

Kitosan Eklenmiş Hamsi Marinatlarının Soğuk Depolanmasında Meydana Gelen Fiziksel Ve Duyusal Değişimler

Ali Eslem KADAK^{1*}, Mehmet ÇELİK²

¹Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu

²Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Adana

*e-posta: akadak@kastamonu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received:04.04.2015 Kabul Tarihi/Accepted:07.06.2015

Öz: Bu çalışmada, kitosanın hamsi (*Engraulis encrasicolus*) marinatlarının buzdolabında depolanması süresince fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Marinasyon işlemi, kitosan grupları için, % 10 NaCl + % 1 ve % 0,5 kitosan (% 3 asetik asitte çözdürülmüş); kontrol grubu için % 10 NaCl + % 3 asetik asit solüsyonları ile 1:1.5 (balık:solüsyon) oranında 27 saatte yapılmıştır. Marinasyon işleminden sonra, hamsi filetoları buzdolabında 90 gün depolanmıştır. Marine edilmiş tüm hamsi gruplarında depolama süresince fiziksel ve duyuşal değerlerde istatistiki olarak önemli düzeyde değişimlerin olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Depolama süresince pH değeri tüm gruplarda 4.5 değerinin altında kalmıştır. Fiziksel analizlerden renk ölçümlerde L*, a*, b* değerlerinde gruplara göre önemli düzeyde farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). Duyusal değerlendirme sonucunda en iyi grup %1 kitosan eklenen grup bulunurken bunu sırasıyla % 0.5 kitosan ve kontrol grubu takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, Hamsi, *Engraulis encrasicolus*, Marinasyon, Raf ömrü

Investigation of Physical and Sensory Changes during Cold Storage of Anchovy Marinades Added Chitosan

Abstract: This study investigates the effects of chitosan on physical and sensory properties of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) marinades during refrigerated storage. Marination process was performed with 10 % NaCl + 1% and 0.5 % chitosan solution (solved in 3% acetic acid) for chitosan groups and with 10 % NaCl + 3% acetic acid solution for control group at a rate of 1:1.5 (fish: solution) within 27 hours. After marination process, anchovy fillets were stored in a refrigerator for 90 days. Statistically significant changes were detected in physical and sensory properties of all marinated anchovy groups during storage ($p < 0.05$). pH stayed under 4.5 in all groups during storage. There were significant differences between groups in terms of L*, a*, and b* values on certain days of storage ($p < 0.05$). In the sensory analysis, 1 % chitosan supplemented group was concluded as the best group, which was followed by 0.5 % chitosan supplemented group and control group, respectively.

Keywords: Chitosan, Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, Marination, Shelf life

1. GİRİŞ

Su ürünleri, özellikle balık ve balıktan elde edilen ürünler, günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse lezzetindeki ayrıcalık sebebiyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir. Sağlıklı ve dengeli beslenmede, yapısında bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel amino asitler, mineral maddeler ve vitaminler su ürünlerini oldukça değerli kılmaktadır. İçerdikleri çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) grubundan olan ω -3 yağ birçok hastalığın önüne geçtiği, eksikliğinde ise cilt hastalıkları ve görme bozuklukları gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığı farklı araştırmalarda bildirilmiştir (Dyerberg ve Bang, 1979; Hunter ve Roberts, 2000; Uauy ve Valenzuela, 2000; Lin vd., 2003; Chol, 2005; Gladyshev vd., 2005; Mairesse vd., 2006). Bu kadar önemli bir besin maddesi olan su ürünleri, aynı zamanda son derece hassas bir gıda maddesi olması nedeni ile avlandığı andan itibaren fiziksel ve çevresel faktörlerden süratle etkilenmektedir.

Su ürünlerinde meydana gelen bozulmaları önlemek ya da geciktirmek üzere uygulanan başlıca muhafaza yöntemleri; dumanlama teknolojisi, tuzlama teknolojisi, dondurulmuş ürün teknolojisi, kurutulmuş ürün teknolojisi, konserve ürün teknolojisi, ezme ürün tekno-

lojisi, paketleme teknolojisi, marine ürün teknolojisi ve radyoaktif ışınlarla muhafaza teknolojisi (Varlık vd., 2004). Son zamanlarda Türkiye dahil olmak üzere bir çok ülkede özellikle marinasyon teknolojisi, oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Marinatlar, balıkların organik asitler ve tuz çözeltisinde ısı işlem uygulanmaksızın olgunlaştırılmasıdır. Değişik tatlar kazanması amacıyla da şeker, baharatlar, salamura, sos ve sebzelerin ilave edildiği, cam şişe veya plastik kaplar içerisinde paketlenen ürünlerdir (McLay, 1972).

