

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet GÖKÇİN

**USKUMRU (*Scomber scombrus*) VE LEVREK (*Dicentrarchus labrax*)
KEMİKLERİNDEN JELATİN ELDESİ VE KARAKTERİZASYONU**

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**USKUMRU (*Scomber scombrus*) ve LEVREK (*Dicentrarchus labrax*)
KEMİKLERİNDEN JELATİN ELDESİ VE KARAKTERİZASYONU**

Mehmet GÖKÇİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 10/06/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Yasemen YANAR Prof. Dr. Mehmet ÇELİK Doç. Dr. Osman GÜLNAZ
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeler Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: SÜF2011YL14

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

USKUMRU (*Scomber scombrus*) ve LEVREK (*Dicentrarchus labrax*) KEMİKLERİNDEN JELATİN ELDESİ VE KARAKTERİZASYONU

Mehmet GÖKÇİN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Yasemen YANAR

Yıl: 2013, Sayfa:63

Jüri : Doç. Dr. Yasemen YANAR

: Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

: Doç. Dr. Osman GÜLNAZ

Bu çalışmada uskumru (*Scomber scombrus*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) kemiklerinden jelatin ekstrakte edilmiş ve reolojik ve fonksiyonel özellikleri ticari sığır ve balık jelatini ile karşılaştırılmıştır. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin verimi sırasıyla % 5,98 ile % 6,20 olarak bulunmuştur. Her iki balık kemiğinden ekstrakte edilen jelatinlerin protein içerikler oldukça yüksek (% 91,47 ve % 92,42), yağ içerikleri (% 0,1) düşük bulunmuştur. Uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatinlerin viskozite değerleri (cP) ticari jelatinlerle benzer olarak, sıcaklıkların artmasıyla azalma göstermiştir (50 °C, 60 °C ve 70 °C). Uskumru ve levrek jelatinlerinin pH değerleri sırasıyla 5,49 ve 5,96 olarak belirlenmiştir. Uskumrudan ekstrakte edilen jelatinin erime noktası (25,50 °C), levrekten ekstrakte edilen jelatinden (23 °C) ve her iki ticari jelatinin erime noktalarından (23,15 °C ve 21,03 °C) yüksektir (P<0,05). Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin jelleşme noktaları (27 °C ve 25 °C sırasıyla) ticari sığır ve balık jelatinlerinin jelleşme noktalarından (23° C) daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Uskumrudan ekstrakte edilen jelatinin L* ve b* değerleri levrekten ekstrakte edilen ve her iki ticari jelatinden yüksek belirlenmiştir. Çalışmamızda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin veriminin yüksek ve fonksiyonel özelliklerinin ticari sığır ve balık jelatinlerine göre istenilen özelliklerde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Jelatin, ekstraksiyon, uskumru, levrek, kemik

ABSTRACT

MSc THESIS

GELATIN EXTRACTION AND CHARACTERIZATION FROM MACKEREL (*Scomber scombrus*) AND SEE BASS (*Dicentrarchus labrax*) BONES

Mehmet GÖKÇİN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHING AND PROCESSING TECHNOLOGY

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Yasemen YANAR

Year: 2013, Pages: 63

Jury : Assoc. Prof. Dr. Yasemen YANAR

: Prof. Dr. Mehmet ÇELİK

: Assoc. Prof. Dr. Osman GÜLNAZ

The gelatins were extracted from bones mackerel (*Scomber scombrus*) and seabass (*Dicentrarchus labrax*) and its rheological and functional properties were examined and compared to those of commercial fish and bovine gelatin. The yields of gelatins from mackerel and seabass bones were 5.98% and 6.20%, respectively. The gelatins from bones mackerel and seabass had high protein (91.47% and 92.42%) but low fat (0.1%) contents than both commercial gelatins. The viscosity (cP) of mackerel and seabass gelatins decrease at temperature (50° C, 60 °C and 70° C) as a similar pattern with commercial gelatins. The pH values of the mackerel and seabass gelatins were 5.49 and 5.96, respectively. Mackerel gelatin had a significantly higher ($P < 0.05$) melting point (25,50 °C) than that of seabass (23 °C), commercial bovine (23,15 °C) and fish (21,03 °C) gelatins ($P < 0.05$). The setting temperature of gelatins from the bones of mackerel and seabass (27 C and 25 C respectively) were found higher than commercial bovine and fish gelatins (23 °C and 23 °C respectively) ($P < 0,05$). Mackerel gelatin had higher L^* and b^* values than seabass and commercial fish gelatins. It can be concluded from the present study that mackerel and seabass bones are a prospective source to produce gelatin in good yield with desirable functional properties comparable to commercially available bovine and fish gelatins.

Keywords: Gelatin, extraction, mackerel, see bass, bones

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca sonsuz desteğini gördüğüm, yüksek lisans tezimin planlanmasında ve yürütülmesinde önemli katkıları olan sevgili danışman hocam Doç. Dr.Yasemen YANAR' a ve yüksek lisans tezimin her aşamasında destekini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Osman GÜLNAZ' a sevgili hocam Dr. Aygül KÜÇÜKGÜLMEZ' e sayın hocam Prof. Dr. Mehmet ÇELİK' e ve sayın hocam Prof. Dr. Mahmut YANAR' a sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Gözde GERÇEK' e ve sevgili arkadaşlarım Serap GELİBOLU, Çiğdem DİKEL, Ali Eslem KADAK' a ve eğitim hayatım boyunca yanımda olan arkadaşlarım Ali Abdullah BAYTOK, Emre KELEŞ, Cenk ADANAN, Can Duran AKBULUT ve değerli ailelerine teşekkür ederim.

Desteklerini ve fedakarlıklarını hiç bir zaman esirgemeyen başta sevgili annem ve sevgili babam olmak üzere sevgili kardeşim Fatma Gökçin DEMİR' e ve sevgili yeğenim Kaan DEMİR' e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Balık Kemikleri ve Pullarından Jelatin Eldesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar ..	11
2.2. Balık Derisinden Jelatin Eldesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	13
3. MATERYAL VE METOD	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Kemik Örneklerinin Toplanması.....	21
3.2. Metod	22
3.2.1. Kemik Örneklerinin Ekstraksiyon İçin Hazırlanması	22
3.2.2. Jelatin Ekstraksiyonu	24
3.2.3. Kimyasal Analizler	27
3.2.3.1. Temel Besin Bileşenleri Analizleri	27
3.2.3.1.(1). Ham Protein Analizi	27
3.2.3.1.(2). Lipid Analizi.....	27
3.2.3.1.(3). Kuru Madde ve Ham Kül Analizi	28
3.2.4. Fiziksel Analizler	29
3.2.4.1. pH Ölçümü	29
3.2.4.2. Renk Ölçümü	29
3.2.5. Erime Noktasının Belirlenmesi	29
3.2.6. Jelleşme Noktasının Belirlenmesi	30
3.2.7. Viskozite	30
3.2.8. Jelatin Verimi	30

3.2.9. İstatistiksel Analizler.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Jelatin Verimi	33
4.2. Jelatinlerin Besin Bileşenleri Kompozisyonu	35
4.3. Jelatinlerin Viskozite Değerleri.....	38
4.4. pH.....	44
4.5. Erime Noktası.....	44
4.6. Jelleşme Noktası.....	45
4.7. Renk Ölçüm Değerleri	47
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Balık jelatininin ekstraksiyonu ve karakterizasyonunun yapıldığı çalışmalar	4
Çizelge 1.2. Farklı balık türleri ile yapılan jelatin ekstraksiyon yöntemleri.....	6
Çizelge 4.1. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimleri...	33
Çizelge 4.2. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları (%)	35
Çizelge 4.3 % 1' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri.....	39
Çizelge 4.4. %3' lük konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri.....	40
Çizelge 4.5. % 5' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri.....	41
Çizelge 4.6. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin pH değerleri.....	42
Çizelge 4.7. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin erime noktası değerleri.....	44
Çizelge 4.8. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin jelleşme noktaları	46
Çizelge 4.9. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin renk ölçüm değerleri.....	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Kollajen ve jelatin şematik görünümü	2
Şekil 3.1. Balık kemikleri.....	21
Şekil 3.2. Kemik örneklerinin yıkanması.....	21
Şekil 3.3. Öğütücüye alınan kemik örnekleri.....	22
Şekil 3.4. Öğütülmüş kemik örnekleri	22
Şekil 3.5. Yıkamaya alınan kemik örnekleri.....	23
Şekil 3.6. Demineralizasyona hazırlanan çözelti	23
Şekil 3.7. Levrek oseini.....	23
Şekil 3.8. Uskumru oseini	24
Şekil 3.9. Jelatin üretimi akış şeması	25
Şekil 3.10. Jelatin ekstraksiyonu	26
Şekil 3.11. Santrifüje hazır örnekler	26
Şekil 3.12. Liyofilizasyon aşaması	26
Şekil 4.1. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimleri.....	34
Şekil 4.2. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları.....	36
Şekil 4.3. % 1' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri	39
Şekil 4.4. % 3' lük konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri	40
Şekil 4.5. % 5' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri	41
Şekil 4.6. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin pH değerleri	43
Şekil 4.7. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin erime noktası değerleri	45

Şekil 4.8. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin jelleşme noktası değerleri	46
Şekil 4.9. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin renk ölçüm değerleri	49
Şekil 4.10. Jelatin ekstraksiyonunda kullanılan ham materyalin jelatin rengine etkisi a. Levrek Oseini, b. Uskumru Oseini	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

H_2O_2 : Hidrojen peroksit

H_2SO_4 : Sülfirik asit

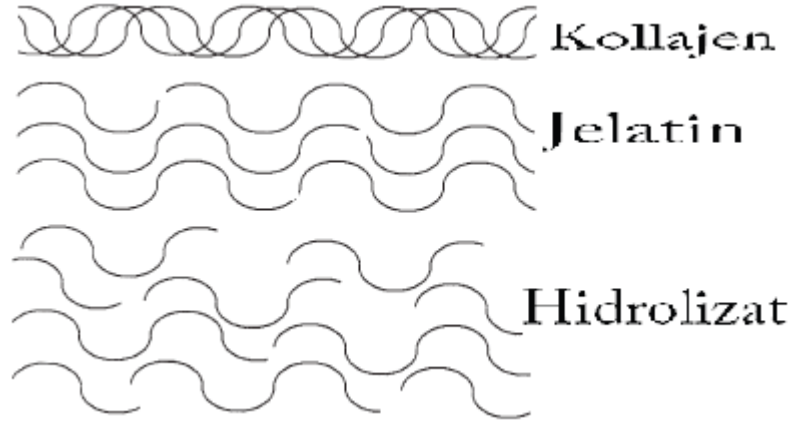
HCl : Hidroklorik asit

NaOH : Sodyum hidroksit

1. GİRİŞ

Su ürünleri deniz ve iç sulardaki canlıların işlenmesi ve pazarlanmasını da içine alan bir gıda sanayi dalıdır. Gelişmiş ve endüstrileşmiş ülkelerin temel gıda ihtiyacının büyük bir kısmı balıklardan karşılanmakta ve balık eti en çok tüketilen gıdalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Artan nüfus ve gıda ihtiyacından dolayı balık üretimi de dünyanın her yerinde hızla artmaktadır. Günümüzde aşırı avcılık ile balık kaynakları tüketilmekte ve avlanan balığın sadece %50-60'ı, kabuklu su ürünlerinin ise %30-45' i insan tüketiminde kullanılmaktadır. Geriye kalan atık ham materyalin büyük çoğunluğu ya atılmakta ya da balık yağı, balık yemi, evcil hayvan maması ve balık silajı olarak değerlendirilmektedir (Choudry ve Bublitz, 1996; Choudry ve Gogoi, 1995). Ancak bu ürünlerin ekonomik değerleri oldukça düşüktür. Son yapılan çalışmalarda, balık kemiği, iç organlar ve kabuk gibi atıklardan; kollojen, jelatin, kitin, gibi çeşitli biyoaktif bileşikler elde edilmiştir (Kim ve ark., 2001; Jeong ve ark., 2002; Park ve Kim, 2005). Diğer hayvanlarda olduğu gibi su ürünlerinin de deri, kemik ve kıkırdak dokuları kollajen ve jelatin bakımından oldukça zengindir (Kim ve ark., 1994; Gomez-Gillen ve ark., 2002). Kollojen tüm hayvanların deri ve kemiklerinde bulunan başlıca yapısal proteindir, toplam hayvansal proteinin yaklaşık %30' unu kapsamaktadır. Jelatin; kolojenin hidrolize edilmesiyle elde edilen yüksek moleküler bir polipeptittir (Şekil 1.1). Üstün film oluşturma yeteneği, biyolojik olarak parçalanabilme gibi mükemmel fonksiyonel özelliklere sahiptir (Min ve Oh, 2009). Spesifik koşullar altında şeffaf jel formu oluşturabilen, yüksek değerlikli, renksiz veya hafifçe sarı, şeffaf, kırılma katsayısı yüksek, katmanlı, ince tabakalı, toz, sıcak suda, gliserolde ve asetik asitte çözünen organik çözücülerde çözünmeyen fonksiyonel bir proteindir. Üretim teknikleri arasında fark olsa da, jelatin eşsiz jel oluşturma yeteneği sayesinde kolloid çalışmalarında değerli bir materyal olarak kullanılmaktadır. Jelatin amfoteriktir yani ne alkali ne de asidiktir. Prolin ve hidroksiprolin gibi aminoasitler, jelatinin jelleşmesi esnasında yeniden yapılanmasında önemlidir.

Dünya çapında üretilen jelatinin yaklaşık %70 i gıda sanayi, %15' i ilaç sanayi, %10' u fotoğraf sanayi tarafından kullanılırken kalan %5' i ise diğer pazarlarda kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde E441 olarak bilinen jelatin katkı maddesi; tatlı, şeker, fırıncılık ürünleri, jelleştirilmiş et ürünlerinde, dondurma ve süt ürünlerinde; tekstürü geliştirmede, su tutma kapasitesini attırmada, stabilize edici, berraklaştırıcı ve koruyucu kaplama materyali olarak depolanan ürünlerin stabilitesini sağlamada kullanılmaktadır (Johnston-Banks, 1990). Endüstriyel olarak kemik ve derilerdeki kollajenden elde edilen çözünür jelatin, gıda ürünlerinin elastikliğini, kıvamını ve stabilitesini geliştirmek için katkı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Jelatinin ürünleri kuruma, ışık ve oksijenden korumak için dış bir film olarak da kullanılabilceği düşünülmüştür (Dursun ve Erkan, 2009).



Şekil 1.1. Kollajen ve jelatinin şematik görünümü (Boran, 2011).

Dünyada 380.000 ton/yıl jelatin tüketilmektedir. Türkiye' nin yıllık tüketimi ise, 2007 yılı için, 4000 ton civarındadır. Jelatin talebi her yıl %8-10' luk sabit bir oranla artmaktadır ve bu da fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Türkiye' de ne yazık ki jelatin üretimi yapılmamakta, yıllık yaklaşık 24 milyon dolar jelatin ithal edilmektedir. İthalatın yapıldığı ülkeler; Almanya, İtalya, Fransa, Kolombiya, Kore, Japonya, Kanada, ABD, Brezilya, Hindistan, Çin, Pakistan'ın da içinde bulunduğu pek çok ülkeyi kapsamaktadır.

Günümüzde ticari jelatinin çoğu memelilerden elde edilse de bir çok sosyo-kültürel sebeplerden dolayı alternatif kaynaklara talep artmıştır. Bu sebepler arasında

dini inançlar başta gelmektedir. Domuzun derisi ve kemiklerinden elde edilen kollojen ve jelatin ile dini kurallara göre kesimi yapılmayan sığırlardan elde edilen kollojen ve jelatinin, musevilikte “k \ddot{c} er” , islam dininde ise “helal” olarak bilinen, dini kurallara göre yenilmesine izin verilmiş yiyecekler kapsamında yer almaması önemli bir nedendir. Bunun yanı sıra deli dana hastalığı olarak bilinen bovine spongiform encepholopathy (BSE)’ nin, dünyada geniş yankı uyandırması bu sebepler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, memeli kaynaklarının atıklarından elde edilen kollojen ve jelatinin gıda sanayi, kozmetik ve eczacılıkta kullanımlarında sınırlamalara gidilmektedir. Günümüzde balık işleme atıklarından jelatin elde edilmesi toplumun bazı kesimlerinden kabul görebilecek olması nedeniyle memeli kaynaklarından elde edilene göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır.

Balıktan jelatin üretimi yeni olmayıp 1960 yılından beri asit ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmektedir (Norland, 1990). Grossman ve Bergman (1992) ekstraksiyon işlemlerini ve özelliklerinin belirlenmesini ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirmişler ve patent almışlardır. Bundan sonraki pek çok araştırmacılar soğuk-su balıkları (Morina, berlam, Alaska mezgiti, ve salmon vb.) ile ılık su balıklarından (ton, kanal kedi balığı, Nil sudağı, köpek balığı ve megrim vb.) jelatin ekstrakte etmişlerdir. Balık jelatinin ekstraksiyonu ve karakterizasyonu üzerine yapılan çalışmalar Çizelge 1.1.’ de özetlenmiştir.

Balık jelatininin kullanımındaki tek kısıtlama henüz az üretilmesi ve balığımsı koku ve koyu renge sahip olmasıdır. Ancak yapılan bazı araştırmalarda jelatin ekstraksiyon yöntemleri geliştirilerek balık jelatininin fonksiyonel özellikleri iyileştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi jelatinin fonksiyonel özelliklerini ve polipeptid zincirinin uzunluğunu etkileyebilir. Kollojenin çözünebilir jelatine dönüşümü kollojenin asit veya alkali ile ısıtılmasıyla gerçekleştirilir. Kollojenin termal çözünürlüğü (asit veya alkali varlığında) kollojende bulunan intra- ve inter moleküler kovalent çapraz bağların parçalanması ile gerçekleşir.

