



Uskumru (*Scomber scombrus*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Kemiklerinden Jelatin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu

Yasemen Yanar*, Mehmet Gökçin

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 01330 Balcalı/Adana, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 05 Mayıs 2016
Kabul 15 Ağustos 2016
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Jelatin
Balık kemiği
Ekstraksiyon
Karakterizasyon
Erime Sıcaklığı

*Sorumlu Yazar:

E-mail: yanar@cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı uskumru (*Scomber scombrus*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) kemiklerinden jelatin ekstraksiyonu ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenerek ticari balık ve sığır jelatinleri ile karşılaştırılmasıdır. Uskumru ve levrekten elde edilen jelatinlerin verimi sırasıyla %5,98 ile %6,20'dir. Ekstrakte edilen her iki jelatinin ticari jelatinlere göre yüksek protein içeriğine ve düşük nem içeriğine sahip olması önemli düzeyde yüksek saflığa sahip olduğunu göstermektedir. Uskumru ve levrek jelatinlerinin erime sıcaklıkları sırasıyla 25,5 ile 23°C'dir. Uskumru jelatinini ticari jelatinlere göre sarımsı ve L* değeri daha yüksek bulunmuştur. Mevcut çalışmada jelatin üretimi için kullanılan uskumru ve levrek kemikleri ticari sığır ve balık jelatinini ile karşılaştırıldığında, istenilen fonksiyonel özelliklere sahip ve yüksek verimde jelatin üretimi için ümit verici bir kaynak olarak kullanılabilir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(9): 728-733, 2016

Extraction and Characterization of Gelatin from Mackerel (*Scomber scombrus*) and Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Bones

ARTICLE INFO

Article history:
Received 05 May 2016
Accepted 15 August 2016
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Gelatin
Fish bone
Extraction
Characterization
Melting Temperature

*Corresponding Author:

E-mail: yanar@cu.edu.tr

ABSTRACT

The aims of this study were to determine the physicochemical properties of extracted gelatins from mackerel (*Scomber scombrus*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) bones and compare with those of commercial fish and bovine gelatins. The yield of gelatin obtained from the bone of mackerel and sea bass were 5.98 and 6.20%, respectively. Two extracted gelatins showed higher protein content, lower moisture content compared to both commercial gelatins, indicates that the gelatin has considerably high purity. Melting temperatures of mackerel and sea bass bone gelatins were 25.5 and 23°C, respectively. Mackerel bone gelatin was yellow in appearance and higher L* value than both commercial gelatins. It can be concluded from the present study that mackerel and sea bass bone are a prospective source to produce gelatin in good yield with desirable functional properties comparable to commercially available mammalian and fish gelatins.

Giriş

Su ürünleri deniz ve iç sulardaki canlıların işlenmesi ve pazarlanmasını da içine alan bir gıda sanayi dalıdır. Gıda sanayinin her dalında olduğu gibi, balık işleme fabrikalarında da büyük miktarlarda atık oluşmaktadır. Bu atıkların %30'unu deri ve kemiklerin oluşturduğu bilinmektedir (Gomez-Guillen ve ark., 2002). Diğer hayvanlarda olduğu gibi balıkların da deri, kemik ve kıkırdak dokuları kollajen ve jelatin bakımından oldukça zengindir (Kim ve ark., 1994; Gomez-Guillen ve ark., 2002). Kollajen tüm hayvanların deri ve kemiklerinde

bulunan başlıca yapısal proteindir, jelatin; kolajenin hidrolize edilmesiyle elde edilen yüksek moleküler bir polipeptid. Üstün film oluşturma yeteneği, biyolojik olarak parçalanabilme gibi mükemmel fonksiyonel özelliklere sahiptir (Min ve Oh, 2009). Dünya çapında üretilen jelatinin yaklaşık %70 i gıda sanayinde 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). Dünyada 380.000 ton/yıl jelatin tüketilmektedir. Türkiye'nin yıllık tüketimi ise, 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.