Marinatların depolama süresi büyük ölçüde depolama sıcaklığına bağlı olup, bozulmaları geciktirmek için farklı katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak, benzoik asit, sorbik asitin sodyum ve potasyum tuzları, p-hidroksibenzoik asitin etil ve propil esterleri verilebilmektedir (Gökoğlu, 2002). Fakat ticari koruyucu maddelerden ziyade doğal koruyucu maddelere olan ilgi her geçen yıl giderek artmaktadır. Gıdalarda antioksidan ve antimikrobiyal özelliği bilinen kitosanın da bu anlamda su ürünleri marinasyonunda kullanımı oldukça önem arz etmektedir.

Kitin, Kitosan ve Kullanım Alanları

Kitin ve kitosan, doğal, toksik olmayan, su tutma kapasiteleri yüksek, film yapma özellikleri olan polimerlerdir. Bu özelliklerinden dolayı kitosan kimya, biyoteknoloji, ziraat, veterinerlik, kozmetik, tıp, dişçilik, çevre koruma, tekstil, paketleme gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır (Shahidi ve Synowiecki, 1991; Healy vd., 2003; Duman ve Şenel, 2004; Coward-Kelly vd., 2006; Duarte De Holanda ve Netto, 2006; Seo, 2006). Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında kitosanın antimikrobiyal etkisinin önemli bir rolü vardır. Yapılan çalışmalar kitosanın birçok mikroorganizmanın (*Escherichia coli*, *Staphylococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Salmonella sp.*, *Listeria sp.*, *Micrococcus sp.* ve *Vibrio sp.*) gelişimini inhibe ettiğini göstermiştir (Gagne, 1993; Tsai ve Su, 1999; Tsai vd., 2002; No vd., 2006; Bostan vd., 2007; Hongpattarakere ve Riyaphan, 2008).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kitosan

Çalışmada düşük molekül ağırlığına ve yüksek deasetilasyon derecesine sahip kitosan (Moleküler ağırlık: 3,52 kDa; Deasetilasyon derecesi: % 86,92; Viskozite: 27,09 cP; Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA) kullanılmıştır.

Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)

Araştırmada balık materyali olarak hamsi (*Engraulis encrasicolus* LINNAEUS, 1758) kullanılmıştır. Engraulidae familyasına ait olan ve dünya denizlerinde çeşitli türleri bulunan hamsi, Karadeniz ve Marmara denizinde sürüler halinde yaşayan pelajik, planktonla beslenen göçmen bir balıktır.

Yöntem

Marinasyon çözeltisinin hazırlanması

Kitosan, % 0,5 ve % 1'lik konsantrasyonlarda olmak üzere % 3'lük asetik asitte (Merck) çözdürülmüştür. Kontrol grubu ile birlikte 3 farklı çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltiler;

1. Kontrol-%3 asetik asit+ %1 2.%0,5 kitosan+ %10 NaCl 3.%1 kitosan+ %10 NaCl

Balıkların hazırlanması, marinasyon ve paketleme

Mart (2011) ayında Karadeniz'den avlanır avlanmaz strafor kutularda buzla kaplanarak soğuk zincir altında laboratuara getirilmiştir. Balıkların boy ve ağırlık ölçümleri alındıktan sonra hızlı bir şekilde iç organları ve solungaçları çıkarılmış, yıkanmış ve fileto edilmiştir. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları $11,33 \pm 0,44$ cm ve $10,55 \pm 0,88$ g olarak ölçülmüştür.

Hamsi filetoları yukarıda belirtilen marinasyon çözeltilerinde (1:1.5 oranında) 27 saat süreyle buzdolabında olgunlaşmaya bırakılmıştır. Daha sonra filetolar çözeltilerden çıkartılarak süzdürülmüş ve steril poşetlerde (Baglight, 20x25 cm, 400 ml, Interscience) paketlenmiştir. Paketlenen filetolar buzdolabında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanmıştır.

