajen Nedir ve Yapısı Nasıldır?.....	3
2.3. Genel Jelâtin Üretim Prosesi ve Yöntemleri.....	7
2.4. Jelâtinin Fizikokimyasal Özellikleri.....	8
2.5. Jelâtinin Sanayide Başlıca Kullanım Alanları.....	10
2.6. Çipura, Levrek ve Alabalıkların Biyolojileri ve Ülkemizdeki İstihsal Durumları.....	12
2.7. Çipura, Levrek ve Alabalıklardaki Yıllara Göre Üretim Miktarları ve Dağılımı.....	16
2.8. Su Ürünleri Sanayisinde Oluşan İşleme Atıkları.....	18
2.9. Balık Jelâtininin Bugünkü Genel Durumu ve Türkiye'deki Üretim Potansiyeli.....	24
2.10. Balık Jelâtini Üreten Ülkeler ve Balık Jelâtininin Sığır Jelâtinine Göre Avantajları.....	25
2.11. Balık Jelâtini Üzerine Bazı Spesifik Bilgiler.....	25
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	27
3.1. MALZEME.....	27
3.1.1. Materyal Ön Hazırlıkları.....	27
3.2. YÖNTEM.....	39
3.2.1. BESİN DEĞERİ ANALİZLERİ.....	39
3.2.1.1. Ham Protein Analizi.....	39

3.2.1.2. Yağ Analizi	40
3.2.1.3. Nem Analizi	41
3.2.1.4. Kül Analizi	42
3.2.1.5. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilitesi Tayini	43
3.2.1.6. Bloom Testi.....	44
3.2.1.7. pH Analizleri	45
3.2.1.8. Jelleşme (Donma) Noktası Tayini	45
3.2.1.9. Erime Noktası Tayini.....	46
3.2.1.10. Verim Hesabı.....	46
3.2.1.11. Aminoasit Kompozisyonu Analizi	47
3.2.1.12. Ağır Metal Analizleri.....	48
3.2.1.13. Renk Analizleri.....	50
3.2.1.14. İstatistik Analizler	50
4. BULGULAR.....	51
4.1. Besin Değeri Analizleri Bulguları	51
4.2. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilizasyonu Analizi.....	53
4.3. Bloom Testi.....	54
4.4. pH Analizleri.....	55
4.5. Jelleşme (Donma) Noktası Tayini	56
4.6. Erime Noktası Analizi	57
4.7. Verim Analizi Sonuçları	58
4.8. Aminoasit Kompozisyonu Analiz Sonuçları.....	59
4.9. Ağır Metal Analizleri.....	61
4.10. Renk Analizleri	62
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	64
5.1. Besin Değeri Analiz Sonuçları.....	64
5.2. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilizasyonu Analizi Sonuçları	68
5.3. Bloom Analizi Sonucu.....	70
5.4. pH Analiz Sonuçları	72
5.5. Jelleşme (Donma) Noktası Analizi Sonucu	73
5.6. Erime Noktası Analizi Sonuçları.....	74
5.7. Verim Miktarı Analiz Sonucu	75
5.8. Aminoasit Kompozisyonu Analiz Sonuçları.....	76
5.9. Ağır metal Analiz Sonuçları	79

5.10. Renk Analizleri Sonuçları.....	80
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Kollajen proteininin moleküler organizasyonu (Yetim, 2011)	4
Şekil 2.2: Kolajen, jelâtin ve jelâtin hidrolizatının şematik olarak görünümü (Boran, 2011)	6
Şekil 2.3: Kollajende bulunan alfa zincirler ve çapraz bağlar (Yetim, 2011)	6
Şekil 2.4: Jelâtin Üretimi (Tokur, 2013).....	8
Şekil 2.5: Ülkemizde yıllara göre levrek yetiştiriciliği miktarları (TUİK, 2013).....	13
Şekil 2.6: Türkiye’de yıllara göre çipura balığı yetiştiriciliği miktarları (TUİK, 2013)	14
Şekil 2.7: Türkiye’de yıllara göre denizlerde alabalık üretim miktarları (TUİK, 2013)	15
Şekil 2.8: Türkiye’de iç sularda yıllara göre alabalık yetiştiriciliği miktarları (TUİK, 2013).....	16
Şekil 2.9: Türkiye’de yıllara göre yetiştiricilik üretiminin dağılımı (TUİK, 2013).....	16
Şekil 2.10: Türkiye’de yıllara göre deniz ve iç sularda yetiştiricilik üretiminin yüzdelik dağılımı (TUİK, 2013)	17
Şekil 2.11: Türkiye’de yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı (TUİK, 2013).....	17
Şekil 2.12: İncelenen işletmelerde ham maddenin temin şekli (Atılğan, 2008).....	19
Şekil 2.13: Su Ürünleri İşleme Atıkları Tipleri (Tokur, 2013).....	24
Şekil 2.14: Sanayi Tipi Balık Jelâtini	26
Şekil 3.1: Jelâtin Üretim Akışı.....	28
Şekil 3.2: Kullanılan Çipura Atık Kısımları	30
Şekil 3.3: Kullanılan Levrek Atık Kısımları.....	30
Şekil 3.4: Kullanılan Alabalık Atık Kısımları.....	30
Şekil 3.5: Atıkların Parçalanması.....	31
Şekil 3.6: Saf Su İle Yıkayıp, Sitrik Asit ($C_6H_8O_7$) ile Muamele Sonrası Görünüm	31
Şekil 3.7: Üretimde Kullanılmış Olan Sitrik Asit ($C_6H_8O_7$).	32
Şekil 3.8: Hammaddelere Sitrik Asit Muamelesi.....	32
Şekil 3.9: Sitrik Asitle Muamele Esnasında Genel Görünüm	33

Şekil 3.10: Sıcak Su Ekstraksiyonu İşleminin Uygulanması	33
Şekil 3.11: Ekstraksiyon İşlemi Sonrası Genel Görünüm.....	34
Şekil 3.12: Santrifüj İşleminin Uygulanması.....	34
Şekil 3.13: Santrifüj Sonrası Genel Görünüm	35
Şekil 3.14: Santrifüj İşlemi Sonrası Ayırma Hunisiyle Yağ Ayrımı	35
Şekil 3.15: Jelâtin Solüsyonunun Filtre Edilmesi ve Filtrasyon Sonrası Görünümü.	36
Şekil 3.16: Kullanılan Diğer Filtre Kâğıdı Tipi	37
Şekil 3.17: Filtrasyonda Kullanılan 0,45µm Filtre Kâğıtları	37
Şekil 3.18: Filtrasyon Sonrası Solüsyonların Etüvde Kurutulma Aşaması.....	37
Şekil 3.19: Kurutma Sonrası Elde Edilen Balık Jelâtinleri (Son Ürün).....	38
Şekil 3.20: Son Ürünlerin Muhafaza Edildiği Hava Geçirmez Cam Kap.....	38
Şekil 3.21: Protein Yakma Ünitesi ve Protein Destilasyon Cihazları.....	39
Şekil 3.22: Soxhlet Yöntemiyle Yağ Analizinin Yapılması	40
Şekil 3.23: Nem Analizinde Kullanılan Etüv	41
Şekil 3.24: Kül Analizinde kullanılan Kül Fırını	42
Şekil 3.25: Köpük Testlerinde Kullanılan Ultra Turrax ve Test Sonrası Görünüm.....	43
Şekil 3.26: Jelleşen Solüsyon ve Mukavemetinin Tekstür Cihazıyla Ölçülmesi.....	44
Şekil 3.27: pH Analizinde Kullanılan pH Metre.	45
Şekil 3.28: Erime ve Donma Noktasının Belirlenmesi.....	46
Şekil 3.29: Aminoasit Analizlerinde Kullanılan HPLC Cihazı.....	47
Şekil 3.30: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi.....	48
Şekil 3.31: Renk Analizinde Kullanılan Renk Ölçer Cihazı.....	50
Şekil 4.1: Besin Değeri Analizleri Sonuçları Grafiği.....	52
Şekil 4.2: Köpük Formasyonu ve Stabilitesi Analizleri (mL) Grafiği.....	53
Şekil 4.3: Yeterli bulunan jelleşme kabiliyetleri.....	54
Şekil 4.4: Bloom Analizi Sonuçları Grafiği.....	55
Şekil 4.5: pH Analizleri Sonucu Grafiği	56
Şekil 4.6: Jelleşme (Donma) Noktası Sonuçları Grafiği.....	57

Şekil 4.7: Erime Noktası Analizleri Grafiği	58
Şekil 4.8: Verim Analizi Sonuçları	58
Şekil 4.9: Ekstrakte Edilen Jelâtinlerin Aminoasit Kompozisyonları Grafiği.....	61
Şekil 4.10: Ağır Metal Analizi Sonuçları Grafiği	62
Şekil 4.11: Renk Analizi Sonuçları Grafiği	63

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: Kollajenin sınıflandırılması (Karim ve Bhat, 2009).....	5
Tablo 2.2: Jelâtin Aminoasit Kompozisyonu g/100g (GMIA, 2012).....	9
Tablo 2.3: Jelâtin kullanılan endüstriyel ürünler ve bu ürünlerde kullanılma amacı (Boran, 2011).....	12
Tablo 2.4: İncelenen firmaların işledikleri su ürünleri ve kapasiteleri (Atılğan, 2008).....	20
Tablo 2.5: İncelenen firmaların işledikleri ürün türü, üretim miktarları, firma kapasiteleri ve atık miktarları (Atılğan, 2008).....	21
Tablo 2.6: İncelenen firmaların işleme metotları, yıllık atıkları ve değerlendirme şekilleri (Atılğan, 2008).....	22
Tablo 4.1: Besin Analizleri Sonuçları.....	52
Tablo 4.2: Köpük Formasyonu ve Stabilitesi Analizleri Sonuçları (mL).....	53
Tablo 4.3: Bloom Analizi Sonuçları.....	54
Tablo 4.4: pH Analizi Sonuçları.....	55
Tablo 4.5: Donma Noktası Sonuçları	56
Tablo 4.6: Erime Noktası Sonuçları	57
Tablo 4.7: Çipura, levrek ve alabalık atıklarından ekstrakte edilen jelâtinlerin aminoasit kompozisyonları mg/100g.....	60
Tablo 4.8: Ağır Metal Analizi Sonuçları.....	61
Tablo 4.9: Renk Analizi Sonuçları	63

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler

Açıklama

L*	: Lightness
a*	: Kırmızı/Yeşil değeri
b*	: Sarı/Mavi değeri
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde

Kısaltmalar

Açıklama

FAO	: Food and Agriculture Organization- Gıda ve Tarım Örgütü
JECFA	: Gıda Katkı Maddeleri WHO/FAO Uzmanları Komitesi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FDA	: Food and Drug Administration - Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
GRAS	: Generally recognized as safe – Genel olarak güvenli
BSE	: Bovine Spongiform Encephalopathy – Deli Dana Hastalığı
TSE	: Transmissible Spongiform Encephalopathies - BSE hastalığı çeşiti
FMD	: Food and Mouth Disease – Şap Hastalığı
GLY	: Glisin
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografi Cihazı
AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi
RPM	: Dakikadaki devir sayısı
Hg	: Civa
Pb	: Kurşun
Cd	: Kadmiyum
M	: Molar
kDa	: Kilodalton
mΩ	: Milihm
µm	: Mikrometre
µL	: Mikrolitre
µg	: Mikrogram
nm	: Nanometre
N	: Normal
ml	: Mililitre
cm	: Santimetre
L	: Litre
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
kg	: Kilogram
g	: Gram
3D	: 3 Boyutlu
KMnO₄	: Potasyum permanganat

C₆H₈O₇	: Sitrik Asit
HNO₃	: Nitrik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NaBH₄	: Sodyum Borahidritür
H₃BO₃	: Borik Asit

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜLTÜR BALIĞI ATIKLARINDAN JELÂTİN ÜRETİMİ VE KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Yasin ORHAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

İşleme Teknolojisi Programı

Danışman: Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Jelâtin özellikle başta gıda sanayisinde olmak üzere birçok endüstride kullanılan değerli bir proteindir. Bu tez çalışmasında çipura (*Sparus aurata*), levrek (*Dicentrarchus labrax*), alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) omurga, kafatası, yüzgeç gibi su ürünleri işleme sanayisi atıkları jelâtin kaynağı olarak kullanılmıştır.

Balık jelâtinleri 24 saat süresince 0,05 M derişimde Sitrik asit ($C_6H_8O_7$) ile ön muamele edilerek, 65°C'de 6 saat boyunca hidrolize edilmiştir. Üretilen tüm jelâtinlerde balıksı koku ve tada rastlanmamıştır. Bunlardan başka, jarlarda %6,67'lik olgunlaştırılmış solüsyonların hafif sarımsı renkte ve şeffaf olduğu saptanmıştır. Solüsyonların görünümünün oldukça memnuniyet verici olduğu gözlenmiştir. Üretilen jelâtinin kalitesinin belirlenmesi için, besin değeri analizleri, aminoasit kompozisyonu analizleri, ağır metal analizleri, bloom analizleri, köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri, pH düzeyi analizleri, renk ölçümü analizleri, erime ve donma noktası ölçüm analizleri, net verim tespiti analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, ülkemizdeki kültür balığı kafa ve kılçık atıklarının katma değeri yüksek, sanayide çok geniş bir kullanım alanına sahip olan jelâtin ürününe başarılı bir şekilde dönüşebileceği ortaya konmuştur. Yapılan analizler sonucunda elde edilen son ürünlerin standartları yakalayarak, insan gıdası olarak güvenli bir şekilde tüketime uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kasım 2014, 104 sayfa.

Anahtar kelimeler: Jelâtin, Kalite, Çipura, Levrek, Alabalık.

SUMMARY

MASTER'S THESIS

GELATINE PRODUCTION FROM CULTURED FISH WASTE AND DETERMINATION OF QUALITY

Yasin ORHAN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Seafood Processing and Fishing Technology Department

Processing Technology Programme

Supervisor: Prof.Dr. Özkan ÖZDEN

Gelatin is a valuable protein and used in many industries especially in food. In this study, sea food processing wastes like cranium, spine, fins of cultured sea bream (*Sparus aurata*), sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were used as sources of gelatin.

Fish gelatins were produced by a pre-treatment 0,05 M of Citric acid (C₆H₈O₇) for 24 h along with hydrolyzing at 65°C for 6 h. All the dried gelatins had undetectable fishy odour and flavour. Furthermore its 6,67% matured solution was light yellowish and transparent. The appearance is rather gratifying. In order to determine produced gelatin quality, proximate analysis, aminoacid compositions analysis, heavy metal analysis, bloom strengths analysis, foaming capacities and stabilities analysis, pH levels analysis, colour measurements analysis, melting and gelling points measurements analysis, yield of extracted gelatin analysis were carried out.

Consequently, the conversion of our country's cultured fish wastes like head and bone into value added gelatin product were successfully actualized. As a result of performed analysis, all of the final products comply to the standards and were found suitable for human consumption.

November 2014, 104 pages.

Keywords: Gelatine, Sea bass, Sea bream, Trout, Quality

1. GİRİŞ

Jelâtin, memelilerin dokularında, kasları kemiklere, kemikleri birbirine ve diğer organlara bağlayan kısımlarda bulunan kollajenin kontrollü şartlarda hidrolizi ile üretilen bir protein maddesidir. Jelâtin, gıda sanayi başta olmak üzere, kozmetik, farmasötik, medikal, fotoğraf ve boya endüstrisinde geniş olarak istifade edilen vazgeçilmez bir değere sahip endüstriyel katkı ürünüdür. Yapıştırıcı, kıvam artırıcı, köpük önleyici ve emülgatör olarak kullanılması jelâtinin başlıca kullanım alanlarını oluşturmaktadır.

Dünya jelâtin üretiminin (yaklaşık 350.000 ton) büyük bir kısmını sığır, domuz gibi hayvanların deri ve kemik atıklarından elde edilmektedir. Sığırlarda “Deli Dana” hastalığının tespit edildiği 1986 yılından beri jelâtin üretiminde sığır kemiklerinin kullanılması batı dünyasında büyük endişelere sebep olmuştur. FDA (Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi) genellikle sığır kökenli jelâtinlerin, domuz kökenlilerden daha fazla risk taşıdıkları üzerinde mutabakata varmış, domuz jelâtinini kullanımını etiketleme ile herhangi bir bilgilendirme yoluna gidilmeden kullanımına izin vermiştir (Sakr ve Büyüközer, 2011). Ayrıca ithalat yoluyla ülkemize giren jelâtin maddesinin menşei bilinmemekte sadece üreticinin beyanına göre hangi hayvandan elde edildiği söylenmektedir.

Türkiye’de jelâtin için yılda 15 milyon dolar harcama yapıldığı ve jelâtin ihtiyacının tamamına yakınının ithalat yoluyla temin edildiği bildirilmektedir. Tüketim her yıl için %8-10 arasında artış göstermektedir (Yetim, 2011). Bu yoğun jelâtin tüketimi ve tüketimdeki artış ülke ihtiyacını gidermek açısından farklı kaynakların kullanımı ve araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Su ürünleri atıklarının bu alanda değerlendirilmesi de alternatifler arasında yer almakta ve bu alanda yapılmış araştırmalar sınırlı olup sanayide ve diğer alanlarda kullanımı için yapısal özellikleri ortaya konmamıştır. Öte yandan, su ürünleri işleme fabrikaları ve işletmelerinden elde edilen atıkların %30-33’nün deri ve kemikten oluştuğu bilinmektedir. İncelenen sadece 12 su ürünleri işleme tesisinin günlük atık miktarı yaklaşık olarak yirmi iki tonu, yıllık ise yaklaşık 8800 tonu

bulmaktadır (Atılğan, 2008). Bu miktarda bir atığın katma değere dönüştürülmesi, ülke kaynaklarının değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında ülkemizde yetiştiriciliği ve işlenmesi yoğun olarak yapılan çipura, levrek ve alabalıkların kemik, kafa atıklarının işlenmesiyle geniş bir endüstriyel kullanım alanına sahip olan jelâtinin üretimi ve yapısal özelliklerinin ortaya konulması hedeflenmektedir. Böylece ülkemizin yetiştiricilik kökenli su ürünleri atıklarının değerlendirilmesi, bu atıkların jelâtin üretiminde alternatif hammadde kaynağı oluşturma potansiyelinin incelenmesi ve bununla beraber yapısal profilinin ortaya konması yönünde yol gösterici bir çalışma yapılmış olunacaktır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. Jelâtinin Tarihçesi, Ülkemizde ve Dünyadaki Genel Durumu

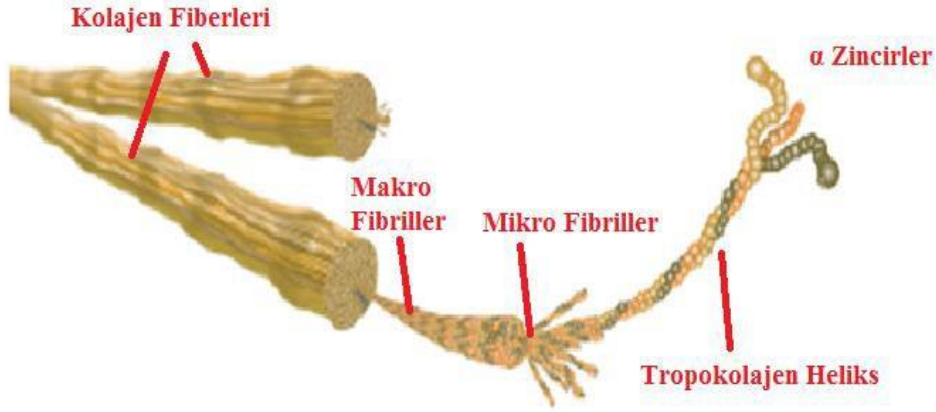
Jelâtin, gıda, farmasötik ve fotoğrafçılık endüstrilerinde ve çeşitli teknik alanlarda kendine kullanım alanı bulan çok önemli bir materyaldir. Çok eski çağlarda, jelâtin maddesinin, yapışkan özelliğinden faydalanılmaktaydı, zamanla 15.yüzyıla doğru gıda olarak yemeklerde kullanılmaya başlandı ve daha sonra da protein ikamesi olarak kullanılmıştır. İlk ticari jelâtin 17. yüzyılda Hollanda'da üretilmiştir ve onu da kısa bir süre sonra İngiltere ve Birleşik Devletler takip etmiştir (GMIA, 2012).

Jelâtin, ülkemiz de dâhil olmak üzere, birçok ülkede gıda güvenliliği açısından, FDA tarafından GRAS (Genel olarak güvenilir) statüsü verilmiştir, JECFA (Gıda Katkıları FAO/WHO Ortak uzmanları Komitesi) tarafından da kullanımına sınır getirilmediğinden üretimine herhangi bir kısıtlama veya engel de oluşturulmamıştır (Cole, 2014). Dünya jelâtin üretimi miktarı yaklaşık 380.000 tondur (Sakr ve Büyüközer, 2011). Bunun %65'i Avrupa'ya aittir ve ülke olarak da yaklaşık yıllık tüketim miktarımız olan 5000 ton jelâtinin büyük bir kısmı Avrupa ve diğer üretici ülkelerden tamamen ithalat yoluyla temin edilmektedir (Yetim, 2011). Yine ülke jelâtin ihtiyacının her yıl \approx %10 artış yaptığı da bilinmektedir (Sakr ve Büyüközer, 2011).

2.2. Jelâtin ve Kollajen Nedir ve Yapısı Nasıldır?

Yalnızca hayvanlarda bulunan ve yapısal bir protein olan kollajen aynı zamanda memelilerin vücudunda en fazla miktarda bulunan bir proteindir. Kollajen, canlıların deri, kemik, tendon ve bağ dokularında bolca bulunan bir maddedir ve kemik, tendon ve derinin temel yapıtaşdır (Sandhu ve diğ., 2012). Hayvanlarda bulunan toplam proteinin %30'unu kollajenin oluşturduğu, karasal ve denizel hayvanlardan elde edilebildiği bildirilmektedir (Senaratne ve diğ., 2006).

Kollajenin genel olarak görünümü üç adet çoklu prolin zincirinden oluşan üçlü sarmal formundadır. Bir kollajen molekülünün en spesifik özelliği olan ve temel yapısını oluşturan 3'lü sarmal yapının oluşumunda en önemli faktör glisindir (GLY). Bu zincirlerde bulunan her üç aminoasitten biri glisindir (Boran, 2011).



Şekil 2.1: Kollajen proteininin moleküler organizasyonu (Yetim, 2011).

Üçlü sarmal yapıda bulunan her zincir saat yönünün tersinde döner. Bu üçlü helis yapıda yaklaşık 300 nm uzunluğundadır ve zincir yaklaşık olarak 10^5 kDa molekül ağırlığındadır (Domb ve diğ., 2011). Kollajenin 19 farklı tipi vardır. Deri, tendon, kemik ve diğer dokuların ana bileşeni olan tip 1 kollajen oldukça güçlü ve dayanıklı liflerin içerisine yerleşmiş üçlü helis yapısındaki zincir kurgusu şeklinde oluşmuştur. Kollajenin bu yapısı hidrojen bağları sayesinde korunmaktadır (Madhan ve diğ., 2002).

Makromoleküler liflerdeki kollajen molekülleri arasındaki kovalent intermoleküler bağları stabilite için oldukça önemlidir ve çeşitli fizikokimyasal özelliklerden sorumludur. Tip 2 kollajen kırırdağın yapısında, tip 3 kollajen ise yetişkin deride tip 1 kollajen ile birleşmiş halde bulunur ve tip 1 kollajenin küçük bir miktarı bu kaynaktan sağlanmaktadır.

Kollajenin diğer tipleri az miktarda oluşmakta ve özel biyolojik yapılarla birleşmektedirler (Meena ve diğ., 1999). Tip I, II, III kollajenler ise en çok bulunan kollajen tiplerindedir.

Tablo 2.1: Kollajenin sınıflandırılması (Karim ve Bhat, 2009).

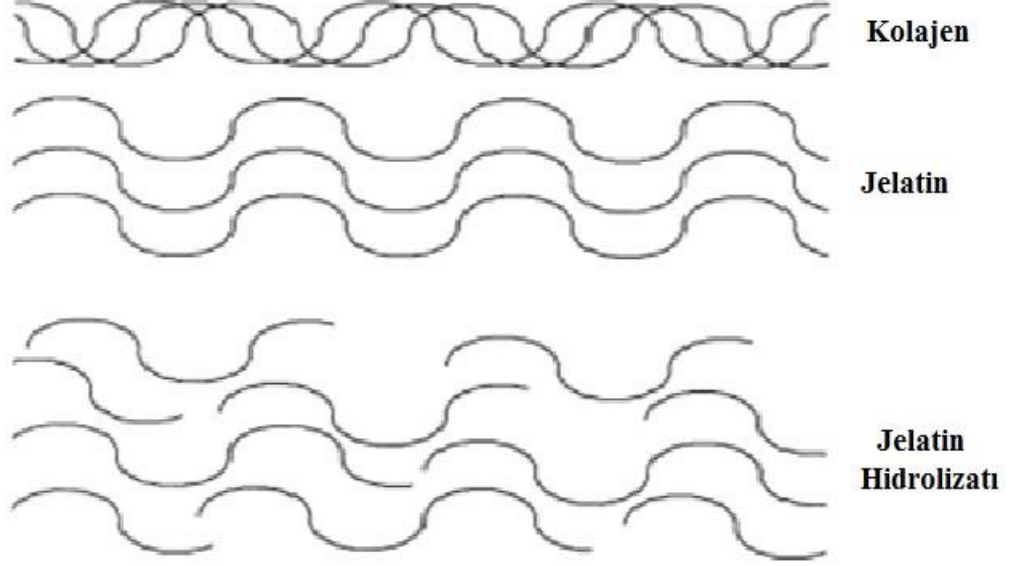
Kollajen Tipi	Tanımlaması
Tip I	Bağ doku; Deri, kemik, tendonlarda.
Tip II	Kıkırdak Dokularda.
Tip III	Yaşa çok bağlıdır. Çok genç ciltlerin yarısını oluşturabilir, ama zamanla %5-10'a düşer.
Diğer Tipler	Çok düşük miktarlarda ve çok spesifik organlarda.

Jelâtin, memelilerin dokularında, kasları kemiklere bağlayan, kemikleri birbirine ve diğer organlara bağlayan kısımlarında bulunan ve bir protein olan kollajenin kontrollü şartlarda hidrolizi ile elde edilen bir protein maddesidir. Çözünür halde olmayan tabii yapıdaki kollajeni, arzu edilen jelâtin haline dönüştürmek ve kollajeni çözünebilir hale getirmek için, kovalent olmayan bağları kırmak ve proteinin yapısını değiştirmek, şişmesini sağlamak için, iç ve moleküler arası bağları ayırma ön işlemleri yapılır (Guillen ve diğ., 2011).

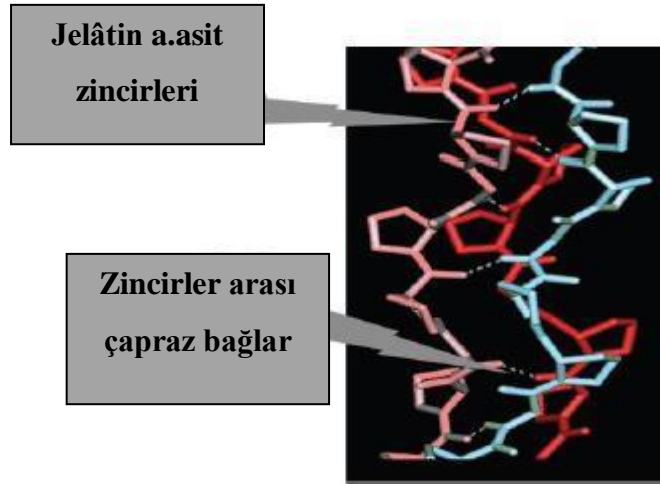
Kollajenin jelâatine dönüşüm derecesi pH, sıcaklık ve ekstraksiyon süresine bağlı olarak, ön işlemler ve ekstraksiyon işleminin dereceleriyle ilgilidir (Guillen ve diğ., 2011). Jelâtinin fonksiyonel özelliklerinden olan jel kuvveti, viskozitesi, donma davranışı ve erime noktası, onun molekül ağırlığı dağılımına ve aminoasit kompozisyonuna bağlıdır, jelâtinin aminoasit kompozisyonu da kaynak canlının türüyle ilgilidir (Muyonga ve diğ., 2004).