Günümüzde ticari jelatinin çoğu memelilerden elde edilse de bir çok sosyo-kültürel sebeplerden dolayı alternatif kaynaklara talep artmıştır. Balıktan jelatin üretimi yeni olmayıp 1960 yılından beri asit ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmektedir (Norland, 1990). Bir çok balık türünün derisi kullanılarak jelatin üretimi ve karakterizasyonları yapılmıştır (Gudmundsson ve Hafsteinsson, 1997; Montero ve ark., 1999; Montero ve Gomez-Guillen, 2000; Jamilah ve Harvinder, 2002; Jongjareonrak ve ark., 2006; Zhou ve Regenstein, 2005; Arnesen ve Gildberg, 2007). Ancak balık kemiklerinden jelatin elde edilmesi ile yapılan çalışmalar daha az olup morina (Arnesen ve Gildberg, 2006), tilapia (Techohatchawal ve ark., 2009), sudak (Muyonga ve ark., 2004) ve yayın balığı (Liu ve ark., 2009) ile kısıtlı kalmıştır. Balık jelatininin kullanımındaki tek kısıtlama henüz az üretilmesi ve karakterizasyonlarının tam olarak yapılmamış olmasıdır. Nitekim balıktan elde edilen jelatinin özellikleri elde edilen balık materyaline göre değişiklik gösterir. Bu nedenle yapılacak yeni araştırmalarla kullanılacak balık materyallerini çeşitlendirmek ve karakterizasyonunu yaparak gıda uygulamalarındaki kullanımlarını belirleyebilmek önem arz etmektedir.

Bu çalışmada bölgemizdeki su ürünleri işleme tesislerinden elde edilen uskumru levrek işleme atığı olan kemikler kullanılarak jelatin elde edilmiştir. Bu bağlamda balıkların atıkları değerlendirilerek bu atıkların çevreye verdiği zararların (kirlilik v.s.) önlenmesiyle birlikte elde edilen jelatinin karakterizasyonu yapılmış ve fonksiyonel özellikleri ortaya çıkarılarak ticari balık ve sığır jelatini ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Uskumru ve levrek kemik atıkları Adana'da bulunan bir işleme fabrikasından temin edilerek Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilip çalışmada kullanılmak üzere -20°C'de depolanmıştır. Kullanmadan önce oda ısısında çözünmeye bırakılmıştır. Ticari balık ve sığır jelatini olarak Sigma Aldrich kullanılmıştır. Her iki ticari jelatine her hangi bir uygulama yapılmamıştır. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar analitik özelliktedir.

Yöntem

Kemik örneklerinin ekstraksiyon için hazırlanması: Yağlarından arındırılmak üzere kemik örnekleri 35°C'de sirkülasyonlu su banyosunda (Daihan Scientific Water Bath WB-11) bekletildikten sonra 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.

Jelatin ekstraksiyonu: Demineralize edilmiş kemik örnekleri (ossein) 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 yıkanmış, fosforik asit kullanılarak pH 4'e ayarlanmıştır. Daha sonra 80°C'de 120 dakika 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 etanol ile -20°C'de 18 saat proteinlerinin çökmesi için bekletilmiştir. Bu süre sonunda çökelti santrifüj edilerek örnekler liyofilize (Labconco Freezone) edilmiştir. Ekstraksiyonu tamamlanan örnekler öğütülmüş (Sinbo SMC-2914) ve kavanozlar içerisinde muhafaza edilmiştir (Alfaro ve ark., 2009).

Jelatinin besin kompozisyonu: Jelatin tozunun nem, kül ve lipit içeriği AOAC yöntemine göre (AOAC, 1990) belirlenmiştir. Protein içeriği Kjeldahl yöntemine (AOAC, 1999) göre yapılmış olup azot çevirme faktörü olarak 5,4 kullanılmıştır (Eastoe ve Eastoe, 1952).

Jelatin verimi: Jelatin verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Kuru jelatin ağırlığı}}{\text{Yaş ossein ağırlığı}} \times 100$$

Jelatinin pH'sının belirlenmesi: Jelatin solüsyonunun pH'sı BSI (British Standard Institution 757, 1975) yöntemine göre yapılmıştır. %1 (w/v) jelatin solüsyonu hazırlanarak pH metrede (Mettler-Toledo GmbH, Greifensee, Switzerland) ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Jelatinin renk ölçümü: Jelatin jelinin (%6,67 w/v) renk ölçümleri, Calder (2003)'in belirttiği yöntemine göre Hunter Lab Scan (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak yapılmış, L*, a*, b* değerleri kaydedilmiştir. L* değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); '+a*' değeri kırmızı; '-a*' değeri yeşil; '+b*' değeri sarı ve '-b*' değeri mavi renkleri temsil etmektedir.