Çizelge 1.1 Balık jelatininin ekstraksiyonu ve karakterizasyonunun yapıldığı çalışmalar

Balık türleri	Kaynaklar
Morina (<i>Gadus morhua</i>), somon (<i>Salmo salar</i>), ringa (<i>Clupea harengus</i>)	Kołodziejaska ve ark., (2008)
Pisi (<i>Platichthys flesus</i>)	Fernandez-Diazve ark., (2003)
Alaska mezgit (<i>Theragra chalcogramma</i>)	Zhou ve Regenstein (2005)
Megrim (<i>Lepidorhombus boscii</i>)	Fernandez-Diazve ark., (2001),
Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	Gomez-Guillen et al. (2002),
Dil (<i>Solea vulgaris</i>)	Sarabiave ark., (2000)
Uskumru (<i>Trachurus trachurus</i>)	Badii ve Howell (2006)
Morina (<i>Gadus morhua</i>)	Gudmundsson ve Hafsteinsson (1997), Fernandez-Diazve ark., (2001)
Yayın balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Yangve ark., (2007), Liuve ark., (2008)
Sin croaker (<i>Johnius dussumieri</i>), shortfinscad (<i>Decapterus macrosoma</i>)	Cheow ve ark., (2007)
Siyah tilapya (<i>Oreochromis mossambicus</i>), kırmızıtilapya (<i>Oreochromis nilotica</i>)	Jamilah ve Harvinder (2002)
Bigeyesnapper (<i>Priacanthus macracanthus</i>), brownstriped snapper (<i>Lutjanus vitta</i>)	Jongjareonrakve ark., (2006)
Sarı yüzgeçli ton balığı (<i>Thunnus albacares</i>)	Chiou ve ark., (2006)
Mavi köpek balığı (<i>Prionace glauca</i>)	Yoshimura ve ark., (2000)
Sudak (<i>Lates niloticus</i>)	Muyonga ve ark., (2004)
Çim sazani (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	Kasankalave ark., (2007)
Skate (<i>Raja kenoi</i>)	Cho ve ark., (2006)
Atlantic somon (<i>Salmo salar</i>)	Arnesen ve Gildberg (2007)
Dil balığı (<i>Solea vulgaris</i>)	Gomez-Guillen, ve ark., (2005), Gimenez ve ark., (2005a)
Harp seal	Arnesen ve Gildberg (2007)
Uskumru <i>Scomber scomburus</i>	Khari ve ark., 2011

Jelatin üretimi üç temel aşlamada gerçekleştirilir: (A) Kolajen içeren dokuların jelatin üretimine hazırlanması (yıkama, küçük parçalara bölme, safsızlıkları ayırma, seyreltik asit ve/veya alkali ile yıkama, yağ ve tuzların uzaklaştırılması, kolajen içeren dokunun belli bir dereceye kadar ölçülü bir şekilde yıpratılması ile jelatin ekstraksiyonuna hazır hale getirilmesi). (B) Jelatin ekstraksiyonu (ekstraksiyona hazırlanan dokuların 40 °C' nin üzerindeki sıcaklıklardaki suda karıştırılarak bekletilmesi). Ekstraksiyon çözeltisinin süzülmesi

ve buharlaştırılması (40-80 °C arasındaki sıcaklıklarda ısı işlem ya da dondurularak kurutma uygulanarak) elde edilen maddenin öğütülmesi ve ambalajlanması (Petersen ve Yetes, 1977; Hinterwaldner, 1977).

Kollojene uygulanan ön işlemlere bağlı olarak iki farklı tipte (her biri farklı özellikte) jelatin üretilir. Tip A jelatin (pH 6-9' da isoelektrik nokta) asit ile muamele gören kollojenden üretilir. Tip B jelatin (isoelektrik noktası pH 5) alkali ile muamele gören kollojenden üretilir (Stainsby, 1987). Balık jelatini Çizelge 1.2.' de özetlenen pek çok farklı yöntemlerle ekstrakte edilmektedir. Bizim çalışmamızda hem asit hem alkali ile muamele gören yöntem uygulanmıştır.

Sığır ve domuzdan elde edilen jelatin ile karşılaştırıldığında balık jelatininin pazar payı hala düşüktür. Gıda ve eczacılıkta balık jelatini kullanımını artırmak için sürekli üretim yapılması ve belirli reolojik özelliklere (jel gücü, jelleşme, erime noktası gibi) sahip jelatin üretilmesine gereksinim duyulmaktadır. Balıktan elde edilen jelatinin özellikleri elde edilen balık materyaline göre değişiklik gösterir. Gıda uygulamalarında, jelatinin viskozitesi, renk ölçümü ile su ve yağ tutma kapasitesi gibi özellikler jelatinin karakterizasyonun da oldukça önemlidir. Bu nedenle yapılacak yeni araştırmalarla kullanılacak balık materyallerini çeşitlendirmek ve karakterizasyonunu yaparak gıda uygulamalarındaki kullanımlarını belirleyebilmek önem arz etmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda Çizelge 1.1' de görüldüğü üzere uskumru ile yapılan 1 çalışma mevcutken, levrek ile yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca çoğunlukla balık derilerinden jelatin üretimi üzerine çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Deniz balıkları içinde önemli olan türlerden biri olan uskumru (*Scombers combrus* 1758) ülkemizde 2011 yılında 147,3 ton avlanmıştır (TUİK, 2011). Uskumru Kuzey Amerika sahillerinde, Kuzey Denizi, Akdeniz, Ege denizi, Marmara ve Karadeniz de yaşar. Avcılığı yapılan ve yurtdışından ihraç edilen uskumru balıkları işleme fabrikalarında işlenmektedir. İşleme fabrikalarındaki uskumru atıklarının ise genellikle değerlendirilmeden atıldığı bilinmektedir.

Çizelge1.2. Farklı balık türleri ile yapılan jelatin ekstraksiyon yöntemleri

Balık Türü	Ön İşlemler ve Ekstraksiyon İşlemi	Kaynak
Megrim (<i>Lepidorhombus boscii</i>)	Deriye NaCl ile ön işlem yapıldıktan sonra NaOH ile muamele edilir.0.05 M asetik asit eklenip karıştırılır. 45 °C' de suda ekstraksiyon yapılır.	Montero ve Gomez-Guillen(2000).
Megrim (<i>Lepidorhombus boscii</i>)	5 °C' de 0.2 N NaOH (1:6 w/v)' de 30 d ön işleme tabi tutulduktan sonra temizlenmiş deri 16-18 saat 20 °C' de 0.1 M , 0.5 M ve 0.05 M farklı asit çözeltilerinde (1:20 w/v) (formik asit, propiyonik asit, laktik asit, malik asit, tartarik asit ve sitrik asit) ekstrakte edilir.	Gomez-Guillen ve Montero(2001)
Siyah tilapya (<i>Oreochromis mossambicus</i>) ve kırmızı tilapya (<i>Oreochromis nilotica</i>)	Balık derisi % 0.2 NaOH çözeltisinde 40 d karıştırılarak fazla suyun ayrılması sağlanır. Bunu % 0.2 H ₂ SO ₄ ve %1 sitrik asite daldırılması takip eder. Distile su ile durulanan deri 45 °C' de 12 saat süreyle suda ekstrakte edilir.	Jamilah ve Harvinder (2002)
Megrim (<i>Lepidorhombus boscii</i>) pisi(<i>Platichthys flesus</i>)	-12 °C' de -20 °C' de 15 gün ön depolama işlemi yapılır. Asit ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen jelatin 50 °C' nin altında su ile ekstrate edilir.	Montero ve ark., (2002), Fernandez-Dıaz ve ark., (2003)
Nil sudağı (<i>Lates niloticus</i>)	Deri 0.01 M H ₂ SO ₄ solüsyonunda ön işleme tabi tutulur (pH 2.5-3.0) Kemikler için demineralize işlemi %3' lük HCl' de yapılır. Ekstraksiyon işlemi 60°C' de su ile gerçekleştirilir.	Muyonga ve ark., (2004)
Morina (<i>Gadus morhua</i>)	Örnekler NaCl solüsyonunda ve suda yıkandıktan sonra, 15-120 d su ile (1:6, w/v) 45, 70 ve 100 °C' lerde yavaşça karıştırılır. Örnekler 15 °C' de 30 d 10.000 g santrifüj edilir. Ekstraksiyon 45 °C' de suda yapılır.	Kołodziejaska ve ark., (2004)
Mezgit	Temizlenmiş deri örnekleri farklı – OH konsantrasyonlarında Ca (OH) ₂ (1:6 w/v) ile üç kez muamele edilip yıkanarak durulanır. Örnekler daha sonra farklı H ⁺ konsantrasyonlarında asetik asit (1:6 w/v) ile 45 d muamele edilip çeşme suyu ile yıkanır. Ön işleme tabi tutulan örnekler distile suda farklı sıcaklıklarda birkaç kez ekstrakte edilir.	Zhou ve Regenstein (2004)
Dil balığı (<i>Solea vulgaris</i>)	Örnekler kullanılıncaya kadar -20 °C' de dondurulur. 10 ile 20 dakika 250 ve 400 MPa' da yüksek basınç uygulanır. 50 mM asetik asitte 3 saat boyunca örnek karıştırılır, jelatin ekstraksiyonu 16-18 saat 45 °C' de suda gerçekleştirilir.	Gomez-Guillen ve ark., (2005)
Balık türü	Ön İşlemler ve Ekstraksiyon İşlemi	Kaynak
Alaska mezgiti	Farklı OH konsantrasyonlarında (0.01, 0.1, 0.2 ve 0.5 mol/L) NaOH veya Ca(OH) ₂ (1:6 w/v) ile 60 dakika muamele edilen örnekler 0.05 mol/L H konsantrasyonunda asetik asitte (1:6 w/v) 60 dakika bekletilir. Destile suda direk ekstrakte edilir.	Zhou ve Regenstein (2005)
Sarı yüzgeçli ton balığı (<i>Thunnus albacares</i>)	Örnekler yıkanıp, kıyılır ve kullanılıncaya kadar -15 °C' de bekletilir. % 1-3 NaOH ile 10	Cho ve ark., (2005)

	C' de 1-5 gün kollojen olmayan proteinlerin uzaklaştırılması sağlanır. 6 N HCl ile nötralize edilen örnekler 1:6 w/v destile su ile 40-80 °C' lerde 1-9 saat ekstrakte edilir. Ekstrakte edilen solüsyon 30 °C' de 30 dakika santrifüj (900 x g) edilir.	
Dil balığı (<i>Solea vulgaris</i>)	Dondurulmuş balık derisi ve etanol ile muamele edilen balık derileri 0.05 M asetik asitte bekletildikten sonra destile suda 45 °C' de bir gece ekstrakte edilmiştir.	Gimenez ve ark., (2005a)
Dil balığı (<i>Solea vulgaris</i>)	Balık derileri farklı tuz (NaCl, KCl, MgCl ₂ ve Mg SO ₄) solüsyonlarında (1:6 w/v) (5 C' de 2 dakika) yıkandıktan sonra çeşme suyu ile durulanmıştır. 50 mM asetik asit ve 25 mM laktik asit ile muamele edilen örnekler 45 C' de destile suda 1 gece ekstrakte edilmiştir.	Gimenez ve ark., (2005b)
Atlantik morina (<i>Gadus morhua</i>)	Ekstraksiyon işlemi oda ısısında, sulandırılmış NaOH (pH 11) ve HCl (pH 2-2.6) çözeltisinde yapılmıştır.	Arnesen ve Gildberg(2006)
Bigeyesnapper (<i>Priacanthus macracanthus</i>) ve brownstriped snapper (<i>Lutjanus vitta</i>)	Deri örnekleri 0.2 M NaOH (1:10, w/v)' de 4 °C yavaşça karıştırılarak bekletilmişlerdir. Deri örnekleri çeşme suyu ile yıkandıktan sonra 0.05 M asetik asit 1:10 (w/v) ile 3 saat oda ısısında yavaşça karıştırılarak bekletilmiştir. Ekstraksiyon işlemi 45 C' de 12 saat süreyle destile suda sürekli karıştırılarak gerçekleştirilmiştir.	Jongjareonrak ve ark., (2006a, 2006b, 2006c)
Çim sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	Çözündürülmüş deri örnekleri % 0.1– 3.0 HCl ile 7 °C de bekletilmiştir. Ekstraksiyondan önce çeşme suyu ile kimyasal kalıntıları yok olana kadar durulanmıştır. Ekstraksiyon 40– 80 °C' de karıştırılarak (180 rpm) sıcak suda gerçekleştirilmiştir.	Kasankala ve ark., (2007)
Balık türü	Ön İşlemler ve Ekstraksiyon İşlemi	Kaynak
Atlantik somonu(<i>Salmo salar</i>) ve Atlantikmorina	Deri -20 C' de dondurulmuştur. Jelatin, asit ekstraksiyon yöntemine göre elde edilmiştir. Deri yaklaşık 8 °C' de soğuk suda üç kez yıkanmıştır. Daha sonra 30 dakika süreyle 0.04 N NaOH solüsyonunda yaklaşık 8 °C' de bekletilmiştir. Daha sonra 0.12 M H ₂ SO ₄ solüsyonunda ve 0.005 M sitrik asit solüsyonunda üç kez 30 dakika bekletilmiştir. Son olarak soğuk suda yıkandıktan sonra 1 litre suda 56 °C' de ve 65 °C' de 2 saat süreyle ekstrate edilmiştir.	Arnesen ve Gildberg (2007)
Sin croaker (<i>Johnius dussumieri</i>) ve shortfinscad (<i>Decapterus macrostoma</i>)	Örnekler kullanılmaya kadar -20 C' de bekletilmiştir. Su ile yıkandıktan sonra alkali ve asit ile muamele edilmiştir. (Gudmundsson ve Hafsteinsson (1997) yöntemine göre).	Cheow ve ark, (2007)
Kanal kedi balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Temizlenmiş deriler (30 g) NaOH ile farklı sürelerde (1:6 w/v) muamele edilmiştir.	Yang ve ark., (2007)

	Örnekler çeşme suyu ile yıkandıktan sonra asetik asit solüsyonunda bekletilmiştir. Çeşme suyunda tekrar yıkanan örnekler, süzildükten sonra farklı sürelerde suda ekstrakte edilmiştir.	
Nil tilapya (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Asetik asit ve formik asit solüsyonunda deriden ekstrakte edilmiştir.	Songchotikunpan, ve ark., (2008)
Sarı yüzgeçli ton balığı (<i>Thunnus albacares</i>)	Dondurulmuş deri oda ısısında 1 saat bekletildikten sonra yıkanır ve 0.5 M NaOH çözeltisine daldırılır (5 °C' de 5 dakika). Çeşme suyu ile üç kez yıkandıktan sonra 0.1 N NaCl ile muamele edilir, tekrar çeşme suyunda üç kez yıkanan deri örnekleri 0.1 N asetik asit çözeltisinde 50°C' de karıştırılarak 18 saat bekletilir.	Rahman ve ark., (2008)
Baltık morinası (<i>Gadus morhua</i>), (<i>Salmo salar</i>)	Kısmi olarak donmuş deri örnekleri 3mm ayna çapında kıyma makinasından geçirilir ve kullanılıncaya kadar NaCl ile yıkandıktan sonra su ile ekstrakte edilir.	Kołodziejaska ve ark., (2008)
Bigeyesnapper (<i>Priacanthus tayenus</i>) Kanal kedi balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Deri örnekleri 50 mmol/L asetik asit çözeltisi içerisinde 15 °C' de 18 saat süreyle bekletilir. Daha sonra pH 3.5-4.0 olana kadar su ile yıkanır. Jelatin ekstraksiyonu 45 °C' de 7 saat distile suda gerçekleştirilir.	Nalinanon ve ark., (2008) Liu ve ark., (2008)

Levrek (*Dicentrarchus labrax*), Moronidae familyasına ait ılık ve soğuk denizlerde yaşayan bir türdür. Ülkemiz kıyılarında Karadeniz, Marmara ve Akdeniz de bol miktarda bulunur. Karadeniz, Ege ve Akdeniz de üretim işletmelerinde yaygın olarak, yumurtadan pazara kadar yetiştiriciliği yapılmakta ve üretimin büyük bölümü özellikle Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilmektedir. Ülkemizde 2011 yılında 316,5 ton avcılığı yapılmış ve levrek yetiştiriciliği 47.013 ton ile alabalıktan sonra ülkemiz yetiştiriciliğinin % 24.9' luk kısmını oluşturmaktadır (TÜİK, 2011). Son derece ekonomik ve lezzetli bir tür olan levrek işleme fabrikalarında bol miktarda işlenmekte ve fabrikadan çıkan levrek atıkları uskumruda olduğu gibi değerlendirilmeden atılmaktadır.

Türkiye' de ihracat yapabilecek kapasitede sertifikal 101 adet su ürünleri işleme paketleme tesisi mevcuttur. Bu tesisler yarattıkları istihdamla kendi bölgelerine ve ihracat nedeniyle de ülke ekonomisine katkı sağlamaktadırlar. Bu işleme tesislerinde soğutulmuş, dondurularak muhafazaya alınmış, tütsülenmiş, kurutulmuş, ısıl işlem görmüş, konserve edilmiş, marine edilmiş ve diğer su ürünleri işleme teknikleri uygulanmaktadır. Prosesten kaynaklanan katı atıklar balık ve diğer

su ürünlerinin iç organları, baş, kılçık, deri gibi kısımlarından oluşmaktadır. Balık türlerine göre değişmekle birlikte gıda olarak tüketim dışındaki atıklardan kemikler ve yüzgeçler genel olarak iç organlar ile birlikte yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Türkiye’ de balık atıklarının değerlendirilmesi konusuna yönelik çalışmalar ve endüstriyel bazda kazanç mevcut değildir.