Analizler

Analizler fiziksel ve duyuşsal analizler olmak üzere 2 grupta yapılmıştır. Balıklar laboratuvara getirildiklerinde ilk olarak taze örnekte tüm analizler yapılmıştır. Marine edilen örnekler paketlenildikten sonra 0, 30,40, 50, 60, 70, 80 ve 90. günler olmak üzere balıkların derisiz filetoları olmak üzere 3 paralelli olarak yapılmıştır. Fiziksel analizlerde pH, ve renk ölçümü analizleri yapılmıştır.

Fiziksel Analizler

pH ve renk ölçümü

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

Renk ölçümlerinde, Calder (2003)'in belirttiği yöntemine göre Hunter Lab Scan (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak L*, a*, b* değerleri kaydedilmiştir. Her ölçüm için en az 5 hamsi filetosu kullanılmıştır. Analize başlamadan önce cihaz beyaz plaka ve siyah plaka ile kalibre edilmiştir.

'L*' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk);

'+a*' değeri kırmızı; '-a*' değeri yeşil;

'+b*' değeri sarı ve '-b*' değeri mavi renkleri temsil etmektedir.

Duyuşsal Analizler

Duyuşsal değerlendirme için Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi bölümünden 5 kişilik panelist grubu oluşturulmuş ve depolama süresince tüm değerlendirmelere aynı panelistlerin katılımı sağlanmıştır.

Marinasyonu yapılan hamsi filetolarının görünüş, koku, lezzet ve doku yapısı değerlerinde meydana gelen değişimler, Tablo 1'deki 1 ile 9 skalası baz alınarak değerlendirilmiştir. Burada "1" skalası tüketilemezlik sınırını göstermektedir. Tablo 1'de gösterilen duyuşsal değerlendirme formu Varlık ve ark. (1993)'nin kullandıkları duyuşsal değerlendirme formunda bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1. Marine Edilmiş Hamsiler İçin Duyuşsal Değerlendirme Çizelgesi

Verilen Puan									
GÖRÜNÜŞ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Balık eti iyi görünümde									
KOKU- LEZZET									
Balık eti kendine özgü hoşa giden kokuda									
Balık eti kendine özgü, çeşnili, hoşa giden lezzette									
TEKSTÜR									
Balık eti gevrek, sulu									

İstatistiksel Analizler

Farklı uygulamaların, marine edilen hamsilerin buzdolabında 90 günlük muhafazası süresince kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerini üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla

yapılan analiz sonuçları, SPSS 15 paket programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Temel Besin Bileşenleri

Mevcut çalışmada, öncelikle taze hamsinin temel besin kompozisyonu tespit edilmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi hamsi filetoalarının ham protein oranı % 16,70; lipit oranı % 3,64; su oranı % 80,12 ve ham kül oranı ise % 1,03 olarak bulunmuştur. Boran (2004), farklı aylarda avladığı hamsilerin ham protein oranlarının % 12,76-16,42; lipit oranlarının % 8,96-15,33; su oranlarının ise % 65,90-74,01 arasında değiştiğini belirtirken, diğer bir çalışmada hamsinin protein oranının % 14,10; lipit oranının % 18,44; su oranının % 64,36 ve ham kül oranının ise % 1,05 olduğu rapor edilmiştir (Güner ve ark., 1998). Özden (2005), hamsinin protein oranını % 18,02; lipit oranını % 10,32; su oranını % 69,76 ve ham kül oranını % 1,62 olarak tespit etmiştir. Özellikle lipit içeriğindeki bu farklılık araştırmada kullanılan materyalin avlandığı mevsime, cinsiyetine, boyuna ve avlanma yerine göre değişiklik gösterebilmektedir.