Jelleşme sıcaklığının belirlenmesi: Jelatin örneklerinin jelleşme sıcaklığı Muyonga ve ark. (2004)'na göre yapılmıştır. Jelleşme noktasının belirlenmesi için ilk olarak ılık su banyosunda %10 (w/v) jelatin solüsyonu hazırlanmış ve 30 ml'lik test tüpüne aktarılmış (12 mmx75 mm) ve 40°C su banyosuna yerleştirilmiştir. 15 sn aralıklarla 2°C soğuk su eklenerek yavaşça su banyosu soğutulmuş her 15 sn'de bir termometre, solüsyon içerisine daldırılmış ve jelatinin jelleştiği noktadaki sıcaklık kaydedilmiştir.

Jelatinin erime sıcaklığının belirlenmesi: Jelatin örneklerinin erime sıcaklığı Muyonga ve ark. (2004)'a göre yapılmıştır. %10 (w/v) jelatin solüsyonu bir önceki kısımda anlatıldığı gibi hazırlanmış, buzdolabına yerleştirilerek 7°C'de 16-18 saat bekletildikten sonra 10°C'de su banyosuna 45°C'lik su eklenerek yavaşça

sıcaklık artırılmış ve jel solüsyonunu eridiği noktadaki sıcaklık kaydedilmiştir.

Jel gücünün belirlenmesi: Jel gücü GMIA (2012) yöntemine göre TA.XT2 Texture Analyzer (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable Microsystems, Godalming, UK) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Jelatin distile suda (%6,67 w/v) 60°C'de 30 dakika tamamen çözündürülene kadar karıştırılmış ve 5°C'de 17 saat bekletilmiştir. Analiz şartları: P/2 alimünyum silindir prob (12,7 mm çapında); probun batma derinliği, 4 mm; batma hızı 2 cm/min.

Viskozite: Jelatin distile suda (%6,67, w/v) çözündürülmüş ve 60°C'de 30 dakika süre ile karıştırılmıştır. Viskozite Cannon-Fenske routine viskometre (Cannon Instrument Co., State College, PA, USA) kullanılarak 25°C'de 10 ml jelatin solüsyonu kullanılarak ölçülmüştür (Zhou ve Regenstein, 2004).

İstatistik analiz: 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).

Bulgular ve Tartışma

Besin Kompozisyonu

Uskumru ve levrek jelatinlerinin besin kompozisyonları Tablo 1'de verilmiştir. Ekstrakte edilen jelatin örneklerinin protein içerikleri istatistiki olarak ticari balık ve sığır jelatininden yüksek, nem içeriği ise düşük bulunmuştur ($P < 0,05$), bu da kemikteki su ve yağın yeterli miktarda uzaklaştırıldığını göstermektedir. Dondurularak kurutulmuş uskumru ve levrek kemik jelatinlerinin protein içerikleri sırasıyla %91,47 ve 92,42 olarak bulunmuştur. Taheri ve ark. (2009) kertenkele balığı olarak bilinen *Saurida tumbil*'in deri ve kemiğinden elde ettikleri jelatinin protein miktarlarını sırasıyla %83,93 ve 81,89 olarak bulduklarını bildirmişlerdir, benzer şekilde Alfaro ve ark. (2010) *Macrodon ancylodon* kemiklerinden 70°C'de ekstrakte edilen jelatinin protein miktarını %82,3 olarak rapor etmişlerdir. Uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatinlerin nem içeriği sırasıyla %7,88 ve 6,40 olarak bulunmuş, bu değerler Avrupa Jelatin Üreticileri Birliğinin (GME) yenilebilir jelatinler için belirlediği maksimum değer olan %15'in altında bulunmuştur (GME,2008). Jelatin örneklerinin dondurularak kurutulması nem içeriğinin düşük bulunmasında etken olduğu düşünülmektedir. Benzer nem içerikleri *Labeo rohita* derisinden elde edilen jelatin (%8,10) (Ninan ve ark., 2011) ve *Saurida tumbil* kemiğinden elde edilen jelatin (%8,27) için (Taheri ve

ark., 2009) rapor edilmiştir. Uskumru (%0,52) ve levrek (%1,30) jelatinlerinin kül içerikleri yenilebilir jelatinler için önerilen maksimum limit olan %2,6'nın altında bulunmuştur (GME,2008).