Bu çalışmada bölgemizdeki su ürünleri işleme tesislerinden elde edilen uskumru levrek işleme atıkları (kemik) kullanılarak jelatin elde edilmiştir. Bu bağlamda uskumru atıkları değerlendirilerek bu atıkların çevreye verdiği zararların (kirlilik v.s.) önlenmesiyle birlikte elde edilen jelatinin karakterizasyonu yapılmış ve fonksiyonel özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Balık Kemikleri ve Pullarından Jelatin Eldesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Alfaro ve ark., (2010) *Macrodon ancylodon* kemiklerinden elde edilen jelatinin özellikleri üzerine, NaOH konsantrasyonu (2-4/100g), ekstraksiyon sıcaklığı (60- 80 °C) ve bekletme sürelerinin (48-72 saat) etkilerini araştırmışlardır. Ekstraksiyon sıcaklığının yükselmesi ile jelatinin jel gücünün düştüğünü, NaOH konsantrasyonundaki ve bekletme süresindeki artışın ürün verimliliğini artırdığını bildirmişlerdir.

Uskumru (*Scomber scomburus*) kafa kemiklerinden farklı organik asitler kullanılarak elde edilen jelatinlerin özelliklerinin karşılaştırıldığı başka bir araştırmada, laktik asit ve tartarik asidin, jelatinin moleküler yapısını bozduğunu, organik asit kullanımının jelatinin kompozisyonunu ve fizikokimyasal özelliklerini etkilediğini bildirmişlerdir. Asetik asit ile ön işlem görerek ekstrakte edilen jelatinin daha yüksek b^* değerine sahip olduğunu ve sarı renk gösterdiğini bildirmişlerdir. Fizikokimyasal özellikler bakımından en kaliteli jelatinin sitrik ve malik asit ile ön işlem gördükten sonra ekstrakte edilen jelatin olduğunu ifade etmişlerdir (Khiari ve ark., 2011).

Nil sudağı (*Lates niloticus*)' n deri ve kemiklerinden jelatin ekstraksiyonunun gerçekleştirildiği ve fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada genç ve ergin bireyler kullanılmıştır. Hem deri hem de kemikten elde edilen jelatinin düşük molekül ağırlığında peptidlerden oluştuğunu belirtmişlerdir (Muyonga ve ark., 2004).

Liu ve ark., (2009), kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) kafa kemiklerinden, ekstraksiyon koşullarını değiştirerek üç farklı özellikte jelatin elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Wangtueai ve Noomhorm (2009), zurna balığı (*Saurida spp.*)' n pullarından elde edilen jelatinin karakterizasyonunu yaptıkları çalışmalarında, optimum NaOH konsantrasyonu ve uygulama süresi ile jelatin ekstraksiyon sıcaklığı ve süresini belirlemişlerdir.

Taheri ve ark., (2009), zurna balığı (*Saurida tumbil*)' n deri ve kemiklerinden jelatin eldesi ve karakterizasyonunu yaptıkları çalışmalarında, kemikten elde edilen jelatinin kül miktarının, deriden elde edilene göre daha yüksek, viskozitesinin ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Her ikisinin fonksiyonel özellikleri arasındaki farkların molekül ağırlığındaki farktan kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Morina' n kafa kemiklerinden jelatin ekstraksiyonunu gerçekleştiren Arnesen ve Gildberg (2006) jelatinin fonksiyonel özelliklerini morina derisinden elde edilen jelatin ile karşılaştırmışlardır. Kafa kemiği ve deriden elde edilen jelatinin benzer molekül ağırlığında, viskozitede ve jel gücünde olduğunu bildirmişlerdir.

Wang ve Regenstein (2009), Asya gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*) pullarından jelatin ekstraksiyonu öncesi, Ca tuzlarının ayrılması üzerine EDTA, HCl ve sitrik asitin etkilerini araştırmışlardır. Genellikle jelatin üretiminde balık derisi ve kemiklerinin kullanıldığını pullarında alternatif bir kaynak olduğunu bildirdikleri çalışmalarında, balık pullarındaki Ca bileşiklerinin en iyi EDTA kullanılarak uzaklaştırıldığını bu sayede, daha yüksek jel gücüne ve verimliliğe sahip jelatin üretilebileceğini ifade etmişlerdir.

Haddar, (2011), ton balığı (*Thunnus thynnus*) kafa kemiklerinden jelatin elde ettiği ve fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini belirlediği çalışmasında, jelatin verimini %18,1 (kuru ağırlık), protein miktarını %88,3, yağ miktarını % 1,1 olarak bildirmiştir. Sığır jelatini ile mukayese edildiğinde daha düşük emülsüfiye kapasitesi ve yağ tutma kapasitesi, daha yüksek su tutma kapasitesi gösterdiği bildirilmiştir.

Kolodziejska ve ark., (2008), farklı balık atıklarından (morina kafa ve omurga kemikleri, taze ve soğuk tütsülenmiş somon derisi, tuzlanmış ve marine edilmiş ringa derisi) jelatin eldesi üzerine ekstraksiyon süresi ve sıcaklığının etkisini araştırmışlardır. 45 °C' de jelatin ekstraksiyonu yapılan, taze somon derisi ve morina omurga kemiklerinden elde edilen jelatinin veriminin %71-75, tütsülenmiş somon derisinden elde edilen jelatinin veriminin ise % 86 bulunduğunu bildirmişlerdir. Balık derisi için 45 °C ekstraksiyon sıcaklığı ve 15-60 dakika ekstraksiyon süresinin balığın türüne bağlı olarak jelatin hazırlamada optimum koşulları sağladığı

bildirilmiştir. SDS-PAGE analizinde balık derisinden elde edilen jelatinin domuz derisinden elde edilen jelatine göre daha az yıkıma uğradığı rapor edilmiştir.

2.2. Balık Derisinden Jelatin Eldesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Acipenser schrenckii (kültür mersin balığı) derisinden jelatin eldesi ve karakterizasyonu isimli bir çalışmada, elde edilen jelatinin elektroforetik analizinde iki önemli protein bantı içerdiği (α -zinciri ve β - zinciri), jelatinin veriminin % 19,6 bulunduğu bildirilmiştir. FTIR spektroskopisinde, temel absorpsiyon bantının 3414,73, 1640,60, 1534,57 ve 1235,01 cm^{-1} de amid A, I, II ve III bulunduğu ifade edilmiştir (Nikoo ve ark., 2011).

Mohtar ve ark., (2010), *Macruronus novaezelandiae* (bir tür mezgit) derisinden jelatin ekstraksiyonunun optimizasyonunu jel gücü ve SDS-PAGE ile belirlemişlerdir. Ekstraksiyon için optimum koşulların 0,75 M NaCl de 9 d bekletildikten sonra 49,3°C' de 60 d sıcak suda ekstraksiyon ile gerçekleştirildiğini rapor etmişlerdir.

Cho ve ark., (2005), *Thunnus albacares*' in derisinden elde edilen jelatini memeli jelatini ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, deriden elde edilen jelatinin jel gücü, jelleşme ve erime noktası ile viskozitesi gibi fiziksel özelliklerini karşılaştırmışlardır. Deriden elde edilen jelatinin jel gücü domuz ve sığır jelatinine göre daha yüksek olduğunu, ancak jelleşme ve erime noktalarının düşük bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Jamilah ve Harvinder (2002) siyah (*Oreochromis mossambicus*) ve kırmızı tilapia (*Oreochromis nilotica*)' nın derilerinden elde edilen jelatinin özelliklerini belirlemişlerdir. Ekstraksiyonu % 0,3 NaOH ve %1 sitrik asit ile gerçekleştirmişler, renk, pH, koku, viskozite, erime noktası ve amino asit profilini belirlemişlerdir. Siyah tilapia derisinden elde edilen jelatinin güçlü bir balığımsı kokuya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Her iki türün derisinden elde edilen jelatinin benzer görünümde ve parlaklıkta olduğunu pH değerinin 3 civarında olduğunu belirttikleri çalışmalarında siyah tilapia derisinden elde edilen jelatinin daha yüksek viskoziteye ve erime noktasına sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Boran ve Regenstein (2009), sazan deri atıklarından jelatin eldesi ve karakterizasyonu isimli araştırmalarında, elde ettikleri jelatinin verimi, jel gücü ve viskozitesini belirlemişlerdir. Optimum ekstraksiyon koşulunu 0,1 N HCl konsantrasyonu, 50 °C ekstraksiyon sıcaklığı ve 45 d asit ile ön işlem uygulayarak bulduklarını ifade etmişlerdir.

Balık (morina, megrim, ton ve tilapya) jelatininin reolojik özelliklerini sığır ve domuz jelatini ile karşılaştıran Gudmundsson (2002), farklı balık jelatinlerinin düşükten yükseğe farklı viskozitelere ve jel güçlerine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Zhou ve Regenstein (2004), mezgit derisinden jelatin ekstraksiyon koşullarının optimizasyonunu araştırdıkları çalışmalarında, ön işlem sıcaklığı ve süresi, OH⁻ konsantrasyonu, H⁺ konsantrasyonu, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi ile deri/su oranı olmak üzere 7 farklı parametreyi araştırmışlardır.

Montero ve Gomez-Guillen (2000), megrim (*Lepidorhombus boscii*) derisinden kollojen ve jelatin elde ederek fonksiyonel özelliklerini belirlemişlerdir. Jelatinin fiziksel özelliklerinin ekstraksiyon koşullarından etkilendiğini bildirerek, yüksek kaliteli, çözünmeye hazır jelatinin NaCl ile ön işlem görmüş, NaOH ile muamele edilen ve 0,05 M asetik asitte bekletilen deri örneklerinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Farklı yöntemlerle muhafaza edilen kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) derisinden elde edilen jelatinin reolojik özelliklerinin belirlendiği başka bir çalışmada, 50mmol/l asetik asit kullanılmıştır. Molekül ağırlığı, jel gücü, viskozite, jelleşme noktası ve erime noktası parametrelerinin karşılaştırıldığı çalışmada, düşük sıcaklıkta muhafaza edilen derilerden elde edilen jelatinin erime noktasının yüksek bulunduğunu ifade etmişlerdir. Donmuş ve taze deriden elde edilen jelatinin kurutulmuş deriden elde edilene göre daha yüksek jel gücüne sahip olduğunu bildirmişlerdir (Liu ve ark., 2008).

Zhou ve Regenstein (2005), Alaska mezgiti derisinden jelatin ekstraksiyonu üzerine farklı konsantrasyonlarda, farklı alkali ve asitler ile ön işlem uygulanmasının etkilerini belirledikleri çalışmalarında, 0,5 mol/l' den daha düşük konsantrasyondaki alkali çözeltisinin derideki kollojende önemli bir kayıp olmaksızın, kollojen olmayan

proteinleri uzaklaştırdığını ifade etmişlerdir. Düşük asit konsantrasyonlarında asit kullanılsa bile kollojen miktarını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Gimenez ve ark., (2005), balık derisinden jelatin ekstraksiyonunda ön işlemede kullanılan laktik asit ile asetik asiti karşılaştırdıkları çalışmalarında, jelatinin ekstraksiyon verimini, amino asit kompozisyonunu, molekül ağırlığını, jel gücünü ve viskozitesini karşılaştırmışlardır. 25mM laktik asit kullanımının asetik asit yerine geçebileceğini, olumsuz bir organoleptik özellik olmaksızın, benzer özellikte jelatin elde edilebileceğini rapor etmişlerdir.

Ninan ve ark., (2011), *Labeo rohita* (rohu) ve *Cyprinus carpio* (sazan) derisinden jelatin ekstraksiyonu ve karakterizasyonu isimli araştırmalarında, elde ettikleri jelatinin fizikokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Jelatin verimini %12,93 ve %12, viskozitesini 6,06 cP ve 5,96 cP bulduklarını ifade etmişlerdir. Rohudan elde edilen jelatinin erime noktası ve yağ tutma kapasitesinin sazan derisinden elde edilen jelatine göre daha yüksek olduğunu, her iki jelatinin renginin beyaz ve parlak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Choi ve Regenstein (2000), domuz ve balık jelatininin fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, balık jelatininin domuz jelatinine oldukça benzer özellikler gösterdiğini, pek çok gıda uygulamalarında domuz jelatini yerine kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Tavakolipour (2011), gümüş sazanı atıklarından (yüzgeç ve deri) asit ve alkali yöntemi kullanarak jelatin ekstraksiyonu gerçekleştirmiştir. Elde ettiği iki tip jelatinin besin kompozisyonu, jel gücü, viskozitesi, erime noktasını değerlendirdiği çalışmada, alkali yöntemi ile elde ettiği jelatinin jel gücü ve viskozitesinin asit yöntemi ile elde ettiğine göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sazan atıklarından elde edilen jelatinlerin memeli jelatinine göre daha yüksek protein (%86-88) daha düşük jel sıcaklığına sahip olduğunu belirtmiştir. Sazan atığından elde edilen jelatinin gıda endüstrisinde kullanılabilecek kalitede olduğunu rapor etmiştir.

Yoshimura ve ark., (2000), köpek balığından elde edilen jelatinin fiziksel özelliklerini domuz jelatini ile karşılaştırmışlardır. Köpek balığından elde edilen jelatinin domuz jelatinine göre sadece jel karakterizasyonu yönünden değil aynı zamanda çözünürlüğü yönünden de farklı özelliklerde olduğunu bildirmişlerdir.

Irwandi ve ark., (2009) Malezya' da farklı balık türlerinin (*Epinephelus fasciatus*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Rastrelliger kanagurta*, *Pristipomodes typus*) derilerinden asit ekstraksiyon yöntemi ile jelatin elde etmişler ve karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Kar beyazı renkte ve kristale benzer parlaklıkta jelatin elde ettiklerini bildirdikleri çalışmalarında, *Epinephelus fasciatus*'dan elde edilen jelatinin güçlü bir balıgımsı kokuya sahip olduğunu bunu *Lutjanus argentimaculatus*, *Rastrelliger kanagurta* ve *Pristipomodes typus*' den elde edilen jelatinlerin izlediğini rapor etmişlerdir.

Sarabia ve ark., (2000) *Lepidorhombus boscii* (megrim) derisinden asidik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilne jelatinin viskoelastik özellikleri üzerine çeşitli tuzların etkilerini araştırmışlardır. Tuzların jelatinin jelleşme süresini uzattığını, $MgSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$ veya $NaHPO_4$ tuzlarının ilavesiyle erime sıcaklığının yükseldiğini bildirmişlerdir.

Gomez-Guillen ve ark., (2002), farklı deniz balıklarından ekstrakte edilen jelatinin yapısal ve fiziksel özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, megrim (*Lepidorhombus boscii*), dil (*Solea vulgaris*), morina (*Gadus morhua*), berlam (*Merluccius merluccius*) ve kalamar (*Dosidicus gigas*) kullanmışlardır. Dil ve megrim balıklarından elde edilen jelatinin morina ve berlamdan elde edilen jelatine göre daha iyi jelleşme yeteneğinde ve termostabilitede olduğunu bildirmişlerdir. Kalamardan elde edilen jelatinin diğerlerine göre viskozitesinin orta düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir.

Pisi balığı (*Platichthys flesus*) derisinden ekstrakte edilen jelatinin moleküler ve reolojik özellikleri üzerine, derinin dondurulmasının etkisini araştıran bir çalışmada taze, $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de ve $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de dondurulan deri kullanılmıştır. $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de dondurulan deriden elde edilen jelatinin taze deriden elde edilen jelatine göre daha düşük jel gücü, daha yüksek erime noktasına sahip olduğu bildirilmiştir. SDS-PAGE analizinde taze deriden elde edilen jelatinin yüksek molekül ağırlığında ve daha belirgin α , β ve γ bantlarına sahip olduğu rapor edilmiştir (Fernandez-Di'az ve ark., 2003).

Leuenberger (1991), farklı memeli ve balık jelatinlerinin viskozitelerini ve jelleşme özelliklerini araştırdığı çalışmasında, balık jelatinlerinin düşük jelleşme sıcaklığı ve yüksek viskozite gösterdiğini rapor etmiştir.

Arnesen ve Gildberg (2007), Atlantik somonu ve morina derisinden asit ekstraksiyon yöntemi ile jelatin elde edip karakterize etmişlerdir. Somondan elde edilen jelatinin jelleşme sıcaklığının morinadan elde edilen jelatine göre biraz yüksek bulunduğunu, yüksek sıcaklıkta ekstrakte edilen jelatinlerin düşük jel gücüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Cheow ve ark., (2007), *Johnius dussumieri* ve *Decapterus macrosoma* derilerinden elde ettikleri jelatinin renk, görünüm, pH, viskozite, erime noktası ve amino asit profillerini belirlemişlerdir. *Johnius dussumieri*' den elde ettikleri jelatinin verimini oldukça yüksek bulduklarını, pH' ının *Decapterus macrosoma*'dan elde edilen jelatine ve sığır jelatinine göre düşük bulunduğunu bildirmişlerdir.

Koli ve ark., (2011), *Otolithes ruber* ve *Nemipterus japonicus* deri ve kemiklerinden jelatin ekstraksiyonu ve fonksiyonel karakterizasyonu isimli araştırmalarında, iki türün derilerinden elde edilen jelatin veriminin %7,56 ve 5,57 kemikten elde edilen jelatin veriminin ise % 4,57 ve %3,55 olduğunu belirtmişlerdir. *Otolithes ruber*' in deri ve kemiklerinden elde edilen jelatinin jel gücünün daha yüksek bulunduğunu, benzer şekilde viskozite, erime noktası, su tutma kapasitesi özelliklerinde *Nemipterus japonicus*' un deri ve kemiklerinden elde edilen jelatinin özelliklerine göre yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Gimenez ve ark., (2005), etanol, etanol-gliserol karışımı ve deniz tuzu kullanılarak havada kurutulmuş ve 160 gün oda ısısında depolanmış dil balığı (*Solea vulgaris*) derisinden depolamanın farklı günlerinde jelatin ekstraksiyonu gerçekleştirerek, molekül ağırlığı, jel gücü, erime ve jelleşme noktası, viskozite gibi özelliklerini belirlemişlerdir. Tüm kurutma yöntemlerinin jelatinin özellikleri üzerine benzer etkisinin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Gökkuşığı alabalığı derisinden ekstrakte edilen jelatinin fiziko-kimyasal özelliklerinin optimizasyonu isimli bir başka çalışmada, NaOH konsantrasyonu (0,01-0,21 N), asetik asit konsantrasyonu (0,01-0,21 N) ve ön-işlem süresinin (1-3 saat) jelatinin verimi, molekül ağırlığı, jel gücü, viskozitesi ve erime noktası üzerine

etkileri araştırılmıştır. Ön işlem süresince H iyonları konsantrasyonunun, jelatinin molekül ağırlığı, erime noktası ve jel gücü üzerine önemli etki gösterdiği bildirilirken, OH iyonları konsantrasyonunun ekstraksiyon verimi ve viskozite üzerine etkileri bulunduğu ifade edilmiştir (Tabarestani ve ark., 2010).