Tablo 2. Taze Hamsinin Temel Besin Madde Bileşenleri (%)

Besin Maddeleri	%
Ham Protein	16,70±0,76
Lipit	3,64±0,20
Su	80,12±1,60
Ham Kül	1,03±0,03

pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Tüm gruplarda pH değerleri öncelikle depolamanın 40. gününe kadar düşüş göstermiş daha sonra depolama süresine bağlı olarak tekrar yükselmiştir. Kontrol grubunda pH değeri başlangıçta 4,32 iken depolamanın son günü 4,19’e düşmüştür. % 0,5 kitosan ve % 1 kitosan içeren grupların ilk gün pH değerleri sırasıyla 4,23 ve 4,24 iken 90. gün 4,23 ve 4,30 olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Hamsi Marinatlarının Buzdolabında Depolanması Süresince pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Günler	Kontrol	% 0,5 Kitosan	% 1 Kitosan
0	4,32±0,07 ^{c,1}	4,23±0,01 ^{c,1}	4,24±0,01 ^{b,1}
30	4,06±0,04 ^{a,1}	4,17±0,00 ^{b,2}	4,18±0,00 ^{a,2}
40	4,06±0,04 ^{a,1}	4,12±0,01 ^{a,12}	4,18±0,00 ^{a,2}
50	4,22±0,02 ^{b,1}	4,27±0,04 ^{cd,1}	4,24±0,00 ^{b,1}
60	4,20±0,02 ^{b,1}	4,28±0,01 ^{d,2}	4,33±0,02 ^{c,2}
70	4,08±0,00 ^{a,1}	4,15±0,01 ^{ab,2}	4,23±0,03 ^{b,3}
80	4,07±0,02 ^{a,1}	4,14±0,00 ^{ab,2}	4,19±0,01 ^{a,3}
90	4,19±0,00 ^{b,1}	4,23±0,02 ^{cd,1}	4,30±0,00 ^{c,2}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları (p<0,05); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları (p<0,05) belirtmektedir

pH değeri mikrobiyal ve enzimatik değişimleri etkileyen önemli bir etkidir. Marinasyon sırasında taze balığın pH değeri, önemli ölçüde düşüş göstermektedir (Aksu ve ark., 1997). Çalışmamızda marinat yapımında kullanılan hamsi balıklarının ortalama pH değeri 6,77 olarak belirlenirken marine edilmiş hamside kontrol, % 0,5 ve % 1 kitosan içeren gruplarda sırasıyla 4,32; 4,23; 4,24 olarak belirlenmiştir. (Tablo 3). Benzer bir çalışmada, taze hamsinin pH değeri 6,21 iken marinasyondan sonra depolama süresince pH değeri 3,89-4,27 arasında değişim göstermiştir (Olgunoğlu, 2007). Hamsi marinatı ile yapılan diğer benzer bir çalışmada; taze balıkta 6,04 olarak bulunan pH değeri, marinasyondan sonra 3,64-4,13 arasında değişmiştir (Özden ve Baygar, 2003). Aksu ve ark., (1997) çalışmalarında üç farklı marinat çözeltisi kullanmış (A grubu: % 2 asetik asit + % 10 tuz, B grubu: % 4 asetik asit + % 12 tuz, C grubu: % 6 asetik asit + % 16) ve üç ayrı marine ürün elde etmişlerdir. Söz konusu çalışmada, A grubundaki marinatlarda pH değeri 4,25'ten depolama sonu olan 150. günde 4,53 değerine, B grubunda 4,18'den 4,31 değerine, C grubunda ise 4,10'dan 4,24 değerine ulaştığı belirtilmiştir. Araştırmada belirlediğimiz pH değerleri ile bu çalışmaların sonuçları oldukça benzerlik göstermektedir.

Balıklardaki pH değeri balıkların büyük ve küçük olmalarına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Küçük balıklar büyüklere göre daha yüksek pH'ya sahip olmakla birlikte, canlı balık dokusundaki pH'ı nötre yakın bir değer sergilemektedir. Rigor mortisten sonra balıklardaki pH değeri doğrudan 6,2 ile 6,5 arasında bir değer arz etmektedir (Suvanich ve Marshall, 1998). Marine ürünlerde ise pH'ın 4-4,5 arasında olması gerektiği, ancak en uygun pH aralığının 3,8-4,3 olduğu Varlık ve ark. (1993), Özden ve Baygar (2003) tarafından vurgulanmıştır.