Jelatin Verimi

Uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin örneklerinin verimi sırasıyla %5,98 ve %6,20 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Karim ve Bhat (2009) balık jelatinin ekstraksiyon veriminin memeli jelatinine göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Balık deri ve kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin verimleri sazan derisi için %6,5-7,5 (Tavakolipour, 2011); yayın balığı kafa kemikleri için %3,95-8,43 (Liu ve ark., 2009); *Rachycentron canadum* derisi için %14,24-18,47 (Amiza ve Aishah, 2011); *Johnius dussumieri* derisi için %14,3, *Decapterus macrosoma* derisi için % 7,25 (Cheow ve ark., 2007); *Sepia officinalis* derisi için %7,84 (Balti ve ark. 2011); *Saurida tumbil* derisi için %10,7, kemiği için %5,1 (Taheri ve ark., 2009); uskumru kafa kemiği için %3,3-3,7 (Khiari ve ark., 2011); mersin balığı derisi için %19,59 olarak bildirilmiştir. Balık kemiklerinden ekstrakte edilen jelatin verimi, derilerinden elde edilenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir, bunun nedeni kemiklerin, deriye göre daha fazla kül ve daha düşük kolajen içermesidir.

Jelatin Örneklerinin pH Değeri

Jelatinin pH'sı, uygulama alanlarını belirlerken etkili olan, kimyasal özellikleri üzerinde önemli rol oynar. Uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatinlerin pH'sı sırasıyla $5,49 \pm 0,04$ ve $5,96 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir, bu değerler B tipi jelatin olduğunu göstermektedir, nitekim genellikle hammadde deri ise A tipi jelatin, kemik ise B tipi jelatin üretimi gerçekleştirilir (Hinterwaldner, 1977). Her iki ekstrakte edilen jelatinin pH'sı Amerika Jelatin Üreticileri Enstitüsü (GMIA)'nın standartları tarafından normal olarak kabul edilen pH aralığında (4,5-6,5) bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen jelatinlerin pH değerleri önceki yapılan çalışmalarda elde edilen *Johnius dussumieri* (pH 3,35), *Decapterus macrosoma* (pH 4,87) (Cheow ve ark., 2007); *Labeo rohita* (pH 4,08) ve sazan (pH 4,05) (Ninan ve ark., 2011); ringa (pH4,50) (Norziah ve ark., 2009); Nil tilapia (pH 5,00) (Songchotikunpan ve ark., 2008); kırmızı tilapia (pH 3,10) (Jamilah ve Harvinder, 2002) derilerinden ekstrakte edilen jelatin pH'larından biraz yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın elde edilen jelatin hammaddesinden, jelatinin tipinden, ve ekstraksiyon yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Table 1 Ekstrakte edilen ve ticari jelatinlerin besin kompozisyonları (%)

Besin Bileşenleri	Uskumru kemik jelatini	Levrek kemik jelatini	Ticari balık jelatini	Ticari sığır jelatini
Protein	91,47 ± 0,2 ^b	92,42 ± 0,08 ^c	87,94 ± 0,06 ^a	88,49 ± 0,10 ^a
Moisture	7,88 ± 0,10 ^a	6,40 ± 0,02 ^b	11,34 ± 0,00 ^c	10,70 ± 0,10 ^d
Ash	0,52 ± 0,10 ^{a,b}	1,03 ± 0,09 ^c	0,20 ± 0,00 ^a	0,70 ± 0,02 ^{b,c}
Fat	0,10 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,01 ^a	0,5 ± 0,06 ^b	0,09 ± 0,05 ^a

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

Table 2 Ekstrakte edilen ve ticari jelatinlerin verim ve pH değerleri

Jelatinler	Verim (%)	pH
Uskumru Kemiği	5,98±0,02	5,49 ± 0,04 ^a
Levrek Kemiği	6,20±0,06	5,96 ± 0,01 ^a
Ticari Balık	-	4,87 ± 0,01 ^b
Ticari 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.