Balistes capriscus derisinden elde edilen jelatinin kimyasal kompozisyonu ve karakterizasyonunun yapıldığı çalışmada, jelatin asit ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Jelatin verimi 5,67/100g, deri örneği (yaş ağırlık), protein içeriği 89,94/100g ve yağ içeriği 0,28/100g olarak bildirilmiştir. Sığır jelatinine göre nispeten düşük su tutma kapasitesi, yüksek yağ tutma kapasitesi gösterdiği ifade edilmiştir (Jellouli ve ark., 2011).

Balti ve ark., (2011), mürekkep balığı (*Sepia officinalis*) derisinden elde edilen jelatinin fonksiyonel özelliklerini sığır jelatini ile mukayese etmişlerdir. Yüksek protein miktarı (%91,35), düşük yağ miktarı (%0,28) belirlediklerini, su tutma kapasitesinin sığır jelatinine göre düşük, yağ tutma kapasitesinin ise yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

See ve ark., (2010), tatlı su balıklarının (*Channa striatus*, *Clarias batrachus*, *Pangasius sutchi* ve *Oreochromis niloticus*) derilerinden elde ettikleri jelatinin fizikokimyasal özelliklerini ticari balık jelatini ve sığır jelatini ile karşılaştırmışlardır. Jelatin verimini %10,78-27,79 olarak belirledikleri çalışmalarında, ekstrakte edilen dört jelatininde protein içeriğinin ticari olan jelatinlere göre düşük, lipit içeriğinin ise yüksek bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ekstrakte edilen jelatinlerin pH değeri ticari jelatinlere göre yüksek bulunurken, görünüm açısından beyaz renkte olduğu L^* değerinin ticari olanlara göre daha yüksek a^* değerinin ise daha düşük bulunduğu rapor edilmiştir.

Al-Saidi ve ark., (2011), farklı asit konsantrasyonu ve ekstraksiyon sıcaklığında *Lethrinus microdon* derisinden elde edilen jelatinin, fiziko-kimyasal özellikleri (kimyasal kompozisyon ve renk) ile termal özelliklerini memeli jelatinleri ile karşılaştırmışlardır. Ekstraksiyon koşullarının genel olarak jelatin verimi, protein içeriği ve renk üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca balık derisinden elde edilen jelatinin termal ve mekanik özelliklerinin memeli jelatinlerinden farklı özellik gösterdiği rapor edilmiştir.

Mohtar ve ark., (2011), *Macruronus novaezelandiae* derisinden elde edilen jelatinin bazı fiziko-kimyasal özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, 0,75 M NaCl' de 9 d önşlem uyguladıklarını, ekstraksiyon sıcaklığının 49,3 °C ve süresinin 60 d olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen jelatinin, jel gücü diğer balık jelatinlerinden yüksek bulunurken, domuz ve sığır jelatininden düşük bulunmuştur.

Kharyeki ve ark., (2011), köpek balığı (*Carcharhinus dussumieri*) derisinden elde edilen jelatinin fiziko-kimyasal özellikleri üzerine ekstraksiyon koşullarının etkisi isimli araştırmalarında, farklı NaOH konsantrasyonu (0,01-1 N), HCl konsantrasyonu (0,01-1 N) ve ekstraksiyon süresi (3-8 saat) uygulayarak ham protein içeriği, viskozite değerlerini karşılaştırmışlardır. Optimum ekstraksiyon koşulunu, 0,92 N NaOH, 0,01 N HCl konsantrasyonunda ve 5,45 saat ekstraksiyon süresinde belirlediklerini bu koşullarda % 93,1 protein içeriğine ve 10,21 (mPa.s) viskoziteye sahip jelatin elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Uriarte-Montoya ve ark., (2011), Dev kalamar (*Dosidicus gigas*) derisinden jelatin elde ettikleri çalışmalarında kimyasal ve biyofiziksel karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Jelatin verimini %7,5 (yaş ağırlık), protein içeriğini (%89) olarak bildirmişler ve kalamar derisinden elde edilen jelatinin gıda uygulamalarında kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kemik Örneklerinin Toplanması

Kemik örnekleri, yerel balık işleme fabrikalarının atık bölümünden temin edilmiştir. Örnekler Çukurova Üniversitesi Su ürünleri fakültesi laboratuvarına getirilip çalışmada kullanılmak üzere -20 °C' de depolanmıştır.



Şekil 3.1. Balık kemikleri



Şekil 3.2. Kemik örneklerinin yıkanması

3.2. Metod

3.2.1. Kemik Örneklerinin Ekstraksiyon İçin Hazırlanması

Yağlarından arındırılmak üzere kemik örnekleri 35 °C’ de sirkülasyonlu su banyosunda (Daihan Scientific Water Bath WB-11) bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örnekler yaklaşık 23 °C’ de saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işlemi tamamlanan örnekler öğütücüye (Yılmazlar Süper Öğütücü Makina) alınmıştır. Öğütülen örnekler tekrar saf su kullanılarak yıkanmış ve % 3’ lük HCl çözeltisinde 10 °C sıcaklıkta (Aqua Lytic Termostatik Kabin) 24 saat süre ile demineralizasyonları sağlanmıştır. 24 saat sonunda kemik örnekleri pH 4’ ün üzerine çıkana kadar saf su ile muamele edilmiştir.



Şekil 3.3. Öğütücüye alınan kemik örnekleri



Şekil 3.4. Öğütülmüş kemik örnekleri



Şekil 3.5. Yıkamaya alınan kemik örnekleri



Şekil 3.6. Demineralizasyona hazırlanan çözelti



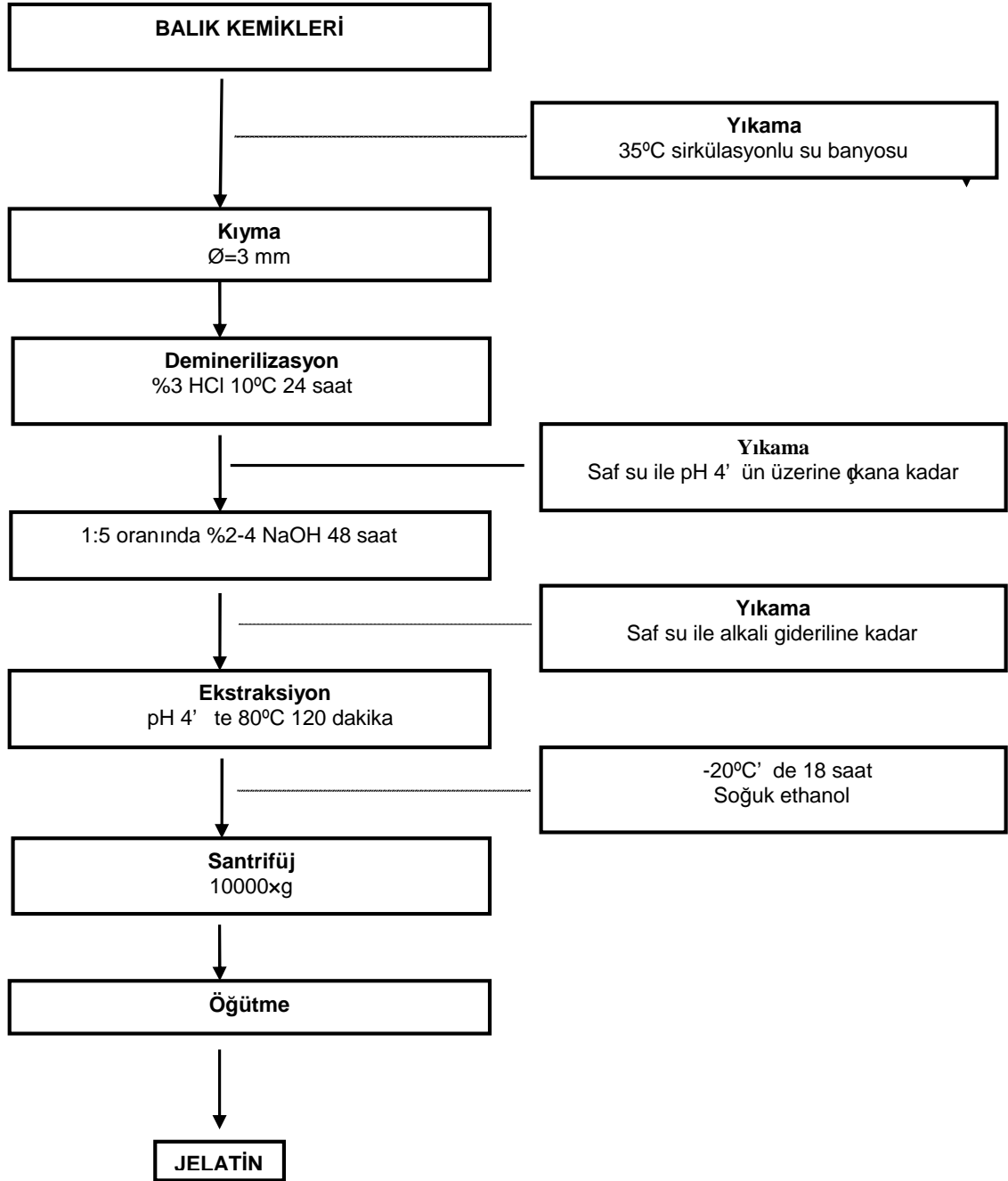
Şekil 3.7. Levrek oseini



Şekil 3.8. Uskumru oseini

3.2.2. Jelatin Ekstraksiyonu

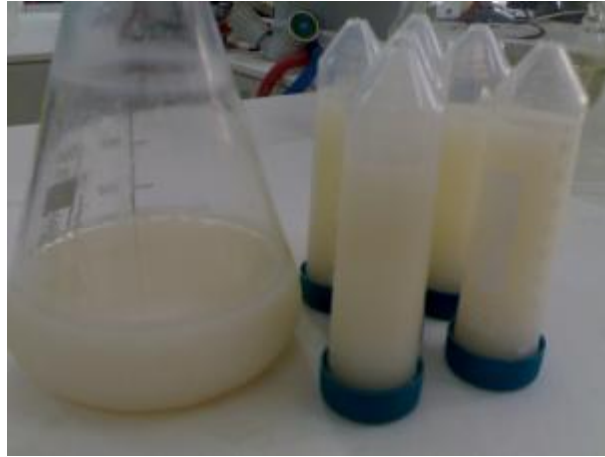
Deminerale edilmiş kemik örnekleri belirli zaman aralıklarında, el ile çalkalanmak sureti ile 48 saat boyunca % 2-4 NaOH çözeltisinde kemik oranı 1:5 olacak şekilde ekstraksiyon öncesi ön işlem gerçekleştirilmiştir. Örnekler fazla alkalinin uzaklaştırılması için saf su ile yıkanmıştır. Fosforik asit kullanılarak pH' ı 4' e ayarlanan örnekler 80 °C' de 120 dakika çalkalanarak ekstraksiyon (Buchi Totavapor R-210) işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonunda örnekler 10000Xg' de 60 dakika santrifüj (Hettich Rotina 420 R) edilmiş ve çözelti filtre kağıdından geçirilmiştir. Filtre edilen örnekler soğuk ethanol ile -20 °C' de 18 saat proteinlerinin çökmesi için bekletilmiştir. Bu süre sonunda çökelti santrifüj edilerek örnekler liyofilize (Labconco Freezone 2,5) edilmiştir. Ekstraksiyonu tamamlanan örnekler öğütülmüş (Sinbo SMC-2914) ve kavanozlar içerisinde muhafaza edilmiştir (Alfaro ve ark., 2009).



Şekil 3.9. Jelatin üretimi akış şeması



Şekil 3.10. Jelatin ekstraksiyonu



Şekil 3.11. Santrifüje hazır örnekler



Şekil 3.12. Liyofilizasyon aşaması

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Temel Besin Bileşenleri Analizleri

3.2.3.1.(1). Ham Protein Analizi

Protein analizi AOAC (1990) yöntemine göre yapılmıştır. Yaklaşık 0,5 g homojenize edilmiş örnek 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır.

Bu tüplerin üzerine 1' er adet katalizör tableti, 6 ml H₂SO₄ ve 1 ml H₂O₂ eklenmiştir. Yakma ünitesinde 420°C' de örnekler yeşil-sarı saydam bir renk alıncaya kadar yakılmış ve oda ısısında soğumaya alınmıştır. Tüplerin üzerine 20 ml saf su, 40 ml % 40' luk NaOH ve 20 ml % 4' lük borik asit ilave edilmiştir. Diğer taraftan bir erlen içersine 3 damla metil kırmızısı eklenmiş ve distilasyona geçilmiştir. Erlen 100 ml sıvı toplanıncaya kadar distilasyona devam edilmiş ve elde edilen distilat 0,1 N HCl ile titre edilmiştir.

Örneklerdeki ham protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein Oranı}(\%) = \frac{0,1 \times 14 \times 6,25 \times 100 \times (\text{Örneğin sarf.} - \text{kör sarf.} / \text{ö.m.})}{1000} \quad (3.1)$$

3.2.3.1.(2). Lipit Analizi

Lipit analizi için Bligh ve Dyer (1959)' in yöntemi kullanılmıştır. Homojenizasyondan sonra, 10 g örnek 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 1:2 oranında metanol-kloroform karışımından 120 ml eklenmiş ve ultratorax yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenize edilen bu örneklerin üzerine % 0,4' lük CaCl₂ solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzme kâğıdından süzülen örnekler, 105°C' de 2 saat kurutma dolabında önceden bekletilip darası alınmış olan balon jojelere aktarılmıştır. Balon jojelerin ağzı parafilm ile

kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol+su tabakası, bir ayırma hunisi yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Balon joje içinde kalan solüsyondaki kloroform+lipit kısmından kloroform, 60°C' de su banyosu yardımıyla bir rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra, balon jöjeler etüvde 1 saat süre ile 90°C' de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamen uçması sağlanmıştır. Son olarak bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmış ve ortalama lipit oranları % olarak bulunmuştur.

$$Lipit (\%) = \frac{[(Balon\ joje\ darası + Lipit) - (Balon\ joje\ darası)] \times 100}{Örnek\ miktarı} \quad (3.2)$$

3.2.3.1.(3). Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Kuru madde ve ham kül analizleri için örnekler iyice homojenize edilmiş ve etüvde kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan porselen krozelere, yaklaşık 3 g tartılarak konmuştur. Porselen krezeler etüve yerleştirilmiş ve 105 °C' de yaklaşık 4 saat süreyle sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Daha sonra örnekler desikatöre alınmış ve oda ısısına geldikten sonra 0,1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır.

Ham kül tayini için örnekler yakma fırınına yerleştirilmiş ve 550°C' de sabit ağırlığa gelene kadar yakılmış ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Analiz sonucunda örneklerin kuru madde ve ham kül oranları % olarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Kuru\ madde\ (\%) = \frac{Son\ tartım - Dara}{Örnek\ miktarı} \times 100 \quad (3.3)$$

$$\text{Ham kül (\%)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.4)$$

3.2.4. Fiziksel Analizler

3.2.4.1. pH Ölçümü

Örneklerin pH değerlerinin ölçümleri Lima Dos Santos ve ark (1981)' na göre yapılmıştır. pH ölçümleri için örnekler 1:10 oranında saf su eklendikten sonra ultratoraksta homojenize edilmiş ve dijital bir pH metre ile ölçülmüştür.

3.2.4.2. Renk Ölçümü

Renk ölçümlerinde, Calder (2003)' in belirttiği yöntemle göre Hunter Lab Scan (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak L^* , a^* , b^* değerleri kaydedilmiştir. Renk ölçümleri çipura filetoalarının 3 farklı yüzeyinde gerçekleştirilmiştir. Analize başlamadan önce cihaz beyaz plaka ve siyah plaka ile kalibre edilmiştir.

L^* değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); ' a^* ' değeri kırmızı; ' b^* ' değeri yeşil; ' b^* ' değeri sarı ve ' b^* ' değeri mavi renkleri temsil etmektedir.

3.2.5. Erime Noktasının Belirlenmesi

%10' luk jelatin çözeltisi akualitik termostatik kabinde 7 °C' de 16 saat bekletildikten sonra 10 °C' lik su banyosuna yerleştirilen örnekler sıcaklık 45 °C' ye gelinceye kadar ısıtılmış ve erime noktası belirlenmiştir.

3.2.6. Jelleşme Noktasının Belirlenmesi

%10' luk jelantin çözeltisi hazırlanmış ve 40 °C' lik su banyosuna yerleştirilmiştir. Örnekler bir süre su banyosunda bekletildikten sonra, dakikada 15 saniye aralıklar ile 2 °C sıcaklık düşecek şekilde soğuk su eklenmiş ve termometre ile sürekli ölçüm yapılmıştır. Örnek içine daldırılan termometrede damlalar bitinceye kadar analiz devam ettirilmiş ve jelleşme noktası belirlenmiştir.

3.2.7. Viskozite

Viskozite ölçümlerinde Cannon Viscometer No: 75 kullanılmıştır. Viskozimetre sabiti olarak sertifikada belirtilen 0,009047 mm² /sn² (cSt/s) kullanılmıştır. Kinematik viskozite aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Viskozite (g/l)} = \frac{\text{Akış Zamanı}}{\text{Viskozimetre sabiti}} \times \text{çözelti \%} \quad (3.5)$$

1, 3 ve 5 g/l jelatin sırayla saf su içerisinde çözdürülmüş ve 50 °C, 60°C ve 70°C sıcaklıklarda viskozite ölçümleri yapılmıştır.