Kaynak canlının yaşı, kollajen tipi ve üretim metodu, bunların hepsi jelâtinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini oldukça etkiler (Guillen ve diğ., 2009). Jelâtin, benzersiz teknolojik ve fonksiyonel özelliklerinden ötürü, başta gıda sanayi olmak üzere ilaç endüstrisi, medikal ve fotoğraf ve teknik uygulamalarında çok geniş kullanıma sahip en popüler biyopolimerlerdendir (Karim ve Bhat 2009). Jelâtinin temelini oluşturan kollajenin molekül ağırlığı 330 kDa civarındadır (Boran, 2011). Kollajen moleküllerinin kısmi hidrolizi ile alfa zincirleri arasında bulunan hidrojen bağlarıyla beraber bazı kovalent bağlar da kopar. Bunun sonucu olarak, peptid bağlarının kopması ile alfa zincirler ufak parçalara ayrılır. Bu ufak parçalardan, yani meydana gelen bu kollajen parçalarından molekül ağırlığı 30 kDa'dan fazla olanlara jelâtin denir (Boran ve Regenstein, 2010).

Yine molekül ağırlıkları 30kDa'dan az olan bu küçük kollajen parçalarına jelâtin hidrolizatı denmektedir (Şekil 2.2). Bunların da yalın olarak jel oluşturma kabiliyetleri bulunmamaktadır (Boran ve Regenstein, 2010; Zhou ve Regenstein, 2005).



Şekil 2.2: Kolajen, jelâtin ve jelâtin hidrolizatının şematik olarak görünümü (Boran, 2011).



Şekil 2.3: Kollajende bulunan α -zincirler ve çapraz bağlar. (Boran, 2011).

Şekil 2.2' de şematize edildiği gibi, ısı ile alfa zincirler açılır ve daha küçük parçalara ayrılır. Yani, jelâtin suda çözünebilen ve kollajenin hidroliziyle oluşan kollajen parçalarıdır (Boran, 2011). Jelâtin, yapılan işlemlerle uzun aminoasit zincirleri parçalanarak daha kısalışırken, aralarındaki bağların da zayıflaması sonucu fibrillerin arasına su moleküllerinin kolayca girmesiyle oluşan yapıdır (Şekil 2.3) (Yetim, 2011).

2.3. Genel Jelâtin Üretim Prosesi ve Yöntemleri

Temelde kollajenin jelâtime dönüşmesi işleminde 2 proses şekli vardır. Asit prosesi ana olarak domuz derisinden ve bazen da kemik ham maddelerinde kullanılmaktadır. Temel olarak, kollajen önce pH 4'e asidite edilir ve aşamalı olarak da 50°C'den, kollajenin denature ve solublize olması için gerekli olan kaynamaya kadar ısıtma işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra denature olan kollajen veya jelâtin çözeltisi yağlarından arındırılmalı, filtre edilmeli, konsantre yapıya dönüştürülüp son olarak da kurutulmalıdır. Son proses, ürünü talep edenin istekleri doğrultusunda öğütülür, karıştırılır ve paketleme işlemlerine tabi tutulur (Cole, 2014).

Alkali proses ise sığır derileri üzerinde ve kesimi yapılacak hayvanın oldukça yaşlı olduğu durumlarda kullanılır. Bu proseste, kollajen ekstraksiyon işlemi için Sodyum hidroksit (NaOH) veya uzunca bir süre kireçleme işlemine maruz bırakılır. Alkali işlemlerden sonra, kollajen alkalilerinden arındırılır ve arzu edilen pH oranına göre asit ile muamele edilir. Kollajen daha sonra denature edilir ve ısı kullanılarak jelâtime dönüşmesi sağlanır (Cole, 2014). Jelâtin temel elementler açısından %50,5 Karbon, %6,8 Hidrojen, %17 Nitrojen ve %25,2 oranında Oksijenden oluşur (GMIA, 2012). Jelâtinin muhteviyatı yaklaşık olarak %8-15 su, %1-2 mineral-tuz ve %84-90 proteinden oluşmaktadır. Üretilen jelâtin, nemsiz ortamda ve oda sıcaklığında uzun bir süre saklanabilir (GMIA, 2012).



Şekil 2.4: Jelâtin Üretimi (Tokur, 2013).

2.4. Jelâtinin Fizikokimyasal Özellikleri

Gıda Kimyasalları Kodeks’inde jelâtin, hayvanların (balık ve kümes hayvanları dâhil) derilerinin, kemiklerinin ve bağ dokularının başlıca proteini olan kollajenin asit, alkali veya enzimatik hidrolizinden elde edilen bir ürün olarak tanımlanmakta ve nerdeyse tatsız ve kokusuzdur. Jelâtin, cam gibi, gevrek katı ve hafif sarı renktedir (Srividya ve diğ., 2014). Jelâtin, %8-13 nem içerir, yoğunluğu 1,3-1,4 arasındadır. Soğuk suya atıldığında çözünmeyip, şişmektedir. Isıtıldığında ise bu şişen partiküller solüsyon oluşturmak için çözünürler. Özellikle yüksek konsantrasyonlarda hazırlanmak istendiğinde bu solüsyon hazırlama metodu tercih edilmektedir. Jelâtin hava geçirmez kaplarda oda sıcaklığında stoklandığında uzunca bir zaman değişmeksizin aynı kalabilmektedir.

Jelâtin oldukça rutubetli bir ortamda (%60 üzeri) 45°C’nin üstünde bir sıcaklıkta ısıtıldığında, yavaş yavaş şişme ve çözünme kabiliyetini kaybetmektedir (GMIA, 2012). Jelâtinin en çok kullanılan özelliğinden olan jel kuvveti ve viskozitesi, peyder pey, solüsyon içinde yaklaşık 40° C’nin üstündeki uzun ısıtma işlemiyle zayıflamaktadır.

Bozunma çok aşırı bir pH derecesiyle ve proteolitik enzim içermesiyle ve bunlara ilaveten mikroorganizmaların varlığıyla gerçekleşebilir (GMIA, 2012). Tamamen hidroliz ile bazı jelâtinlerden çeşitli aminoasitler elde edilebilir. Jelâtinin 100 gramında bulunan aminoasitlerin gram olarak gösterimi aşağıdaki Tablo 2.2’ de verilmiştir.

Jelâtin, değişik sınıflandırmalar ile tanımlanmaktadır, ancak en temel sınıflandırma jel gücü ya da jel sıklığını tanımlayan ve Bloom adı verilen sınıflandırmadır. Diğer sınıflandırmalar ise, jelleşme noktası ve erime noktasına göre yapılan sınıflandırmalardır. 50 ile 325 Bloom aralığındaki değerlere sahip olan jelâtinler ticari öneme sahiptirler. Piyasada fiyatları da jel kuvvetine göre değişmektedir. Genellikle 50 125 arası olanlar “Düşük Bloom”, 175-225 arası olanlar “Orta Bloom” , 225-325 arası olanlar ise “Yüksek Bloom” olarak değerlendirilir ¹(Gelatin Technical Info., 2014). Fakat 250-260 arası Bloom değeri olan jelâtinler en çok rağbet görenlerdir (Chamnanvatkatit, 2014).

Tablo 2.2: Jelâtin Aminoasit Kompozisyonu g/100g (GMIA, 2012).

A.Asitler	Tip A (Domuz derisi)	Tip B (Sığır derisi)	Tip B (Kemik)
Alanin	8.6-10.7	9.3-11.0	10.1-14.2
Arjinin	8.3-9.1	8.55-8.8	5.0-9.0
Aspartik Asit	6.2-6.7	6.6-6.9	4.6-6.7
Sistin	0.1	Eser düzeyde	Eser düzeyde
Glutamik Asit	11.3-11.7	11.1-11.4	8.5-11.6
Glisin	26.4-30.5	26.9-27.5	24.5-28.8
Histidin	0.9-1.0	0.74-0.8	0.4-0.7
Hidroksilisin	1.0	0.91-1.2	0.7-0.9
Hidroksiprolin	13.5	14.0-14.5	11.9-13.4
İzolösin	1.4	1.7-1.8	1.3-1.5
Lösin	3.1-3.3	3.1-3.4	2.8-3.5
Lisin	4.1-5.2	4.5-4.6	2.1-4.4
Metiyonin	0.8-0.9	0.8-0.9	0.0-0.6
Fenilalanin	2.1-2.6	2.2-2.5	1.3-2.5
Prolin	16.2-18.0	14.8-16.4	13.5-15.5
Serin	2.9-4.1	3.2-4.2	3.4-3.8
Treonin	2.2	2.2	2.0-2.4
Trozin	0.4-0.9	0.2-1.0	0.0-0.2
Valin	2.5-2.8	2.6-3.4	2.4-3.0

¹ http://www.pbjelatins.com/bina_ries/Gelatin%20uk_tcm11-12472.pdf

2.5. Jelâtinin Sanayide Başlıca Kullanım Alanları

Vazgeçilmez olarak sanayinin birçok alanında geniş kullanım alanına sahip olan ve birçok işlevsel özelliği bulunan jelâtinin yaygın olarak kullanıldığı endüstri alanlarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

A.Gıda Endüstrisinde Kullanımı: Jelâtinin gıda uygulamalarında önemli yeri ve kullanım alanı bulunmaktadır (Karim ve Bhat., 2008). Jelâtin, gıda sanayisinde gazlı içeceklerin, sebze ve meyve sularının alkollü içeceklerin üretim aşamalarında berraklaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Jelâtin, tatlılarda, yoğurtlarda koyulaştırıcı ajan olarak, jambon kaplamalarda, şekerlemelerde, kapsüllerde (vitamin supplementlerinde) kendine kullanım alanı bulmaktadır. Bunlardan başka, pasta, hamur işlerinde üst meyve kaplamalarında, instant et suyu, sos, çorbalarda, şekerleme ürünlerindeki yenilebilir filmlerde kullanılmaktadır (Mariod ve diğ., 2013).

Ayrıca dondurmalarda, krem ve süzme peynirlerde, gıda köpüklerinde ve meyve salatalarında stabilizatör olarak kullanılır. Genel olarak, fonksiyonel kullanımı, koyulaştırıcı, stabilizatör, emülsüfiye edici, tekstüre edici şeklindedir. Su ürünlerinde ise jelâtin, daha iştah açıcı ve çekici gözükmesini sağlayan etli jölelerin ve jellerin hazırlanmasında kullanılır. Jelâtin kaplamaların, su ürünlerinin oksijen ve ışığa maruz kalması neticesiyle oluşan bozulmanın önlenmesi ve korunması üzerine kullanımı da söz konusudur (GMIA, 2012).

B.Tıp ve İlaç Endüstrisi Alanında Kullanımı: Bloom derecelerine göre farklı fiziksel yapıdaki kapsüllerin, fitillerin ve tabletlerin üretimlerinde, mikroenkapsülasyon (vitamin ve aminoasitlerin kaplanması) işlemlerinde, şekerlendirilmiş hap denilen merkezinde şurup-şeker karışımı ihtiva eden hapların üretiminde kullanılmaktadır. Bunlardan başka, tıbbi serumlarda, diş hekimliğinde, aşılarda yapılarında, gıdalardaki proteine ek olarak, veteriner hekimliği uygulamalarında, yaralarda ve cerrahi işlemlerde kullanılan emilebilir süngerlerle homeostaz tedavisinde, travma, yanık tedavisinde plazma genişletici olarak, hipoproteinemiye bağlı ödem tedavisinde çözelti olarak kullanılmaktadır ²(Pb Gelatins, 2014).

² <http://www.pbgelatins.com/applications/>

C.Sağlık ve Kozmetik Endüstrisinde Kullanımı: Jelâtin proteince zengin ve yapısında birçok aminoasiti ihtiva edip, lipit ve karbonhidrat içermeyen, insan bünyesinde hızlıca ve kolayca sindirime uğrayan değerli bir nütrienttir.

Araştırmacılara göre jelâtin, iskelet ve omurilik sistemi üzerine olumlu etkilere sahiptir. Osteoporozu engellediği, kırık, kemik, tendon, eklem ve organlarda bulunan bağlar üzerinde yenileyici etkisi olduğu bağ ve destek dokuyu güçlendirdiği düşünülmektedir (Yetim, 2011).

Dejeneratif artirit hastalıklarında kullanımının, bilimsel olarak çalışma mekanizması tam açıklanamamasına rağmen, faydalı olduğu konusunda birçok işaretler vardır. Jelâtinin tüketimi, tırnakla ve saçla ilgili birtakım sorunların çözümünde de olumlu etkilere sahiptir. Aynı zamanda kozmetik ve cilt bakım ürünlerinin hazırlanmasında, cilt üzerine yararlı etkilerinden dolayı kullanılmaktadır (Pb Gelatins, 2014).

D.Fotoğrafçılıkta Kullanımı: Fotoğrafik emülsiyon, jelâtin ve gümüş tuzu karışımı çökeltilerinin kolloid haldeki süspansiyonudur (Kromit, İodit, Bromit). Emülsiyon, hassas bir yüzey elde etmeyi desteklemek için kâğıt ya da filmle kaplanır. Jelâtinin kalitesi, gümüş tozu kristallerinin şekil ve boyutları üzerine büyük bir etkiye sahiptir ve bu da hassas yüzey özellikleri üzerinde (hız, kontrast, hassasiyet vs.) etkilidir. Geçmişte özel amaçlarla kullanılan jelâtin, günümüzde de hala fotoğraf sanayisinde kullanılmaktadır (Pb Gelatins, 2014).

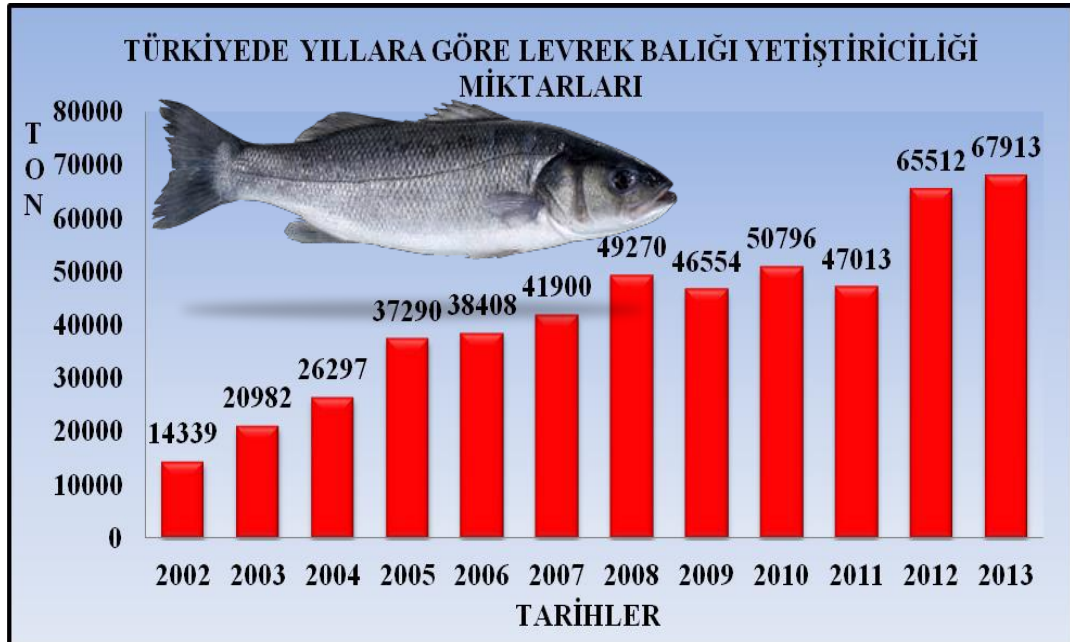
Tablo 2.3: Jelâtin kullanılan endüstriyel ürünler ve bu ürünlerde kullanılma amacı (Boran, 2011).

Kullanıldığı Ürünler	Kazandırdığı Özellikler
Tatlı ve Şekerlemeler	Esneklik verir. Raf ömrü uzar. Çiğneme özelliği iyileştirir.
Süt Ürünleri	Esneklik verir. Kıvam artırır. Yapısal özellikleri iyileştirir.
Fırın ve Pastacılık Ürünleri	Dolgu maddesinin yapısını korur. Emülsiyon özelliklerini iyileştirir. Dondurma işleminin zararlarından korur.
Et, Balık, Sosis	Yenilebilir koruyucu kaplama olarak kullanılır. Görünümü iyileştirir. Raf ömrünü uzatır.
İlaç Kapsül ve Tabletleri	Sert ve yumuşak kapsüllerin önemli bir bileşenidir. İlacı Oksijen ve ışığın etkisinden korur. Raf ömrünü uzatır.
Vitamin Ürünleri	Vitamini Oksijen ve ışığın zararlı etkilerinden korur. Raf ömrünü uzatır.
Fotoğraf Ürünleri	Film geliştirilmesinde rol alır. Grafik film ve renkli fotoğraf kâğıdı için kullanılır. Renklerin parlak ve düzgün çıkmasına yardım eder.
Meyve suyu, Bira, Şarap	Çöktürme amacıyla kullanılır. Homojen ve saydam yapı oluşmasında rol alır.
Kibrit	Kibrit uçlarının ahşap sapa tutunmasını sağlar.
Kâğıt ve Kitap	Kitapların onarılmasında, kâğıt ürünlerinin suya dayanımını artırmak için, kâğıda sertlik ve dayanım kazandırmak için kullanılır.
Kimyasal Ürünler	Yüksek saflıktaki metallerin üretiminde kullanılır.

2.6. Çipura, Levrek ve Alabalıkların Biyolojileri ve Ülkemizdeki İstihsal Durumları

Levrek balığının biyolojisine değinecek olursak, *Morone labrax* ve *Roccus labrax* sinonimleri ile de adlandırılan levrek, *Dicentrarchus labrax* (Linneaus, 1758) olarak sistematikte yer alır. Su ürünleri yetiştirme teknolojisinin gelişimi ile beraber levrek balığı kültürü üzerindeki araştırmalar da çoğalmıştır. Türkiye’de önce çipura balığının besiyeye alınması ve larva üretimine geçilmesini müteakip, levrek balığı larvalarının kültürü çalışmalarında fazlaca bir artış yaşanmıştır. Fuziform vücut yapısına sahip, dışı balıklarda burun yapısı daha sivrice ve geniş vücut yapılı, erkekler ise ince ve uzun bir yapıya sahiptir. Tuzluluk değişimlerine oldukça dayanıklıdırlar. Dalgalı sularda yaşamayı tercih edip bulanık ve kirli sulardan haz etmezler. Hermofrodit olmalarına rağmen, aynı zamanda eşeyli üreme özelliğine de sahiptirler (Alpbaz, 2001).

Akdeniz’de yaşayanları daha erken ve küçük boyda cinsel olgunluğa ulaşırlar. Yumurtlamak için yılın en kısa ve en soğuk su sıcaklığına sahip günleri beklerler (Alpbaz, 2001). Ülkemiz denizlerinde mevcut bulunan ve yüksek kaliteli ete sahip olan, kıyılara yakın yaşamayı seven, havaların soğumasıyla da kışlamak için derin sulara göç eden levrek balıkları bir littoral bölge balığı olmak üzere, deniz çayrılarının olduğu kumlu ve çamurlu sığ biyotoplarda, lagüner bölgelerde, sıcaklık ve tuzluluk etmenlerine karşı gösterdiği tolerans ile nehir ağızlarında yaşamaktadırlar. Bu balıkların yayılım alanları ise, bütün Akdeniz’den, İngiltere’nin kuzey sahillerine ve Kanarya Adaları’na kadar olan alandır (Fırat ve Saka, 2014b).

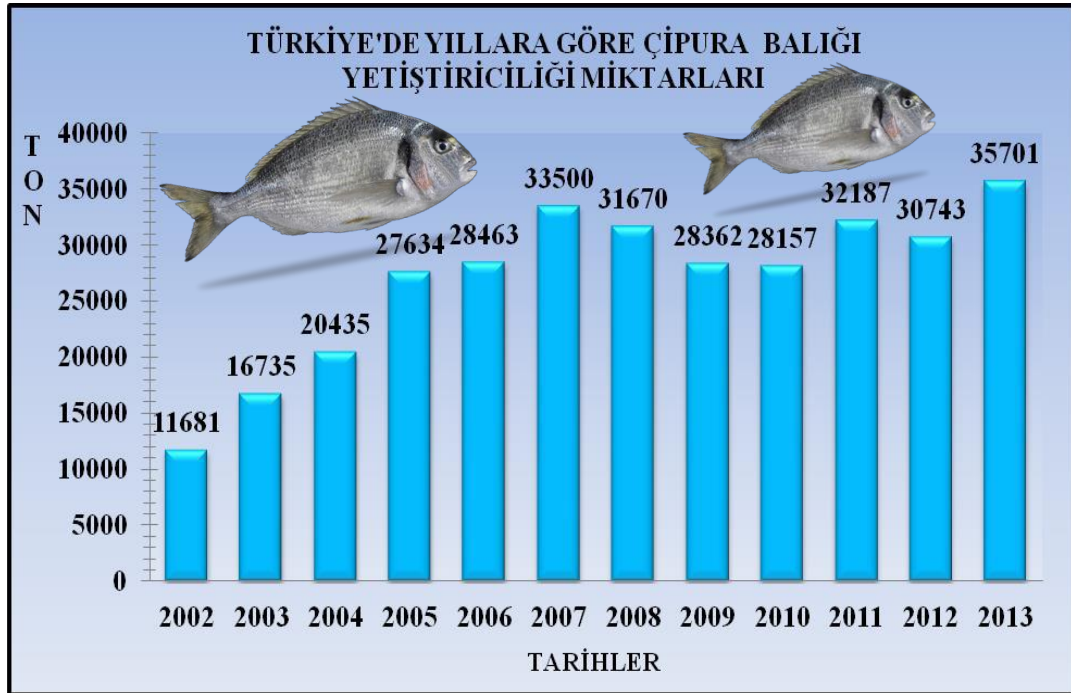


Şekil 2.5: Türkiye’de yıllara göre levrek balığı yetiştiriciliği miktarları (TUIK, 2013).

Chrysophrys aurata sinonimi ile de adlandırılan çipura ise, *Sparus aurata* (Linneaus, 1758) şekli ile sistematikteki yerini almıştır. Çipura balığına tüm Akdeniz’de rastlanmakla birlikte doğu ve güney doğu Akdeniz ülkelerinde, Kanarya Adaları’nda, İngiltere kıyılarında, Verde Burnu’nda ve nadir olarak Karadeniz kıyılarında rastlanır. Genellikle tropikal, subtropikal ve ılıman kuşaklarda yayılım gösteren çipura deniz fenogramlarının bulunduğu kumlu–çamurlu ve çamurlu ortamlarda yaşamını sürdürür, nehir ağızlarına ve lagüner bölgelere de girer (Fırat ve Saka, 2014a).

Türkiye’de olduğu gibi, İtalya, Fransa, Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde de çok sevilen bir tür olduğu için piyasada üretimine sürekli bir talep bulunmaktadır. Bentik ve karnivor olup zemine yakın yerlerde yaşayan çipuralar, dip balıkları sınıfında bulunurlar. Bir üreme mevsiminde 500.000 ile 1000 000 arası yumurta verebilirler.

Levrek balığı kadar tuzluluğa karşı mukavemeti yoktur. 2 yaşlarında cinsel olgunluğa erişirler. 5-40 m derinlik aralığında taşlı, kumlu, kayalık zeminle sahip habitatlardan hoşlanırlar. Dişleri çok kuvvetlidir. Vücut oval, oldukça yüksek ve yanlardan basıktır, kemerli bir sırta sahip olmakla beraber, baş oldukça eğimlidir. Vücut ve yüzgeçler kurşuni mavi renktedir. Vücut baş kısma kadar sert pullarla örtülüdür. Türkiye’de daha çok Akdeniz ve Ege sahillerinde görülür. 30-50 gram kadar olanları ince lidaki, 100 g olanları lidaki, 100-180 gram arası olanları kaba lidaki, 200 g ve üzeri ağırlıktakiler de çipura olarak sınıflandırılırlar (Alpbaz, 2001).



Şekil 2.6: Türkiye’de yıllara göre çipura balığı yetiştiriciliği miktarları (TUİK, 2013).

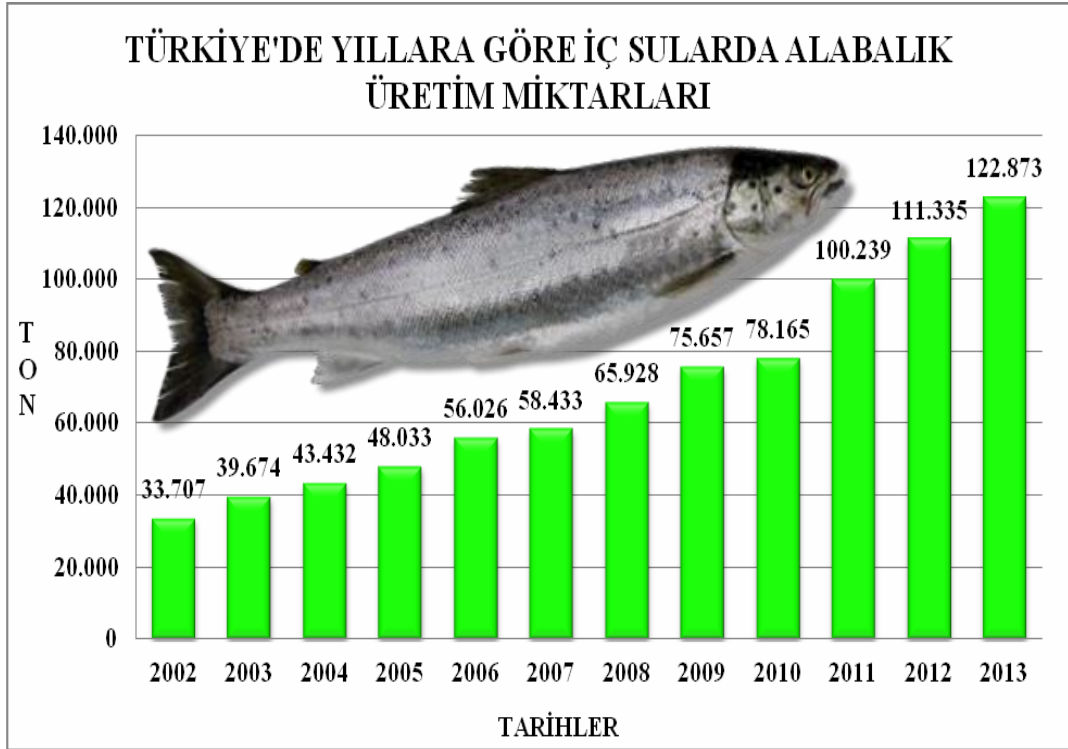
Gökkuşığı Alabalığının biyolojisini (*Oncorhynchus mykiss*) ve üretim durumunu inceleyecek olursak, ülkemizde üretimi çok yoğun bir şekilde yapılan ve ticari öneme sahip egzotik bir tür olan Gökkuşığı Alabalığı’nın yetiştiricilik çalışmaları kamu ve özel teşebbüsler tarafından 1970 yılında başlamıştır ve gittikçe de yetiştiriciliği artmaktadır.