Jelatin Rengi

Uskumru ve levrekten ekstrakte edilen jelatin ile ticari balık ve sığır jelatinlerinin L* (parlaklık), a*(kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Uskumrudan ekstrakte edilen jelatin ile ticari sığır jelatinin L* değeri diğer jelatin örneklerinden yüksek bulunmuştur (P<0,05). Çalışmamızda ekstrakte edilen her iki jelatin örneğinin L* değeri Cheow ve ark.(2007)'nin *Johnius dussumieri* (91,26) ve *Decapterus macrosoma* (89,33) derilerinden ekstrakte ettikleri jelatinlerin L* değerinden düşük, Jongjareonrak ve ark. (2010)'nın kanal kedi balığı derisinden ekstrakte ettikleri jelatinin L* değerinden (20,43) yüksek bulunmuştur. Jelatin üreticileri genellikle jelatin solüsyonunun berraklığı için kimyasal berraklaştırma ve filtrasyon gibi işlemler uygulamaları (Benjakul ve ark., 2009). Yüksek L* değeri uskumru jelatini için iyi bir özellik olup, gıda uygulamalarında kullanımını kolaylaştırmaktadır. Jelatin örneklerinin a* değerleri negatif bulunmuştur, bunun anlamı rengin yeşile doğru kaydığını ifade eder, uskumrudan ekstrakte edilen jelatinin a* değeri (-4,98), levrekten elde edilene göre (-2,95) daha yüksektir (P<0,05). Levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinin b* değeri (-5,45) diğer jelatin örneklerinden önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0,05). Jelatin rengi ham materyale bağlıdır ve genellikle jelatinin fonksiyonel özelliklerini etkilemez (Ockerman ve Hansen, 1988).

Erime Sıcaklığı

Balık jelatininin karakteristik erime sıcaklığı 11 ile 28°C arasındadır (Karim ve Bhat, 2009). Tablo 4'de görüldüğü gibi uskumru ve levrek kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin erime sıcaklığı sırasıyla 25,5 ve 23,0°C iken ticari balık için 21,03°C, ticari sığır jelatini için ise 23,15°C bulunmuştur. Çalışmamızda bulduğumuz erime sıcaklığı değerleri morina (13,80°C), berlam (14,0°C) (Gomez-Guillen ve ark., 2002), ve *Macruronus novaezelandiae* (16,6°C) (Mohtar ve ark., 2010) için bildirilen değerlerden biraz yüksek bulunurken siyah tilapia (28,9°C) (Jamilah ve Harvinder, 2002), *Labeo rohita* (28,13°C) ve sazandan ekstrakte edilen jelatin için bildirilen erime sıcaklığı değerlerinden (28,27°C) (Ninan ve ark., 2011) düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların, jelatin üretimi esnasında uygulanan ön muamele işlemleri ve ekstraksiyon metodlarındaki farktan kaynaklandığı, jelatinin fizikokimya özelliklerinin ekstraksiyon metodlarından oldukça etkilendiği yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Montero ve ark., 2002).

Jelleşme Sıcaklığı

Uskumru (27°C) ve levrek (25°C) kemiklerinden ekstrakte edilen jelatinlerin jelleşme sıcaklığı, ticari balık

(23°C) ve sığır (23°C) jelatinlerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4). Domuz ve sığır jelatinlerinin jelleşme sıcaklığı sırasıyla 20-25°C ile 28-35°C arasındadır (Karim ve Bhat, 2009). Bu çalışmadaki jelleşme sıcaklığı ton balığı derisinden (18,7°C) (Cho ve ark., 2005), kırlangıç balığı derisi (10°C) (Binsi ve ark., 2009) ve gümüş sazanı derisinden (18,7°C) (Boran ve ark., 2010) elde edilen jelatinlerin jelleşme sıcaklığından yüksek bulunmuştur. Jelatinin jelleşme özellikleri kullanılan ham materyalden büyük ölçüde etkilenmektedir, çünkü kollajenin yapısında yer alan ve jelleşme sıcaklığı üzerinde etkili olan önemli amino asitlerden prolin ve hidroksprolin içerikleri farklıdır (Boran ve ark., 2010).