3.2.8. Jelatin Verimi

Jelatin verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Kuru jelatin ağırlığı}}{\text{Yaş osein ağırlığı}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.9. İstatistiksel Analizler

SPSS 15 paket programı kullanılarak iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz sonucuna göre önemli düzeyde farklı çıkan uygulamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir (Özdamar, 2002).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Jelatin Verimi

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin verimi Çizelge 4.1 ve ilgili grafik ise Şekil 4.1.' de verilmiştir.

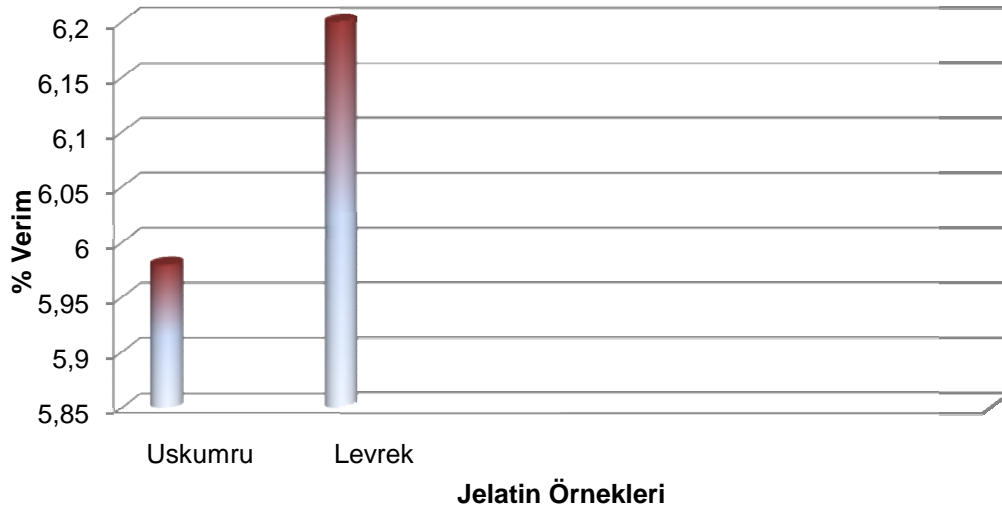
Jelatin üretiminde önemli hususlardan birisi ürün verimidir. Ürün verimi en basit şekliyle ekstraksiyon sonunda elde edilen protein miktarının, jelatin üretiminde kullanılan toplam hammaddeye oranı olarak değerlendirilmektedir. Bu şekilde yapılan değerlendirmelerde bazı hatalar olabilmektedir. Öncelikle, elde edilen proteinin tamamının kollojen ya da jelatin olduğu varsayımı doğru değildir. Aslında bu şekilde hesaplanan ürün verimi, sadece genel protein verimi olarak belirtilmelidir. Söz konusu ürün jelatin olduğuna göre, hammaddede bulunan jelatinin ne kadarının son ürünle birlikte alınabildiği gerçek ürün verimi olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle, çalışmamızda jelatin miktarının doğrudan tespit edilebildiği yöntem (Woessner metodu) kullanılmıştır. Jelatin verimi 100g oseinden elde edilen gram kuru jelatin ağırlığı olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.1.Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimleri

Jelatin	Verim (%)
Uskumru	5,98±0,02
Levrek	6,20±0,06

± Standart sapmayı göstermektedir.

Çalışmamızda uskumru kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimi (% 5,98) ile levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimi (% 6,20) benzer bulunmuştur (P>0,05).



Şekil4.1.Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimleri

Balık derisi ve kemiklerinden jelatin ekstraksiyonu yapılan çalışmalarda doğrudan jelatin veriminin hesaplandığı durumlarda,kullanılan hammadde deri ise verim %10' un üzerinde,hammadde kemik, kıkırdak, balık pulu veya kemiği ise verim %5' e kadar düşmüştür (Boran, 2011). Nitekim, farklı balık türlerinin derilerinden elde edilen jelatinlerin verimleri sırasıyla *Clarias batrachus* için %27,9,*Pangasius sutchi* için %10,78 (See ve ark,2010), siyah tilapya için % 5,4, kırmızı tilapya için % 7,8 (Jamilah ve Harvinder,2002), *Lepidorhombrus boscii* (megrim) için % 7,4, dil balığı için % 8,3, morina için % 7,2, berlam için % 6,5 (Gomez-Guillen ve ark, 2002), *Decapterus macrosoma* için %7,3 (Cheow ve ark, 2007) bulunmuştur.

Balık pulu, kemik ve kıkırdak gibi dokularda deri ile benzer oranlarda protein yada kollojen bulunmasına rağmen; bu dokularda özellikle kalsiyum gibi mineral maddeler fazla olduğu için, bu minerallerin ekstraksiyondan önce uzaklaştırılması gereklidir. Bu ön işlemler, ürün verimini düşürmektedir. Elde edilen ürün verimi ekstraksiyon koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir (Boran ve Regenstein, 2009). Bizim çalışmamızda uskumru ve levrek kemikleri kullanılmasına rağmen elde edilen ürün verimi, balık derisinin kullanıldığı diğer çalışmalardaki ürün verimi ile mukayese edildiğinde fazla düşük bulunmamıştır. Elde edilen yüksek verim miktarı uskumru ve levrek kemiğinden, kollojenin yeterince hidroliz edildiğini göstermektedir.

4.2. Jelatinlerin Besin Bileşenleri Kompozisyonu

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları Çizelge 4.2. ve ilgili grafik Şekil 4.2.' de verilmiştir.

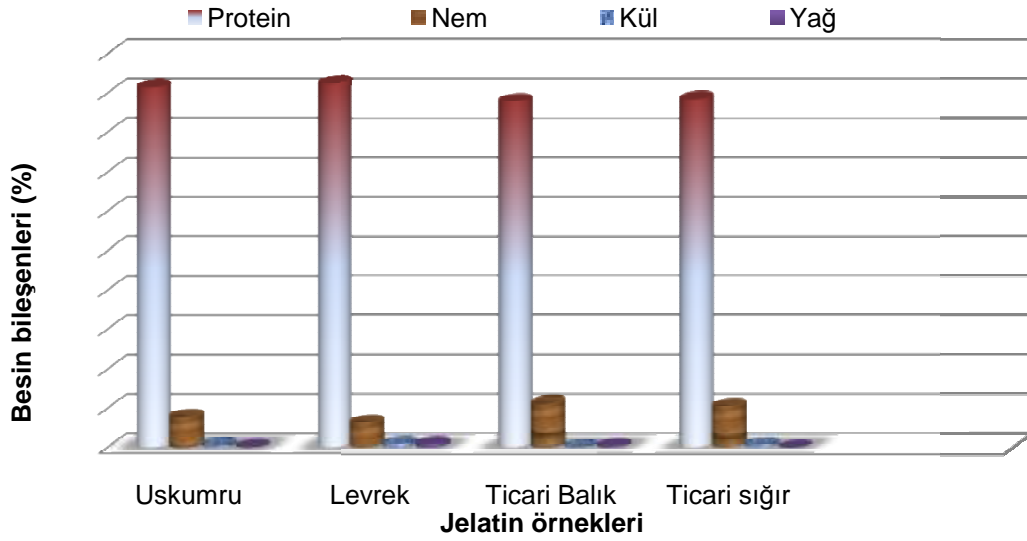
Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları Çizelge 4.2.' de verilmiştir. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin yağ miktarı (% 0,1) ticari balık jelatininden önemli miktarda düşük ($P<0,05$), ticari sığır jelatini ile benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Jelatinlerin yağ içermemesi istenilen bir durumdur. Bu durum jelatinin ekstraksiyonu esnasında kemiklerden yağların uzaklaştırılması işleminin istenildiği derecede gerçekleştirildiğini göstermektedir. Ekstrakte edilen jelatinlerin yağ içeriği bu anlamda ticari jelatinlerden bile düşük bulunmuştur. Benzer şekilde Muyonga ve ark (2004), Nil sudağı (*Lates niloticus*)' m deri ve kemiklerinden elde ettikleri jelatinin yağ içeriğini oldukça düşük (%0,5) bulmuşlardır. Ninan ve ark (2010), sazan ve *Labeo rohita* derisinden elde ettikleri jelatinin lipid içeriğini sırasıyla %0,62 ve 0,57 bulduklarını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. 2. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları (%)

Besin Bileşenleri(%)	Uskumru Jelatini	Levrek Jelatini	T.Balık Jelatini	T.Sığır Jelatini
Protein	91,47 ± 0,2 ^b	92,42 ± 0,08 ^c	87,94 ± 0,06 ^a	88,49 ± 0,10 ^a
Nem	7,88 ± 0,10 ^a	6,40 ± 0,02 ^b	11,34 ± 0,00 ^c	10,70 ± 0,10 ^d
Kül	0,52 ± 0,10 ^{a,b}	1,03 ± 0,09 ^c	0,20 ± 0,00 ^a	0,70 ± 0,02 ^{b,c}
Yağ	0,10 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,01 ^a	0,5 ± 0,06 ^b	0,09 ± 0,05 ^a

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($P<0,05$) belirtmektedir

Hem ticari hem de ekstrakte edilen jelatinlerin protein içerikleri oldukça yüksek bulunmuştur. Uskumru (%92,47) ve levrek (%92,42) kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin protein içeriği, ticari balık (%87,9) ve sığır jelatinlerine (%88,49) göre önemli miktarda yüksektir ($P<0,05$).



Şekil 4.2. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin besin bileşenleri kompozisyonları

Muyonga ve ark (2004), nil sudağının deri ve kemiklerinden elde ettikleri jelatinlerin protein içeriğini %88,8 ve %83,3, Khiari ve ark., (2011), uskumru kafasından 3 farklı asit ile ön işlem uygulayarak ekstrakte ettikleri jelatinlerin protein içeriklerini %88,5-89,4, Alfaro ve ark., (2011), *Macrodon ancylodon* kemiklerinden ekstrakte ettikleri jelatinin protein içeriğini ise %82,3 olarak bulmuşlardır.

Al-Saidi ve ark., (2011), *Lethrinus microdon* (shaari fish) derisinden farklı ekstraksiyon koşullarında elde ettikleri jelatinlerin protein içeriğini ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak % 64,7 ile 89,0 arasında bulduklarını rapor etmişlerdir.

Gümüş balığı pullarından ekstrakte edilen jelatinin protein içeriği % 86,9 (Wangtueai ve Noomhorm 2009), kanal kedi balığı kafasından ekstrakte edilen jelatinlerin protein içeriği %76,2-78,1 (Liu ve ark., 2009),sazan derisinden elde edilen jelatinin protein içeriği %89,8 ve *Labeo rohita* derisinden elde edilen jelatinin protein içeriği %90,4 (Ninan ve ark, 2010), iki mercan türünün derisinden elde edilen jelatinin protein içerikleri ise %87,9-88,6 (Jongjareonrak ve ark., 2006) olarak bulunmuştur.

See ve ark., (2010), dört tatlı su balığı derisinden elde ettikleri jelatinleri ticari balık ve sığır jelatinleri ile mukayese ettikleri çalışmalarında, *Channa striatus* derisinden ekstrakte edilen jelatinin %87,8, *Clarias batrachus* derisinden ekstrakte edilen jelatinin %81,6, *Pangasius sutchi* derisinden ekstrakte edilen jelatinin % 75,6

ve *Oreochromis niloticus* derisinden ekstrakte edilen jelatinin % 89,7 protein içerdiğini bildirmişlerdir. Ticari balık jelatininin proteinini %92,7, sığır jelatinini ise %95,9 olarak rapor etmişlerdir.

Balık derisi ve kemiklerinden elde edilen jelatinlerin protein içerikleri arasındaki farklılıkların ekstraksiyon koşullarına (asidin konsantrasyonu ve sıcaklık vb.) bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Kollojenin jelatine dönüşümünün tam olarak sağlanamadığı koşullarda, düşük protein içeriğine sahip jelatin elde edilmektedir. Kollojenin jelatine dönüşümü esnasında, hidrojen bağlarındaki yıkılmanın sıcaklığın yükselmesiyle arttığı bildirilmiştir (Djabourov ve ark., 1993). Bizim çalışmamızda, uskumru ve levrek kemiklerinden elde edilen jelatinlerin protein içeriği diğer çalışmalarda hem balık derisinden hem de kemiğinden ekstrakte edilen jelatinlerin protein içeriğine göre nispeten yüksektir. Bunun nedeninin kullanılan balığın türü ve ekstraksiyon koşullarında yapılan optimizasyon ile gerçekleştiği söylenebilir.

Uskumru (%7,88) ve levrek (% 6,40) kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin nem içeriği, ticari balık (%11,34) ve sığır jelatinlerine (%10,70) göre önemli miktarda düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Bu değerler Avrupa Jelatin Üreticileri Derneğinin yenilebilir jelatin için önerdiği maksimum değerin (%15) altındadır (GME, 2008). Bunun nedeninin dondurularak kurutma tekniğinin uygulanmasıdır. Ninan ve ark., (2010), sazan ve *Labeo rohita* derilerinden elde ettikleri dondurularak kurutulmuş jelatinlerin nem içeriklerini %8,10 ile 8,48 bulduklarını bildirmişlerdir, bu değer bizim çalışmamızda bulunan değerden biraz daha yüksektir.

Uskumru kemiklerinden elde edilen jelatinin kül içeriği (% 0,52), levrek (% 1,03)' den elde edilene göre düşük ($P<0,05$), ticari balık (% 0,20) ve sığır jelatinini (% 0,70) ile benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Bizim çalışmamıza benzer olarak See ve ark (2010), dört tatlı su balığı derisinden ekstrakte edilen jelatinlerin kül içeriklerini % 0,55-0,73 arasında bulduklarını rapor etmişlerdir.

Balık jelatinlerinin kül içerikleri, genellikle memeli jelatinlerine göre yüksektir. Düşük kül içeriği ekstrakte edilen jelatinin yüksek kaliteye sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle balık kemiklerinden elde edilen jelatinin ekstraksiyonundan önceki demineralizasyon işleminin, uygun biçimde yapılması

gereklidir (Ockerman ve Hansen, 1988). Nitekim Muyonga ve ark (2004), Nil sudağının kemiğinden elde edilen jelatinin, derisinden elde edilene göre daha yüksek kül içerdiğini, bunun sebebinin demineralizasyon işleminin yetersiz yapılmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Yüksek kalite de jelatinin %0,5' den daha az kül içermesi önerilmekte iken, gıda uygulamalarında bu oran FAO tarafından %3' den az olması gerektiği şeklinde bildirilmiştir. Çalışmamızda bulunan en yüksek kül içeriği, levrekten elde edilen jelatine olsa da bu değer bile gıda uygulamalarında normal kabul edilen değer in oldukça altında bulunmuştur.

4.3. Jelatinlerin Viskozite Değerleri

Viskozite, ticari anlamda jelatinin en önemli ikinci fiziksel parametresidir (Ward ve Courts, 1977). Bu parametre ölçülürken doğrudan jelatin üzerinde değil, jelatin ile hazırlanan jel veya jelatin çözeltisi üzerinde ölçüm yapılır. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatin örneklerinin farklı konsantrasyonlarda ve sıcaklık derecelerindeki viskozite sonuçları Çizelge 4.3, Çizelge 4.4., Çizelge 4.5. ve ilgili grafik Şekil 4.3., Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.' de verilmiştir.

Her üç konsantrasyonda hazırlanan tüm jelatin örneklerinin viskozite değerleri sıcaklığın artışı na bağlı olarak önemli düzeyde azalma göstermiştir ($P < 0,05$). Tüm jelatin gruplarının üç farklı konsantrasyonda, 50°C ' de en yüksek viskozite değerleri tespit edilirken 70°C ' de en düşük viskozite değerleri belirlenmiştir. Sıcaklık yükseldikçe çözeltideki moleküllerin termal enerjileri ve moleküller arası mesafeler artmaktadır. Bu nedenle moleküller arası etkileşim zayıflamaktadır (Koocheki ve ark, 2009). Mevcut çalışmaya benzer olarak, *Acipenser schrenckii* derisinden elde edilen jelatinin Nikoo ve ark (2011), farklı deniz balıklarından ekstrakte edilen jelatinlerin (Gomez-Guillen ve ark, 2002) viskozitelerinin sıcaklığa bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir.

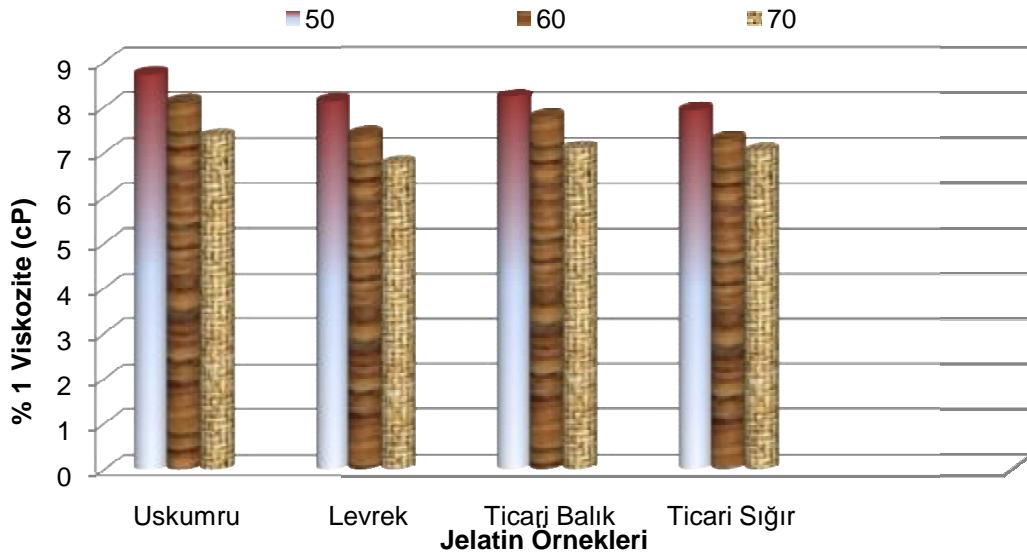
% 1' lik konsantrasyonda 50°C ve 60°C ' de hazırlanan jelatinler içersinde en yüksek viskoziteye uskumru jelatini sahip olurken levrek, ticari balık ve ticari sığır jelatinleri arasında istatistikî düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı

konsantrasyonda 70°C’ de yapılan ölçüm sonuçlarında yine benzer şekilde uskumru jelatini en yüksek viskozite değerine sahip olurken, ticari jelatinler arasında farklılık gözlenmemiş ve levrek jelatini en düşük değere sahip olmuştur.