Yetiştiriciliği, geçmişte küçük işletmelerce yapılırken bugün profesyonel büyük entegre tesislerde yapılmaktadır. İç pazarda talep bulan Gökkuşığı Alabalığı'nın üretim miktarının artmasına neden olan diğer bir etken de, bu ürünün bugün dış pazarda da hatırı sayılır bir pazarının ve ülkemizden de talebinin bulunmasıdır. Alabalık türleri içerisinde en çok yetiştiriciliği yapılan tür Kuzey Amerika kökenli olan Gökkuşığı Alabalığı'dır. Yaklaşık 120 yıl önce Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya getirilmiştir. Yetiştirme kolaylıklarından ve lezzetli etinden dolayı, üretimi hızlı bir şekilde artmıştır ve üretimi artık bir sanayi haline gelmiştir. Bu canlının kültürünü kolay kılan özellikler kısaca aşağıda listelenmiştir (Aydın, 2014);

- ✓ Gökkuşığı alabalığının çevresel şartlara iyi uyum göstermesi ve yüksek sıcaklıklara karşı toleransının olması,
- ✓ Yemlenmesinin kolay olması ve yemi değerlendirmesinin daha iyi olması yönünden iyi bir büyüme göstermesi,
- ✓ Diğer alabalık türlerine göre daha kısa süreli kuluçka dönemine sahip olması.

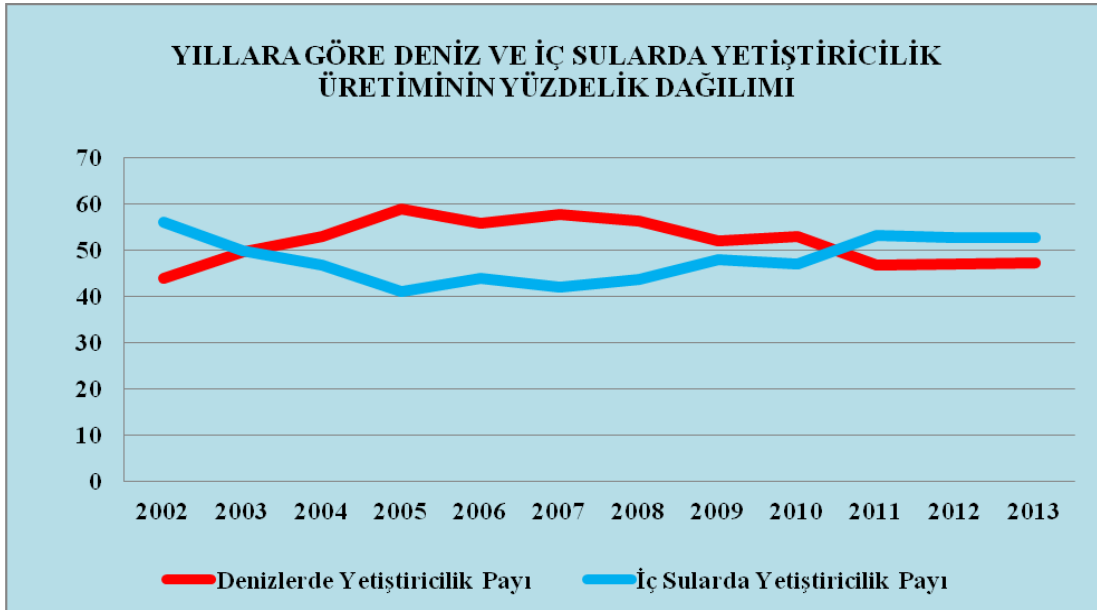


Şekil 2.7: Türkiye'de yıllara göre denizlerde alabalık üretim miktarları (TUİK, 2013).

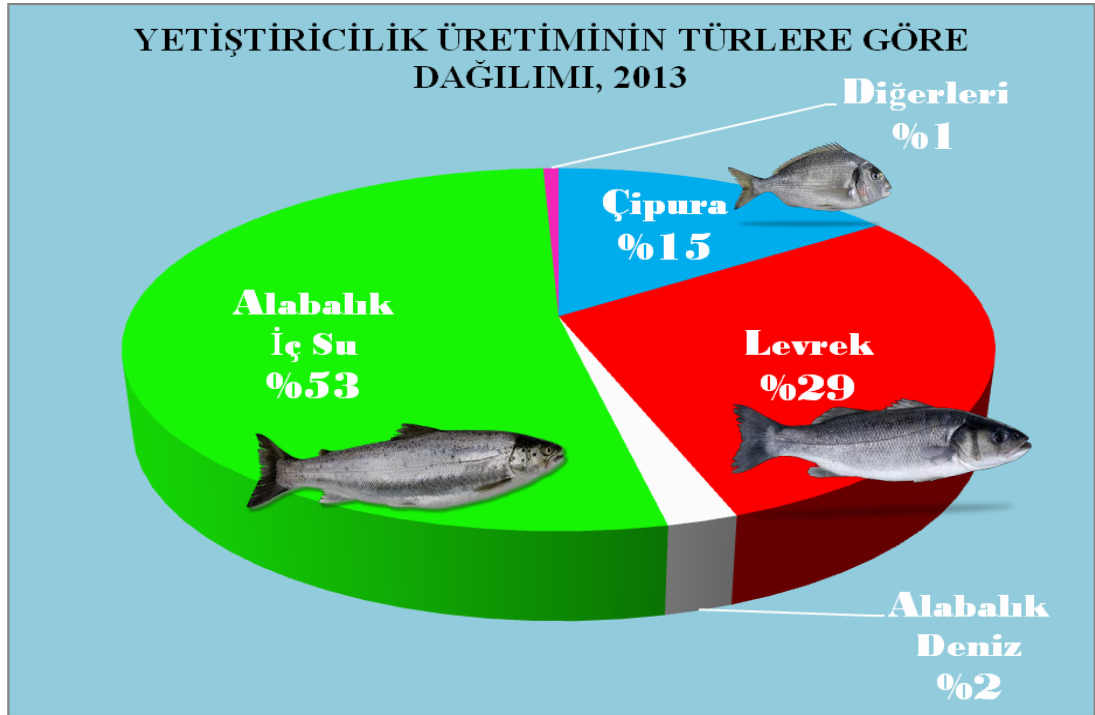


Şekil 2.8: Türkiye’de iç sularda yıllara göre alabalık yetiştiriciliği miktarları (TUİK, 2013).

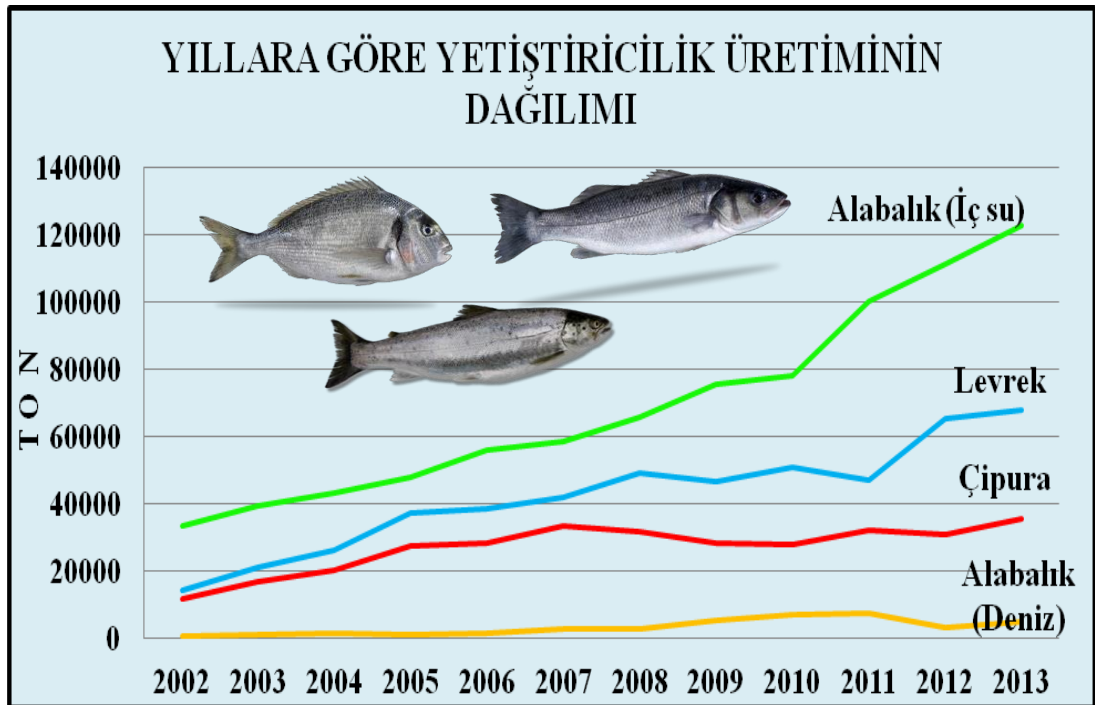
2.7. Çipura, Levrek ve Alabalıklardaki Yıllara Göre Üretim Miktarları ve Dağılımı



Şekil 2.9: Türkiye’de yıllara göre yetiştiricilik üretiminin dağılımı (TUİK, 2013).



Şekil 2.10: Türkiye’de yıllara göre deniz ve iç sularda yetiştiricilik üretiminin yüzdelik dağılımı (TUİK, 2013).



Şekil 2.11: Türkiye’de yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı (TUİK, 2013).

2.8. Su Ürünleri Sanayisinde Oluşan İşleme Atıkları

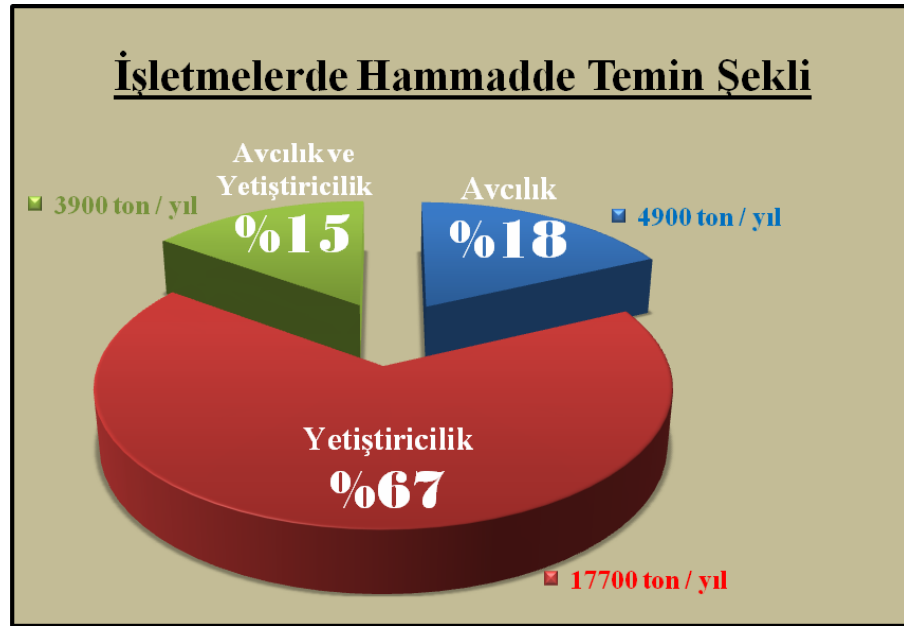
Son yıllarda kültür balığı üretiminin oldukça arttığı ülkemizde, çalışmaya konu olan işletmelerin %67'si yalnızca kültürü yapılan balıkları işlemekte ve bunların büyük bir oranını çipura ve levrek balıkları oluşturmaktadır. İşletmelerin %15'i ise hem avcılık hem de yetiştiricilikten gelen su ürünlerini işlemektedir (Atılğan, 2008). TÜİK verilerine göre, Türkiye'de su ürünleri için verilen üretim miktarları bildirilmiş, fakat atıkların miktarı ve değerlendirilmesine yönelik herhangi bir bilimsel veriye rastlanmamıştır (Çaklı ve Kılıç, 2004).

Atılğan, 2008 ve Aydınlı, 2012, birbirlerinden ayrı olmak suretiyle yapmış oldukları çalışmalarından derlenen bilgiler doğrultusunda, içerisinde AB standartlarına uygun üretim yapan firmaların da bulunduğu, Türkiye'nin önde gelen su ürünleri işleme tesislerinin, üretim miktarları, ürün işleme şekilleri, atık miktarları ve atıkların değerlendirme şekli gibi konuların tespitinin yapıldığı araştırmalarından elde edilen veriler karşılaştırıldığında, birbirlerine paralel sonuçlar elde edildiği anlaşılmaktadır.

Bu sonuçlara göre kuruluşlar, oluşan atıkları ya hibe etmektedir ya da yük getirdiği gerekçesiyle işletmeden uzaklaştırmak için belirli ücret ödemeyi dahi göz önüne alarak çöpe göndermektedir. Bu işletmelerin %67'si atıklarını herhangi bir süre soğuk muhafaza etmiş ve %33'ü de hiç depolamamıştır. İşletmelerle yapılan görüşmelerde, oluşan bu atıkların geri dönüşümü için de ileriye yönelik herhangi bir yatırımı fazla düşünmedikleri saptanmıştır (Atılğan, 2008).

Bu araştırmaların sonuçlarına göre, Çipura (*Sparus aurata*), Levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) türlerine ait balıkların, fileto işleme tipinde oluşan atık oranlarının yaklaşık olarak % 40-50 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya konu olan bu su ürünleri işleme tesislerinin atık miktarlarının yaklaşık olarak %33 olduğu ortaya koyulmuştur. Bu işletmelerin %33-36'sının bu atıkları değerlendirmeden çöpe attığı, %40-47'sinin de balık unu olarak değerlendirilmek üzere balık unu sanayisine hibe ettiği ya da imkânı bulunanlarının kendilerinin balık unu için değerlendirdiği ortaya koyulmuştur (Atılğan, 2008).

Bir çalışmada 120, diğer çalışmada ise incelenen 85 su ürünleri işleme tesisleriyle görüşülerek tespit edilen oluşan yıllık toplam atık miktarı ortalama olarak 12.000 ton civarındadır ve bu atıkların çoğunun çöpe gittiği bildirilmektedir (Atılğan, 2008; Aydınlı, 2012). Su ürünleri işleme sanayisinde oluşan göz ardı edilemeyecek miktarlara ulaşmış, nitelikli atıklar olarak tabir ettiğimiz deri, kılçık, kafa ve diğer atıkların jelâtin gibi yüksek katma değerli, çok yönlü olarak kullanılan ve talep bulan bir maddeye dönüştürülmesi, hem ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır hem de ekolojik ve hijyenik açıdan sorun teşkil etmesinin önüne geçip, bu konuda zaten ihtiyaç duyulan çözüm arayışına ışık tutacaktır. Su ürünleri işleme sanayisinde %67 oranında kültür balıklarının işlenmesi (Şekil 2.12), ülkemizde kültürü en çok yapılan çipura, levrek ve alabalık kökenli atıkların değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.



Şekil 2.12: İncelenen işletmelerde ham maddenin temin şekli (Atılğan, 2008).

Tablo 2.4: İncelenen firmaların işledikleri su ürünleri ve kapasiteleri (Atılğan, 2008).

Firma Adı	İşlenen Ürün	İşleme Çeşidi	Temin Şekli	Kapasite Ton/yıl	Mevcut Kapasite Ton
Balıkçılık Kocaman	Kurbağa, Karides, Hamsi, Salyangoz	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş	Avcılık	3500	2300
Perama Gıda Ürünleri	Kum Midyesi, Karides, Hamsi, Dondurulmuş Balık	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş	Avcılık	3000	2000
Gümüşdoğa Su Ürünleri	Alabalık, Çipura, Levrek	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Yetiştiricilik	3600	1500
Kılıç Deniz Ürünleri	Alabalık, Çipura, Levrek, Ahtapot, Kalamar, Sübye	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Yetiştiricilik	10000	6000
Artur Balıkçılık	İstiridye, Karamidye, Akivades, Kidanyun, Kılımidye	Taze Soğutulmuş	Avcılık	300	300
Ada Dış Ticaret	Tekir, Sivriburun, Karagöz, Bekalarus, Köpekbalığı	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş	Avcılık	300	300
Cesurlar Balık Market	Levrek, Çipura, Tekir, Çirçir, Bekalarus	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Avcılık ve Yetiştiricilik	3500	1500
Özpekler Su Ürünleri	Alabalık	Tütsülenmiş	Yetiştiricilik	7500	2500
Nordzee Su Ürünleri	Levrek, Çipura	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Yetiştiricilik	3000	2700
Aegean Dış Ticaret	Levrek, Çipura	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Yetiştiricilik	6000	5000
Kırış Gıda Ürünleri	Ahtapot, Kalamar, Sübye, Çipura, Levrek	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Avcılık ve Yetiştiricilik	3000	2000
Ege Balık İş	Kültür Balıkları, Yumuşakçalar	Taze Soğutulmuş, Dondurulmuş, Fileto	Avcılık ve Yetiştiricilik	3000	400
TOPLAM				46.700	26.500

Tablo 2.5: İncelenen firmaların işledikleri ürün türü, üretim miktarları, firma kapasiteleri ve atık miktarları (Atılğan, 2008).

Firma Adı	İşlenen Ürün	Kapasite ton/yıl	Mevcut Kapasite ton/yıl	Günlük İşleme		Günlük Atık		Yıllık Atık Ton/yıl
				Min kg/gün	Max kg/gün	Min kg/yıl	Max kg/yıl	
Kocaman Balıkçılık	Dondurulmuş balıklar, Hamsi, Kurbağa	3500	2300	2000	10000	1000	2000	300
Perama Gıda Ür.	Kum midyesi, Karides, Hams, Dondurulmuş balıklar	3000	2000	1000	8000	1000	3000	400
Gümüşdoğa Su Ürünleri	Levrek, Çipura, Alabalık	3600	1500	4000	5000	2000	3000	1000
Kılıç Deniz Ür.	Çipura, Levrek, Alabalık, Kalamar, Sübye	10000	6000	10000	12000	3000	5000	1200
Artur Balıkçılık	Akivades, Midye, Kidanyum, İstiridye	300	300	500	1000	-	-	-
Ada Dış Ticaret	Levrek, Tekir, Sivriburun, Karagöz, Bekalarus	300	300	500	1000	5	10	30
Cesurlar Balık Mrk	Levrek, Çipura, Tekir, Çirçir, Bakalarus	3500	1500	2000	3000	300	500	120
Özpekler Su Ürünleri	Alabalık	7500	2500	7000	10000	3000	4500	1500
Nordzee Su Ür.	Levrek, Çipura	3000	2700	5000	6000	2500	3000	1000
Aegean Dış Tic.	Levrek, Çipura	6000	5000	2000	3000	1000	1500	2000
Kırış Gıda Ürünleri	Çipura, Levrek, Ahtapot, Kalamar, Sübye	3000	2000	5000	6000	2000	3000	1000
Ege Balık İş	Kültür Balıkları, Yumuşakçalar	3000	400	1000	2000	500	1000	250
Toplam		46700	26500	40000	67000	16305	26510	8800

Tablo 2.6: İncelenen firmaların işleme metotları, yıllık atıkları ve değerlendirme şekilleri (Atılğan, 2008).

Firma Adı	Mevcut Kapasite (Ton/Yıl)	Yıllık Atık (Ton/Yıl)	İşleme Metodu	Atık Değer	Atık Fiyatı (TL/kg)	Atık Depolama
Kocaman Balıkçılık	2300	300	Genel Emek Yoğun ve Az Otomasyonlu	Çöp	0	Yok
Perama Gıda Ürünleri	2000	400	Genel Emek Yoğun ve Az Otomasyonlu	Çöp	0	Yok
Gümüşdoğa Su Ürünleri	1500	1000	Emek Yoğun	Hibe	0	Soğuk Hava
Kılıç Deniz Ürünleri	6000	1200	Genel Emek Yoğun ve Az Otomasyonlu	Yem	0	Soğuk Hava
Artur Balıkçılık	300	0	Emek Yoğun	Çöp	0	Yok
Ada Dış Ticaret	300	30	Emek Yoğun	Çöp	0	Yok
Cesurlar Balık Market	1500	120	Yarı Emek Yoğun, Yarı Otomasyon	Hibe	0	Soğuk Hava
Özpekler Su Ürünleri	2500	1500	Emek Yoğun	Hibe	0	Soğuk Hava
Nordzee Su Ürünleri	2700	1000	Emek Yoğun	Hibe	0	Soğuk Hava
Aegean Dış Ticaret	5000	2000	Emek Yoğun	Hibe	0	Soğuk Hava
Kırış Gıda Ürünleri	2000	1000	Emek Yoğun	Yok	0	Soğuk Hava
Ege Balık İş	400	250	Emek Yoğun	Hibe	0	Soğuk Hava

Dünya piyasasının jelâtin talebi en çok domuz ve sığır deri ve kemiklerinden giderilir. Fakat bugünlerde balık jelâtininin gıda katkı maddesi olarak önemi artmaktadır, çünkü balık jelâtinini hiçbir şekilde Deli Dana Hastalığı gibi risk faktörlerine sahip değildir ve Kosher ayrıca helal gıda ürünü potansiyeli olması çeşitli etnik gruplar için pozitif bir durumu oluşturmaktadır (Gómez-Guillén ve diğ., 2011). Bilindiği üzere birçok ticari kollajen, domuz, sığır derilerinden ve tavuk atıklarından elde edilmektedir.

İslamiyet ve Musevilik inancında domuz ve domuz türevli ürünlerin tüketimi yasaklanmış ve Hinduizm’de de inek türüne ait ürünlerin yenmesi yasaktır, bunlardan başka bir de vejetaryenlik trendi sebebiyle denizel kaynaklardan yeni bir kollajen kaynağı bulmakla ilgilenilmektedir.

Son raporlara göre de yıllık jelâtin üretimini %46’lık en yüksek oran ile domuz derisi türevli olanlar, onu müteakip %29,4 ile sığır derisinden elde edilen jelâtinler, %23,1

oranla kemiklerden elde edilenler ve son olarak da %1,5 oranla da diğer kaynaklardan elde edilenler oluşturmaktadır (Karim ve Bhat, 2009). Balık işleme atıkları genellikle değersiz piyasa değeriyle, düşük değere sahip kaynaklar olduğu düşünülür (Klompong ve diğ., 2007). Dünyada yıllık 100 milyon tondan fazla balık hasat ediliyor. Bu oranın %29,5'i verimsiz fonksiyonel özelliklerinden dolayı balık unu olarak kullanılıyor (Kristinsson ve Rasco, 2000).

Balıkçılık sektörünün işleme atıkları toplam hasadın %70-80'i kadardır ve bu atıkların %30'u kollajence zengin deri ve kemikten oluşmaktadır (Guillen ve diğ., 2002). Balık işleme endüstrisi deri, iskelet ve yüzgeçler gibi oldukça fazla bir balık atığı biokütlesinin (yılda yaklaşık 7,3 milyon ton) oluşmasına sebep olmaktadır (Kelleher, 2005). Bu atıklar, özellikle jelâtin gibi yüksek proteinli gıda hazırlanmasında mükemmel bir ham madde kaynağıdır. Bu atıkların değer verilmiş ürünlere dönüşerek ek gelir elde edilmesi, balıkçılık endüstrisinin ekonomik ve aynı zamanda atık yönetimi açısından önemlidir (Choi ve Regenstein, 2000).

Su ürünleri türevli jelâtinler de diğer jelâtinler gibi bir emülsiyon stabilizörleri, kristal büyüme inhibitörleri, köpük oluşturan ajanlar ve durultucu ajan olarak belki kullanılabilirler. Domuz jelâtini çok yüksek bir seviyede üretim miktarına sahip olmasına rağmen, gıda ve ilaç endüstrisinde önemli miktarda sığır kökenli jelâtinler de kullanılmaktadır.

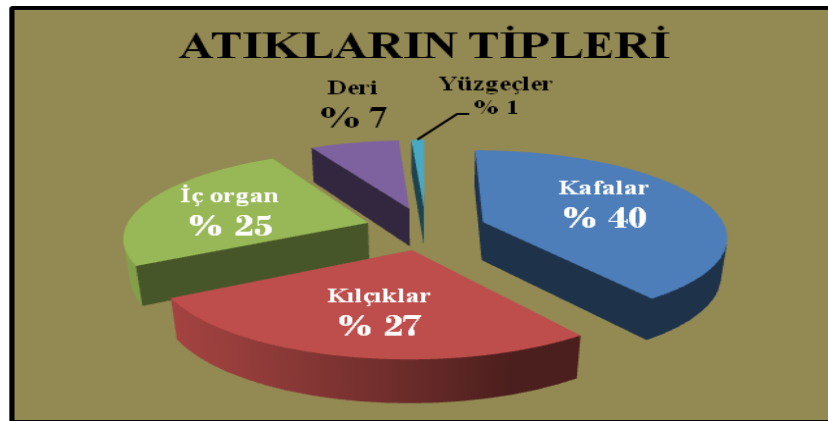
BSE (Deli Dana) Hastalığı, dini sebepler Avrupa'da memeli jelâtinine alternatif getirebilme yönünde yoğun araştırmalara öncülük etmiştir. Fakat ham madde teminindeki üreticiler arasındaki güçlü rekabet, fiyatların ve talebin artmasına sebep olmuştur. Akademiden ve endüstriden araştırmacılar sürekli olarak alternatif yeni bir jelâtin kaynağı bulmak için çalışmaktadırlar ve bulunması da çok hoşnutlukla karşılanacaktır (Karim ve Bhat, 2009).

2.9. Balık Jelâtininin Bugünkü Genel Durumu ve Türkiye'deki Üretim Potansiyeli

Dünya genelinde üretilen jelâtinin yaklaşık % 50'si Avrupa'da, tüketimin yaklaşık % 50' si gıda endüstrisi, % 25'i farmasötik endüstrisi ve geri kalan % 25'i de fotoğrafçılık sektöründe kullanılmaktadır (de Wolf, 2003). Deniz kaynaklarından jelâtin (Sıcak ve soğuk su balıklarının deri, kemik ve yüzgeçleri) elde etmek, sığır jelâtinine makul bir alternatiftir (Kim ve Mendis, 2006; Rustad, 2003; Wasswa ve diğ., 2007).

Balık jelâtinini özellikle ağızda çabucak çözünüp sakızimsı his ve kalıntı bırakmamasıyla sonuçlanan, düşük erime sıcaklığı sebebiyle memelilerden elde edilen jelâtinlere göre iyi bir alternatiftir. Buna rağmen balık jelâtinini üretimi hala çok düşük miktardadır. Yıllık dünya jelâtin üretimine katkısı henüz %1 dolaylarındadır (Arnesen ve Gildberg, 2006). Deniz kaynaklı jelâtininin bir büyük avantajı BSE yani Deli Dana Hastalığı (Bovine Spongiform Encephalopathy) tehlikesinin barındırmamasıdır. Balık jelâtinini, İslam Dinine uygun ve minimal sınırlandırmalarla Musevilik ve Hinduizm dinlerine mensup kişiler için de kullanılabilir (Badii ve Howell, 2006).

Balıkların kafaları, kemikleri, derileri, başlıca jelâtin kaynağını oluşturmaktadır. 80 ton balık jelâtinini üretmek için 800 ton balık derisi kullanıldığı belirtilmektedir. İşleme fabrikalarından elde edilen atıkların % 30-33'ünün deri ve kemikten oluştuğu belirtilmektedir (Eysturskard, 2010).



Şekil 2.13: Su Ürünleri İşleme Atıkları Tipleri (Tokur, 2013).

2.10. Balık Jelâtinini Üreten Ülkeler ve Balık Jelâtininin Sığır Jelâtinine Göre Avantajları

Türkiye’de hala su ürünlerinden jelâtin elde eden bir tesis bulunmamaktadır. Dokuz ülkede 33 işletme yılda 3000 ton/yıl balık jelâtinini üretmektedir. Norveç’te Seagarden, Fransa’da Rousselot, Copalis, Weishardt Group, İtalya’da Lapi Gelatine, İspanya’da Junca Gelatines, Kanada’da Norland Products, US & Canada, Japonya’da YSK, Nitta Gelatin, Tayvan’da Jellice, Kore’de Amicogen, Geltech Co., Çin’de ise 20’ den fazla küçük işletme su ürünleri işleme tesislerinin atıklarından jelâtinini üretmektedir (Tokur, 2013).