Viskozite

Viskozite, ticari jelatinin jel gücünden sonra ikinci önemli özelliğidir (Ward ve Courts, 1977). Jelatin örneklerinin viskozite değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Uskumrudan ekstrakte edilen jelatinin viskozite değeri (8,73 cP) diğer üç jelatin örneğinden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0,05). Johnston-Banks (1990), ticari jelatinlerin viskozitelerinin 2-7 cP aralığında bulunduğunu özel durumlarda bu değer 13 cP'ye kadar yükseldiğine işaret etmişlerdir. Baziwane ve He (2003) balık jelatininin yüksek viskozitesinin jelatinden film üretimi ve gıda emülsiyonlarının hazırlanması için uygun bir özellik olduğunu belirtmişlerdir. Bu anlamda uskumru ve levrek jelatini yüksek viskoziteye ihtiyaç duyulan durumlarda ticari sığır jelatinine alternatif olarak kullanılabilir. Ratnasari ve ark. (2013) farklı tatlı su balıklarının derilerinden ekstrakte ettikleri jelatinlerin viskozitelerini 19,3 ile 36,5 cP aralığında bulurlarken, Yang ve ark. (2007) kanal kedi balığının derisinden ekstrakte edilen jelatinin viskozitesini 3cP'nin altında bulduklarını bildirmişlerdir.

Jel Gücü

Jel gücü jelatinin sınıflandırılmasında önemli bir kriterdir. Uskumru (218,14 g) ve levrek jelatinlerinin (221,23 g) jel güçleri ticari sığır jelatininden (301,12 g) önemli düzeyde düşük bulunurken ticari balık jelatininden (133,12 g) yüksek bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 4). Bu çalışmada bulunan jel gücü değerleri sudak (217-225 g) (Muyonga ve ark., 2004), kırmızı mercan (218,6 g) (Jongjareonrak ve ark., 2006), kırlangıç balığı (227 g) (Benjakul ve ark., 2009), kertenkele balığı (240-252 g) (Wangtueai ve Noomhorm, 2009) ve mezzit (197 g) (Mohtar ve ark., 2011) için bildirilen değerler ile benzer bulunurken, sarı yüzgeçli ton balığı (426 g) (Cho ve ark. 2005), ot sazanı (267 g) , tilapia (263 g) (Kasankala ve ark., 2007), yayın balığı (252 g) (Yang ve ark., 2007) ve Nil tilipiası (328 g) (Songchotikunpan ve ark., 2008) için bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Balık jelatinlerinin jel güçleri 124-426 g aralığında rapor edilirken, ticari sığır ve domuz jelatinlerinin 200-300 g aralığında bildirilmiştir (Karim ve Bhat, 2009). Jelatinin kalitesi, genellikle jel gücü ile ifade edilir, jel gücü 150g'm altında ise düşük, 150-220 g aralığında ise orta ve 220-300 g aralığında ise yüksek jel gücüne sahip olduğu bilinmektedir (Johnston-Bank,1983). Çalışmamızda bulduğumuz değer elde edilen jelatinlerin yüksek jel gücüne sahip olduğunu göstermektedir.

Table 3 Ekstrakte edilen ve ticari jelatinlerin renk değerleri

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

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

Table 4 Ekstrakte edilen ve ticari jelatinlerin reolojik özellikleri

Jelatinler	Jel Gücü (g)	Viskozite (cP)	Erieme Sıcaklığı (°C)	Jelleşme Sıcaklığı (°C)
Uskumru Kemiği	218±5,98 ^b	8,73 ± 0,07 ^b	25,50 ± 0,2 ^c	27±0,10 ^c
Levrek Kemiği	221±4,97 ^b	8,13 ± 0,14 ^a	23,00 ± 0,3 ^b	25±0,10 ^b
Ticari Balık	133,12±3,86 ^a	8,23 ± 0,03 ^a	21,03 ± 0,3 ^a	23±0,10 ^a
Ticari Sığır	301,12±18.11 ^c	7,94 ± 0,18 ^a	23,15 ± 0,3 ^b	23±0,15 ^a

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

Sonuç

Bu çalışmada uskumru ve levrek kemiklerinin jelatin üretimi için potansiyel bir kaynak olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yüksek protein içeriğinde ve düşük yağ içeriğinde bir jelatin elde edilmesi ayrıca jelatin veriminin fazla bulunması ekstraksiyon işleminin yeterli yapıldığını ve yağın ham materyalden yeteri kadar uzaklaştırıldığını göstermektedir. Jelatinin sınıflandırılmasında önemli bir kriter olan jel gücü bakımından da her iki jelatin yüksek jel gücüne sahip bulunmuştur. Ayrıca yüksek viskoziteye ihtiyaç duyulan durumlarda ticari sığır jelatinine alternatif olarak kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (No. SÜF2010YL14).