Çizelge 4.3. % 1’ lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

Jelatin Örnekleri	50 °C	60 °C	70 °C
Uskumru	8,73 ± 0,07 ^{b,3}	8,11 ± 0,12 ^{c,2}	7,37 ± 0,04 ^{b,1}
Levrek	8,13 ± 0,14 ^{a,3}	7,41 ± 0,13 ^{a,2}	6,76 ± 0,07 ^{a,1}
T. Balık	8,23 ± 0,03 ^{a,3}	7,80 ± 0,03 ^{a,3}	7,08 ± 0,05 ^{ab,1}
T. Sığır	7,94 ± 0,18 ^{a,2}	7,30 ± 0,10 ^{a,1}	7,03 ± 0,33 ^{ab,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki (P<0,05), rakamlar ise sıcaklıklar arasındaki istatistikî farklılıkları belirtmektedir



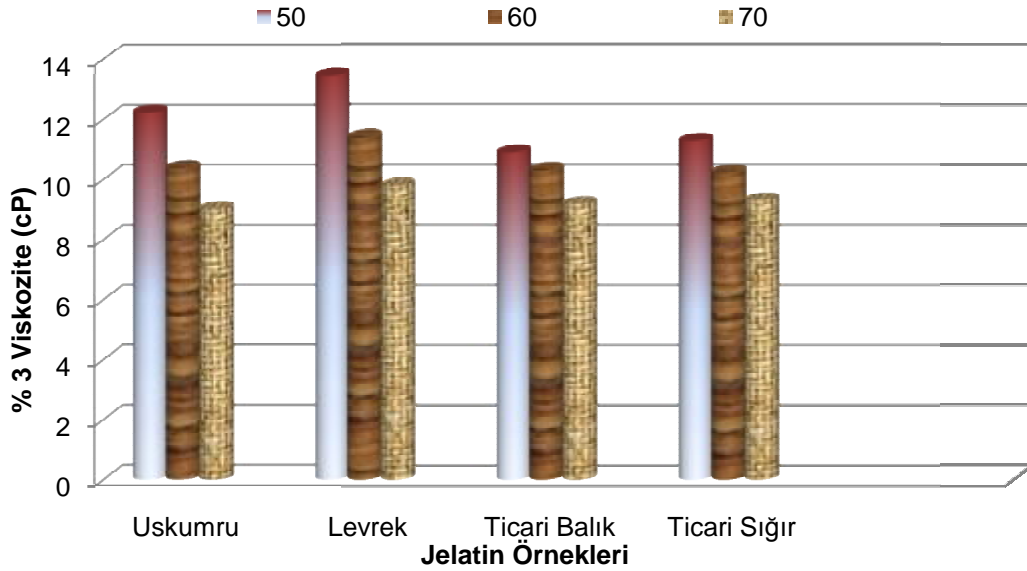
Şekil 4.3. % 1’ lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

% 3’ lük konsantrasyonda 50°C’ de viskozite değeri en yüksek levrek jelatininde bulunurken, bunu sırasıyla uskumru, ticari sığır ve ticari balık jelatinleri takip etmiştir. Aynı konsantrasyonda 60°C ve 70°C’ de en yüksek viskozite değerleri yine levrek jelatininde bulunmuş, diğer 3 grup arasında istatistiki açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir (P>0,05).

Çizelge 4.4. %3' lük konsantrasyonda skumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

Jelatin Örnekleri	50 °C	60 °C	70 °C
Uskumru	12,23 ± 0,04 ^{c,3}	10,38 ± 0,20 ^{a,2}	9,00 ± 0,06 ^{a,1}
Levrek	13,44 ± 0,05 ^{d,3}	11,40 ± 0,25 ^{b,2}	9,79 ± 0,12 ^{b,1}
T. Balık	10,90 ± 0,14 ^{a,3}	10,30 ± 0,22 ^{a,2}	9,18 ± 0,03 ^{a,1}
T. Sığır	11,28 ± 0,22 ^{b,3}	10,22 ± 0,21 ^{a,2}	9,30 ± 0,19 ^{a,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki (P<0,05), rakamlar ise sıcaklıklar arasındaki istatistikî farklılıkları belirtmektedir



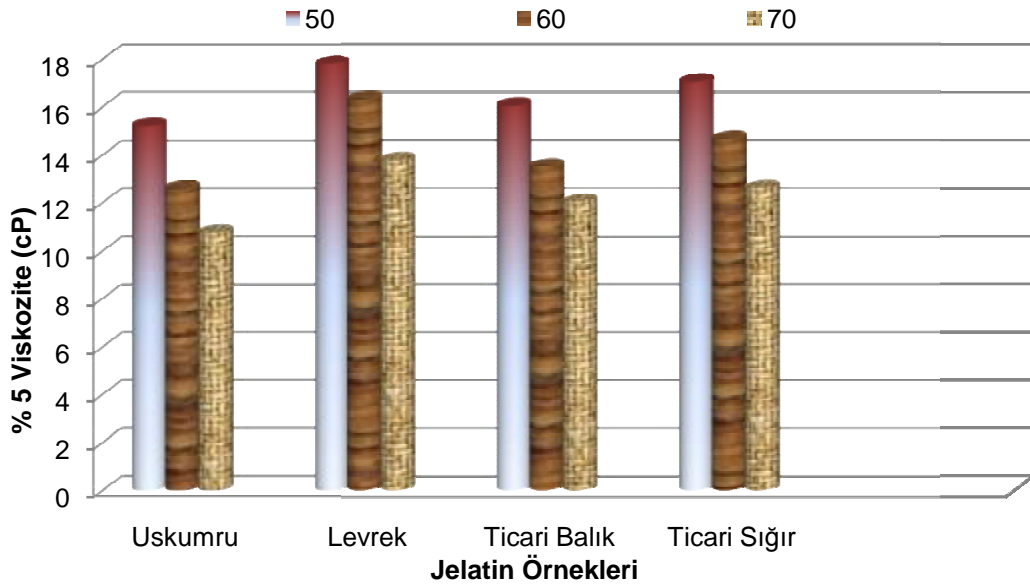
Şekil 4.4. % 3' lük konsantrasyonda skumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

% 5' lik konsantrasyonda, ölçülen tüm sıcaklık değerlerinde en yüksek viskoziteye sahip olan grup levrek jelatini olurken, bunu sırasıyla ticari sığır, ticari balık ve uskumru jelatin grupları takip etmiştir.

Çizelge 4.5. % 5' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

Jelatin Örnekleri	50 °C	60 °C	70 °C
Uskumru	15,25 ± 0,11 ^{a,3}	12,60 ± 0,31 ^{a,2}	10,79 ± 0,03 ^{a,1}
Levrek	17,81 ± 0,08 ^{d,3}	16,34 ± 0,13 ^{d,2}	13,78 ± 0,29 ^{d,1}
T. Balık	16,08 ± 0,37 ^{b,3}	13,52 ± 0,19 ^{b,2}	12,06 ± 0,20 ^{b,1}
T. Sığır	17,06 ± 0,34 ^{c,3}	14,69 ± 0,23 ^{c,2}	12,64 ± 0,23 ^{c,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki (P<0,05), rakamlar ise sıcaklıklar arasındaki istatistikî farklılıkları belirtmektedir



Şekil 4.5. % 5' lik konsantrasyonda uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin viskozite değerleri (cP)

Sonuçta, jelatin konsantrasyonunun yükselmesi ve sıcaklığın düşmesi ile viskozite değeri artmaktadır.

Bu çalışmaya benzer olarak, mezgit balığı, sığır ve domuzdan elde edilen jelatinlerin (60°C, % 6,67' lik konsantrasyonda) viskoziteleri sırasıyla 10,8; 9,80 ve 5,00 olarak tespit edilmiş olup aralarındaki bu farklılığın, proteinlerin farklı molekül ağırlığına ve büyüklüğüne sahip olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Mohtar ve ark, 2010). Nitekim viskozite değeri, kısmen molekül ağırlığı ve molekül büyüklüğü ile kontrol edilmektedir.

Piyasadaki ticari jelatinlerin çok büyük bir kısmının viskozitesi 2.0-7,0 cP olup 13.0 cP' e kadar da çıkabilmektedir (Ninan ve ark., 2010). Bununla birlikte, değişik materyallerden elde edilen jelatinlerin viskozite değerleri ile ilgili çalışmalar yapılmış olup farklı sonuçlar elde edilmiştir. Jamilah ve Harvinder (2002), kırmızı tilapya derisinden ekstrakte ettikleri jelatinin viskozite değerini 3,2 cP, siyah tilapya için ise 7,12 cp olarak rapor etmişlerdir. Yang ve ark., (2007), yayın balığından elde ettikleri jelatinin viskozitesini optimum 3,23 cP olarak belirtmişlerdir. Bunun sebebinin de kullanılan yöntemin, konsantrasyonun ve sıcaklık değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak çalışmamızda uskumru ve levrek kemiklerinden yüksek viskoziteye sahip jelatin elde edilmiştir, yani jel oluşturmadan yüksek viskozite gösterebilmektedir. Bu özelliği ile sıvı gıdalarda viskoziteyi artırıcı olarak kullanılabilir.

4.4pH

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin pH değerleri Çizelge 4.6. ve ilgili grafik Şekil 4.6. ' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin pH değerleri

Jelatin Örnekleri	pH
Uskumru	5,49 ± 0,04 ^a
Levrek	5,96 ± 0,01 ^a
T.Balık	4,87 ± 0,01 ^b
T.Sığır	5,36 ± 0,42 ^a

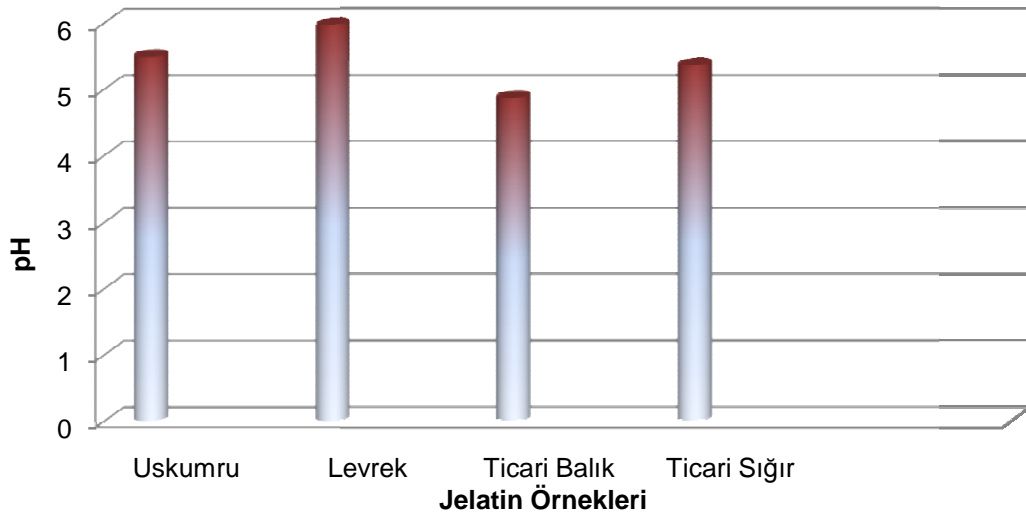
± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları (P<0,05) belirtmektedir

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin pH değeri, ticari balık jelatininden yüksek (P<0,05) ticari sığır jelatini ile benzer (P>0,05) bulunmuştur.

Jelatinlerin pH değerleri ekstraksiyon öncesi uygulanan ön işlem koşullarına (alkali ile muamele, asit ile muamele, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi vb.) bağlı

olarak değişir (Songchotikunpan ve ark., 2008). Tip A yani asit ile muamele gördükten sonra ekstarksiyon ile elde edilen jelatin için pH 6,0-9,5 ve Tip B yani alkali ile muamele gördükten sonra ekstraksiyon ile elde edilen jelatin için pH 4,7-5,6 olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ekstraksiyon öncesi hem asit hem de alkali ile ön işlem gören jelatin üretildiği için bu aralıkta bir değer bulunmuştur.

Gundmundsson ve Hafsteinsson (1997), morina derisinden sülfürik ve sitrik asit kullanarak ekstrakte ettikleri jelatinlerin pH değerlerini 2,7 ile 3,9 bulduklarını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızdan oldukça düşük bulunan bu değer, asit ekstraksiyon yöntemi kullanılmasından ileri gelmektedir. *Macrodon ancylodon* kemiklerinden farklı ekstraksiyon sıcaklığı ve alkali konsantrasyonu ile ele edilen jelatinlerin pH değerleri ise 4,05 ile 4,44 arasında bulunmuştur (Alfaro ve ark, 2011).



Şekil 4.6. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin pH değerleri

Farklı balık türlerinden elde edilen jelatinlerin pH değerleri ise sırasıyla siyah tilapia derisinden elde edilen jelatin için 3,90, kırmızı tilapia için 3,10 (Jamilah ve Harvinder,2002), *Johnius dussumieri* (sin croaker) için 3,30, *Decapterus macrosoma* (shortfin scad) için 4,90 (Cheow ve ark., 2007), Nil tilapyası için 5,00 (Songchotikunpan ve ark., 2008) ve ringa için 4,50 (Norziahve ark.,2009) olarak bulunmuştur.

4.5Erime Noktası

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin erime noktası değerleri Çizelge 4.7. ve ilgili grafik Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin erime noktası değerleri (°C)

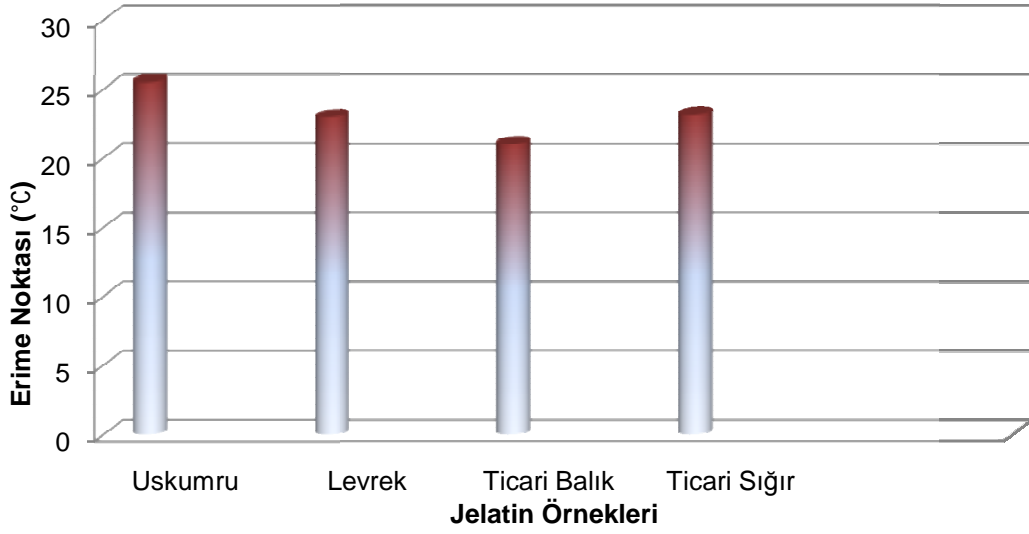
Jelatin Örnekleri	Erime Noktası (°C)
Uskumru	25,50 ± 0,2 ^c
Levrek	23,00 ± 0,3 ^b
T.Balık	21,03 ± 0,3 ^a
T.Sığır	23,15 ± 0,3 ^b

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları (P<0,05) belirtmektedir

Erime noktası jelatin için önemli bir parametre olup jel gücünün artışı ile ilişkilidir. Erime noktası arttıkça jel gücü de artmaktadır (Choi ve Regenstein 2000).Mevcut çalışmada erime noktası ticari balık jelatininde 21,03 °C, ticari sığır jelatininde 23,15 °C, uskumrudan ekstrakte edilen jelatinde 25,5 °C ve levrekten ekstrakte edilen jelatinde ise 23 °C olarak ölçülmüştür. Levrekten ekstrakte edilen jelatin ve ticari sığır jelatini arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, ticari balık jelatini ve uskumrudan ekstrakte edilen jelatin ile diğer gruplar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur.

Cho ve ark (2005), ton balığı derisinden ekstrakte ettikleri jelatinin fiziksel özellikleri ve optimum koşullarını belirlemişler ve memeli jelatini ile karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada erime noktasını 24,3 °C olarak bulmuşlardır. Yapılan farklı bir çalışmada ise iki farklı tilapya türünden elde edilen jelatinlerin erime noktaları 22,45 °C ve 28,90 °C olarak belirlenmiştir. Sığır ve domuz jelatinlerinin erime ve jelleşme noktaları çoğu balık jelatininden yüksektir ve yüksek erime ve jelleşme noktası jelatin uygulamalarında geniş alan bulmaktadır (Choi ve Regenstein, 2000; Gudmundsson, 2002; Cho ve ark, 2005).