Sığır jelâtinine göre avantajlı yanları olarak Deli Dana Hastalığı gibi tehlikeler taşımaması, maddi değeri olmayan atıklardan ekstraksiyon edilebilmesi, tıp ve farmakolojide önemli biyoaktif peptitleri içermesi, daha az lezzetlendirici ile aromanın daha iyi yayılabilmesi ve 37°C’nin altında eriyebilmesi (Jamilah ve diğ., 2002), özellikle ağızda çabucak çözünüp sakızimsı his ve kalıntı bırakmamasıyla sonuçlanan yapısı gibi özellikleri sayılabilmektedir.

2.11. Balık Jelâtinini Üzerine Bazı Spesifik Bilgiler

Diğer yaygın kullanılan jel ajanlarıyla mukayese edildiğinde, gıda sanayisinde jelâtinin kullanımını olumlu kılan en önemli özelliği, insan vücut sıcaklığında erimiş halde bulunmasıdır (Boran ve diğ., 2010). Yüksek seviyeli prolin ve hidoksiprolin içeriği, jelâtinin jel kuvvetini ve erime noktasını yukarıya çekme eğilimdedir. Balık jelâtinleri, memeli canlılardan elde edilen jelâtinlerle mukayese edildiğinde, düşük prolin ve hidoksiprolin oranlarından dolayı genellikle düşük erime noktalarına ve jel kuvvetlerine sahiptirler (Nagarajan ve diğ., 2012).

Prolin ve hidoksiprolin oranı miktarı memeli jelâtinini için % 30, sıcak su balığı jelâtinini için % 22-25 ve soğuk su jelâtinini için ise % 17 civarlarındadırlar (Muyonga ve diğ., 2004). Ayrıca genellikle düşük sıcaklıkta erime özelliği, soğutulmuş ürünlerde kullanımı açısından ve beslenme tamamlayıcı fonksiyonel ürünlerde kullanımı açısından da bir avantaj sağlar.



Şekil 2.14: Sanayi Tipi Balık Jelâtini.

3. MALZEME VE YÖNTEM

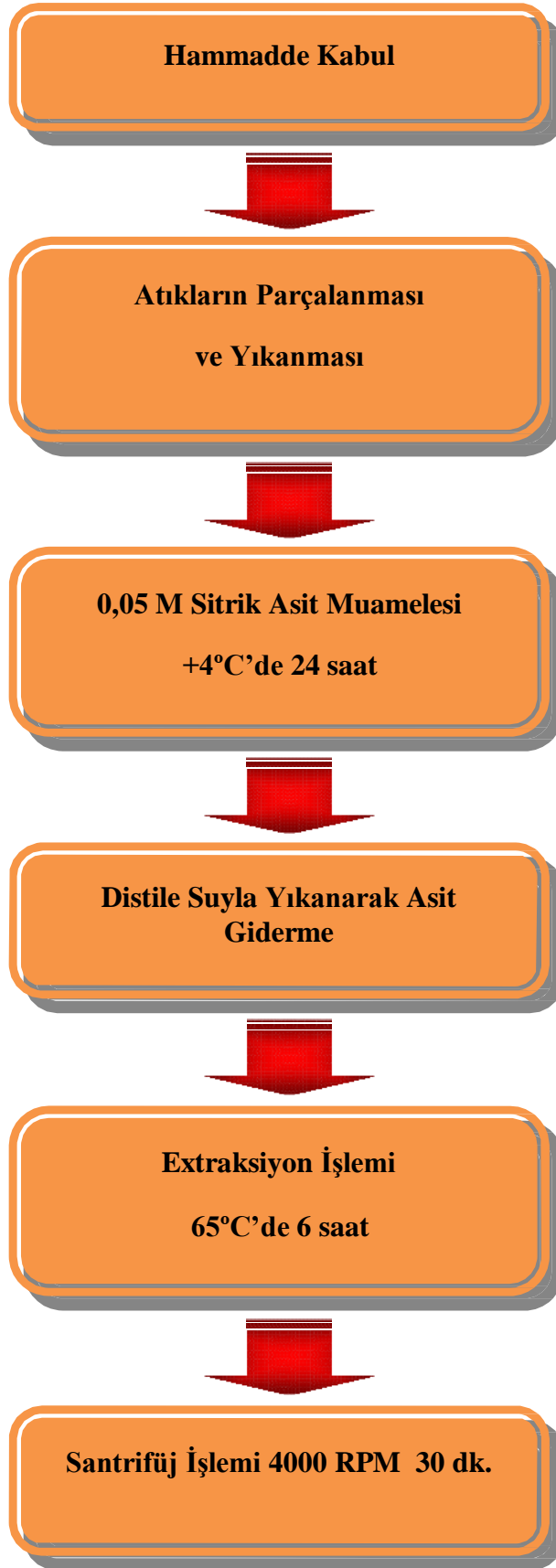
3.1. MALZEME

Bu çalışma, kültür balığı atıklarından jelâtin üretimi elde etmek ve kalitesini belirlemek amacıyla İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'na ait laboratuvarlarda yürütülmüştür. Piyasadan ve kargo ile doğrudan Ege Bölgesindeki kültür balığı üretim çiftliklerinden çipura (*Sparus aurata*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türlerine ait kafa ve kılçık atıkları temin edilmiştir (Şekil 3.2, 3.3, 3.4).

Temin edilen bütün haldeki balık atıkları kafa, kılçık, kuyruk kısımlarıdır. Teslim alındıklarından ekstraksiyon edilinceye kadar geçen sürede -20°C'de derin dondurucularda muhafaza edilmiştir. Çipura, levrek ve alabalık atıklarına ait üretim denemeleri 2013 yılı Mart ayında başlamış olup 2014 yılı Mayıs ayında Alabalıktan jelâtin üretimi ile sonlandırılmıştır. Üretim sonrası elde edilen balık jelâtinlerinin kalitelerinin ve belirlenmesi amacıyla fonksiyonel özelliklerinden olan jel kuvveti, renk, köpürme özellikleri, net verim oranı, aminoasit kompozisyonu besin değeri analizlerinden protein, yağ, nem ve kül miktarları 3 paralelli çalışılarak saptanmıştır. Aynı zamanda tüketilebilirlik kriterleri olarak da ağır metal düzeyleri Hg (Cıva), Pb (Kurşun), Cd (Kadmiyum) olarak araştırılmıştır.

3.1.1. Materyal Ön Hazırlıkları

Bu çalışmada kullanılmak üzere temin edilen çipura, levrek ve alabalık atıkları her balık türü için ayrı ayrı sonuçlar çıkarmak ve ayrı ayrı işlenmek üzere, birbirine karıştırılmadan, önce -20°C'deki dondurucudan farklı zamanlarda çıkarılarak oda sıcaklığında çözündürülmüşlerdir. Sonra yapılarındaki kan ve diğer kirlilik oluşturan unsurlarından musluk suyu altında yıkamak suretiyle arındırılmıştır (Şekil 3.2, 3.3, 3.4).



Şekil 3.1: Jelâtin Üretim Akışı.



Şekil 3.1 (devamı)



Şekil 3.2: Kullanılan Çipura Atık Kısımları.



Şekil 3.3: Kullanılan Levrek Atık Kısımları.



Şekil 3.4: Kullanılan Alabalık Atık Kısımları.

İyice temizlenen bu atıklar, ardından önce bıçak ile kafa, kılçık, kuyruk ve yüzgeç kısımlarına ayrılmıştır ve her bir kısım 1-2 cm'lik küçük parçalara ayrılarak (Şekil 3.5) bir süzgeç yardımıyla tekrar bolca musluk suyu altında yıkayıp iyice süzdürüldükten sonra ardından en son distile su ile tekrar bol bol yıkayıp süzölmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.5: Atıkların Parçalanması.



Şekil 3.6: Saf Su İle Yıkayıp, Sitrik Asit ($C_6H_8O_7$) ile Muamele Sonrası Görünüm.

Bu atıklar buzdolabında cam bir kavanoz içerisinde 8-10°C'de, 24 saat, 1:3 oranında, 0,05 M Sitrik Asit ($C_6H_8O_7$) ile demineralizasyon amacıyla kimyasal işleme tabi tutulmuşlardır. 24 saat sonunda Sitrik Asit içinde kimyasal işleme tabi tutulan bu yapılar, asidik yapı kayboluncaya kadar tekrar tekrar distile su ile yıkayıp yıkama suları süzdürülmüştür. Sitrik Asitten çıkan atıkların etsi kısımlarının eridiği, ağırlıklarının bir miktar azaldığı ve işleme sokulan kimyasal çözeltinin üzerinde yağ birikimi gözlenmiştir. Böylece materyalden bir miktar yağın uzaklaştırma işlemi de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.7: Üretimde Kullanılmış Olan Sitrik Asit ($C_6H_8O_7$).



Şekil 3.8: Hammaddelere Sitrik Asit Muamelesi.



Şekil 3.9: Sitrik Asitle Muamele Esnasında Genel Görünüm.

Daha sonra bu atık maddeler yaklaşık 3 L'lik cam beherlerde 1:2 oranında distile su ile benmarinde (Memmert, WB-14, Almanya) 65°C'de otomatik mekanik karıştırıcı (Daihan SH 100D, Güney Kore) ile yaklaşık 250 RPM devirde karıştırılmak suretiyle 6 saat boyunca ekstraksiyon işlemine tabi tutularak jelâtin ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10: Sıcak Su Ekstraksiyonu İşleminin Uygulanması.

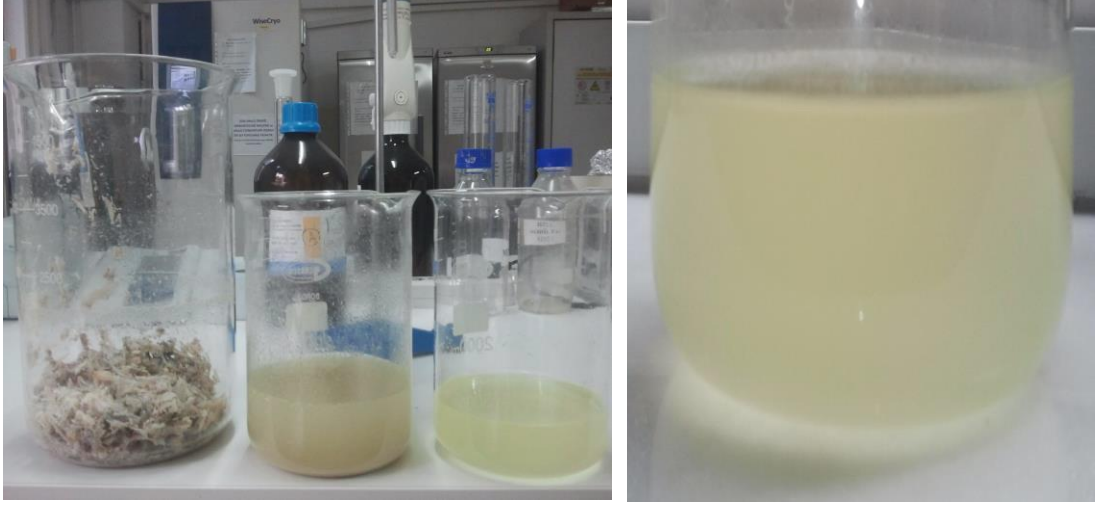


Şekil 3.11: Ekstraksiyon İşlemi Sonrası Genel Görünüm.

Ekstraksiyon süresi sonunda ise elde edilen jelâtin solüsyonu basamak basamak saflaştırılmıştır. Bu saflaştırma işlemi ise jelâtin solüsyonunun önce kaba filtreden geçirilerek ve buna müteakip 25-30 dakika 19°C’de 4000 RPM’de santrifüj cihazında (Hettich Universal, 320 R, Almanya) santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası, santrifüj tüplerinin dip kısımlarında kalın bir katı tortu tabakasının oluştuğu, rengin daha da şeffaflaştığı ve tüpteki çözeltilerin üst kısımlarında ince bir yağ tabakasının belirdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.12: Santrifüj İşleminin Uygulanması.



Şekil 3.13: Santrifüj Sonrası Genel Görünüm.

Bu yağ tabakası pipet yardımıyla uzaklaştırılmış ve kalan jelâtin solüsyonu, ayırma hunilerine dökülüp 15-20 dakika bekletilmek suretiyle burada tekrar yağ partiküllerinin ayrılması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14: Santrifüj İşlemi Sonrası Ayırma Hunisiyle Yağ Ayrımı.

Yağ uzaklaştırma işlemi uygulanan jelâtin solüsyonu, tekrar filtre edilmek üzere vakum filtre cihazından aşamalandırılarak 0,45 mikrona kadar selüloz nitrat filtre kâğıtları ile saflaştırılmıştır. Elde edilen solüsyonun son hali sarımsı renkte ve oldukça şeffaf halde olmuştur.

Sıralı Filtrasyon Aşamaları:

1. 589/1 Schleicher & Schuell, Schwarzband, 110mm filtre kâğıdı, $< 2\mu\text{m}$
2. 589/3 Schleicher & Schuell, Blauband, 125mm filtre kâğıdı, $< 2\mu\text{m}$
3. MFV1, Filter-Lab, Glass microfibre filters, 90mm filtre kâğıdı, $1,6\mu\text{m}$
4. Filter-Lab, Glass microfibre filters, 47mm filtre kâğıdı, $1,2\mu\text{m}$
5. Whatman GF/F, Glass microfibre filters, 47mm filtre kâğıdı, $0,7\mu\text{m}$
6. Sartorius stedium biotech cellulose nitrate filter, 47mm filtre kâğıdı, $0,45\mu\text{m}$.



Şekil 3.15: Jelâtin Solüsyonunun Filtre Edilmesi ve Filtrasyon Sonrası Görünümü.



Şekil 3.17: Filtrasyonda kullanılan 0,45µm Filtre Kâğıtları.



Şekil 3.16: Kullanılan Diğere Filtre Kâğıdı Tipi.

Son filtrasyon işlemi (0,45 µm) sonrası elde edilen jelâtin solüsyonu, 35-40°C'deki sıcak hava üflemeli kurutma dolabında (Elektro-mag, M1070, Türkiye) tamamen kuruyuncaya kadar yaklaşık olarak 17 saat boyunca teflon tepsilerde (Esra Metal, Türkiye) kurutulmuştur.



Şekil 3.18: Filtrasyon Sonrası Solüsyonların Etüvde Kurutulma Aşaması.

Kurutma süresi sonunda jelâtinin teflon yüzeye yapışarak kuruduğu gözlenmiştir. Kurutulan jelâtin, teflon yüzeyden plastik ya da bir tahta spatül ile kazınarak toz halinde çıkarılmış ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla analiz edilmek üzere hava almayacak şekilde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de stoklanmıştır.



Şekil 3.19: Kurutma Sonrası Elde Edilen Balık Jelâtinleri (Son Ürün).



Şekil 3.20: Son Ürünlerin Muhafaza Edildiği Hava Geçirmez Cam Kap.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. BESİN DEĞERİ ANALİZLERİ

3.2.1.1. Ham Protein Analizi

Ham Protein analizi, Protein yakma ünitesi ve Protein destilasyon cihazı kullanılarak (Buchi Kjelflex, K360, Almanya) yapılmıştır. Kollajen proteinlerinin hidrozilatı sonucu oluşan jelâtin maddesinin, ham protein analizi sonucu AOAC 955.04 (1998a)'ya göre tayin edilmiştir. Bu yöntemde besinlerdeki serbest azot, amonyum iyonuna çevrilir. Bu işlem de, öncelikle protein tüplerine hassas terazide 1g (Pioneer, PA214C, Çin) tartılıp yaklaşık 1,5 saat yakma ünitesine yerleştirilen jelâtin örneklerinin yüksek sıcaklıklarda derişik sülfürik asit etkisiyle parçalanıp, protein destilasyon cihazında %32'lik Sodyum hidroksit (NaOH) ve %4'lük Borik asit (H₃BO₃) çözeltileri ile distile edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Böylece serbest hale gelen amonyağın, asit ile çözeltiliye bağlanması sonucu oluşan zayıf baz 0,2 N Hidroklorik asit (HCl) kullanılarak titre edilmiştir. Titrasyonda sarf edilen 0,2 N Hidroklorik asit miktarından kör çıkartılması sonucu elde edilen sayının, Megep (2011)'e göre jelâtin maddesi için belirlenen 5,55 faktör sayısı ile çarpım işlemine tabi tutulması neticesinde ham proteinin yüzdelik (%) miktarı saptanmıştır. Ham protein hesap formülü aşağıdaki gibidir.

$$\% \text{ Protein: } [(S - \text{Kör}) \times 0,2803 \times F]$$

S: Titrasyonda Harcanan Hidroklorik Asit (mL)

F: Jelâtin için alınması gereken faktör olan 5,55



Şekil 3.21: Protein Yakma Ünitesi ve Protein Destilasyon Cihazları.

3.2.1.2. Yağ Analizi

Üretimi yapılan jelâtinlerde yağ analizi Soxhlet Yöntemi ile AOAC 948.15 (1998b)'e göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Soxhlet setine balon ısıtıcılar da dahildir (WiseTherm, WHM 12295, Güney Kore). Bu Analiz, hassas tartımları yapılan jelâtin örneklerinin, Soxhlet kartuşlarına yerleştirilip bir çözücü olan Petrol Eter yardımı ile 6-8 saat boyunca Soxhlet cihazında ekstrakte edilmesi ve bu süre sonunda Petrol Eterin rotary evaporatörde (Buchi Rotavapor, R-300, Almanya) uzaklaştırılıp balonlarda kalan yağın da etüvde 105°C'de 3 saat tutulması sonrası hassas terazide (AND, GR-200, Japonya) tartılmasıyla gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ: } [(M_2 - M_1) / m] \times 100$$

M₁: Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)

M₂: Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı + Yağ kalıntısının ağırlığı (g)

m: Alınan örneğin ağırlığı (g)



Şekil 3.22: Soxhlet Yöntemiyle Yağ Analizinin Yapılması.

3.2.1.3. Nem Analizi

Jelâtinlerde nem tayini, GMIA, (2013)'de verilen metot referans alınarak yapılmıştır. Bu yöntem, sabit tartıma alınmış petri kaplarına 1-2g arası hassas tartılan jelâtin örneklerinin, 16-18 saat boyunca $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kaldıkları etüvden (WiseVen, Won-105, Güney Kore) çıkarılıp desikatörde soğutma sonrası tekrar hassas tartılması (AND, GR-200, Japonya) prensibine dayanmaktadır. Jelâtindeki nem içeriği, örneğin ağırlığındaki yüzdellik azalma olarak ifade edilir. Bunu hesaplamak için kullanılan formül aşağıda belirtildiği gibidir.

$$\% \text{ Nem} = [(M_1 - M_2) / m] \times 100$$

M_1 : Petri + Koyulan örnek (g)

M_2 : Sabit tartıma getirilen boş petri ağırlığı (g)

m : Örnek ağırlığı (g)



Şekil 3.23: Nem Analizinde Kullanılan Etüv.

3.2.1.4. Kül Analizi

Jelâtinlerde kül tayini GMIA (2013) referansına göre yapılmıştır. Bu yöntemin esası, sabit tartımdan çıkan porselen krozelere 1-2 g arası tartılan jelâtin örneklerinin, kül fırınında (Protherm, PLF 100/6, Türkiye) 550°C sıcaklıkta, 15-20 saat kül haline gelene kadar yakılması ve ardından desikatörde 30 dakika süresince soğumaya alınıp tekrar hassas terazide (AND, GR-200, Japonya) tartılarak kül miktarının tespitine dayanır. Örnekteki % kül miktarı aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = [(A) / (a)] \times 100$$

A: Külün ağırlığı (g)

a: Koyulan örneğin ağırlığı (g)



Şekil 3.24: Kül Analizinde kullanılan Kül Fırını.

3.2.1.5. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilitesi Tayini

Köpük formasyonu ve stabilitesi tayini, Sathe ve diğ., (1982)'de verilen metodun kısmi modifikasyonları ile tespit edilmiştir. 50 mL distile suda 1g jelâtin örneğinin, 250 mL'lik beherlerde 60°C'de 30 dakika boyunca sürekli karıştırılarak çözündürülmesine müteakiben 5 dakika süresince 10000 rpm devir ayarlı Ultra Turraks ile (Janke & Kunkel, T-25, Almanya) karıştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Köpük formasyonu kabiliyeti, sıvı köpüğün hacim oranı olarak belirlenmiştir. Köpük stabilitesi ise köpüğün ilk hacminin 30 dakika sonrasına oranı alınarak belirlenir. Bu işlem aşağıdaki gibi formülize edilmiştir.

$$\text{Köpük formasyon Kabiliyeti} = (V_s / V_0)$$

$$\text{Köpük stabilitesi} = (V_k / V_{30})$$

V_0 : Köpürme işlemi yapılmadan ilk hacmi

V_s : Köpürme işlemi sonrası toplam hacim

V_k : Köpürme işlemi sonrası köpük hacmi

V_{30} : 30' sonra ölçülen hacim



Şekil 3.25: Köpük Testlerinde Kullanılan Ultra Turrax ve Test Sonrası Görünüm.

3.2.1.6. Bloom Testi

Jelâtinde Bloom testinde kullanılan tekstür cihazı üreticisi tarafından (Brookfield CT3 Texture Analyzer, Amerika) verilen prensiplere göre GMIA (2012) referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Bloom, tekstür cihazının probunun, hazırlanan jelâtin örneğinin yüzeyinden 4 mm penetrasyonu için gerekli olan kuvvetin ölçümüdür. Gram (g) olarak ifade edilir.

Jel dayanımı ölçülmek istenen jelâtin numunesi, Brookfield firmasından temin edilen stoperli özel bloom jarları içerisine 6,67 g tartılarak (%6,67), 60°C'deki 100mL distile suyla 30 dakika boyunca karıştırılmak suretiyle üçlü ısıtıcıyla (Daihan, WiseStir Smhs-3, Güney Kore) çözdürülmüştür. Bu süre sonunda elde edilen solüsyon 7°C'de 16-18 saat süresince bekletilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir. Katılaştırmış jelâtin solüsyonlarının bloom değerleri Brookfield marka CT3 Tekstür Cihazında ölçülmüştür. Analiz, 0,5 mm/sn test hızında, 12,7 mm'lik akrilik şeffaf silindir 5g, 35 mm genişliğinde keskin kenarlı TA10 kodlu jelâtin bloom probu kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.26: Jelleşen Solüsyon ve Mukavemetinin Tekstür Cihazıyla Ölçülmesi.

3.2.1.7. pH Analizleri

pH ölçümü, Hana 211 model pH metre (Jenco, 6173, Çin) ile yapılmıştır. Bloom jarları içine 6,67 g tartılan balık jelâtini örneği 100 mL distile suda 30 dakika süresince sürekli karıştırmak suretiyle 60°C’de çözdürülmüştür. Çözeltinin sıcaklığının oda sıcaklığına gelmesiyle, pH probu jelâtin çözeltisinin içine daldırılarak, ölçüm üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.



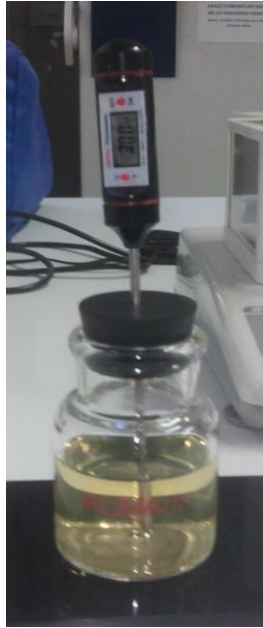
Şekil 3.27: pH Analizinde Kullanılan pH Metre.

3.2.1.8. Jelleşme (Donma) Noktası Tayini

Muyonga ve diğ., (2004) referans alınarak gerçekleştirilmiştir. 60°C’deki 100mL distile suda 6,67 g kuru jelâtinin 30 dakika boyunca karıştırılarak çözdürülmesinin ardından elde edilen solüsyonun oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Ardından soğutucuda dijital termometre çözeltiliye daldırılıp çıkarılarak termometrenin ucu gözlenmiştir. Termometrenin ucu, damlacık oluşmayıncaya kadar ve jel formu alıncaya kadar sürekli izlenmiş ve dijital termometrenin, bu anda gösterdiği değer donma noktası olarak tanımlanmıştır.

3.2.1.9. Erime Noktası Tayini

Muyonga ve diğ., (2004) referans alınarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen jelâtiden 6,67 g alınmış ve 60°C'deki 100 mL distile suda 30 dakika boyunca karıştırılarak çözdürülmüştür. Ardından elde edilen solüsyon, 7°C'de 16-18 saat boyunca katılaştırılmıştır. Sonra, oda sıcaklığında içine termometre daldırılıp çıkarılarak, dijital termometrenin ucunda damlacık oluştuğu ve jel formunu kaybettiği andaki sıcaklık erime noktası olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.28: Erime ve Donma Noktasının Belirlenmesi.

3.2.1.10. Verim Hesabı

Elde edilen jelâtinin verim miktarı Gimenez ve diğ., (2005) referans alınarak şu formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ VERİM} : [(M / m)] \times 100$$

M: Elde edilen jelâtinin kuru ağırlığı (g)

m: Atığın ıslak ağırlığı (g)

3.2.1.11. Aminoasit Kompozisyonu Analizi

Üretilen balık jelâtinleri, Erkan ve diğ., (2010) tarafında verilen metoda göre Waters AccQ•Tag Kiti ile analiz edilmiştir. Aminoasit Kompozisyonu tayini için HPLC cihazı (Shimadzu, Japonya) kullanılmıştır. Ağzı sıkıca kapatılabilen ısıya dayanıklı Schott marka 50mL otoklavlanabilir cam şişelerde balık jelâtinleri 25 mL Fenol ilaveli 6 N HCl asit ile 120°C'de 24 saat hidrolize edilmiştir. Hidrolize edilen örneklerin 0,1 mL' si 30 mL ultra saf su ile seyreltilerek 0,22µm'lik membran filtreden geçirilme suretiyle derivatizasyon işlemine hazır hale getirilmiş Waters AccQ•Tag reaktifleri ile derivatizasyon sonrası HPLC cihazında analiz edilmiştir.

Örneklerdeki aminoasit piklerinin identifikasyonu (Pierce marka, Aminoasit Standart Hidrolizatı, Ürün No: 20078 20088 20089 1800180 NCI0180, Rockford, IL 61105 USA) piklerin boyut çıkış zamanları ile karşılaştırılması yoluyla tespit ve hesabı yapılmıştır.

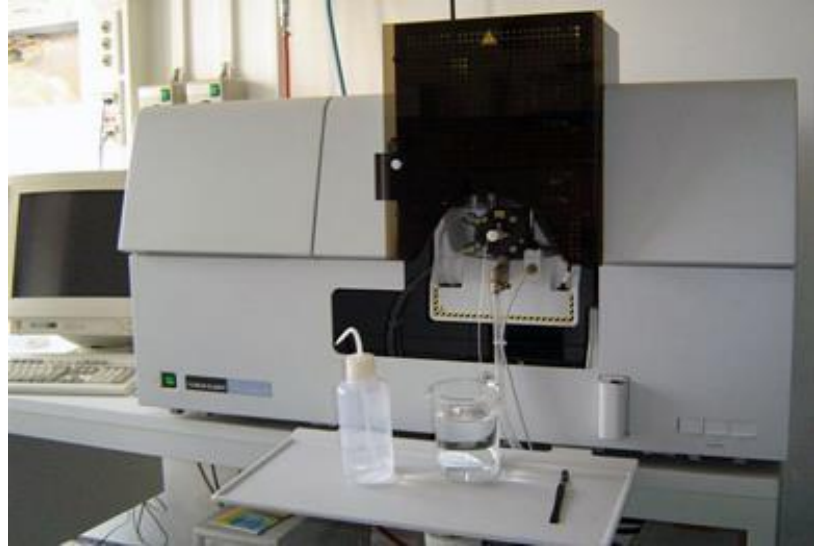
Aminoasit miktarları ise örnek ağırlıkları baz alınarak mg/100g cinsinden bulunmuştur. HPLC sistemi; Bilgisayar yazılımı olarak Class-VP (Shimadzu, Japonya) kullanılmış ve cihaz sıvı kromatografi pompası A, sıvı kromatografi pompası B, floresans dedektör ünitesi, kolon fırını, sistem kontrolörü, sıvı, gaz çıkarıcı ve oto enjektörden müteşekkildir.