Renk Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

*L** değerinde meydana gelen değişimler

Balıklarda fiziksel kalite parametrelerinden bir tanesi olan renk parlaklığı, depolama süresince balığın bayatlamasına paralel olarak düşüş göstermektedir (Tablo 4). Mevcut çalışmada kontrol grubunun *L** değeri ilk gün 63,64 iken son gün 64,08 olarak bulunmuştur. % 0,5 kitosan ve % 1 kitosan içeren gruplarda *L** değerleri ilk gün sırasıyla 64,74 ve 64,62 olarak tespit edilirken, son gün 63,14 ve 64,48 değerleri ölçülmüştür.

Tablo 4. Hamsi Marinatlarının Buzdolabında Depolanması Süresince *L** Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Günler	Kontrol	% 0,5 Kitosan	% 1 Kitosan
0	63,65±2,51 ^{b,1}	64,74±0,79 ^{ab,1}	64,62±1,24 ^{b,1}
30	59,36±4,83 ^{a,1}	63,25±1,82 ^{ab,1}	64,11±2,43 ^{b,1}
40	65,66±2,44 ^{b,2}	62,36±2,36 ^{a,1}	64,21±1,07 ^{b,12}
50	64,32±3,86 ^{b,1}	63,35±2,62 ^{ab,1}	63,03±4,12 ^{b,1}
60	62,27±3,52 ^{ab,1}	64,13±3,29 ^{ab,1}	63,21±1,83 ^{b,1}
70	64,81±2,52 ^{b,2}	62,65±1,25 ^{a,2}	56,18±1,96 ^{a,1}
80	64,96±2,27 ^{b,1}	66,71±1,78 ^{b,1}	64,67±1,42 ^{b,1}
90	64,08±2,24 ^{b,1}	63,14±3,89 ^{a,1}	64,48±3,05 ^{b,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p < 0,05$) belirtmektedir.

Szymczak (2011), donmuş ve taze ringa balıklarının marinasyon süresince fizikokimyasal değişimlerini incelediği çalışmada, donmuş ve taze örneklerin marinasyonun ikinci gününde *L** değerini sırasıyla 66,70; 64,90 olarak bulurken 18. gün 66,80; 64,70 olarak tespit etmiştir. Araştırmacının yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlar mevcut çalışma ile yaklaşık olarak aynı bulunmuştur.

a değerinde meydana gelen değişimler*

Kontrol, % 0,5 ve % 1 kitosan içeren gruplarının sırasıyla *a** değerleri ilk gün 1,71; 0,95 ve 1,15 iken son gün 0,81; 0,96 ve 0,18 olarak bulunmuştur.

Depolamanın ilk günü en düşük *a** değerine % 0,5 kitosan eklenen grup sahip olurken, bunu sırasıyla % 1 kitosan içeren grup ve kontrol grubu takip etmiştir. Depolamanın son gününde ise; en düşük *a** değeri sırasıyla % 1 kitosan eklenen grup, kontrol grubu ve % 0,5 kitosan içeren grup olarak belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Hamsi Marinatlarının Buzdolabında Depolanması Süresince *a** Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Günler	Kontrol	% 0,5 Kitosan	% 1 Kitosan
0	1,71±0,60 ^{ec,2}	0,95±0,18 ^{bcd,1}	1,15±0,33 ^{b,12}
30	0,01±0,56 ^{ab,1}	0,33±0,36 ^{ab,1}	0,36±0,34 ^{a,1}
40	1,22±0,17 ^{de,1}	1,30±0,53 ^{cd,1}	1,13±0,43 ^{b,1}
50	-0,27±0,53 ^{a,1}	0,16±0,60 ^{a,1}	-0,10±0,46 ^{a,1}
60	0,54±0,49 ^{bc,1}	0,64±0,79 ^{abc,1}	0,35±0,47 ^{a,1}
70	1,59±0,43 ^{e,2}	1,68±0,56 ^{d,2}	0,95±0,35 ^{b,1}
80	0,10±0,26 ^{ab,1}	-0,10±0,25 ^{a,1}	0,21±0,28 ^{a,1}
90	0,81±0,38 ^{cd,12}	0,96±0,76 ^{bcd,2}	0,18±0,39 ^{a,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir

Marine edilmiş ve 4°C'de depolanan sardalya balıklarında marinasyon süresince meydana gelen değişimlerin incelendiği bir çalışmada araştırmacı *a** değerini marinasyonun 2. günü taze üründe 4,4 dondurulmuş üründe 3,3 bulurken, çalışmanın son günü olan 18. günde taze ve dondurulmuş üründe sırasıyla 4,1 ve 4,5 olarak bulmuştur (Szymczak, 2011). Balık filetolarında renk ölçüm sonuçlarına göre tespit edilen +*a** değeri etin kırmızı rengini, -*a** değeri ise yeşil rengini temsil etmektedir. Soğukta depolama süresince *a** değerindeki yükselme, renkte ilerleme olduğunu ve kabul edilebilirliğin azaldığını göstermektedir (Schubring, 2006).