Mevcut çalışmada uskumru ile levrekten ekstrakte ettiğimiz jelatinlerin erime noktası için bulunan değerler ticari jelatinlerin erime noktaları ile çok yakın olup, fonksiyonel açıdan uygun olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin erime noktası değerleri (°C)

Jelatini oluşturan temel bileşenlerin moleküler ağırlığının artışı ile jelatinin erime noktasının artış gösterdiği (Ward ve Courts, 1977), amino asit kompozisyonunun da erime noktasının oluşmasında etkili diğer bir neden olarak karşımıza çıktığı bildirilmektedir (Norland, 1990).

4.6. Jelleşme Noktası

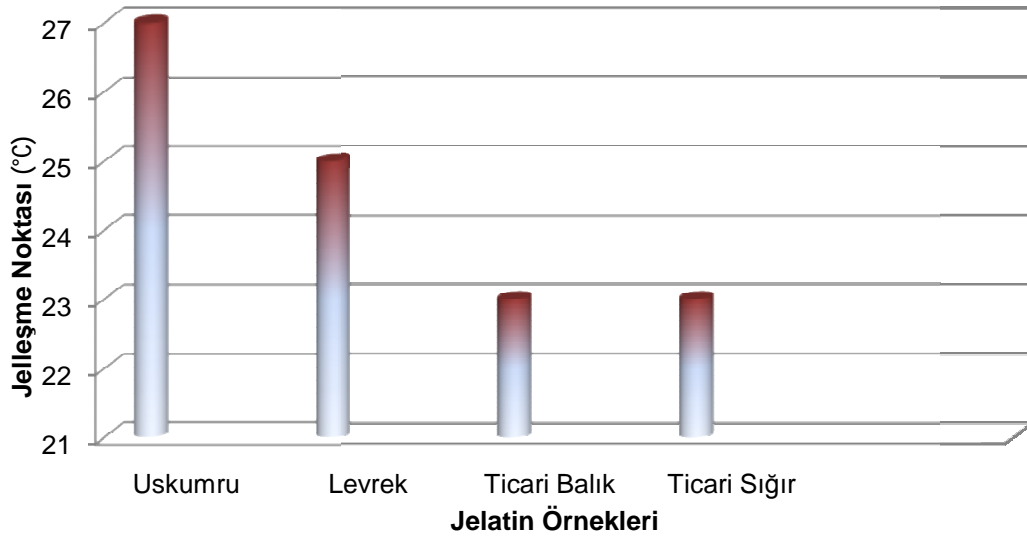
Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari sığır ve ticari balık jelatinlerinin jelleşme noktaları Çizelge 4.8. ve ilgili grafik Şekil 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin jelleşme noktaları(°C)

Jelatin Örnekleri	Jelleşme Noktası (°C)
Uskumru	27±0,10 ^c
Levrek	25±0,10 ^b
T.Balık	23±0,10 ^a
T.Sığır	23±0,15 ^a

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları (P<0,05) belirtmektedir

Jelleşme noktası sonuçları incelendiğinde, ticari balık ve ticari sığır jelatinleri arasında istatistiki açıdan önemli fark bulunmamıştır. Uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatin örneklerinin jelleşme noktası ise sırasıyla 27 °C ve 25 °C olarak bulunmuştur. Ticari balık ve ticari sığır jelatinlerinin jelleşme noktaları 23 °C olarak bulunurken, ekstrakte edilen gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.



Şekil 4.8. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin jelleşme noktası değerleri (°C)

Jelleşme noktası, jelatin yapısının rastgele zincirli yapısından, 3' lü heliks yapıya geçişini içeren işlem sürecini ifade etmektedir. Jelleşme noktası amino asit içeriğinden ve iyonik yük değişiminden kaynaklanmaktadır (Haug ve ark., 2004).

Soğuk su balıklarından ekstrakte edilen jelatinler jelleşme noktası sıcaklığı açısından sıcak su balıklarından ekstrakte edilen jelatinler ile karşılaştırıldığında daha düşük bir değere sahiptir. Sıcak su balıkları ve memeli jelatin kaynaklarının daha düşük aminoasit içeriğine sahip olması jelleşme noktasının yüksek olmasına sebep olur. Aminoasit içeriği, moleküller arası heliks oluşum eğilimini düşürmesi açısından önemlidir (Gilsenan ve Ross-Murphy, 2000).

Cho ve ark., (2005), ton balığı derisinden ekstrakte ettikleri jelatinin fiziksel özellikleri ve optimum koşullarını belirlemişler ve memeli jelatini ile karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada domuz jelatini, sığır jelatini ve tuna derisinden elde ettikleri jelatinlerin jelleşme noktalarını sırasıyla 25,6 °C, 23,8 °C ve 18,7 °C olarak bulmuşlardır. Gudmudsson (2002), tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, sığır ve domuz jelatininde jelleşme noktasının sırasıyla 22,6 °C ve 24,7 °C olduğu bildirilmiştir.

Mevcut çalışma sonuçları incelendiğinde uskumru ve levrekten ekstrakte ettiğimiz jelatin örnekleri jelleşme noktasının 27 °C ve 25 °C ölçüm sonuçları ile yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

4.7. Renk Ölçüm Değerleri

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari sığır ve balık jelatinlerinin renk ölçüm değerleri Çizelge 4.9 ve ilgili grafik Şekil 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin renk ölçüm değerleri

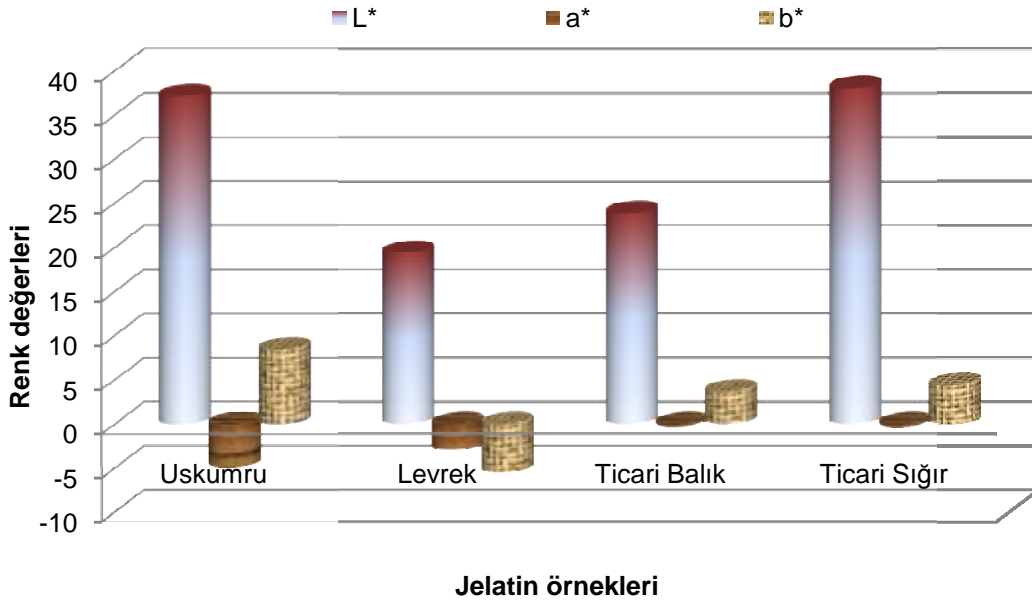
Jelatin Örnekleri	L^*	a^*	b^*
Uskumru	37,10 ^b ±0,50	-4,98 ^a ±0,20	8,46 ^c ±0,60
Levrek	19,41 ^a ±2,45	-2,95 ^b ±0,50	-5,45 ^a ±0,10
Ticari Balık	23,89 ^a ±0,90	-0,26 ^c ±0,03	3,69 ^b ±0,07
Ticari Sığır	38,06 ^b ±0,02	-0,30 ^c ±0,04	4,38 ^b ±0,09

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($P<0,05$) belirtmektedir.

L^* değeri en yüksek 38,06 parlaklık değeri ile ticari sığır jelatininde bulunurken, bunu 37,10 parlaklık değeri ile uskumru kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin takip etmiştir ve bu iki grup arasında istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmamıştır. Levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık jelatininin L^* değerleri arasında ise istatistiki açıdan önemli farklılıkların bulunmadığı gözlenmektedir.

Renk ölçüm parametrelerinden olan a^* değeri kırmızılığı temsil ederken, b^* değeri sarı rengi temsil etmektedir. a^* değeri açısından sonuçlar incelendiğinde ticari balık ve ticari sığır jelatinleri arasında istatistiki açıdan önemli fark ($P>0,05$) bulunmazken, uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatinler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Sarı rengi temsil eden b^* değeri açısından sonuçlar incelendiğinde ise ticari balık ve ticari sığır b^* değerleri açısından istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmazken bu değer sırasıyla 3,69 ve 4,38 olarak ölçülmüştür. En yüksek sarılık değeri 8,46 b^* değeri ile uskumru kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinde bulunmuştur.

Balık deri ve kemiklerinden jelatin eldesi, günümüzde balık işleme fabrika atıklarının değerlendirilmesi konusunda önemli yere sahiptir. Koli ve ark., (2011), surimi üretiminde kullanılan balık atıklarının jelatin olarak değerlendirilmesini amaçlamışlar, ekstrakte ettikleri jelatin örneklerini fonksiyonel ve reolojik açıdan incelemiştir. Yapılan çalışmada, L^* parlaklık değerinin en iyi deriden elde edilen jelatinde olduğu ve sarı rengi ifade eden b^* değerleri açısından gruplar arası önemli istatistiki farklılıkların bulunmadığı bildirilmiştir. Surimi yan ürünlerinin kullanıldığı farklı bir çalışmada ise jelatin deriden elde edilmiş ve sonuçlar ticari sığır jelatini ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın renk parametreleri incelendiğinde, en yüksek L^* değeri 35,85 parlaklık değeri ile sığır jelatininde gözlenirken, farklı balık türlerinden elde edilen jelatinlerin parlaklık değerleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmamıştır (Benjakul ve ark., 2009).

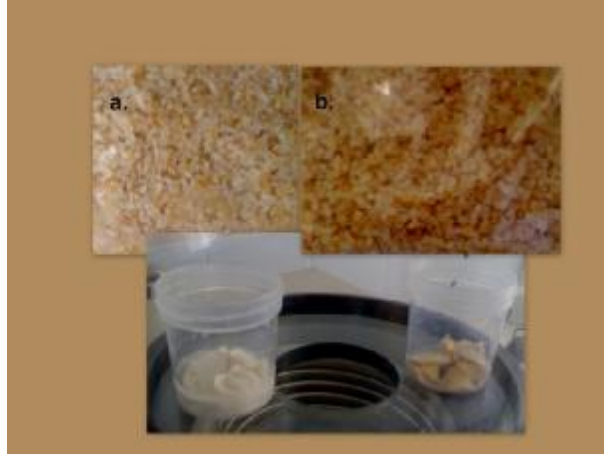


Şekil 4.9. Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinler ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin renk ölçüm değerleri

Ticari jelatinlerin daha iyi parlaklık değerlerine sahip olmasının nedeni, kimyasal durultma ve filtrasyon işlemleri gibi saflaştırma basamaklarının daha iyi uygulanabilir olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Word ve Courts, 1977). Bu doğrultuda mevcut çalışma parlaklık sonuçları incelendiğinde, uskumrudan ekstrakte edilen jelatin ve ticari sığır jelatininin L^* değerleri arasında fark olmadığı, kullanılan saflaştırma basamaklarının iyi uygulandığı açıkça görünmektedir.

Khiari ve ark., (2011), farklı organik asitler kullanarak uskumru kafalarından ekstrakte ettikleri jelatin örneklerinin L^* değerlerinde istatistiki açıdan önemli farklılıkların bulunmadığını bildirmişlerdir. Örnekler sarılık değerleri açısından incelendiğinde ise en yüksek b^* değeri asetik asit kullanılan ekstraksiyon grubunda bulunmuştur. Aynı konsantrasyonlarda kullanılan asetik asit, sitrik asit, laktik asit, malik asit ve tartarik asit uygulanarak ekstrakte edilen jelatin örneklerinde b^* değerleri sırasıyla 1,1, -0,1, 0,3, 0,5 ve 0,1 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar kullanılan organik asitler arasında en yüksek pH'ı asetik asit uygulanan jelatin gruplarında belirlemişler ve buna bağlı olarak en yüksek sarılık değerini asetik asit uygulanan ekstraksiyon gruplarında ölçmüşlerdir. Buradan pH'ın jelatin rengi üzerinde önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Zhang ve ark., (2007), ana

ekstraksiyon öncesi asit uygulamasıyla birlikte düşük pH' a sahip jelatinlerin daha şeffaf bir yapıya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada ise gobi balığı derilerinden elde edilen jelatin özellikleri üzerine kurutma ve dondurma işleminin etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın renk parametreleri değerlendirildiğinde kurutulmuş deriden ekstrakte edilen jelatinlerde L^*, a^*, b^* değerleri sırasıyla 79,37, -1,65 ve 10,54 bulunurken, dondurulmuş deriden ekstrakte edilen jelatinin L^*, a^*, b^* değerleri sırasıyla 68,71, 1,04 ve 7,91 olarak bulunmuştur. Kurutulmuş deriden ekstrakte edilen jelatin beyaz ve parlak bir görünüme sahipken, dondurulmuş deriden ekstrakte edilen jelatinin daha koyu renge sahip olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.10. Jelatin ekstraksiyonunda kullanılan ham materyalin jelatin rengine etkisi
a. Levrek Oseini, **b.** Uskumru Oseini

Mevcut çalışma ve yapılan diğer çalışmalar doğrultusunda, balık türlerinin ve kullanılan ham materyalin ekstrakte edilen jelatinin renk karakteristiği üzerinde etkilerinin olabileceği (Koli ve ark., 2011), renkte meydana gelen bulanıklık ve koyu rengin çoğunlukla ekstraksiyon sırasında ayrıştırılmayıp içerikte kalan inorganik madde ve protein kontaminasyonundan kaynaklandığı (Eastoe ve Leach, 1977) ve rengin jelatinin fonksiyonel özellikleri üzerinde etkisinin bulunmadığı (Ockerman ve Hansen, 1988) sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Ü Su ürünleri işleme fabrikalarında atık olarak ifade edilen balık kemiklerinden, değerli bir biyoaktif bileşen olan jelatin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede hiç kullanılmayan ve çevre kirliliğine neden olan atık materyal, ticari kullanıma açık değerli bir bileşene dönüştürülmüştür.
- Ü Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin reolojik ve fonksiyonel özellikleri belirlenerek, gıda katkı maddesi olarak uygulanabilirliği konusunda ticari sığır ve balık jelatinleri ile karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.
- Ü Literatür taramaları sonucunda, uskumru kafa kemiklerinden jelatin ekstraksiyonu üzerine bir çalışmaya rastlanırken, levrek kemiklerinde yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Su ürünleri işleme fabrikalarında bol miktarda işlenmekte olan levrek ve uskumru bu nedenle mevcut çalışma için uygun bulunmuştur.
- Ü Jelatin örneklerinde verim, levrek jelatininde % 6,20 ve uskumru jelatininde ise % 5,98 olarak bulunmuştur. Balık derisinden elde edilen jelatin verimi kemiğe göre daha yüksek olmasına rağmen, mevcut çalışmada her iki tür içinde bulunan verim oldukça yüksektir. Elde edilen yüksek verim miktarı uskumru ve levrek kemiğinden, kollojenin yeterince hidroliz edildiğini göstermektedir.
- Ü Jelatinin yağ içermemesi istenilen bir durum olarak değerlendirildiğinde, uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin yağ miktarı, ticari balık jelatininden önemli miktarda düşük bulunmuştur. Bu durum jelatinin ekstraksiyonu esnasında kemiklerden yağların uzaklaştırılması işleminin istenildiği derecede gerçekleştirildiğini göstermektedir.
- Ü Uskumru (% 92,47) ve levrek (% 92,42) kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin protein içeriği, ticari balık (% 87,9) ve sığır jelatinlerine (% 88,49) göre önemli miktarda yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin kullanılan balığın türü ve ekstraksiyon koşullarında yapılan optimizasyon ile gerçekleştiği söylenebilir.