Şekil 3.29: Aminoasit Analizlerinde Kullanılan HPLC Cihazı.

3.2.1.12. Ağır Metal Analizleri

Ağır metal analizleri Kocaeli’de yer alan TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezine ait atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS cihazı, Perkin Elmer AAnalyst 700) Cıva (Hg) için EPA METHOD 3052, EPA Method 7000A ve EPA Method 7471A’ duna göre, Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) için AOAC Official Methods, 999.10 (2005) kullanılmak suretiyle yapılmıştır.



Şekil 3.30: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi.

- **Cıva için kullanılan ekipmanlar, kimyasallar ve standart:**

AAS cihazı (Perkin Elmer AAnalyst 700), analitik terazi (0.001 g hassasiyette), balon jöjeler (25, 50, 100, 500 ve 1000 mL’lik), yüksek devirli karıştırıcı: numune haznesi ile birlikte Filtre kâğıdı (Whatman 40 ve kaba filtre kâğıdı), dispenser (1-10, 1-5 mL hacimli), pipetler (1, 2, 5 ve 10 mL’lik), mikrodalga yakma ünitesi (Ethos Plus)

Cıva standart çözeltisi (1000 mg/L), % 65’lik nitrik asit (HNO₃), AAS için uygun kalitede, % 30’luk hidrojen peroksit (H₂O₂), AAS için uygun kalitede, % 30’luk hidroklorik asit (HCl), AAS için uygun kalitede, Deiyonize su, Milli-Q Gradient A10 (18 MΩ.cm).Cıva standart solüsyonu 2 mol/L 1000mg/L Certipur® (AAS) Merck M1702260500.

- **Kurşun için kullanılan ekipmanlar, kimyasallar ve standart:**

AAS cihazı (Perkin Elmer AAnalyst 700), analitik terazi (0.001 g hassasiyette), balon jojeler (25, 50, 100, 500 ve 1000 mL'lik), yüksek devirli karıştırıcı: numune haznesi ile birlikte, filtre kâğıdı (Whatman 40 ve kaba filtre kâğıdı), dispenser (1-10, 1-5 mL hacimli), pipetler (1, 2, 5 ve 10 mL'lik), mikrodalga yakma ünitesi (Ethos Plus).

Kurşun standart çözeltisi (1000 mg/L), % 65'lik nitrik asit (HNO₃), AAS için uygun kalitede, % 30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂), AAS için uygun kalitede, % 30'luk hidroklorik asit (HCl), AAS için uygun kalitede, deiyonize su, Milli-Q Gradient A10 (18 MΩ.cm).

Kurşun standart solüsyonu 0,5 mol/L 1000 mg/L Certipur® (AAS) Merck M1197760500.

- **Kadmiyum için kullanılan ekipmanlar, kimyasallar ve standart:**

AAS cihazı (Perkin Elmer AAnalyst 700), analitik terazi (0.001 g hassasiyette), balon jojeler (25, 50, 100, 500, 1000 mL'lik), yüksek devirli karıştırıcı: numune haznesi ile birlikte, filtre kağıdı (Whatman 40 ve kaba filtre kağıdı), dispenser (1-10, 1-5 mL hacimli), pipetler (1,2, 5, 10 mL'lik), mikrodalga yakma ünitesi (Ethos Plus).

Kadmiyum standart çözeltisi (1000 mg/L), % 65'lik nitrik asit (HNO₃), AAS için uygun kalitede, % 30'luk hidrojen peroksit (H₂O₂), AAS için uygun kalitede, % 30'luk hidroklorik asit (HCl), AAS için uygun kalitede, deiyonize su, Milli-Q Gradient A10 (18 MΩ.cm).

Kadmiyum standart solüsyonu 0,5 mol/L 1000mg/L Certipur® (AAS) Merck M1197770500.

Tüm analiz için uygulanan hesaplama formülü

$$\text{Cıva, Kurşun ve Kadmiyum (mg/kg)} = \frac{\text{Örnek Absorbanı} \times \text{Örnek Hacmi} \times \text{Seyreltme Oranı} \times \text{Standart Konsantrasyonu}}{\text{Örnek miktarı (g)} \times \text{Standart absorbanı}}$$

3.2.1.13. Renk Analizleri

Her balık türüne ait jelâtinlerin renk ölçümleri L^* , a^* , b^* değerleri ayrı olarak yapılmış ve değerlendirilmiştir. L^* değeri parlaklığı yani, (+) açıklığı ve (-) koyuluğu, a^* değeri (+) kırmızılık ve (-) yeşillik, b^* değeri ise (+) sarı ve (-) mavilik belirtir (Nickell ve Bromage, 1998). L^* değeri 0 ile 100 (tam aydınlık) arası, a^* değeri -50 (tam yeşil) ve +50 (tam kırmızı) arası, b^* değeri ise -50 (tam mavi) ve +50 (tam sarı) arası değişen değerlere sahiptir. Renk ölçüm işlemleri renk ölçer (Konica Minolta, CR-400, Japan) ile üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. 6.67g her türe ait kuru balık jelâtinleri 60°C'deki distile suda 30 dakika boyunca sürekli karıştırılmak suretiyle çözdürülüp, cam petrilere aktarılmıştır. Cam petrilere 7°C'de katılan jelâtin solüsyonlarının renk değerleri daha sonra beyaz bir zemin üzerine koyularak, solüsyonların yüzeyleri üzerlerinden ölçülüp değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.31: Renk Analizinde Kullanılan Renk Ölçer Cihazı.

3.2.1.14. İstatistik Analizler

İstatistik hesaplarında iki ayrı grubun ortalamalarının karşılaştırılmasının yapıldığı bağımsız gruplarda T-testi uygulanmış uygulanmıştır. Test sonuçları $p < 0,05$ önem aralığında incelenmiştir (Renner, 1970).

4. BULGULAR

Bu çalışmada kültür orijinli çipura (*Sparus aurata*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve alabalıklara (*Oncorhynchus mykiss*) ait işleme atıklarının endüstride geniş kullanım alanına sahip bir ürün olan jelâtime dönüşümü başarıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.19 ve Şekil 3.20). Elde edilen son ürünün kalitesini belirlemek amacıyla yapılan besin değeri analizi, köpük formasyonu ve stabilitesi analizi, bloom testi, pH analizi, erime ve jelleşme noktası tayini, verim analizi, aminoasit kompozisyonu analizi, ağır metal analizi ve renk analizi bulguları bu bölümde verilmiştir.

4.1. Besin Değeri Analizleri Bulguları

Bu tez çalışmasında üretilen her balık türüne ait jelâtin örnekleri üzerinde, besin kompozisyonu (protein, yağ, nem, kül) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Yetiştiricilik orijinli çipura, levrek, alabalık türlerine ait kılçık, kafa, yüzgeç kısımlarından üretilen jelâtin numuneleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre ham protein miktarları çipura jelâtinlerinde %86,31, levrek jelâtinlerinde %86,77, alabalıklardan ekstrakte edilen jelâtinlerde ise %76,57 olarak tespit edilmiştir. Ham protein miktarı en yüksek çıkan jelâtin üretim grubu %86,77 ile levrek balıklarından ekstraksiyon edilenler olmuştur. En düşük protein oranına ise %76,57 ile alabalıklarda rastlanılmıştır (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).

Üretilen jelâtinlerde tespit edilen yağ oranları ise çipura grubunda %0,51, levrek grubunda % 1,42, alabalıklara ait üretim grubunda ise %1,90 olarak saptanmıştır. Yağ oranı en yüksek alabalık jelâtinlerinde, en düşük ise çipura jelâtinlerinde bulunmuştur (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).

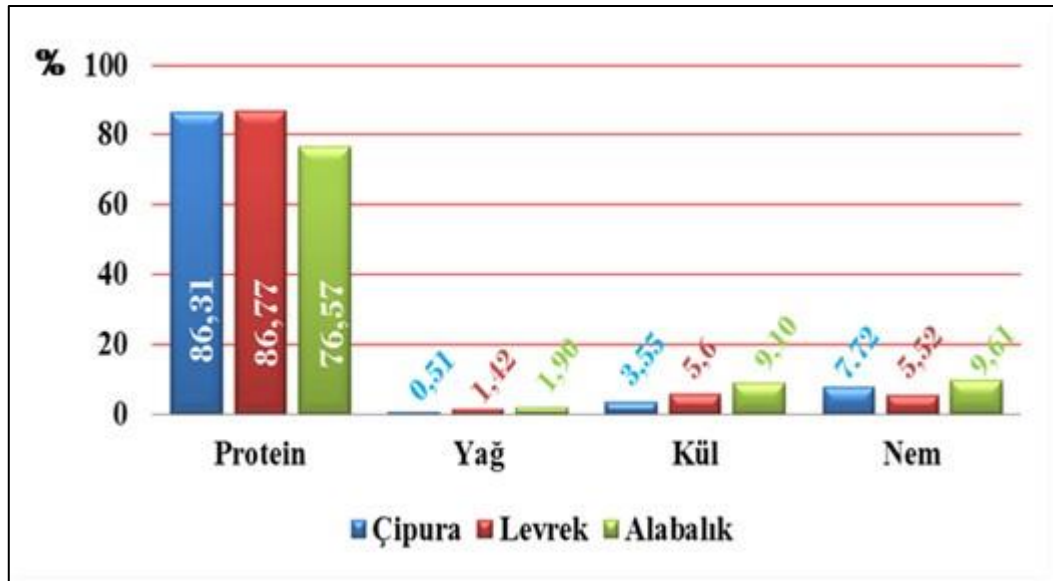
Son ürünlerde tespit edilen nem oranları çipura, levrek, alabalık jelâtinleri için sırasıyla %7,72; %5,52; %9,61 olarak bulunmuştur. En yüksek nem içeren ürün grubunun alabalık jelâtinlerinin olduğu ve en düşük nem oranına sahip grubun ise levrek jelâtinleri olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).

Ürünlerden elde edilen kül oranlarına değinecek olursak, oranlar çipura, levrek ve alabalık için sırasıyla %3,55; %5,60; %9,10 olarak saptanmıştır. En yüksek kül oranına alabalık jelâtinlerinin, en düşük kül oranına ise çipura jelâtinlerinin sahip olduğu bulunmuştur. Bütün sonuçları özetleyen besin değeri analiz sonuçları tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.1: Besin Analizleri Sonuçları.

Besin Bileşeni %	Çipura Jelâtini	Levrek Jelâtini	Alabalık Jelâtini
Protein	86,31 ^a ±0,08	86,77 ^a ±2,56	76,57 ^b ±0,75
Yağ	0,51 ^a ±0,07	1,42 ^b ±0,08	1,90 ^c ±0,13
Kül	3,55 ^a ±0,29	5,6 ^b ±0,17	9,10 ^c ±0,28
Nem	7,72 ^a ±0,41	5,52 ^b ±0,13	9,61 ^c ±0,67

a,b ve c: Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.1: Besin Değeri Analizleri Sonuçları Grafiği

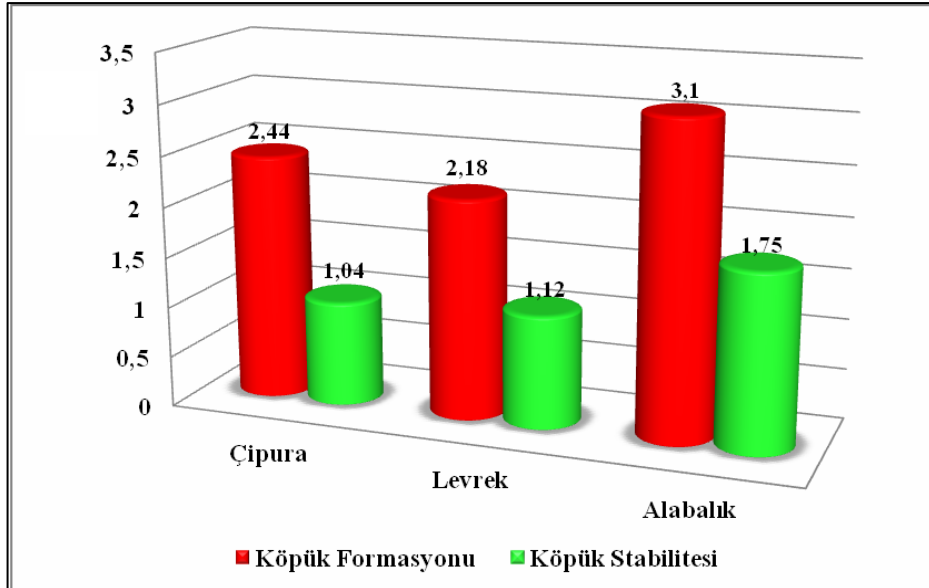
4.2. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilizasyonu Analizi

Çipura, levrek ve alabalık türlerinden ekstrakte edilen kuru jelâtin örneklerinin köpük formasyonları ve köpürme stabilizasyonu tayinleri türlere göre ayrı ayrı olarak yapılmış ve değerlendirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre köpük formasyon değerleri çipura jelâtinlerinde 2,44, levrek jelâtinlerinde 2,18 ve alabalık jelâtinlerinde 3,1 olarak bulunmuştur. Köpük formasyon değeri en yüksek olan jelâtinlerin, alabalıklardan elde edilenlerin olduğu anlaşılmıştır. Köpük stabilite değerlerinin ise çipuradan elde edilen jelâtinlerde 1,04; levrek menşelilerde 1,12 ve alabalık kökenlilerde ise 1,75 olduğu saptanmıştır. Köpük stabilite değeri en yüksek jelâtin grubu yine alabalık olmuştur (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2).

Tablo 4.2: Köpük Formasyonu ve Stabilitesi Analizleri Sonuçları.

Jelatin Türleri	Köpük Formasyonu	Köpük Stabilitesi
Çipura Jelâtini	2,44 ^a ± 0,38	1,04 ^a ± 0,22
Levrek Jelâtini	2,18 ^a ± 0,16	1,12 ^a ± 0,10
Alabalık Jelâtini	3,1 ^b ± 0,12	1,75 ^b ± 0,09

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2: Köpük Formasyonu ve Stabilitesi Analizleri Grafiği.

4.3. Bloom Testi

Çipura, levrek ve alabalık atıklarından elde edilen jelâtin örnekleri bloom jarlarında ayrı ayrı olarak bloom testine tabi tutulmuştur. Elde edilen analiz sonuçlarına göre bloom değerleri, çipura grubu için 9 g, levrek numunesi için 24,13 g ve alabalık örneği için de 9,8 g olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Üretim grupları içinde en yüksek jel dayanımını levrek menşeliler, en düşük dayanımı ise çipuradan elde edilenler göstermiştir. Bloom değerleri beklenenden oldukça düşük çıkmıştır. Fakat jelleşme kabiliyetleri yeterli bulunmuştur (Şekil 4.3).

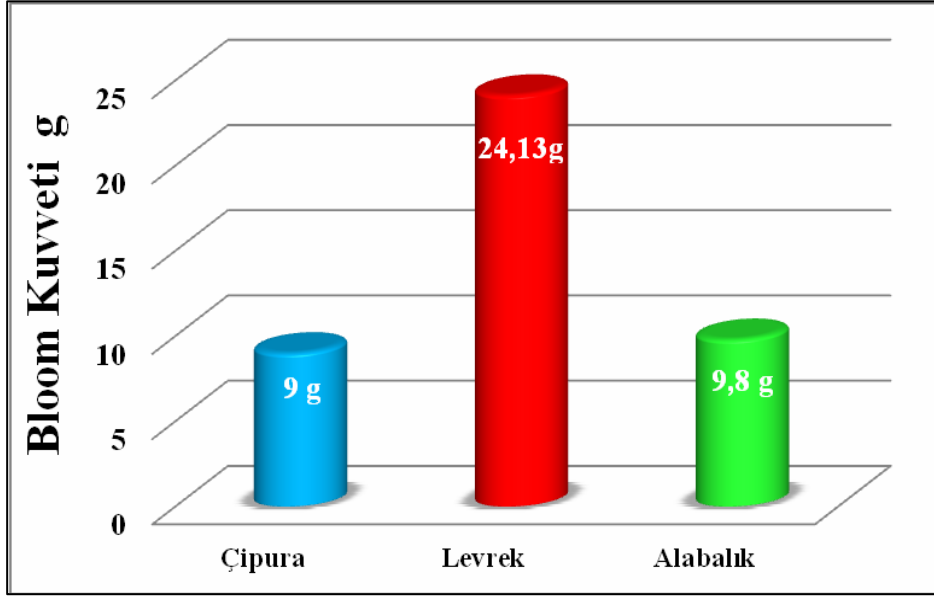


Şekil 4.3: Yeterli bulunan jelleşme kabiliyetleri.

Tablo 4.3: Bloom Analizi Sonuçları.

Balık Türü	Bloom (g)
Çipura Jelâtini	9 ^a ± 3,10
Levrek Jelâtini	24,13 ^b ± 6,66
Alabalık Jelâtini	9,8 ^a ± 1,70

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4: Bloom Analizi Sonuçları Grafiği.

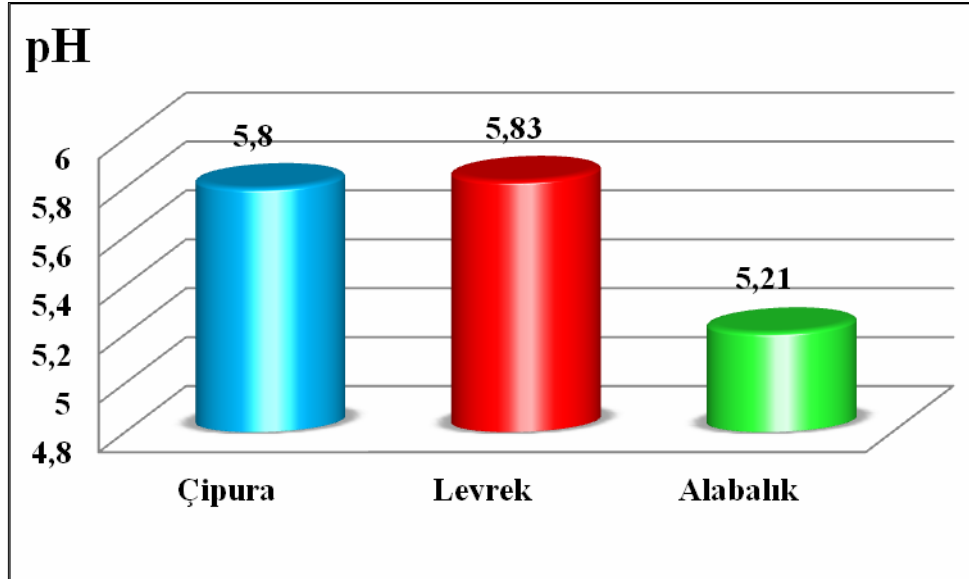
4.4. pH Analizleri

Çipura, levrek ve alabalık jelâtinlerinin oda sıcaklığında gruplara özgü olarak pH düzeyleri ölçülmüş, elde edilen verilere göre grup içerisinde en yüksek pH düzeyine 5,83 ile levrek jelâtinleri sahiptir. En düşük pH verisine ise 5,21 ile alabalıklardan elde edilenlerin sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.4 ve Şekil 4.5).

Tablo 4.4: pH Analizi Sonuçları.

Jelâtin Türü	pH (22°C)
Çipura	5,80 ^a ± 0,22
Levrek	5,83 ^a ± 0,21
Alabalık	5,21 ^b ± 0,07

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistikî açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistikî açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5: pH Analizleri Sonucu Grafiği.

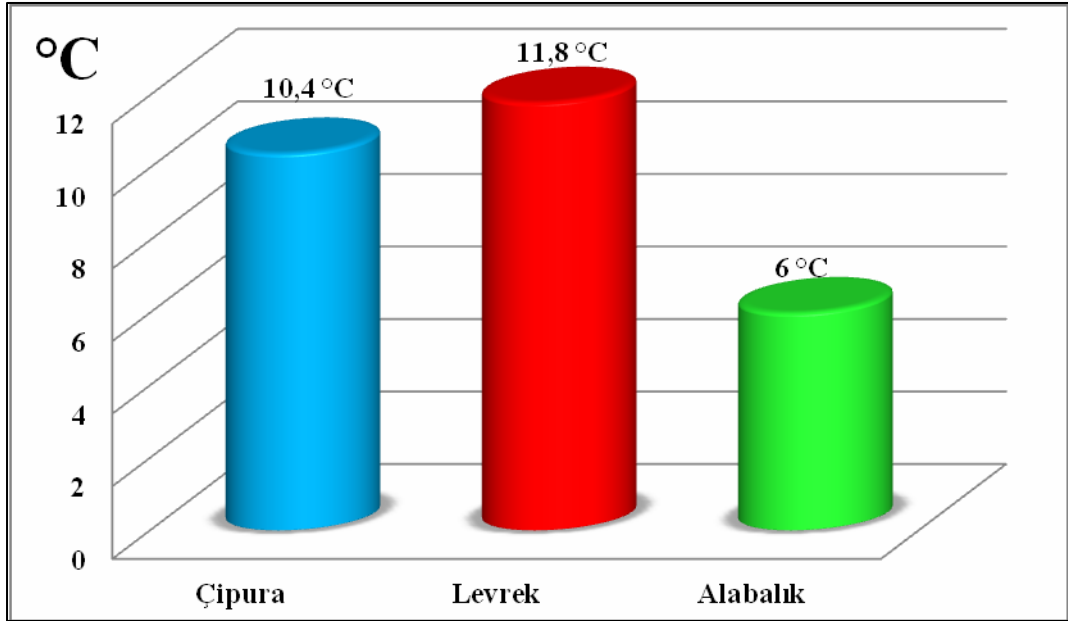
4.5. Jelleşme (Donma) Noktası Tayini

Hazırlanan jelâtin çözeltilerinin tam donma noktası analizleri her jelâtin grubu için ayrı ayrı olarak yapıp değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarında çipura ürün grubuna ait donma noktası sıcaklığı 10,4°C; levrek grubunda 11,80°C ve alabalıklarda ise 6°C bulunmuştur. Elde edilen analiz bulgularına göre en yüksek donma noktasına levrek jelâtinleri sahiptir. En düşük donma noktası verisine ise alabalık jelâtinlerinin sahip olduğu anlaşılmıştır (Tablo 4.5 ve Şekil 4.6).

Tablo 4.5: Donma Noktası Sonuçları.

Jelâtin Türü	Donma (Jelleşme) Noktası °C
Çipura	10,4 ^a ±3,61
Levrek	11,8 ^a ±1,04
Alabalık	6,0 ^b ±1,41

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6: Jelleşme (Donma) Noktası Sonuçları Grafiği.

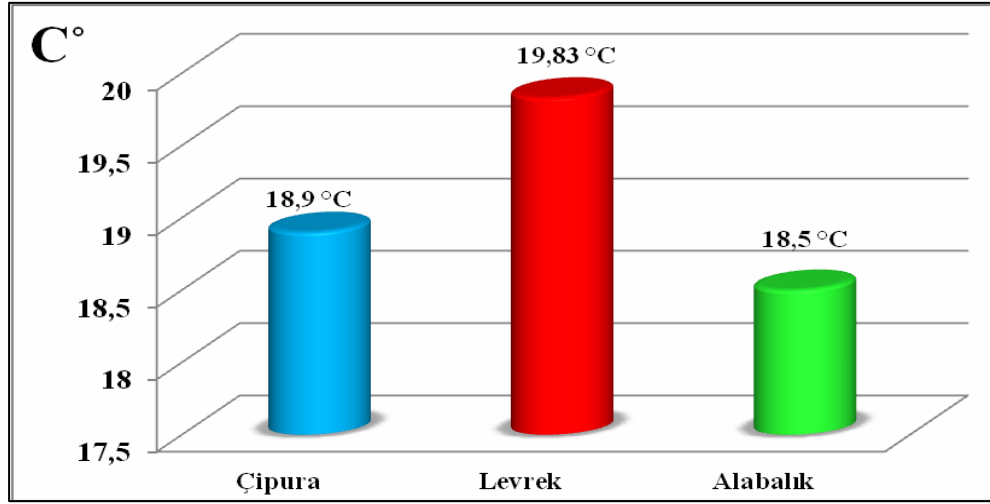
4.6. Erime Noktası Analizi

Üretilen tüm jelâtin örneklerinin erime noktası tespiti, elde edilen her balık türü için ayrı ayrı yapılmış ve değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre örnekler arasındaki erime sıcaklıklarında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiş olup bu değerler çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri için sırasıyla, 18,9°C; 19,83°C ve 18,5°C'dir. En yüksek erime noktası tayini levrek jelâtinlerinde, en düşüğü ise alabalık jelâtinlerinde tespit edilmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.7).

Tablo 4.6: Erime Noktası Sonuçları.

Jelâtin Türü	Jel Erime Noktası °C
Çipura	18,9 ^a ± 1,20
Levrek	19,83 ^a ± 0,76
Alabalık	18,5 ^a ± 0,1

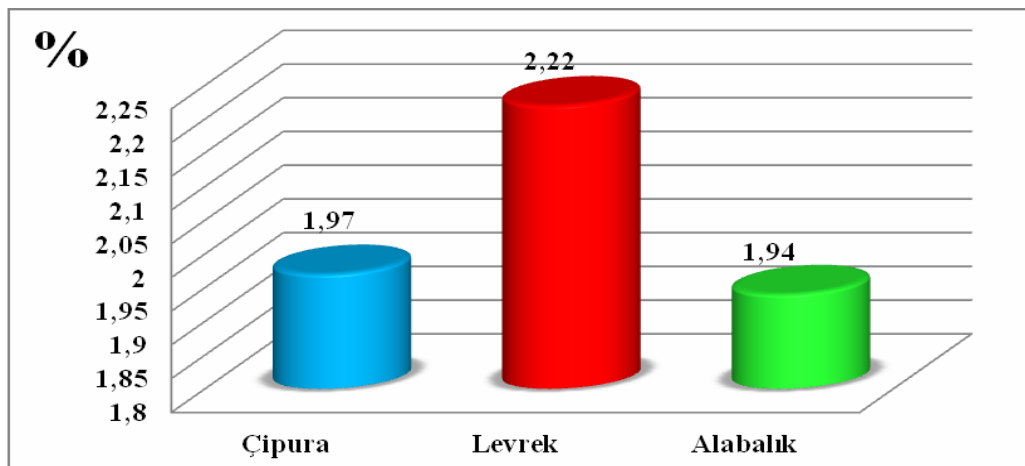
a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistikî açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistikî açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7: Erime Noktası Analizleri Grafiği.

4.7. Verim Analizi Sonuçları

Çipura, levrek ve alabalık türlerine ait farklı yapılarıdaki işleme atıklarının türe göre gruplandırılarak karıştırılmasıyla elde edilen biyolojik kütlelerden jelâtin ekstraksiyonu sonucu elde edilen net verim oranları yüzdeler olarak sırasıyla 1,97; 2,22 ve 1,94'tür. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Verim Analizi Sonuçları.

4.8. Aminoasit Kompozisyonu Analiz Sonuçları

Çipura, levrek ve alabalık atıklarından ekstrakte edilen jelâtinlerin içerdikleri ortalama aminoasit kompozisyonları Tablo 4.7’de mg/100g olarak verilmiştir. Jelâtinlerde esansiyel aminoasitlerden Lisin, Metiyonin, Treonin, İzolösin, Lösin, Fenilalanin, Valin içeriklerine, yarı esansiyel aminoasitlerden Histidin, Serin, Arjinin, Sistin, Trozin içeriklerine, esansiyel olmayanlardan Alanin, Aspartik Asit, Glutamik Asit, Glisin, Prolin değerlerine bakılmıştır.