Kaynaklar

- Alfaro AT, Costa CS, Fonseca GG, Prentice C. 2010. Effect of extraction parameters on the properties of gelatin from king weakfish (*Macrondon ancylodon*) bones. Food Science Technology International. 15: 553–562.
- Amiza MA, Siti Aishah D. 2011. Effect of drying and freezing of Cobia (*Rachycentron canadum*) skin on its gelatin properties. International Food Research Journal. 18(1): 159-166.
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Arnesen JA, Gildberg A. 2006. Extraction of muscle proteins and gelatin from cod head. Process Biochemistry. 41:697–700.
- Arnesen JA, Gildberg A. 2007. Extraction and characterization of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. Bioresource Technology. 98 (1): 53-57.
- Balti R, Jridi M, Sila A, Souissi N, Nedjar-Arroume N, Guillochon D, 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 Hydrocolloid. 25: 943–950.
- Baziwane D, He Q. 2003. Gelatin: The paramount food additive. Food Review International. 19: 423-35.

- Benjakul S, Oungbho K, Visessanguan W, Thiansilakul Y, Roytrakul S. 2009. Characteristics of gelatin from the skins of bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *Priacanthus macracanthus*. Food Chemistry. 116(2): 445-451.
- Binsi PK, Shamasundar BA, Dileep AO, Badii F, Howell NK. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: influence of gelatin on the gel forming ability of fish mince. Food Hydrocolloid. 23:132–145.
- Boran G, Mulvaney SJ, Regenstern JM. 2010. Rheological properties of gelatin from silver carp skin compared to commercially available gelatins from different sources. Journal of Food Science. 75: 565-571.
- BSI (British Standard Institution) 1975. Methods for sampling and testing gelatin (Physical and Chemical Methods), BSI, BS 757, London.
- Cheow CS, Norizah MS, Kyaw ZY, Howell NK. 2007. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and short fin scad (*Decapterus macrosoma*). Food Chemistry. 101:386–391.
- Cho SM, Gu YS, Kim SB. 2005. Extraction optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatine compared to mammalian gelatins. Food Hydrocolloid. 19:221–229.
- Choi S, Regenstern JM. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. Journal of Food Science. 65:194–199.
- Eastoe JE, Eastoe BA. 1952. Method for the determination of total nitrogen in proteins. The British Gelatin and Glue Research Association Research Report, Series B. 5:1–17.
- Gelatin Manufactures of Europe. 2008. Official website of GME. Downloaded from <http://www.gelatine.org> on 8/3/2011. [Erişim Tarihi: 8/3/2011]
- Gelatin Manufacturer Institute of America (GMIA). 2012. Gelatin Hand Book. America.
- Gildberg A, Arnesen JA, Carlehög M. 2002. Utilisation of cod backbone by biochemical fractionation. Process Biochemistry. 38. 475-480.
- Gómez-Guillén MC, Turnay J, Fernandez-Diaz MD, Ulmo N, Lizarbe MA, Montero P. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species. a comparative study. Food Hydrocolloid. 16: 25–34.
- Gudmundsson M, Hafsteinsson H. 1997. Gelatin from cod skins as affected by chemical treatment. Journal of Food Science. 62(1): 37-39.
- Hinterwaldner R. 1977. Raw materials. In: (Ward AG. and Courts A) The Science and Technology of Gelatins, New York: Academic Press. pp. 295-314