- Ü Mevcut çalışma sonuçlarına göre tüm grupların nem içeriği Avrupa Jelatin Üreticileri Derneği' nin yenilebilir jelatin için önerdiği maksimum değer (% 15) altındadır.
- Ü Jelatinlerin pH değerleri ekstraksiyon öncesi uygulanan ön işlem koşullarına (alkali ile muamele, asit ile muamele, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi vb.) bağlı olarak değişim göstermektedir. Ekstraksiyonu yapılan uskumru ve levrek jelatinlerinin pH değeri sırasıyla 5,49 ve 5,96 olarak bulunmuştur.
- Ü Mevcut çalışmada erime noktası ticari balık jelatininde 21,03 °C, ticari sığır jelatininde 23,15 °C iken, uskumrudan ekstrakte edilen jelatinde 25,5 °C ve levrekten ekstrakte edilen jelatinde ise 23 °C olarak ölçülmüştür. Yüksek erime sıcaklığına sahip jelatinlerin daha geniş uygulama alanı bulunduğu bilinmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmada ekstrakte edilen jelatinlerin erime sıcaklığı fonksiyonel açıdan uygun bulunmuştur.
- Ü Çalışmamız jelleşme sonuçları incelendiğinde, uskumru ve levrekten ekstrakte ettiğimiz jelatin örneklerinde jelleşme noktası sırasıyla 27 °C ve 25 °C olarak bulunmuş, yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçların paralellik gösterdiği belirlenmiştir.
- Ü Mevcut çalışma parlaklık sonuçları incelendiğinde, en yüksek parlaklık yani L^* değeri (37,10) uskumrudan ekstrakte edilen jelatinde bulunmuştur, L^* değerinin yüksek olması kullanılan saflaştırma basamaklarının iyi uygulandığını göstermektedir.
- Ü Jelatin üstün film oluşturma yeteneği, biyolojik olarak parçalanabilme gibi mükemmel fonksiyonel özelliklere sahip olması, spesifik koşullar altında şeffaf jel formu oluşturabilen, yüksek değerlikli, renksiz veya hafifçe sarı, şeffaf, kırılğan, tatsız, katmanlı, ince tabakalı, toz, sıcak suda, gliserolde ve asetik asitte çözünen organik çözücülerde çözünmeyen fonksiyonel bir protein olması ile yaygın şekilde kullanım alanı bulmaktadır.
- Ü Endüstriyel olarak kemik ve derilerdeki kollajenden elde edilen çözünür jelatin, gıda ürünlerinin elastikliğini, kıvamını ve stabilitesini geliştirmek için katkı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

- Ü Jelatinin ürünleri kuruma, ışık ve oksijenden korumak için dış bir film olarak da kullanılabilir.
- Ü Jelatin talebi her yıl %8-10' luk sabit bir oranla artmaktadır ve bu da fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Türkiye' de ne yazık ki jelatin üretimi yapılmamakta, yıllık yaklaşık 24 milyon dolar jelatin ithal edilmektedir. Kendi jelâtinimizi üretmek ekonomik açıdan yarar sağlayacaktır.
- Ü Günümüzde ticari jelatinin çoğu memelilerden elde edilse de bir çok sosyo-kültürel sebeplerden dolayı alternatif kaynaklara talep artmıştır. Domuzun derisi ve kemiklerinden elde edilen kollojen ve jelatin ile dini kurallara göre kesimi yapılmayan sığırlardan elde edilen kollojen ve jelatinin, musevilikte “køer”, islam dininde ise “helal” olarak bilinen, dini kurallara göre yenilmesine izin verilmiş yiyecekler kapsamında yer almaması nedeniyle çalışmada ekstraksiyonu yapılan balık jelatini sığır ve domuz jelatinine alternatif olarak kullanılabilir.
- Ü Deli dana hastalığı olarak bilinen sığır spongiform encepholopathy (BSE)' nin, dünyada geniş yankı uyandırması, kaynaklarının atıklarından elde edilen kollojen ve jelatinin gıda sanayi, kozmetik ve eczacılıkta kullanımlarında sınırlamalara gidilmektedir. Günümüzde balık işleme atıklarından jelatin elde edilmesi toplumun bazı kesimlerinden kabul görebilecek olması nedeniyle memeli kaynaklarından elde edilene göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır.
- Ü Levrek işleme fabrikalarında bol miktarda işlenmekte ve fabrikadan çıkan levrek atıklarının uskumruda olduğu gibi değerlendirilmeden atılmasını önlemek amacıyla jelatin üretimi önemlidir.
- Ü Türkiye' de ihracat yapabilecek kapasitede sertifikal 101 adet su ürünleri işleme paketleme tesisinin mevcut olduğu düşünülürse, fabrika atıklarının jelatin olarak değerlendirilmesi ile ekonomik açıdan fayda sağlanacak ve aynı zamanda çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- ALFARO, A.D.T., COSTA, C.S.D., FONSECA, G., and PRENTICE, C. 2011. Effect of Extraction Parameters on the Properties of Gelatin from King Weakfish (*Macrodon ancylodon*) Bones. Food Science and Technology International: 1-10.
- AL-SAIDI, G.,RAHMAN, M.S., AL-ALAWI,A., and N. GUIZANI. 2011. Thermal characteristics of gelatin extracted from shaari fish skin. J Therm Anal Calorim,104:593– 603.
- ARNESEN, J.A., and GILDBERG, A. 2007.Extraction and characterisation of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. Bioresource Technology, 98:53– 57.
- ARNESEN, J.A., and GILDBERG A. 2006.Extraction of muscle proteins and gelatin from cod head. Process Biochemistry, 41:697– 700.
- BADII, F.ve HOWELL,N.K. 2006. Fishgelatin: Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. Food Hydrocolloids, 20:630– 640.
- BORAN, G. 2011. Bir gıda katkısı olarak jelatin yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımını ve kalitesi.Gıda, 36(2): 97-104.
- BORAN,G., and REGENSTEIN,J.M. 2009. Optimization of Gelatin Extraction from Silver Carp Skin.Journal of Food Science,74:8.
- CHEOW, C.S., NORIZAH, M.S., KYAW, Z.Y., and HOWELL, N.K. 2007. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*). Food Chemistry, 101:386– 391.
- CHIOU, B.S., AVENA-BUSTILLOS, R.J., SHEY, J., YEE, E., BECHTEL, P.J., IMAM, S.H.,GLENN, G.M., and ORTS,W.J. 2006. Rheological and mechanical properties of cross-linked fishgelatins Polymer, 47:6379– 6386.
- CHO, S.H., JAHNCKE, M.L., CHIN, K.B., and EUN, J.B. 2006. The effect of processing conditions on the properties of gelatin from skate (*Raja kenoeji*) skins. Food Hydrocolloid, 20: 810– 816.

- CHO, S.M., GU, Y.S., and KIM, S.B. 2005. Extraction optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatine compared to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 19:221– 229.
- CHOI, S., and REGENSTEIN, J.M. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. *Journal of Food Science*, 65:194– 199.
- CHOUDHURY, G.S., and BUBLITZ, C.G. 1996. Computer-based controls in fish processing industry. In G. S. Mittal (Ed.), *Computerized control systems in the food industry*. New York: Marcel Dekker Inc. 513– 538.
- CHOUDHURY, G.S., GOGOI, B. K. 1995. Extrusion processing of fish muscle. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 4: 37– 67.
- DJABOUROV, M., LECHAIRE, J., and GAILL, F. 1993. Structure and rheology of gelatin and collagen gels. *Biorheology*, 30:191– 205.
- DURŞUN, S., ERKAN, N. 2009. Yenilebilir Protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı, *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(4): 352-373.
- FERNÁNDEZ-DÍAZ, M.D., MONTERO, P., and GÓMEZ-GUILLÉN, M.C. 2001. Gel properties of collagens from skins of cod (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*) and their modification by the coenhancers magnesium sulphate, glycerol and transglutaminase. *Food Chemistry*, 74: 161– 167
- FERNÁNDEZ-DÍAZ, M.D., MONTERO, P., and GÓMEZ-GUILLÉN M.C. 2003. Effect of freezing fish skins on molecular and rheological properties of extracted gelatin *Food Hydrocolloids*, 17:281– 286.
- GIMÉNEZ, B., GÓMEZ-GUILLÉN, M. C., and MONTERO P. 2005. The role of salt washing of fish skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted. *Food Hydrocolloids*, 19:951– 957.
- GIMÉNEZ, B., TURNAY, J., LIZARBE, M.A., MONTERO, P. ve GÓMEZ-GUILLÉN M.C. 2005. Use of lactic acid for extraction of fish skin gelatin. *Food Hydrocolloids*, 19:941– 950.
- GME. 2008. Gelatin manufacturers of Europe. <http://www.gelatine.org/en/gelatine/overview/127.htm> (accessed July 22, 2008).

- GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., GIMÉNEZ, B., and MONTERO P. 2005. Extraction of gelatin from fish skins by high pressure treatment .Food Hydrocolloids, 19 :923– 928.
- GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.MONTERO P. 2001. Extraction of gelatin from megrim (*Lepidorhombus boscii*) skins with several organic acids. Journal of Food Science, 66: 213– 216.
- GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., TURNAY, J.,FERNANDEZ-DIAZ, M.D.,ULMO, N.,LIZARBE, M.A and MONTERO P. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species a comparative study Food Hydrocolloids, 16: 25– 34.
- GROSSMAN, S., and BERGMAN, M. 1992. Process for the Production of Gelatin from Fish Skins, US patent.5,093, 474. Filed April 12, 1989 and Issued March 3.
- GUDMUNDSSON, M. 2002. Rheological properties of fish gelatin. Journal of Food Science,67(6):2172– 6.
- HADDAR, A. 2011. Physicochemical and functional properties of gelatin from tuna (*Thunnus thynnus*) head bones. Journal of Food and Nutrition Research, 50(3):150-159.
- IRWANDI, J., FARIDAYANTI, S., MOHAMED, E. S. M., HAMZAH, M. S., TORLA, H. H. ve CHE MAN, Y. B. 2009. Extraction and characterization of gelatin from different marine fish species in Malaysia International Food Research Journal,16: 381-389.
- JAMILLAH, B., and 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.
- JELLOULI, K.,BALTI, R.,BOUGATEF, A., HMIDET, N.,BARKIA, A. ve NASRİ, M. 2011. Chemical composition and characteristics of skin gelatin from grey triggerfish (*Balistes capriscus*).Food Science and Technology, 44:1965-1970.
- JEONG, B., KİM, S.W., and BAE, Y.H. 2002. Thermosensitive sol– gel reversible hydrogels Advanced Drug Delivery Reviews, 54: 37– 51.

- JONGJAREONRAK, A., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., PRODPRAN, T. ve TANAKA, M. 2006. Characterization of edible films from skin gelatin of brownstripe red snapper and bigeye snapper. *Food Hydrocolloids*, 20: 492–501.
- JOHNSTON-BANKS, F. A. 1990. Gelatin. In P. Harris (Ed.), *Food gels* London: Elsevier Applied Science Publ. 233– 289.
- JONGJAREONRAK, A., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., and TANAKA M. 2006. Effects of plasticizers on the properties of edible films from skin gelatin of bigeye snapper and brownstripe red snapper. *European Food Research and Technology*, 222: 229– 230.
- KASANKALA, L.M., XUE, Y., WEILONG, Y., HONG, S.D and HE, Q. 2007. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. *Bioresource Technology*, 98: 3338– 3343.
- KHARYEKI, M. E., REZAEI, M., and MOTAMEDZADEGAN, A. 2011. The effect of processing conditions on physico-chemical properties of white cheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) skin gelatin. *Int Aquat Res*, 3: 63-69.
- KHIARI, Z., RICO, D., BELEN A., DIANA, M. ve RYAN C. B. 2011. The extraction of gelatine from mackerel (*Scomber scombrus*) heads with the use of different organic acids. *Journal of fisheries science*, 5(1): 52-63.
- KIM, S. K., BYUN, H. G., and LEE, E. H. 1994. Optimum extraction conditions of gelatin from fish skins and its physical properties. *J. Korean Ind. Eng. Chem.* (in Korean), 5: 547-559.
- KIM, S.K., Y.T., BYUN, H.G., NAM, K.S., JOO, D.S and SHAHIDI, F. 2001. Isolation and characterization of antioxidative peptides from gelatin hydrolysate of Alaska pollack skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1984– 1989.
- KOLI, J. M., BASU, S., NAYAK, B.B., PATANGE, S. B., PAGARKAR, A., and GUDIPATI, U.V. 2011. Functional characteristics of gelatin extracted from

- skin and bone of Tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and Pink perch (*Nemipterus japonicus*). *Food and Bioproducts Processing*,76(6):503-509.
- KOŁODZIEJSKA, I., KACZOROWSKI, K., PIOTROWSKA, B., and SADOWSKA M. 2004. Modification of the properties of gelatin from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase. *Food Chemistry*, 86:203– 209.
- KOŁODZIEJSKA, I., SKIERKA, E., SADOWSKA, M., KOŁODZIEJSKI, W., and NIECIKOWSKA, C. 2008.Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal. *Food Chemistry*, 107: 700-706.
- LEUENBERGER, BH. 1991. Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins.*Food Hydrocolloids*,5(4):353-361.
- LIU, H., LI, D. and S. GUO. 2008. Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatine from fish skins preserved by different methods *LWT – Food Science and Technology*, 41:414– 419.
- LIU, H., LI, D., and GUO, S. 2008. Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatine from fish skins preserved by different methods. *Food Science and Technology*. 41(8): 1425-1430.
- LIU, H.Y., LI, D., and GUO, S.D. 2009.Extraction and properties of gelatin from channel catfish (*Ietalurus punetaus*) skin. *LWT-Food Science, Technol*, 41: 414-419.
- LIU,H.Y., HANB, J., and GUO,S.D. 2009. Characteristics of the gelatin extracted from Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) head bones. *Food Science and Technology*,42 :540– 544.
- MIN, B.J. and OH, J. H. 2009.Antimicrobial activity of catfish gelatin coating containing origanum (*Thymus capitatus*) oil against gram-negative pathogenic bacteria. *J Food Science*, 74:M143– 8.
- MONTERO, P.,and GÓMEZ-GUILLÉN,M.C.2000.Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boscii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. *Journal of Food Science*, 65:434– 438.

- MONTERO, P., FERNÁNDEZ-DÍAZ, M.D., and GÓMEZ-GUILLÉN M.C. 2002. Characterization of gelatin gels by high pressure. *Food Hydrocolloids*, 16 :197– 205.
- MOHTAR, N. F., PERERA, C. O., and QUEK, S. Y. 2010. Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macruronus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS-PAGE. *Food Chemistry*, 122: 307-313.
- MOHTAR, N. F., PERERA, C.O., and QUEK, S.Y. 2011. Utilisation of gelatine from NZ hoki (*Macruronus novaezelandiae*) fish skins. *International Food Research Journal* ,18(3): 1111-1115.
- MUYONGA, J.H., COLE, C. G. B., and DUODU, K.G. 2004. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, 18:581– 592.
- NALINANON, S., BEBJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., and KISHIMURA, H. 2008. Improvement of gelatin extraction from bigeye snapper skin using pepsin-aided process in combination with protease inhibitor. *Food Hydrocolloids*, 22(4): 615-622.
- NIKOO, M., XU, X., BENJAKUL, S., WU, G., RAMIREZ-SUAREZ, J.C., EHSANI, A., KASANKALA, L.M., DUAN, X., and ABBAS, S. 2011. Characterization of gelatin from the skin of farmed Amur sturgeon *Acipenserschrenckii*.
- NINAN, G., JOSE, J., and ABUBACKER, Z. 2011. Preparation And Characterization Of Gelatin Extracted From The Skins Of Rohu (*Labeo rohita*) And Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 35:143– 162.
- NORLAND, R. E. 1990. Fish gelatin. In M. N. Voight, & J. K. Botta (Eds.), *Advances in fisheries technology and biotechnology for increased profitability* . Lancaster: Technomic Publishing Co, 325– 333.
- NORZIAH, M. H., AL-HASSAN, A., KHAIRULNIZAM, A. B., MORDI, M. N. and NORITA, M. 2009. Characterization of fish gelatin from surimi processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. *Food Hydrocolloids*, 23:1610-1616.

- OCKERMAN, H.W.,and HANSEN, C. L. 1988. Animal byproduct processing. England: Ellis Horwood Ltd.
- ÖZDAMAR, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1.Yayın No 1.Eskişehir.
- PARK, J., and KIM, S. 2005. The genome sequence of *Xanthomonas oryzae* pathovar *oryzae* KACC10331, the bacterial blight pathogen of rice. *Nucleic Acids Research*, 33(2): 577-586.
- RAHMAN, M. S., AL-SAIDI, G. S.,and GUIZANI,N. 2008. Thermal characterisation of gelatin extracted from yellowfin tuna skin and commercial mammalian gelatin. *Food Chemistry*, 108(2):472-481.
- R. BALTI., M. JRIDI., A. SILA., N. SOUISSIA.,NEDJAR-ARROUME, N., GUILLOCHON, D., and NASRI, M. 2011. Extraction and functional properties of gelatin from the skin of cuttlefish (*Sepia officinalis*) using smooth hound crude acid protease-aided process. *Food Hydrocolloids*, 25:943-950.
- SARABIA, A.I.,GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.,andMONTERO P. 2000.The effect of added salts on the viscoelastic properties of fish skin gelatin *Food Chemistry*, 70: 71– 76.
- 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.
- SONGCHOTIKUNPAN, P., TATTIYAKUL, J., and SUPAPHOL, P. 2008. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 42: 247– 255.
- TABARESTANI, H. S., MAGHSOUDLOU, Y., MOTAMEDZADEGAN, A.,and SADEGHI MAHOONAK, A. R. 2010. Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Bioresource Technology*, 101:6207– 6214.

- TAHERI, A., ABEDIAN KENARI, A.M., GILDBERG, A.,andBEHNAM,S. 2009. Extraction and physicochemical characterization of greater lizardfish (*Saurida tumbil*) skin and bone gelatin. Journal of Food Science, 74 (3): 160–165.
- TAVAKOLIPOUR, H. 2011. Extraction and Evaluation of Gelatin from Silver Carp Waste. World Journal of Fish and Marine Sciences,3(1): 10-15.
- TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK). 1996-2010. Su ürünleri istatistikleri T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- URÍARTE-MONTOYA,M.H.,SANTACRUZ-ORTEGA,H.,CINCO MOROYOQUI,F.J., ROUZAUD-SÁNDEZ,O.,PLASCENCIA-JATOMEA,M. ve EZQUERRA-BRAUER, J.M. 2011. Giant squid skin gelatin: Chemical composition and biophysical characterization. Food Research International, 44(10):3243-3249.
- WANGTUEAI, S. and NOOMHORM,A. 2009. Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida spp*) scales. LWT - Food Science and Technology 42:825– 834.
- WANG, Y. and REGENSTEIN, J, M.2009. Effect of EDTA, HCl, and citric acid on Ca salt removal from Asian (silver) carp scales prior to gelatin extraction. Journal of Food Science, 74 (6):426– 431.
- YANG, H., WANG, Y., JIANG, M. ,OH, J.H., HERRING, J. and ZHOU, P. 2007. 2-step optimization of the extraction and subsequent physical properties of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) skin gelatin Journal of Food Science, 72 (4):188– 195.
- YOSHIMURA, K., TERASHIMA, M.,HOZAN, D., EBATO, T., NOMURA, Y. ve ISHII,Y.2000.Physical properties of shark gelatin compared with pig gelatin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:2023– 2027.
- ZHOU, P. and REGENSTEIN, J, M.2004, Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. Journal of Food Science, 69:393– 398.
- ZHOU, P., REGENSTEIN, J, M. 2005. Effects of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. Journal of Food Science,70:6 392 396.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Denizli' de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Denizli' de tamamladı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine girerek 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılı Eylül ayında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik bölümünde öğrenim hayatına devam etmektedir.