Toplam esansiyel aminoasit miktarı çipura jelâtinlerinde 18261,859 mg/100g, levrek jelâtinlerinde 21601,193 mg/100g, alabalık jelâtinlerinde ise 14505,23 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Levrek jelâtinleri 21601,193 mg/100g oranı ile en yüksek esansiyel aminoasit miktarına sahipken, alabalık jelâtinlerinin ise 14505,23 mg/g oranı ile en düşük esansiyel aminoasit miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Bulunan yarı esansiyel aminoasit miktarları karşılaştırıldığında en yüksek değer yine 14986,734 mg/100g oranı ile levrek jelâtinlerinde, en düşük değer ise yine 12408,06 mg/100g oranı ile alabalık jelâtinlerinde tespit edilmiştir. Çipura jelâtinlerinde ise bu değer 13709,819 mg/100g olarak bulunmuştur (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

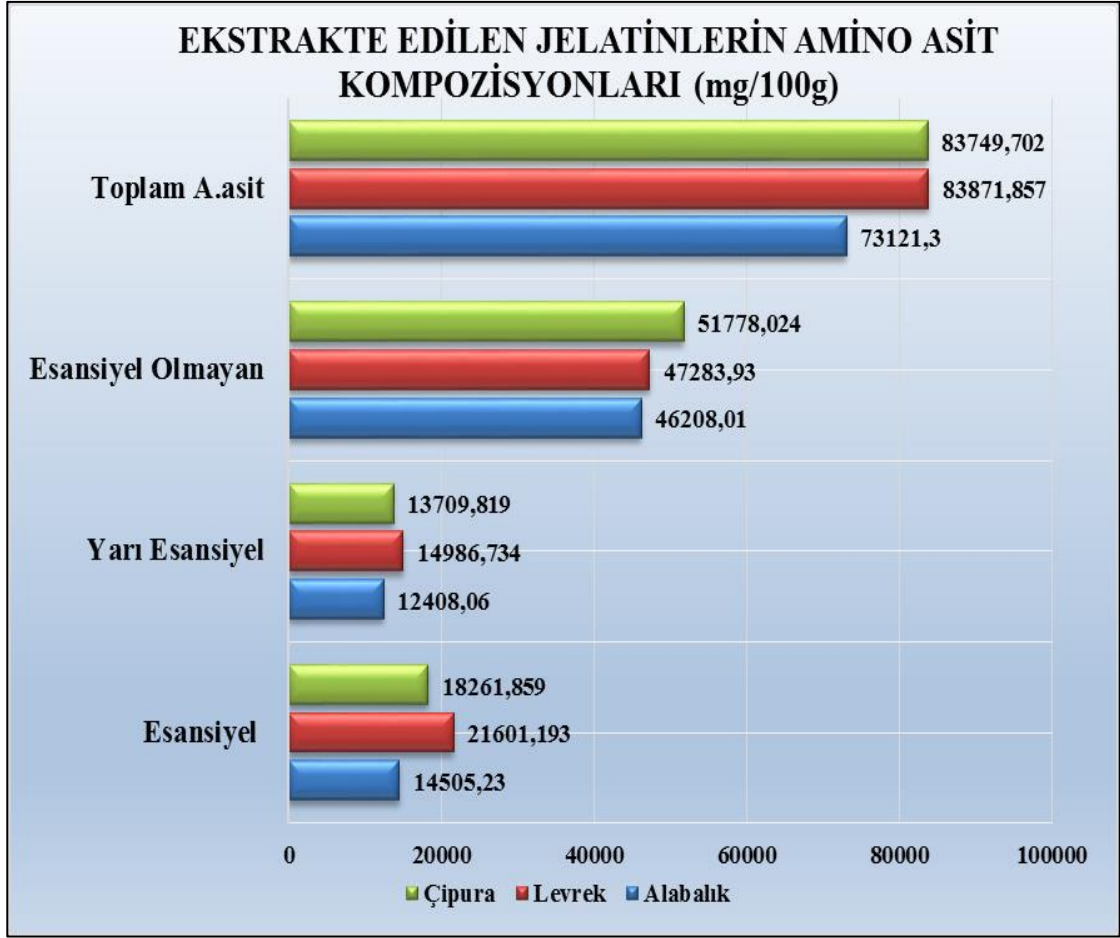
Esansiyel olmayan aminoasit oranları incelendiğinde ise en yüksek değere 51778,024 mg/100g oranı ile çipura balıklarından elde edilen jelâtinlerin sahip olduğu anlaşılmıştır. En düşük bu değere yine alabalık jelâtinlerinde rastlanılmıştır. Levrek jelâtinlerinde ise bu veri 47283,930 mg/ 100g olarak elde edilmiştir (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Toplam aminoasit miktarları ise çipura jelâtinlerinde 83749,702 mg/100g, levrek jelâtinlerinde 83871,857 mg/100g, alabalık jelâtinlerinde ise 73121,30 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Tablo 4.7: Çipura, levrek ve alabalık atıklarından ekstrakte edilen jelatinlerin aminoasit kompozisyonları mg/100g.

ÇİPURA		LEVREK		ALABALIK	
Lisin	4038,454 ^a ± 73,158	Lisin	3958,921 ^a ± 12,225	Lisin	2958,478 ^b ± 40,960
Metiyonin	2315,755 ^a ± 83,702	Metiyonin	2863,232 ^b ± 56,437	Metiyonin	1977,556 ^c ± 18,970
Treonin	2422,674 ^a ± 28,834	Treonin	2952,129 ^b ± 22,951	Treonin	2043,472 ^c ± 26,863
Izolösin	1376,126 ^a ± 64,740	Izolösin	2242,651 ^b ± 64,552	Izolösin	1345,267 ^a ± 50,009
Lösin	3126,511 ^a ± 27,295	Lösin	3396,041 ^a ± 71,278	Lösin	2358,213 ^b ± 47,423
Fenilalanin	2105,976 ^a ± 64,517	Fenilalanin	2862,229 ^b ± 39,349	Fenilalanin	1753,985 ^c ± 39,751
Valin	2876,365 ^a ± 15,039	Valin	3325,992 ^b ± 67,160	Valin	2068,260 ^c ± 30,054
Toplam		Toplam		Toplam	
Esansiyel	18261,859^a	Esansiyel	21601,193^b	Esansiyel	14505,23^c
Histidin	2143,296 ^a ± 72,745	Histidin	2482,141 ^b ± 31,329	Histidin	2195,352 ^a ± 78,808
Serin	2984,473 ^a ± 18,963	Serin	3012,105 ^a ± 89,377	Serin	2910,253 ^a ± 88,565
Arjinin	7671,893 ^a ± 24,080	Arjinin	8000,083 ^b ± 55,074	Arjinin	6717,765 ^c ± 59,310
Sistin	75,594 ^a ± 0,952	Sistin	155,550 ^b ± 0,000	Sistin	75,561 ^a ± 0,000
Trozin	834,564 ^a ± 29,639	Trozin	1336,855 ^b ± 74,513	Trozin	509,128 ^c ± 13,864
Yarı Esansiyel	13709,819^a	Yarı Esansiyel	14986,734^b	Yarı Esansiyel	12408,06^c
Alanin	8113,020 ^a ± 78,225	Alanin	6584,324 ^b ± 94,695	Alanin	5933,273 ^c ± 91,022
Aspartik Asit	5258,143 ^a ± 55,721	Aspartik Asit	5955,475 ^b ± 60,305	Aspartik Asit	4917,245 ^c ± 54,557
Glutamik Asit	8197,560 ^a ± 61,170	Glutamik Asit	7916,580 ^b ± 13,885	Glutamik Asit	7936,204 ^b ± 69,793
Glisin	19175,379 ^a ± 18,481	Glisin	17523,212 ^b ± 120,824	Glisin	19151,12 ^a ± 98,324
Prolin	11033,923 ^a ± 46,801	Prolin	9304,340 ^b ± 38,741	Prolin	8270,171 ^c ± 70,941
Esansiyel Olmayan	51778,024^a	Esansiyel Olmayan	47283,930^b	Esansiyel Olmayan	46208,01^b
Toplam	83749,702^a	Toplam	83871,857^a	Toplam	73121,30^b

^a, ^b ve ^c: Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiksel açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9: Ekstrakte Edilen Jelâtinlerin Aminoasit Kompozisyonları Grafiği.

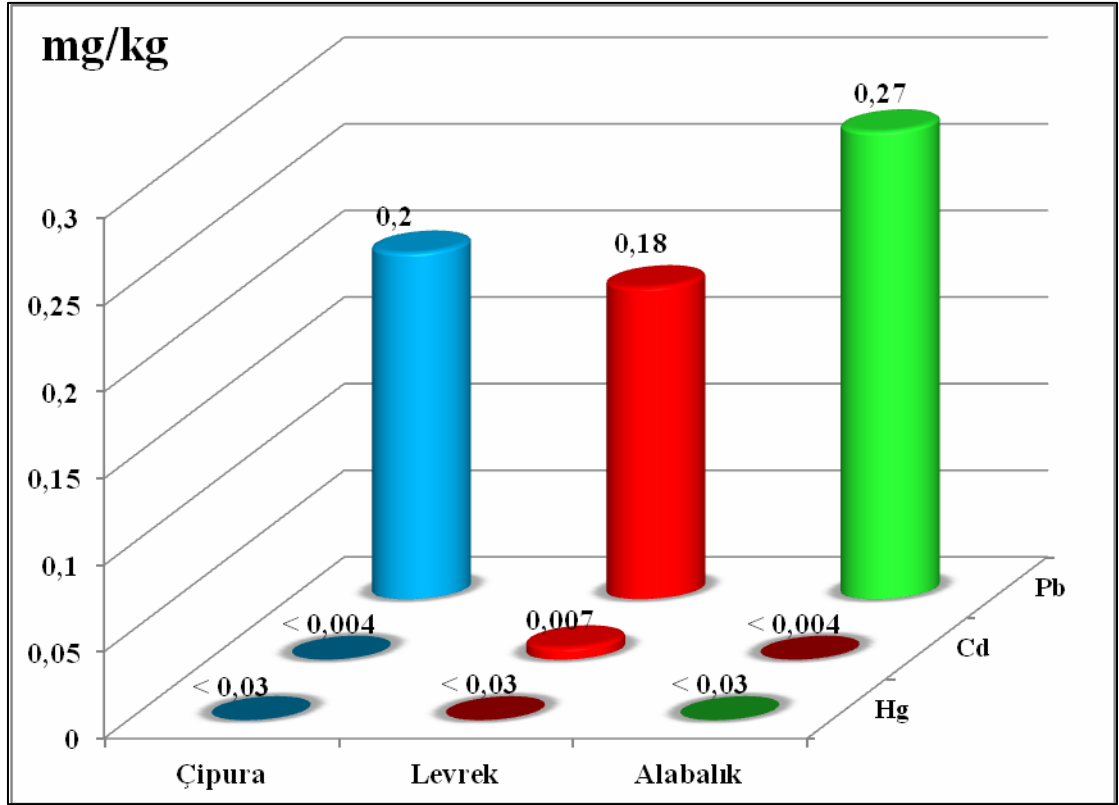
4.9. Ağır Metal Analizleri

Üretilen jelâtin numunelerinde yapılan ağır metal analiz sonuçlarında herhangi bir risk oluşturan bulgulara rastlanmamıştır (Tablo 4.8 ve Şekil 4.10).

Tablo 4.8: Ağır Metal Analizi Sonuçları.

Jelâtin Türü	Cıva (Hg)	Kurşun (Pb)	Kadmiyum (Cd)
Çipura	< 0,03 ^a	0,2 ^a ± 0,010	< 0,004 ^a
Levrek	< 0,03 ^a	0,18 ^a ± 0,006	0,007 ^b ± 0,000
Alabalık	< 0,03 ^a	0,27 ^b ± 0,010	< 0,004 ^a

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.10: Ağır Metal Analizi Sonuçları Grafiği.

4.10. Renk Analizleri

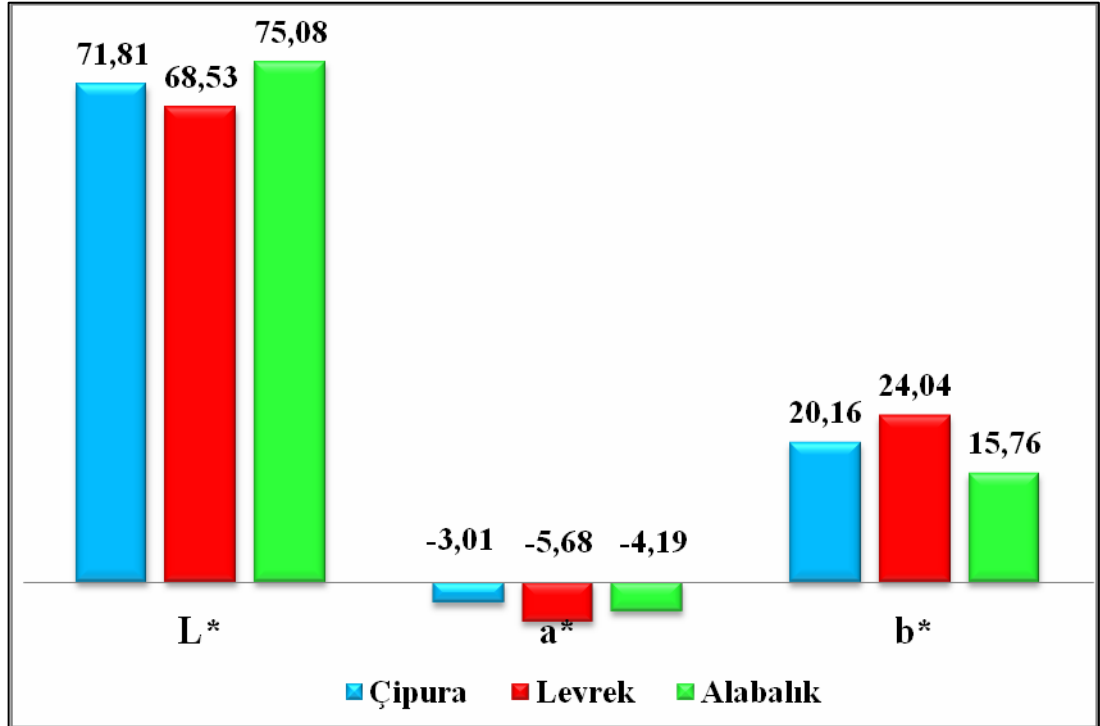
Her balık türüne ait jelâtinlerin renk ölçümleri L^* , a^* , b^* değerleri ayrı olarak yapılmış ve değerlendirilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre elde edilen L^* (parlaklık) değerleri, çipura jelâtinleri için 71,81, levrek jelâtinleri için 68,53, alabalık jelâtinleri içinse 75,08 olarak belirlenmiştir. Kırmızı/yeşil (a^*) değeri verileri ise sırasıyla -3,01, -5,68, 4,19 olarak ölçülmüştür. Sarı/mavi (b^*) değeri bilgileri ise yine sırasıyla belirtilecek olursa, 20,16: 24,04: 15,76 olarak saptanmıştır (Tablo 4.9 ve Şekil 4.11).

Elde edilen bu bulgulara göre en yüksek L^* değerine alabalık kökenlilerde, en düşük L^* değerine ise levrek kökenlilerde rastlanılmıştır. En yüksek kırmızı/yeşil (a^*) değeri çipura jelâtinlerinde, en düşük ise levrek jelâtinlerinde görülmüştür. Sarı/mavi (b^*) değeri ise en fazla levrek orijinlilerde, en düşük ise alabalık menşelilerde ölçülmüştür (Şekil 4.11).

Tablo 4.9: Renk Analizi Sonuçları.

Jelâtin Türü	L*	a*	b*
Çipura	71,81 ^a ±1,00	-3,01 ^a ±1,64	20,16 ^a ±9,00
Levrek	68,53 ^a ±2,64	-5,68 ^a ±0,59	24,04 ^a ±0,48
Alabalık	75,08 ^b ±1,49	-4,19 ^a ±0,23	15,76 ^b ±2,87

a,b: Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkın istatistikî açıdan önemli ($p < 0.05$) ve aynı küçük harfler ise istatistikî açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğunu göstermektedir.

**Şekil 4.11:** Renk Analizi Sonuçları Grafiği.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye’de jelâtin için yılda 15 milyon dolar harcama yapıldığı ve jelâtin ihtiyacının tamamına yakınının ithalat yoluyla temin edildiği bildirilmektedir. Tüketim her yıl için % 8-10 arasında artış göstermektedir (Yetim, 2011). Öte yandan, su ürünleri işleme fabrikaları ve işletmelerinden elde edilen atıkların %30-33’nün deri ve kemikten oluştuğu bilinmektedir. İncelenen sadece 12 su ürünleri işleme tesislerinin günlük atık miktarı yaklaşık olarak yirmi iki tonu, yıllık ise yaklaşık 8800 tonu (Tablo 2.5) bulmaktadır (Atılğan, 2008).

Ülkemizde su ürünleri tüketimi günümüzdeki hayat standardının artmasına paralel olarak artmıştır. Artan bu tüketim miktarını ve ihracat talebini karşılamak amacıyla avlamanın yanında yetiştiricilik faaliyetleri de artmıştır. Bu talep yoğunluğu da ürünün işlenmesi ihtiyacını doğurmuştur. Ürünlerin işlenmesi sonucu olarak iç organların haricinde göz ardı edilemeyecek miktarda kafa, kılçık atığı ortaya çıkmakta ve bu da diğer yandan artan çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Bu miktarda bir atığın endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olan jelâtin üretiminde alternatif bir hammadde kaynağı olabilme potansiyeli ve kalitesi bu tezde araştırılmıştır. Bu amaçla yetiştiricilik tesislerinden temin edilen çipura, levrek ve alabalık atıkları kullanılmıştır.

5.1. Besin Değeri Analiz Sonuçları

Çipura atıklarından ekstrakte edilen jelâtinlerin analizleri sonucu elde edilen protein oranı %86,31 yağ oranı %0,51, nem oranı %7,72, kül oranı ise %3,55 olarak saptanmıştır. Levrek atıklarından ekstrakte edilen jelâtin numunelerinin analizleri sonucunda ise %86,77 protein, %1,42 yağ, %5,52 nem, %5,60 kül oranları bulunmuştur. Alabalık atıklarından üretilen jelâtinlerin analizleri sonucu elde edilen protein oranı %76,57, yağ oranı %1,90, nem oranı %9,61, kül oranı ise %9,10 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1).

Akagündüz ve diğ., (2014) çipura kemikleri ve pulları üzerinde yaptıkları, HCl ile jelâtin üretimi çalışmasında besin değeri analizleri sonucu olarak %77,5 Protein; %10,11 yağ; %2,59 kül; %6,89 nem içeriğine rastlamıştır. Alkalaz ile yapılan üretim sonucu ise %80 Protein; %7,93 yağ; %4,08 kül ve %7,81 nem içeriklerine rastlamışlardır.

Acipenser schrenkii kültür balığı derisi üzerinde yapılan jelâtin üretimi çalışmasından elde edilen verilere göre %89,56 Protein; % 0,26 yağ; %0,30 kül; %9,74 nem içerikleri bulunmuştur (Nikoo ve diğ., 2013).

Pangasianodon gigas ve *Oreochromis niloticus* kültür balıkları derilerinden jelâtin üretimi çalışmasında ise sırasıyla %85,27 Protein; %1,24 yağ; %0,17 kül; %3,39 nem içeriğine ve %84,28 Protein; %0,45 yağ; %0,15 kül ve %8,49 nem içerikleri belirlenmiştir (Rawdkuen ve diğ., 2013).

Clarias gariepinus kemikleri üzerinden jelâtin elde etme çalışmasında %81,75 Protein; %0,95 Lipit; %5,60 kül; %11,43 nem oranları elde edilmiştir (Sanaei ve diğ., 2013).

Lutjanus campechanus ve *Epinephelus chlorostigma* türlerine ait balıkların kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında elde edilen besin değeri analizi sonuçları sırasıyla %78,56 Protein; %5,16 yağ; %10,32 kül ve %6,2 nem ; %82,36 Protein; %3,92 yağ; %6,58 kül; %4 nem olarak bulunmuştur (Shakila ve diğ., 2012).

Otolithes ruber ve *Nemipterus japonicus* türlerine ait balıklardan jelâtin üretimin çalışmasında, kemiklerden ekstrakte edilen jelâtinlerden besin değeri analizi sonuçları olarak %82,50 Protein; %0,52 yağ; %2,70 kül ve % 10,33 nem; %69,49 Protein; %0,32 yağ; %2,80 kül; %8,56 nem oranlarına rastlanılmıştır (Koli ve diğ., 2012).

Thunnus thyunnus türlerinin kafa kemikleri üzerinden jelâtin üretimi çalışmasında, besin değeri analizi sonuçları olarak %88,3 Protein; %1,1 yağ; %1,4 kül; %7,7 nem oranı verilerine erişilmiştir (Haddar ve diğ., 2011).

Değişik organik asitler kullanılarak yapılan, uskumruların (*Scomber scombrus*) kafalarından jelâtin ekstraksiyonu çalışmasında, sitrik asit kullanılmış ve sonuç olarak %87,4 protein; %0,7 Yağ; %1,8 Kül; %8,1 Nem oranları elde edilmiştir (Khiari ve diğ., 2011).

Saurida tumbil türü balığının kemikleri üzerinden yapılan jelâtin üretimi çalışmasında ise %81,89 Protein; %0,01 yağ; %11,17 kül ve %8,27 nem oranlarına, besin değeri analizi sonucu olarak ulaşılmıştır (Taheri ve diğ., 2009).

Kertenkele balığının (*Saurida spp.*) pullarından jelâtin elde etme çalışmasında ise %86,9 protein, %0 yağ;%2,33 kül; %10,5 nem verileri rapor edilmiştir (Wangtueai ve diğ., 2009).

Kültür orijinli Amur mersin balıklarının (*Acipenser schrenckii*) derilerinden jelâtin ekstraksiyonu çalışmasında ise, %90,39 protein oranı elde edilmiştir (Niko ve diğ., 2011).

Dört farklı türdeki tatlı su balıklarının derilerinden jelâtin üretimi çalışmasında yine farklı işleme prosedürü kullanılarak elde edilen besin analizi verilerine göre kedi balığı (*Clarias batrachus*) deri jelâtininden %87,81; %0,74 yağ; %0,62 kül; %11,04 nem, Pangasius kedi balığı (*Pangasius sutchi*) deri jelâtininden %81,61 Protein; %2,63 yağ; %0,39 kül; %10,01 nem, Yılan kafa balığı (*Channa striatus*), derisinden elde edilen jelâtinlerden, %75,63 Protein; %0,68 yağ; 0,24 kül; %11,89 nem, Kırmızı Tilapya balığı (*Oreochromis niloticus*) derisinden elde edilen jelâtinlerden, %89,70 Protein; %0,47 yağ, %0,67 kül; %10,98 nem içeriği bulgularına rastlanılmıştır (See ve diğ., 2010).

Kanal kedi balığı (*Ictalurus Punctatus*) kafa kemiklerinden gerçekleştirilen bir jelâtin üretimi çalışmasında elde edilen jelâtinin besin değeri analizleri sonucu ortalama olarak ise %77,4 Protein; %10,23 yağ; %0,7 kül; %6,43 nem oranlarındadır (Liu ve diğ., 2009).

Ot Sazanı (*Catenorhoryngodon idella*) türünün derilerinden jelâtin elde etme çalışmasında %0,2 yağ; %0,12 kül; %12,3 nem içeriklerine ulaşılmıştır (Kasankala ve diğ., 2007).

Yapılan bu çalışmada besin bileşimi komponentlerinden ve jelâtinin ana bileşeni olan Proteinin oranı, çipura ve levrek balıklarından özütlenen jelâtin maddesinde hemen hemen aynı oranlarda çıkarken alabalık kökenli jelâtinlerde daha düşük oranda tespit edilmiştir.

Birbirlerine kıyasla en yüksek protein oranı %86,77 ile levrek jelâtinlerinde, en düşük ise %76,57 ile alabalıklarda saptanmıştır (Şekil 4.1). Tespit edilen Protein oranları diğer yapılan çalışmalarda ulaşılan oranlarla alabalık haricinde paralellik göstermektedir. Bunun sebebi olarak da alabalık jelâtinlerinin daha yüksek bir miktarda kül oranına (%9,10) sahip olması öngörülmektedir. Ürünlerin yüksek protein oranları olumlu olarak dikkat çekmektedir.

Protein jelâtinin ana bileşenidir ve jelâtindeki proteinin miktarı genellikle %85-92 dolaylarındadır ve kurutma işlemi sonrası mineral ve nem kalıntısının yeterince uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığının hatırlatıcısı konumundadır (Nikoo ve diğ., 2011).

Bu çalışmada en yüksek yağ oranına sahip jelâtinlerin %1,90 ile alabalık jelâtinlerinin, en düşük yağ oranına ise %0,51 ile çipura jelâtinlerinin sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Ulaşılmak istenen yağ oranı ise %0'dır. Fakat yapılan diğer çalışmalara bakıldığında yağ oranı bakımından birçoğundan daha iyi oranlar elde edildiği görülmektedir. Çalışmada elde edilen yağ oranları genel olarak makul oranlarda bulunmuştur ve yağ ayırmada uygulanan yöntemler olumlu sonuç vermiştir.

Nem analizlerinde elde edilen veriler sonucu en yüksek orana %9,61 ile alabalık jelâtinlerinde, en düşük orana ise %5,52 ile levrek jelâtinlerinde rastlanılmıştır (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1). Prensip olarak jelâtinler dayanımları ve mikrobiyel gelişim tehlikeleri açısından genellikle %8-12 arası nem ihtiva ederler (Furia, 1968). Bu çalışmadaki bulgular yayımlanmış olan diğer makaleler ve genel nem kabul oranları ile mukayese edildiğinde, sonuçların paralel olduğu anlaşılmaktadır.

Yenilebilir jelâtinde tavsiye edilen en yüksek kül miktarı üst sınırı %2,6'dır. Fakat bu oran kemik ve deri jelâtinini için ayrı ayrı olarak belirlenmemiştir (Shakila ve diğ., 2012). Bu çalışmada elde edilen en yüksek kül oranını %9,10 ile alabalık jelâtinini ihtiva etmektedir. En düşük kül oranı verisine ise %3,55 ile çipura jelâtinlerinde rastlanılmıştır (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1). Kül oranları genel olarak çok yüksek olmasa da tavsiye edilen oranın üstündedir.

Kül oranının fazla çıkmasında, Sitrik Asit kalıntısının yeterince uzaklaştırılmadığı tahmin edilmektedir ve kül oranının endüstride arzu edilen oranlara indirgenmesinde, Sitrik Asit ile muameleden sonra ham maddenin daha fazla yıkanmasının daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Kül miktarının fazla çıkması elde edilen ürünün kalitesini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yapılmış olan diğer çalışmaların beşinde kül oranları bakımından endüstride arzu edilen oranlara ulaşamamıştır. Diğer incelenen sekiz adet çalışmada ise sanayinin talep ettiği kül oranlarına ulaşılmıştır. Balık jelâtinini yeni bir ürün olduğundan kül oranları bakımından mevcut alt ve üst sınırların, yenilebilir sığır ve domuz jelâtininden bağımsız olarak, balık jelâtinine özgü olarak belirlenmesi gerekebilir.

Özetlenecek olursa, besin bileşimi analizlerinde bu çalışmada elde edilen veriler, diğer literatür çalışmalarıyla karşılaştırıldığında Protein ve son üründe olması gereken nem oranı açısından normal fakat yağ ve bilhassa kül oranı açısından ise sanayide kabul gören standart değerlerin yukarısında olduğu anlaşılmaktadır. Yağ oranının sıfırlanması için daha gelişmiş bir santrifüj cihazının kullanılması gerektiği kanaatine varılmıştır fakat, yağ oranı tavsiye edilen oranlara yakın miktarlarda bulunmuştur. Kül oranının düşürülmesi için de, yıkama işlemi üzerinde biraz daha çalışılması gerektiği anlaşılmıştır. Standartların üstünde çıkan bilhassa kül değerleri, son ürünün kalitesini de düşürebilmektedir.