- Jamillah B, Harvinder KG. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). Food Chemistry. 77: 81–84.
- Johnston-Banks FA. 1983. From tannery to table: an account of gelatin production. Journal of the Society of Leather Technologies and Chemists. 68: 141–145.
- Johnston-Banks FA., 1990. Gelatin. In: (Harris P) Food gels. London, Elsevier Appl. Sci, pp. 233-289.
- Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Prodpran T, Tanaka M. 2006. Characterization of edible films from skin gelatin of Brown stripe red snapper and bigeye snapper. Food Hydrocolloid. 20: 492–501.
- Jongjareonrak A, Rawdkuen S, Chaijan M., Benjakul S, Osako K, Tanaka, M. 2010. Chemical compositions and characterisation of skin gelatin from farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*). LWT- Food Science and Technology. 43: 161-165.
- Karim AA, Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Food Hydrocolloid. 23 (3): 563- 576.
- Kasankala LM, Xue Y, Weilong Y, Hong SD, He Q. 2007. Optimization of gelatin extraction from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology. Bioresource Technology. 98(17): 3338-3343.
- Khiari Z, Rico D, Martin-Diana AB, Barry-Ryan C. 2011. The extraction of 535 gelatin from mackerel (*Scomber scombrus*) heads with the use of different organic 536 acids. Journal of Fisheries Science. 5: 52-63.
- Liu HY, Han J, Guo SD. 2009. Characteristics of the gelatin extracted from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) head bones. LWT - Food Science and Technology. 42(2): 540–544.
- Mohtar NF, Perera CO, Quek, SY. 2010. Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macruronus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS-Page. Food Chemistry. 122: 307-313.
- Mohtar NF, Perera CO, Quek SY. 2011. Utilisation of gelatine from NZ hoki (*Macruronus novaezelandiae*) fish skins. International Food Resource Journal. 18(3): 1111-1115.
- Montero P, Gómez-Guillén MC. 2000. Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boschii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. Journal of Food Science. 65(3):434–438.
- Montero P, Gómez-Guillén MC, Borderías AJ. 1999. Functional characterization of muscle and skin collagenous material from hake (*Merluccius merluccius L.*) Food Chemistry. 65: 55–59.
- Montero P, Fernandez-Dláz MD, Gomez-Guillen, MC. 2002. Characterization of gelatin gels by high pressure. Food Hydrocolloid. 16: 197-205.
- Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. 2004. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. Food Hydrocolloid. 18:581–592.
- Nikoo M, Xu X, Benjakul S, Wu G, Ramirez-Suarez JC, Ehsani A, Kasankala LM, Duan X, Abbas S. 2011. Characterization of gelatin from the skin of farmed Amur sturgeon *Acipenser schrenckii*. International Aquatic Research. 3: 135-145.
- Ninan G, Jose J, Abubacker Z. 2011. Preparation and characterization of gelatin extracted from the skins of Rohu (*Labeo Rohuta*) and Common Carp (*Cyprinus Carpio*). J. Food Processing and Preservation. 35:143–162.
- Norziah MH, Al-Hassan A, Khairulnizam AB, Mordi MN, Norita M. 2009. Characterization of fish gelatin from surimi processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. Food Hydrocolloid. 23: 1610-1616.
- Ockerman HW, Hansen C. L. 1988. Animal by-product processing. England: Ellis Horwood Ltd.
- Pranoto Y, Lee CM Park HJ. 2007. Characterizations of fish gelatin films added with gellan and k-carrageenan. Food Science and Technology. 40(5): 766-774.
- Ratnasari I, Yuwono SS, Nusyam H, Widjanarko SB. 2013. Extraction and characterization of gelatin from different fresh water fishes as alternative sources of gelatin. International Food Resource Journal. 20(6): 3085-3091.
- Songchotikunpan P, Tattiyakul J, Supaphol P. 2008. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. International Journal of Biological Macromolecules. 42: 247–255.
- Steel RGD, Torrie JH. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach 2nd ed. New York, McGraw-Hill.
- Taheri A, Abedian Kenari, AM, Gildberg A, Behnam S. 2009. Extraction and physicochemical characterization of greater lizardfish (*Saurida tumbil*) skin and bone gelatin. Journal of Food Science. 74: 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.
- Techochatchawal K, Therdthai N, Khotavivattana S. 2009. Development of calcium supplement from the bone of Nile tilapia (*Tilapia nilotica*). Asian Journal of Food and Agro-Industry. 2: 539–546.
- Wainwright FW. 1977. Physical tests for gelatin and gel products. In: (Ward, AG and Courts A), The science and technology of gelatins. London, Academic Press Inc. p. 507–531.
- Wangtueai S, Noomhorm A. 2009. Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida* spp.) scales. LWT - Food Science and Technology. 42: 825–834.
- Ward AG, Courts A. 1977. The Science and Technology of Gelatins. Academic Press. New York.
- Yang H, Wang Y, Jiang M, Oh JH, Herring J, 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.
- Zhou P, Regenstein JM. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. Journal of Food Science. 69: 393–398.
- Zhou P, Regenstein JM. 2005. Effects of alkaline and acid pretreatments on Alaska Pollock skin gelatin extraction. Journal of Food Science. 70(6): 392-396.