5.2. Köpük Formasyonu ve Köpük Stabilizasyonu Analizi Sonuçları

Jelâtinin köpürme davranışı birçok alanda öneme sahiptir. Diğer ürünlerde köpürme davranışının o kadar önemi yokken şekerleme endüstrisinde, marşmellovlarda jelâtinin köpürme stabilitesi ve miktarı önemlidir.

Bu tez çalışmasında elde edilen köpürme miktarı değerleri çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri için sırasıyla 2,44; 2,18; 3,1 olarak kayıt edilmiştir. Köpürme stabilitesi değerleri ise yine sırasıyla 1,04; 1,12 ve 1,5 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.2, ve Şekil 3.25).

Dinçer ve diğ., (2013) yapmış oldukları levrek pullarından jelâtin üretimi çalışmasının sonuçlarına göre köpürme miktarları 2,9 ve 3,1 köpürme stabilitesi değerleri ise 1,7 ve 1,9 olarak bulunmuştur.

Cho ve diğ., (2004) yapmış oldukları çalışmada, ürettikleri *Isurus oxyrinchus* jelâtinlerini köpük stabilitesi ve formasyonu açısından, sanayide baz alınan ticari domuz jelâtinini gıda katkısı ve analitik düzeyde domuz jelâtinini ile karşılaştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre *Isurus oxyrinchus* kıkırdağından üretilen jelâtinin köpük formasyonu değeri 2,6 ve köpük stabilitesi değeri ise 1,5 düzeyindedir, domuz türevli gıda katkı jelâtininde ise bu değerler sırasıyla 2,9 ve 1,4'tür. Analitik düzeydeki domuz jelâtininde ise bu değerler yine sırasıyla 2,8 ve 1,4 olarak bulunmuştur.

Bu tez çalışmasında çipura ve levrek jelâtinlerinden elde edilen köpük formasyonu değeri, *Isurus oxyrinchus* kıkırdağı jelâtininden küçük bir farkla daha düşük çıkmıştır. Alabalık jelâtinini köpük formasyonu değerinden ise 0,5 daha düşük çıkmıştır. Köpük stabilitesi değeri olarak kıyaslanacak olursa, tezde üretilen alabalık jelâtinleri ile aynı fakat çipura ve levrek jelâtinlerinden ortalama 0,42 daha yüksek değer elde edildiği görülmektedir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2).

Yukarıda Cho ve diğ., (2004)'deki domuz jelâtinini köpük değerlerini bu tez çalışmasından çıkan köpük değerleriyle mukayese edecek olursak çipura ve levrek jelâtinlerinden elde edilen köpük formasyonu değerleri, domuz jelâtinlerinden yaklaşık olarak %15-22 oranında düşük çıkmıştır. Alabalık jelâtinlerinde tespit edilen köpük formasyonu ise domuz jelâtininden yaklaşık %11 daha yüksek kalitede çıkmıştır. Köpük stabilitesi açısından kıyaslayacak olursak, alabalıklardan elde edilen jelâtin domuz jelâtinine göre yaklaşık %7 daha stabildir. Çipura ve levrek jelâtinleri ise domuz jelâtinine göre yaklaşık olarak %21-26 daha az stabildir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2).

Yapılan bu tez çalışmasında üretilen son ürünün tam saflık derecesinde üretilebilmesiyle, ürünün diğer özelliklerinin iyileştirebileceği gibi köpürme özelliklerinin de iyileştirilebileceği düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar, diğer literatürlerdeki verilerle karşılaştırıldığında genel olarak küçük farklılıkların olduğu gözlenmiştir.

5.3. Bloom Analizi Sonucu

Jelâtinin jel kuvveti, kullanılacağı ürün tipine ve pazarlanacağı türe göre değişen öneme sahiptir. Fakat genel olarak jel kuvveti, jelâtinin kalitesini belirleyen ana unsurlardandır ve çoğunlukla yüksek bloom derecesine sahip olması beklenir. Jel sıklığı, canlılığın yaşına, Glisin, Prolin ve Hidroksiprolin oranlarına, uygulanan ön işlemlere, ekstraksiyon süre ve sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak azalır ya da artmaktadır (Muyonga ve diğ., 2004 ; Guillen ve diğ., 2011).

Genellikle 50-125 arası olanlar “Düşük Bloom”, 175-225 arası olanlar “Orta Bloom”, 225-325 arası olanlar ise “Yüksek Bloom” olarak değerlendirilir (Gelatin Technical Info., 2014).

Fakat 250-260 arası Bloom değeri olan jelâtinler en çok rağbet görenlerdir (Chamnanvatkatit, 2014). Ilık su balıklarından ekstrakte edilen jelâtinlerin bloom dereceleri ekseriyetle 200g'den fazla olduğu bilinmektedir. Soğuk su balıklarından elde edilen jelâtinleri ise bloom dereceleri ekseriyetle $\approx 100g$ veya daha düşüktür. Ticari domuz ve sığır jelâtinlerinin bloom dereceleri ise 200-300g arasındadır (Guillen ve diğ., 2011).

Jel kuvveti aynı zamanda canlılığın yaşadığı ortamın sıcaklığı ile de ilgilidir (Karim ve Bhat, 2009). Jel kuvvetiyle, jelâtinde bulunan α -zincirleri arasında önemli bir ilişki vardır. Jelâtin ne kadar fazla α -zinciri içerirse o kadar fazla jel dayanımı gösterir. Öte yandan, molekül ağırlıkları daha yüksek veya α -zincirleri daha düşük peptidlerin fazla olması jel kuvvetini azaltır (Liu ve diğ., 2008).

Bu tez çalışmasında çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri için tespit edilen bloom değerleri ise sırasıyla 9g; 24,13g ve 9,8g'dir (Tablo 4.3 ve Şekil 4.4). Ürünün %6,67'lik solüsyonu, bloom jarlarda jel tutmakta ve ters çevrildiğinde dökülmemekte (Şekil 4.3) fakat bloom derecesi olarak beklenenin altındadır. Elde edilen bulgular emsal çalışmalara nazaran düşük çıkmıştır.

Akagündüz ve diğ., (2014)'e göre çipura kemiklerinden elde edilen jelâtinlerin bloom dereceleri 87,3g ve 81,7g olarak bulunmuştur. Bu değer de ılık su balıklarından elde edilmesi muhtemel olarak rapor edilen değerleri karşılayamamaktadır ve düşük bloom sınıfına girmektedir.

Bloom derecesinin bu kadar düşük çıkmasının altında yatan muhtemel sebepler, işlenen çipura, levrek ve alabalık kültür balıklarının ortalama 29 cm boyunda olarak oldukça genç olması (Şekil 3.2-3.3 ve 3.4) sebebiyle potansiyel olarak ihtiva ettiği kollajen miktarı azlığı, balık atıklarının sadece kemik ya da sadece kafa kısımlarının kullanılmayıp kuyruk, kafa, yüzgeç, kılçık gibi tüm kısımlarının beraberce harman edilip (Şekil 3.6) ekstraksiyon işlemine tabi tutulması ve böyle olunca da yüksek oranda jelâtin elde edilmesi beklenen kılçık kısmının diğer kısımlara oranla ekstraksiyon partisine çok daha az girmesi, vücut kısımlarındaki kollajenin tam olarak çözülmesinin kimyasal işlemler sonucu sağlanamamış olması ya da kimyasal ön işlemlerin yapıyı bozmuş olabilmesi gibi birçok faktörden kaynaklanabilmektedir.

Ayrıca, üretimde kullanılan çipura, levrek ve alabalıkların yaşadıkları kültür ortamındaki su sıcaklıkları 15-25°C arasında değişmektedir. Genel olarak, tropikal sıcak su balıkları içerdikleri yüksek imino asit oranı sebebiyle yüksek blooma sahiptir. Soğuk su balıklarının ise düşük imino asit içerdikleri bilinmektedir (Hofman ve Newberry, 2011). Dolayısıyla da bu tezde kullanılan balıklar soğuk ve ılık su balıkları olduğundan, bunun sonucu olarak düşük jel kuvveti ve düşük erime noktasının ortaya çıkmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak balık atıklarının farklı yapıya sahip tüm kısımlarına aynı üretim prosesini uygulamaktansa, spesifik olarak her organ üzerinde maksimum verimi almak için, en ekonomik olan farklı üretim prosedürlerinin geliştirilmesinin çok daha faydalı olacağı kanaatine varılmıştır. Böylece son ürünlerdeki bloom değeri düşüklüğünden sorumlu muhtemel birçok sebepler arasındaki etmenlerin bir kısmı elenmiş olacaktır.

Fakat bu tip bloom ve erime değeri düşük ürünlerin, özellikle insanlarda fonksiyonel gıda, besin ilavesi ve insan sağlığı üzerinde bölüm 2.5'de belirtilen faydaları sebebiyle pazarda gıda takviye ürünleri olarak kendine kullanım alanı bulma potansiyeli söz konusudur.

5.4. pH Analiz Sonuçları

Yenilebilen jelâtinler üretim metotlarına göre Tip A ve Tip B olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ürün üretim metoduna göre pH seviyesine sahiptir. Amerikan Jelâtin Üreticileri Enstitüsü buna göre bir pH derecesi belirlemiştir. Buna göre Tip A grubu jelâtinlerin pH aralığı 3,8-5,5 ve Tip B grubu jelâtinlerin pH aralığı ise 5,0-7,5 olarak belirlenmiştir (GMIA, 2012). Bazı kaynaklar ise jelâtinlerde 4-5 arası pH değerlerini Tip B olarak tasnif etmektedir (Koli ve diğ., 2012).

Elde edilen bulgular ışığında bu çalışmada üretilen çipura jelâtinlerinin 5,8 ile ve levrek jelâtinlerin 5,83 ile Tip B sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Alabalık jelâtinlerinin de pH 5,21 düzeyi ile Tip A ve Tip B sınıfının özelliklerini taşıdığı anlaşılmaktadır (Tablo 4.4 ve Şekil 4.5).

Dinçer ve diğ., (2013) levrek pullarından elde ettikleri jelâtinlerde tespit ettikleri pH değeri 5,53 olmuştur.

Koli ve diğ., (2012) *Otolithes ruber* ve *Nemipterus japonicus* kemik ve derilerinden jelâtin üretimi çalışmasında bulunan pH analizi sonuçları 4,62-4,80 arasında değişmiştir.

Shakila ve diğ., (2012) yapmış oldukları *Lutjanus campechanus* ve *Epinephelus chlorostigma* kemiklerinden gerçekleşen jelâtin üretimi çalışmalarında pH değerlerini sırasıyla 4,65 ve 4,31 düzeyinde olduğunu saptamışlardır.

Alfaro ve diğ., (2010) yapmış oldukları *Macrodon ancylodon* kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında elde edilen pH analizi sonuçları 4,05-4,44 arasında gerçekleşmiştir.

Taheri ve diğ., (2009) *Saurida tumbil* balığının kemik ve derilerinden jelâtin üretimi çalışmasında elde ettikleri pH analizi sonuçlarının 6,05-6,28 arası olduğu tespit edilmiştir.

Khari ve diğ., (2011) yine farklı bir zayıf organik asit kullanılarak yaptıkları bir çalışmaya göre de, *Scomber scombrus* kafa kısımlarından elde edilen jelâtininin pH düzeyi, Tip A sınıfına göre çıkması beklenirken, 6,2 ile Tip B sınıfına girmiştir (Khari ve diğ., 2011).

Bu çalışmada, jelâtin hammaddeleri asit ile muamele edilmesine rağmen, pH düzeyleri az bir farkla Tip B sınıfında yer almaktadır. Alabalık jelâtinleri ise Tip A ve B'nin özelliklerini göstermektedir.

Fakat bu tez çalışmasında üretilen tüm ürünlerdeki pH seviyeleri Amerikan Jelâtin Üreticileri Enstitüsü verilerine göre sanayide yenilebilir ticari jelâtinler için karşılanması gereken değerler aralığında yer almaktadır.

5.5. Jelleşme (Donma) Noktası Analizi Sonucu

Bu çalışmadan elde edilen jelleşme noktaları sonuçları çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri için sırasıyla 10,4°C; 11,8°C ve 6°C olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.6). Çipura ve levrek balıkları hemen hemen benzer özellik göstermiştir fakat alabalık jelâtinini için elde edilen jelleşme noktası verisi diğerlerine göre çok daha düşük tespit edilmiştir. Karim ve diğ., (2009)'a göre elde edilen tüm neticeler balık jelâtinini için rapor edilenle çipura ve levrek için benzer alabalık için ise 2°C daha düşük çıkmıştır.

Guillen ve diğ., (2011)'e göre ise soğuk su balığı olan alabalıkların jelâtinlerinde sonuçlar rapor edildiği gibi $\approx 4-12^{\circ}\text{C}$ arası çıkararak benzerlik göstermiştir. Fakat sıcak su balıkları için rapor edilen $\approx 18-19^{\circ}\text{C}$ jelleşme değerleri, bu çalışmada tayin edilen veriler olan 10,4°C ve 11,8°C rakamlarıyla uyuşmamıştır. Fakat 2013 yılında bir ılık su balığı olan *Acipenser screnkii* balığının kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında da Nikoo ve diğ., (2013)'e göre elde edilen jelleşme noktası verisi ortalama olarak 14,5°C olarak beyan edilmektedir. Beyan edilen bu rakam da ılık su balıkları için önceden rapor edilen (Guillen ve diğ., 2011) $\approx 18-19^{\circ}\text{C}$ verisiyle uyuşmamaktadır.

Akagündüz ve diğ., (2014)'e göre de çipura kemiklerinden elde edilen 14-15°C jelleşme noktası verisi de beyan edilen $\approx 18-19^{\circ}\text{C}$ verisiyle benzerlik taşımamaktadır. Bu uyuşmazlık elde edilen son ürünlerin saflık miktarlarının daha düşük olabilmesiyle ya da üzerinde araştırma yapılan yeni türler olması sebebiyle veyahut da kimyasal ön muamele şekliyle beraber kullanılan balık kısımlarına göre de değişkenlik gösterdiği tahmin edilmektedir.

Bunlardan başka Dinçer ve diğ., (2013)'e göre, levrek pulu üzerinden yapılan jelâtin üretimi çalışmasında elde edilen jelleşme noktası bulguları I.gruptaki balıklardan üretimde 11°C ve 2.grupta yer alan balıklardan yapılan üretimde ise 7,5°C olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular ılık su balıkları olan çipura ve levrek jelâtinleri açısından bu tez çalışmasındaki verilerle karşılaştırıldığında benzer sonuçlar edinilmiştir. Fakat 2.gruptaki balıklardan elde edilen jelâtinlerdeki jelleşme noktası verisi olan 7,5°C, bu tez çalışmasındaki çipura ve levrek jelâtinini için saptanan değerden daha düşük çıkmıştır.

Bu jelâtinlerin, jelleşme özelliği sebebiyle değil de, özellikle son zamanlarda artan refah düzeyine paralel olarak talebi ve pazar büyüklüğü de gün geçtikçe fazlalaşan gıda takviyeleri pazarında, fonksiyonel özellikleri sebebiyle bir sağlık ürünü olarak raflarda kendine rahatlıkla yer açabileceği öngörülmektedir.

5.6. Erime Noktası Analizi Sonuçları

%6,67'lik solüsyon bloom jarlarına jelleştirilip, oda sıcaklığında termometre kontrolünde yapılan erime noktası analizi sonucuna göre çipura, levrek ve alabalık için sırasıyla elde edilen veriler 19°C, 20°C ve 18,5°C'dir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.7). Sonuçlar birbirlerine benzer orandadır. Tropikal balıklardan elde edilen jelâtinler genellikle, soğuk su balıklarından elde edilenlere göre daha yüksek erime noktasına sahip olduğu bilinmektedir ve genellikle balık jelâtinleri sığır ve domuz jelâtininden daha düşük erime noktalarına sahiptirler.

Domuz ve sığır jelâtinini için tipik jelleşme ve erime noktaları sınırları sırasıyla 20°C - 25°C ve 28°C-31°C'dir. Total Gly-Pro-Hyp dizisi kollajenin donma ve erime sıcaklığını etkileyen birincil unsurlardandır (Burjandze, 2000; Guillen ve diğ., 2011). Soğuk su balıklarından ekstrakte edilen jelâtinler genellikle düşük donma ve erime noktalarıyla karakterize edilir. Bu ısı değerleri ise sırasıyla ≈4-12°C arası ve 17°C'den küçüktür. Sıcak su balıkları içinse bu değerler yine sırasıyla ≈18-19°C arası ve ≈24-29°C arası olduğu bildirilmiştir. Ticari domuz veya sığır jelâtinlerine ait erime noktaları da 30°C'den yüksektir (Guillen ve diğ., 2011).

Bu verilere göre bu çalışmada elde edilen erime noktası tayinleri alabalık jelâtinleri için rapor edilenden daha iyi konumdadır fakat çipura, levrek ılık su canlısı olduğundan bunların jelâtinlerinden elde edilen veriler rapor edilenden yaklaşık 5°C düşüktür.

Başka bir kaynakta ise balık jelâtinin için jelleşme ve erime noktaları sınırları sırasıyla 8°C-25°C ve 11°C-28°C olarak tespit edilmiştir (Karim ve diğ., 2009).

Bunlardan başka son yıllarda yapılan bir çok yeni çalışmalarda da, Akagündüz ve diğ., (2014) Nikoo ve diğ., (2013), Dinçer ve diğ., (2013), Shakila ve diğ., (2012), Koli ve diğ., (2012), Jamilah ve diğ., (2011), Alfaro ve diğ., (2010) bu erime noktası sınırları değişmemiştir.

Çok açık bir fark olmasa da bu çalışmada bir soğuk su balığı olan alabalığın kemiklerinden elde edilen jelâtinin erime noktası istatistiksel olarak önemli bulunmasa da çipura ve levrek menşelilerden daha düşük olduğu belirlenmiş, bu sonucun alabalıkların soğuk su canlısı olmasından dolayı kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Şekil 4.7).

Çalışmada tespit edilen tüm erime noktası verileri yayımlanmış diğer çalışmalara benzer nitelikte çıkmıştır. Asit derişimi, türü ve muamele süresinin de erime noktasını etkilediği tahmin edilmektedir, ayrıca son ürünün saflığı da erime noktasını etkileyen bir diğer önemli husus olabilmektedir.

5.7. Verim Miktarı Analiz Sonucu

Bu tez çalışmasında, çipura, levrek, alabalık atıklarından üretimi yapılan jelâtin üretiminin net verim yüzdeler oranları sırasıyla 1,97; 2,22 ve 1,94 olmuştur (Şekil 4.8). Kurutma aşamasında, kurutma tepsilerinde, kullanılan malzemenin cinsinden ötürü alınamayan bir miktar jelâtin kalıntısı oluşmakta olup bu miktar ihmal edilebilir bir düzeydedir. Bundan dolayı genel verim oranı olarak yaklaşık \approx %2 değeri kabul edilmiştir.

Saurida tumbil kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında verim %5,1 (Taheri ve diğ., 2009), genç ve yaşlı *Lates niloticus* arka kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında verim sırasıyla %1,3 ve 2,4 (Muyonga ve diğ., 2004), çipura balığı kemikleri üzerinden jelâtin üretiminde verim %2,9 ve 3,55 (Akagündüz ve diğ., 2014), *Lutjanus campechanus* ve *Epinephelus chlorostigma* balıklarının kemiklerinden elde edilen jelâtin çalışmasında verim oranı sırasıyla % 9,14 ve 13,66 (Shakila ve diğ., 2012), *Ictalurus Punctatus* kafa kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında elde edilen verim oranı % 3,9-8,4 arası bulunmuştur (Liu ve diğ., 2009).

Genel olarak balık kemikleri, deriye oranla daha düşük verim derecesine sahiptir. Bu tez çalışmasından elde edilen verim oranı, çipuranın hemen hemen aynı kısımlarının kullanıldığı Akagündüz ve diğ., (2014) çalışmasındaki verim oranı ile benzerlik göstermektedir, bunun için rapor edilen verim oranı referans değer olarak kabul edilmiştir. Verim oranı, Boran (2011)'e göre hammadde deri olduğunda %10 ve üzeri, hammadde, kıkırdak, balık pulu veya kemiği olduğunda ise %5 oranına kadar düşmektedir. Kemikten jelâtin üretiminde verim genel olarak derideki verim oranından daha düşüktür. Diğer çalışmalarda kullanılan balık türlerinin fizyolojik yapıları (kemik kalınlıkları, yaşı vs.) hakkında bilgiler verilmediği için kıyaslama yapılması uygun bulunmamıştır. Fakat bu çalışmalarda da bir birlerine yakın verim oranları elde edilmiştir.

Bu miktarlar balık türünden balık türüne göre fark edebilir. Aynı balık türünün farklı vücut kısımlarından da farklı oranlar elde edilebilir. Çünkü her balık türünün ve o türün farklı vücut kısımlarının kollajen içeriği farklı olabilir. Aynı zamanda, balık türünün genç ve yaşlı bireyleri arasında bile kollajen oranı farklılık arz etmektedir.

Balık jelâtini söz konusu olduğunda türe ve vücut kısmına özel olarak değerlerin belirlenmesinde fayda olacağı kanaati taşınmaktadır. Ayrıca bunlardan başka aynı balık türü üzerinde yapılacak herhangi bir jelâtin üretimi çalışmasında, üretim prosesi farklılığından ötürü kaynaklanabilecek farklar da olabilmektedir. Ekstraksiyon sıcaklığının artmasıyla verimin de artabileceği bilinmektedir fakat bu defa jel kalitesi düşmektedir. Yapılan çalışmada ekstraksiyon sıcaklığı olarak çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri için 65°C tercih edilmiştir.

5.8. Aminoasit Kompozisyonu Analiz Sonuçları

Ekstrakte edilen çipura, levrek ve alabalık jelâtinlerinin aminoasit profilleri birbirlerine benzer oranlarda çıkmıştır. Tablo 4.7 incelendiğinde, üretilen her üç farklı tipteki jelâtinlerde Glisin en yüksek oranda bulunan aminoasit türü olarak bulgulanmıştır. En yüksek ikinci aminoasit türü ise Prolin olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Daha sonra bu sırayı Glutamik asit ve dördüncü olarak Alanin aminoasit türü takip etmiştir. Elde edilen jelâtinlerde Triptofan esansiyel aminoasidine rastlanılmaması, jelâtinin tek başına besin kaynağı olarak kullanılabilmesini mümkün kılmamaktadır.

Jelâtinlerin, Glisin, Prolin aminoasitlerini yüksek oranda ihtiva etmesinin karakteristik özelliğinden olduğu ve esansiyel aminoasitlerden olan Triptofanı içermediği zaten genel olarak bilinmektedir. Kittiphattanabawon ve diğ., (2010) çalışmasında köpek balığı derilerinden elde edilen jelâtinlerinde Glisin, Prolin, Alanin'in üründe en çok bulunan aminoasit türlerinden olduğu rapor edilmiştir.

Sistin ise en düşük oranda tespit edilen aminoasit türüdür. Elde edilen son üründeki Sistin varlığı, son mamulde suda yüksek oranda çözülmeyen keratin veya elastin gibi kollajen türünden olmayan çok düşük düzeyde bir protein kontaminasyonu olduğunu göstermektedir (Morimura ve diğ., 2002; Akagündüz, 2014). Çoğu çalışmalarda Sistin varlığı rapor edilmemesine rağmen Liu ve diğ., (2009), Wangtueai ve Noomharm (2009), Zhang ve diğ., (2011) yapmış oldukları çalışmalarda elde edilen jelâtinlerde Sistin aminoasidi varlığını rapor etmişlerdir.

Akagündüz ve diğ., (2014)'e göre çipura kemiklerinden jelâtin ekstraksiyonu çalışmasından elde edilen Glisin değeri 34000 mg/100g, Prolin değeri 11000 mg/100g, Alanin 12200 mg/100g, Glutamik asit değeri 7000 mg/100g olarak bulunmuştur. Sistin değeri ise 200 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasıyla elde edilen majör ve minör aminoasit değerleriyle mukayese edildiğinde Tablo (4.7) Glisin değeri olarak yaklaşık 11000 mg daha düşük Glisin değeri elde edildiği ve Prolin miktarı açısından ise çipura jelâtininde aynı, levrek jelâtininde ise küçük farklılıklarla 1700 mg daha düşük, alabalık jelâtininde ise 2800 mg daha düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasındaki Sistin değeri ise daha düşük elde edilerek daha saf bir ürün elde edilmiştir. Treonin oranı benzer, Alanin ve Serin oranları küçük farklılıklarla daha düşük elde edilmiştir. Diğer aminoasit değerleri ise bu tez çalışmasında daha yüksek oranlarda elde edilmiştir.

Nikoo ve diğ., (2013)'e göre *Acipenser schrenkii* kültür balığı derisinden jelâtin üretimi çalışmasında yaklaşık olarak bulgularan Glisin değeri 35000 mg/100g, Prolin değeri 11800 mg/100g, Alanin değeri 11600 mg/100g, Glutamik asit değeri ise 8100 mg/100g oranında çıkmıştır. Bu tez çalışmasında elde edilen Serin, Glisin ve Alanin değerleri daha düşük, Prolin ve Glutamik asit değerleri ise benzer oranda elde edilmiştir. Geriye kalan aminoasitlerin oranları ise bu tez çalışmasında daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

Ayrıca daha düşük düzeydeki Sistin oranı ile Nikoo ve diğ., (2013)'e kıyasla daha saf bir ürün elde edilmiştir (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Khiari ve diğ., (2013)'e göre *Scomber scombrus* ve *Micromesistius poutassou* kemiklerinden farklı ön işlemlerle jelâtin elde edilen çalışmada enzim kullanılarak üretilen jelâtinlerde Glisin değeri ortalama olarak 15000 mg/100g olup, genel olarak bu tez çalışmasında elde edilen verilere oranla daha düşük çıkmıştır. Enzim kullanılmayanlarda ise 20000 mg/100g ile bu tez çalışmasında elde edilen oranlara benzer miktarlarda çıkmıştır. Genel olarak Prolin değeri bu tez çalışmasında daha yüksek oranlarda elde edilmiştir. Khiari ve diğ., (2013) yapmış olduğu çalışmada, Alanin değerleri 6300-9600 mg/100gr ile genel olarak benzer, Glutamik Asit değeri ise 9100-13700 mg/100g ile tez çalışmamızda bulunan değerlerden genel olarak bir miktar daha yüksek çıkmıştır. Sistin oranı açısından ise, bu tez çalışmasında genel olarak daha düşük Sistin değeri ile yine daha saf bir ürün elde edilebilmiştir (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Khiari ve diğ., (2011) yapmış oldukları bir başka çalışma olan, *Scomber scombrus* kafalarından Sitrik asit ile jelâtin üretimi çalışmasında ise 24900 mg/100g Glisin oranı, 11000 mg/100g Prolin, 9000 mg/100g Alanin, 9700 mg/100g Glutamik Asit ve 1700 mg/100g Sistin oranları elde edilmiştir. Tez çalışmamızda ise Khiari ve diğ., (2011)'e kıyasla, yaklaşık 5000-6000 mg daha düşük oranda Glisin, benzer oranlarda Prolin ve küçük miktarda farklılıklarla Alanin ve Glutamik Asit oranı daha düşük elde edilmiştir. Sistin oranı bakımından ise daha düşük düzeyde elde edilerek, yine daha saf bir ürün elde edildiği görülmektedir. Histidin oranı bariz şekilde bu tez çalışmasında daha yüksek çıkmıştır (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Alfaro ve diğ., (2010)'e göre *Macrodon ancylodon* kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında Glisin değeri olarak 24420 mg/100g, Prolin değeri olarak 10250 mg/100g, Alanin değeri olarak 9750 mg/100g, Glutamik Asit değeri olarak 10150 mg/100g verilerine ulaşılmıştır. Bu tez çalışmasında ise 17500-19100 mg/100g Glisin oranı ile daha düşük bir oran elde edilmiştir. 5900-8100 mg/100g Alanin oranı ile bir miktar daha düşük bir veri elde edilmiştir. Glutamik asit açısından ise de yine \approx 8000 mg/100g değeri ile yaklaşık 2150 mg daha düşük bir oran elde edilmiştir. Geriye kalan diğer aminoasitler ise bu tez çalışmasında çoğunlukla daha yüksek oranlarda elde edilmiştir (Tablo 4.7).

Diğer çalışmalarla yapılan aminoasit karşılaştırmalarında, oranlar arasındaki birtakım bariz farklılıklar jelâtinin elde edildiği hammaddenin deri, kemik veya pul gibi değişik kısımlardan elde edilmesinden ve ayrıca kimyasal ön muamelelerdeki farklılıklardan, canlının türünden, ekstraksiyon sıcaklığı gibi etmenlerden kaynaklanabilmektedir.

Jelâtinlerin karakteristik özelliği gereği içerdikleri yüksek orandaki Glisin ve Prolin oranları, bu tez çalışmasında elde edilen yüksek orandaki Glisin ve Prolin değerleriyle beklenen oranla örtüşmüştür. Ayrıca elde edilen düşük Sistin oranı ile ürün özellikleri açısından istenen seviyelerde bulunmuştur (Tablo 4.7 ve Şekil 4.9).

Ayrıca, elde edilen çipura, levrek ve alabalık jelâtinleri içerdikleri esansiyel, esansiyel olmayan ve yarı esansiyel aminoasit muhtevası bakımından incelenecek olursa, toplam esansiyel aminoasit miktarı çipura jelâtinlerinde 18261,859 mg/100g, levrek jelâtinlerinde 21601,193 mg/100g, alabalık jelâtinlerinde ise 14505,23 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Levrek jelâtinleri 21601,193 mg/100g oranı ile en yüksek esansiyel aminoasit miktarına sahipken, alabalık jelâtinlerinin ise 14505,23 mg/g oranı ile en düşük esansiyel aminoasit miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Bulgulanan yarı esansiyel aminoasit miktarları karşılaştırıldığında ise en yüksek değer yine 14986,734 mg/100g oranı ile levrek jelâtinlerinde, en düşük değer ise yine 12408,06 mg/100g oranı ile alabalık jelâtinlerinde tespit edilmiştir. Çipura jelâtinlerinde ise bu değer 13709,819 mg/100g olarak bulunmuştur (Şekil 4.9).

Esansiyel olmayan aminoasit oranları incelendiğinde ise en yüksek değere 51778,024 mg/100g oranı ile çipura balıklarından elde edilen jelâtinlerin sahip olduğu anlaşılmıştır. En düşük bu değere yine alabalık jelâtinlerinde rastlanılmıştır. Levrek jelâtinlerinde ise bu veri 47283,930 mg/kg olarak elde edilmiştir (Şekil 4.9).

5.9. Ağır metal Analiz Sonuçları

Ağırlıklı olarak artan sanayi faaliyetleri neticesinde denizel çevrelerde meydana gelen ağır metal kirliliği uzun zamandır bilinmektedir. Denizel çevredeki bu kirlilik çeşitli yollarla su canlılarının farklı dokularında birikerek kimi zaman besin yoluyla insan sağlığını tehlikeye sokabilmektedir. Bu amaçla çipura, levrek ve alabalık atıklarından üretilen jelâtinler Cıva, Kurşun ve Kadmiyum testlerine tabi tutulmuşlardır.

Ağır metaller, balıkların karaciğer, böbrek, kas, solungaç, kan ve dalak ve metal atımı yapan organlarda birikir. Karaciğer ağır metalleri bağlayarak zehirli etkilerinin azaltılmasında görevli metallothionein, glutatyon benzeri metal bağlayıcı proteinlerin sentezlenme yeridir (Kayhan ve diğ., 2009). Bu tez çalışmasında balık atıklarının kafa, kılçık, kuyruk, yüzgeç gibi farklı kısımlarının karıştırılıp, bu kısımlarından konsantre olarak jelâtin proteini elde edilmiştir.

Tez çalışmasında elde edilen Cıva kalıntısı bulguları Çipura, levrek ve alabalık jelâtinlerinin hepsinde $<0,03$ mg/kg, Kadmiyum kalıntısı verileri ise sırasıyla $<0,004$ mg/kg, $0,007$ mg/kg ve $< 0,004$ mg/kg, Kurşun kalıntısı sonuçları $0,20$ mg/kg, $0,18$ mg/kg ve $0,27$ mg/kg'dır (Tablo 4.8 ve Şekil 4.10).

Dünya Sağlık Teşkilatı ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütünün gıda katkı maddeleri üzerine uzmanlarının oluşturduğu bir komite olan Jecfa (2004) verilerine göre yenilebilir jelâtinlerde bulunabilecek en yüksek miktarlar Cıva (Hg) için $0,15$ mg/kg, Kadmiyum (Cd) için $0,5$ mg/kg, Kurşun (Pb) için ise $1,5$ mg/kg olarak belirlenmiştir.

Buna göre bu çalışmada tüm türlerden elde edilen jelâtinlerde insan sağlığını tehlikeye sokacak düzeyde herhangi bir ağır metal kalıntısına rastlanmamıştır. Cıva, Kurşun ve Kadmiyum analizi sonuçları ürünün güvenli olup, tüketilebilir sınıfta olduğunu göstermektedir.

5.10. Renk Analizleri Sonuçları

L^* değeri parlaklık, a^* değeri kırmızılık-yeşillik, b^* değeri ise sarı-mavilik belirtir. L^* değeri 0 ile 100 (tam aydınlık) arası, a^* değeri -50 (tam yeşil) ve $+50$ (tam kırmızı) arası, b^* değeri ise -50 (tam mavi) ve $+50$ (tam sarı) arası değişen değerlere sahiptir. Bu çalışmada çipura, levrek ve alabalık jelâtinlerinden elde edilen L^* değerleri sırasıyla, $71,81$; $68,53$; $75,08$ 'dir. Aynı sıraya göre a^* değerleri ise, $-3,01$; $-5,68$; $-4,19$ olarak bulunmuştur. Yine aynı sıraya göre b^* değerleri de, $20,16$; $24,04$; $15,76$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.9 ve Şekil 4.11). Renk değerleri için genel olarak kabul edilmiş bir ölçüm metodu bulunmamaktadır, genel olarak jelâtinin rengi açık sarıdan koyu amber rengine kadar farklılık gösterir (Cole and Roberts, 1997).

Fakat ürünün çoğunlukla sanayide şeffaf ve renksiz olması hedeflenir. Bizim elde ettiğimiz ürünün %6,67'lik çözeltisinde, görünümün şeffaf ve açık sarı renkte olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.26).

Ürünün L* değerinin arzu edildiği gibi olumlu yönde yüksek olduğu ve a* değerinin 0'dan biraz fazla olduğu, b* değerinin ise sarımsı yönde biraz yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.36). %6,67'lik solüsyondaki bu sarı rengin, proses daha da geliştirilerek 0 düzeylerine çekilmesi, elde edilen jelâtin daha cazibeli kılacaktır.

Bunlardan başka pH düzeyinin artması, ürünün renginin koyulaşmasına neden olan diğer önemli faktörlerden olarak sayılmaktadır (Khiari ve diğ., 2011). Zhang ve diğ., 2007, bildirdiğine göre *Ictalurus punctatus* kaynaklı ham maddeden asidik ön işlem sonucu üretilen jelâtinler transparan ve bazik ön işlem gören jelâtinlerin ise koyu renkli olduğu görülmüştür.

Levrek (*Dicentrarchus labrax*) pullarından jelâtin elde etme çalışmasında L* değerleri 57,41 ve 61,83, a* değerleri -0,94 ve -1,57, b* değerleri ise 10,71 ve 6,74 çıkmıştır (Dinçer ve diğ. 2013). Kültürü yapılan *Acipenser schrenkii* derisinden jelâtin üretiminde ise ortalama olarak L* değeri 26,0, a* değeri 0,38 ve b* değeri ise -2,88 çıkmıştır (Nikoo ve diğ., 2013).

Macrodon ancylodon kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında ilk ölçümde elde edilen L* değeri 78,23, a* değeri 0,13 ve b* değeri 2,26 olarak tespit edilmiştir (Alfaro ve diğ., 2010).

Yetiştiriciliği yapılan üç farklı tatlı su balığının derilerinden jelâtin üretimi çalışmasında sırasıyla *Oreochromis nilotica*, *Clarias batrachus*, *Pangasius sutchi fowler* türleri için elde edilen L* değeri 79,45; 67,37; 68,69, a* değerleri -0,71; 2,37; 2,66 ve b* değerleri ise 5,75; 7,48; 7,98 olarak bulunmuştur (Jamilah ve diğ., 2011).

Otolithes ruber ve *Nemipterus japonicus* türü balıkların kemiklerinden jelâtin üretimi çalışmasında tespit edilen L* değerleri sırasıyla 65,44 ve 62,50; a* değerleri 1,65 ve 1,97; b* değerleri ise 22,50 ve 22,60 olarak ölçülmüştür (Koli ve diğ., 2012).

Thunnus thynnus türünün kafa kısımları kullanılarak yapılan jelâtin üretimi çalışmasında ise L* değeri 57; a* değeri -0,3; b* değeri ise 8,3 olarak bulunmuştur (Haddar ve diğ., 2011).

Bu çalışmada ölçülen değerler diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, L* değeri açısından bir çoğundan daha iyi noktada bulunduğu, a* değerinin biraz daha düşük rakamlara çekilmesi gerektiği ve b* değeri açısından ise Koli ve diğ., (2012) ile benzer ve diğerler çalışmalara nazaran biraz daha sarımsı bir renk elde edildiği sonucu çıkarılmaktadır.

Sonuç olarak, ülkemizdeki kültür balığı kafa ve kılçık atıklarının katma değeri yüksek, sanayide çok geniş bir kullanım alanına sahip bir protein olan jelâtin maddesine başarılı bir şekilde dönüşebileceği ortaya konmuştur (Şekil 3.26). Elde edilen son ürünlerin, yapılan analizler sonucu belli standartları yakaladığı görülmüştür. İnsan gıdası olarak güvenli bir şekilde tüketime uygunluğunun testi yapılmış ve sonuç uygun bulunmuştur (Şekil 4.10) .

Fakat pazardaki muadilleriyle tam rekabet halinde olabilmesi için yüksek jel dayanımı gerektiren ürünlerde de kullanılabilmesinin önünün açılması gerektiğinden, jel kuvvetinin daha da geliştirilmesi yönünde birtakım çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Jel kuvvetinin geliştirilmesine paralel olarak erime noktası değerinin de zaten kendiliğinden arzu edilen değerlere ulaşacağı öngörülmektedir.

Ürettiğimiz bu tip bloom ve erime değeri düşük balık jelatinlerinin, zengin yapısal bileşimleri sebebiyle özellikle insanlarda fonksiyonel gıda, besin ilavesi olarak ve insan sağlığı üzerinde bölüm 2.5’de belirtilen faydaları sebebiyle raflarda gıda takviye ürünü olarak da (vitamin takviyeleri, omega-3 takviyeleri gibi) yer alabilme potansiyeli olduğundan bu yönde araştırmaların derinleştirilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akagündüz, Y., Mosquera, M., Giménez, B., Alemán, A., Montero, P., Guillen, M.C.G., 2014, Sea bream bones and scales as a source of gelatin and ACE inhibitory peptides, *Food science and technology* , 55 (2), 579-585.
- Alfaro, A., Costa, C. S., Fonseca, G. G., Prentice, C., 2010, Effect of extraction parameters on the properties of gelatin from king weakfish (*Macrodon ancylodon*) bones, *Food science technology*, 15(6), 553-562.
- Alpbaz, A. G., 2001, *Deniz balıkları yetiştiriciliği*, Ege Üniversitesi su ürünleri fakültesi yayınları , İzmir, ISBN: 975-483-098-3.
- Arnesen, J. A., Gildberg, A., 2006, Extraction of muscle proteins and gelatin from cod head, *Process biochemistry*, 41, 697–700.
- AOAC Official Methods, 999.10, 2005, Lead cadmium, zinc, copper and iron in foods atomic absorption spectrophotometry after microwave digestion, First action 1999, NMLK-AOAC Method.
- AOAC Official Method 955.04, 1998(a), Nitrogen (Total) in Seafood. Fish and Other Marine Products, James M. Hungerford, Chapter Editor. *In Official Methods of Analysis of AOAC International*, Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, 6.
- AOAC Official Method 948.15, 1998(b), Fat (crude) in Seafood Acid Hydrolysis Method. Fish and Other Marine Products, *In Official Methods of Analysis of AOAC International*; Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35; 6.
- Atılğan E., 2008, *Ülkemizde su ürünleri işleme sanayinin çeşidine göre üretim miktarları ve işleme atıklarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Aydın, F., 2014, *Alabalık biyolojisi ve yetiştirme teknikleri*, http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/alabalik_biyolojisi.html. [Ziyaret Tarihi: 18.11.2014].
- Aydınlı M., 2012, *Türkiye'nin su ürünleri işleme sanayisinin mevcut durumu ve işleme atıklarının miktarı ve değerlendirilme şekillerinin araştırılması*, Yüksek lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Badii, F., Howell, N. K., 2006, Fish gelatin: Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins, *Food hydrocolloids*, 20, 630–640.
- Boran G., 2011, Bir gıda katkısı olarak jelâtin: Yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi, *Gıda teknolojisi derneği*, 36 (2): 97-104.

- Boran G., Mulvaney S.J., Regenstein, 2010, Rheological properties of gelatin from silver carp skin compared to commercially available gelatins from different sources, *Journal of food science*, 75 (8), 565-571.
- Boran G., Regenstein J.M., 2010, Fish gelatin, *Advances in food and nutrition research*, 60, 119-143.
- Burjandze, T.V., 2000, New analysis of the phylogenetic change of collagen thermostability, *Biopolymers*, 53, 523-528.
- Chammanvatkatit, P., Prodpran T., Benjakul, S., 2014, Some characteristics of bovine gelatin and its film properties as influenced by glycerol, *Research journal of chemical and environmental sciences*, 2 [3], 32-39.
- Cho, S. M., Kwak, K.S., Park, D. C., Gu Y.S., Ji, C. I., Jang, D.H., Lee, Y.B., Kim, S.B., 2004, Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage, *Food hydrocolloids*, 18, 573–579.
- Choi, S.S., Regenstein, J. M., 2000, Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin, *Journal of food science*, 65, 194–199.
- Cole, B., 2014, *Gelatin*, www.novau.net/gelatin.html, [Ziyaret Tarihi:18.08.2014].
- Cole C.G.B., Roberts J.J., 1997, Gelatin colour measurement, *Meat science*, 45, 37-44.
- Çaklı, S., Kılınç, B., 2004, Kabuklu su ürünleri işleme artıklarının endüstriyel alanda değerlendirilmesi, *Ege üniversitesi su ürünleri dergisi*, 21 (1-2), 145–152.
- De Wolf, F. A., 2003, *Collagen and gelatin*, Progress in biotechnology, 23, Elsevier science, 133–218.
- Diñçer, T., Akagündüz, Ö. Y., Sargın, H., 2013, Levrek (*Dicentrarchus labrax*) pullarından jelâtin üretimi ve jelâtinin bazı fonksiyonel özelliklerinin tespiti, *Tübitak projesi*, No:1120952.
- Domb, A.J., Kumar, N., Ezra, A., 2011, *Biodegradable polymers in clinical use and clinical development*, Wiley, Canada, ISBN: 9780470424759.
- Erkan, N., Selçuk, A., Özden, Ö., 2010, Amino acid and vitamin composition of raw and cooked horse mackerel, *Food analytical methods*, 3, 269-275.
- EPA Method 3052.Environmental Protection Agency. March/1995, Microwave assisted acid digestion of siliceous and Organically based matrices.
- EPA Method 7000A.Environmental Protection Agency. July/1992, Atomic absorption methods.
- EPA Method 7471A.Environmental Protection Agency. September/1994, Mercury in solid or semisolid waste (manuel cold-vapor technique).

- Eysturskard, J., 2010, *Production of collagen/gelatin from fish skin in the Faroe Islands*, http://www.rubin.no/konferansen10/foredrag/Jonhard_Eysturskard.pdf, [Ziyaret Tarihi: 07.04.2014].
- Fırat, K., Saka, Ş., 2014(a), *Çipura (Sparus aurata Lin., 1758) balığının biyolojisi ve yetiştirme teknikleri*, <http://www.tarim.gov.tr>, [Ziyaret Tarihi:17.11.2014].
- Fırat, K., Saka, Ş., 2014(b), *Levrek (Dicentrarchus labrax Lin., 1758) balığının biyolojisi ve yetiştirme teknikleri*, <http://www.tarim.gov.tr>, [Ziyaret Tarihi:17.11.2014].
- Furia, T. E., 1968, *Handbook of food additives*, The chemical rubber company, Press, U.S.A, ISBN: 9780878195428.
- Gimenez, B., Gomez Guillen, M.C., Montero, P., 2005, The role of salt washing of skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted, *Food hydrocolloids*, 19, 951-957.
- GMIA, 2013, *Gelatin manufacturers institute of america*, [http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA Official Methods of Gelatin Revised 2013.pdf](http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA%20Official%20Methods%20of%20Gelatin%20Revised%202013.pdf), [Ziyaret Tarihi:15.08.2014].
- GMIA, 2012, *Gelatin manufacturers of europe*, [http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA Gelatin Manual 2012.pdf](http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA%20Gelatin%20Manual%202012.pdf), [Ziyaret Tarihi:15.08.2014].
- Guillén M.C., Giménez B., López-Caballero M.E., Montero M.P., 2011, Gelatin from alternative sources: A review, *Food hydrocolloids*, 25, 1813-1827.
- Guillén M.C., Mateos, M.P., Estaca, J.G., Caballero, E.L., Giménez, B., Montero, P., 2009, Fish gelatin: A renewable material for developing active biodegradable films, *Food sciences and technology*, 20, 3-16.
- Guillén M.C., Turnay J., Fernández-Diaz M.D., Ulmo N., Lizarbe M.A., Montero P., 2002, Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: A comparative study, *Food hydrocolloids*, 16, 25-34.
- Haddar, A., Bougatef, A., Balti, R., Souissi, N., Koched, W., Nasr, M., 2011, Physicochemical and functional properties of gelatin from tuna (*Thunnus thynnus*) head bones, *Journal of food and nutrition research*, 50 (3), 150–159.
- Hofman, K.A., Newberry, M., 2011, Thermal transition properties of hoki (*Macruronus novaezelandiae*) and ling (*Genypterus blacodes*) skin collagens: Implications for processing, *Marine drugs*, 9, 1176-1186.
- Jamilah B., Harvinder K.G., 2002, Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food chemistry*, 77, 81–84.

- Jamilah, B., Tan, K. W. , Hartina, M. R. U. , Azizah, A., 2011, Gelatins from three cultured freshwater fish skins obtained by liming process, *Food hydrocolloids*, 25 (5), 1256-1260.
- Jecfa, 2004, Summary and conclusions of the 63.Meeting, 8-17 June 2004, *Jecfa/63/SC*, Geneva, 3.
- Karim, A.A. and Bhat, R., 2009, Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins, *Food hydrocolloids*, 23, 563-576.
- Karim, A.A. and Bhat, R., 2008, Gelatin alternatives for the food industry: Recent developments, challenges and prospects, *Food sciences and technology*, 19, 644-656.
- Kasankala, L. M., Weilong, Y. X. Y., Hong, S. D., He, Q., 2007, Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology, *Bioresource technology*, 98 (17), 3338–3343.
- Kayhan, F.E., Muşlu, M.N., Koç, N.D., 2009, Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar, *Journal of fisheries sciences*, 3 (2), 153-162.
- Kelleher, K., 2005, *Discards in the world's marine fisheries an update*, FAO fisheries Technical Paper, Rome, ISBN: 92-5-105289-1.
- Khiari, Z., Rico, D., Diana, A. B. M., Ryan, C. B., 2011, The extraction of gelatine from mackerel (*Scomber scombrus*) head with the use of different organic acids, *Fisheries sciences*, 5(1), 52-63.
- Khiari, Z., Rico, D., Diana, A. B. M., Ryan, C. B., 2013, Comparison between gelatines extracted from mackerel and blue whiting bones after different pre-treatments, *Food chemistry*, 139, 347–354.
- Kim, S., Mendis, E., 2006, Bioactive compounds from marine processing by-products a review, *Food research international*, 39, 383–393.
- Kittiphattanabawon, P., Benjakul, B., Visessanguan, W., Shahidi, F., 2010, Comparative study on characteristics of gelatin from the skins of brownbanded bamboo shark and blacktip shark as affected by extraction conditions, *Food hydrocolloids*, 24, 164-171.
- Koli, J. M., Basu, S., Nayak, B. B., Patange, S. B., Pagarkar, A.U., Gudipati, V., 2012, Functional characteristics of gelatin extracted from skin and bone of tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and pink perch (*Nemipterus japonicus*), *Food and bioproducts processing*, 90, 555–562.
- Klompong V., Benjakul S., Kantachote D., Shahidi F., 2007, Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type, *Food chemistry*, 102, 1317-1327.

- Kristinsson H.G., Rasco B.A., 2000, Fish protein hydrolysates: Production, biochemical and functional properties, *Critical reviews in food science and nutrition*, 40, 43-81.
- Liu H.Y., Han J., Guo S.D., 2009, Characteristics of the gelatin extracted from channel catfish (*Ictalurus Punctatus*) head bones, *Food science and technology*, 42, 540-544.
- Liu, H., Li, D., Guo, S., 2008, Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatine from fish skins preserved by different methods, *Food sciences and technology*, 41, 414-419.
- Madhan, B., Muralidharan, C., Jayakumar, R., 2002, Study on the stabilisation of collagen with vegetable tannins in the presence of acrylic polymer, *Biomaterials*, 23, 2841- 2847.
- Mariod, A.A., Adam, H.F., 2013, Gelatin, source, extraction and industrial applications, *ACTA scientiarum polonorum technologia aliment*, 12 (2), 135-147.
- Meena, C., Mengi, S. A., Deshpande, S. G., 1999, Biomedical and industrial applications of collagen, *Proceedings of the indian academy of sciences (Chemical Sciences)*, 111 (2), 319-329.
- Megep, 2011, *Gıdalarıda Ham Protein Tayini*, Gıda Teknolojisi, M.E.B., Ankara.
- Morimura, S., Nagata, H., Uemura, Y., Fahmi, A., Shigematsu, T., Kida, K., 2002, Development of an effective process for utilization of collagen from livestock and fish waste, *Process biochemistry*, 37, 1403-1412.
- Muyonga, J. H., Cole, C. G. B., Duodu, K. G., 2004, Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin, *Food hydrocolloids*, 18, 581-592.
- Nagarajan, M., Benjakul, S., Prodpran, T., Songtipya, P., Kishimura, H., 2012, Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures, *Food hydrocolloids*, 29, 389-397.
- Nickell, D.C., Bromage, N.R., 1998, The effect of dietary lipid level on variation of flesh pigmentation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Elsevier sciences*, 161, 237-251.
- Nikoo, M., Xu, X., Benjakul, S., Xu, G., Suarez, J. C. R., Ehsanis, A., Kasankala L. M., Duan, X., Abbas, S., 2011, Characterization of gelatin from the skin of farmed amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*), *International aquatic research*, 3, 135-145.
- Nikoo, M., Benjakul, S., Ocen, D., Yang, N., Xu, B., Zhang, L., Xu, X., 2013, Physical and chemical properties of gelatin from the skin of cultured Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*), *Journal of applied ichthyology*, 29, 943-950.

- Renner, E., 1970, *Mathematisch-statistische methoden in der praktischen Anwendung*, Paul Parey Verlag, Berlin- Hamburg.
- Rasmussen, R.S., Morissey M.T., 2007, Marine biotechnology for production of food ingredients, *Advances in food and nutritional research*, 52, 237-292.
- Rawdkuen, S., Thitipramote, N., Benjakul, S., 2013, Preparation and functional characterisation of fish skin gelatin and comparison with commercial gelatin, *International journal of food science and technology*, 48, 1093–1102.
- Rustad, T., 2003, Utilisation of marine by-products, *Electronic journal of environmental, Agricultural and food chemistry*, 2, 458–463.
- Sakr, A. H., Buyukozer, H.K., 2011, *Jelâtin*, Gimdes, Istanbul , 11.
- Sanaei, A.V., Mahmoodani, F., See, S.F., Yusop, S.M., Babji, A.S., 2013, Optimization of gelatin extraction and physico-chemical properties of catfish (*Clarias gariepinus*) bone gelatin, *International food research journal*, 20 (1), 423-430.
- Sandhu, S.V., Gupta, S., Bansal, H., Singla, H., 2012, Collagen in health and disease, *Journal of orofacial research*, (2)3, 153-159.
- Sathe, Deshpande ve Salunke, 1982, Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates, *Journal of food science*, 47(2), 491-497.
- See, S. F., Hong, P. K., Ng, K. L., Wan Aida, W. M. and Babji, A. S., 2010, Physicochemical properties of gelatins extracted from skins of different freshwater fish species, *International food research journal*, 17, 809-816.
- Senaratne, L.S., Park, P.J. and Kim, S.K., 2006, Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin, *Bioresource technology*, 97, 191-197.
- Shakila R.J., Jeevithan, A., Varatharajakumar, G., Jeyasekaran, D. Sukumar, 2012, Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and grouper in comparison with mammalian gelatin, *Food science and technology*, 48, 30-36.
- Srividya, B., Sowmya, C., Reddy, P.C.S., 2014, Capsules and it's technology: An overwiev, *International journal of pharmaceutics and drug analysis*, (2) 9, 727-733.
- Taheri, A., Kenari, A. M. A., Gildberg, A., Behnam, S., 2009, Extraction and physicochemical characterization of greater lizardfish (*Saurida tumbil*) skin and bone gelatin, *Journal of food science*, 74 (3).
- Tokur, B. 2013, *Su Ürünlerinden Jelâtin Üretimi*, [www.usimp.org/Files/Documents/usimp-uams2012_bahar-toku18052012000312 .pdf](http://www.usimp.org/Files/Documents/usimp-uams2012_bahar-toku18052012000312.pdf), [Ziyaret Tarihi: 07.04.2013].

- TÜİK, 2013, Su ürünleri istatistikleri, Türk Matbaası, Ankara, ISBN:978-97519-6242-3.
- Wangtueai, S., Noomhorm, A., 2009, Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida spp.*) scales, *Food science and technology*, 42, 825–834.
- Wasswa, J., Tang, J., Gu, X., 2007, Utilization of fish processing by-products in the gelatin industry, *Food reviews international*, 23, 159–174.
- Yetim H., 2011, Jelâtin üretimi özellikleri ve kullanımı, *I. Ulusal helal ve sağlıklı gıda kongresi*, Gıda katkı maddeleri: Sorunlar ve çözüm önerileri, 19-20.11. 2011, Ankara.
- Zhang, F., Xu, S., Wang, Z., 2011, Pretreatment optimization and properties of gelatin from freshwater fish scales, *Food and bioproducts processing*, 89, 185-193.
- Zhang, S., Wang, Y., Herring, J.L., Oh, J.H., 2007, Characterization of edible film fabricated with channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatin extract using selected pretreatment methods, *Journal of food science*, 72, 498-503.
- Zhou P., Regenstein J.M., 2005, Effects of alkaline and acid pretreatments on alaska pollock skin gelatin extraction, *Journal of food sciences*, 70 (6), 392-396.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Yasın ORHAN
Uyruğu	T.C
Doğum tarihi, Yeri	25.03.1986 – Safranbolu/ Karabük
Telefon	0541 766 23 22
E-mail	orhanjasin@yahoo.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Avlama ve İşleme Teknolojisi /Su Ürünleri İşleme Teknolojisi	2014
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi / Su Ürünleri Mühendisliği	2011
Lise	Kocamustafa Paşa Yabancı Dil Ağırlıklı Süper Lisesi	2004