Sonuçta mevcut çalışmada depolama boyunca *a** değerinin % 1 kitosan eklenen grupta en düşük düzeyde çıkmıştır. Buda % 1 kitosan miktarının *a** değeri üzerinde en etkili konsantrasyon olduğunu göstermektedir.

b değerinde meydana gelen değişimler*

Kontrol grubunda *b** değeri ilk gün 12,22 iken depolamanın 30. günü 9,89'a düşmüş ve daha sonra yükselme göstererek son gün, 14,19 olarak tespit edilmiştir. %0,5 kitosan içeren grupta yine aynı şekilde ilk gün 11,94 olarak ölçülen *b** değeri çalışmanın 80. günün en yüksek değeri olan 13,08 değerine yükselmiş ve son gün 12,98 olarak ölçülmüştür. % 1 kitosan içeren grupta ise ilk gün 12,13 olarak ölçülen *b** değeri 40. gün 10,36 değerine düşmüştür. 50. gün 12,37 değerine yükselen değer 70. güne kadar tekrar düşüş göstererek 9,55 değerine gerilemiş ve çalışmanın sonunda 11,09 değerine yükselmiştir.

Tablo 6. Hamsi Marinatlarının Buzdolabında Depolanması Süresince b* Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Günler	Kontrol	% 0,5 Kitosan	% 1 Kitosan
0	12,22±0,36 ^{bc,1}	11,94±0,06 ^{abc,1}	12,13±0,63 ^{cd,1}
30	9,89±0,91 ^{a,1}	11,17±1,08 ^{ab,2}	11,54±0,15 ^{bcd,2}
40	11,24±0,67 ^{ab,1}	10,57±0,79 ^{a,1}	10,36±0,34 ^{ab,1}
50	13,60±3,50 ^{bc,1}	11,47±1,10 ^{abc,1}	12,37±1,28 ^{cd,1}
60	12,65±1,34 ^{bc,1}	12,97±1,28 ^{c,1}	11,72±1,26 ^{cd,1}
70	12,72±0,94 ^{bc,2}	12,26±1,39 ^{bc,2}	9,55±0,80 ^{a,1}
80	13,42±0,68 ^{bc,1}	13,08±1,68 ^{c,1}	12,80±1,50 ^{d,1}
90	14,19±2,56 ^{c,2}	12,98±0,87 ^{c,12}	11,09±0,55 ^{bc,1}

± Standart sapmayı göstermektedir. Aynı sütunda yer alan rakamlar üzerinde üstsel olarak gösterilen harfler günler arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$); aynı satırda yer alan rakamlar üzerindeki sayılar ise gruplar arasındaki istatistikî farklılıkları ($p<0,05$) belirtmektedir

Mevcut sonuçlara benzer olarak, Kılınç (2009), buzdolabında depoladığı hamsi köftelerinin b* değerinde depolama süresince yükselmenin olduğunu bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ringa balıklarının gövdede yapılan b* değeri ölçümlerinde depolama süresince azalma gösterdiği, filetolarda yapılan ölçümlerde ise de b* değerlerinde artışın olduğu gözlemlenmiştir (Szymczak, 2011).

Mevcut çalışmada, farklı gruplardaki b* değerinde yükselme ve düşümler gözlemlenmiştir. Sarı rengi temsil eden b* değeri genel olarak değerlendirildiğinde, % 0,5 kitosan içeren grup ve kontrol grubunda sarılık değerini önemli düzeyde arttırdığı ($p<0,05$) gözlemlenmiştir. Bunun aksine % 1 kitosan içeren grupta önemli düzeyde ($p<0,05$) azalma gözlemlenmiştir.

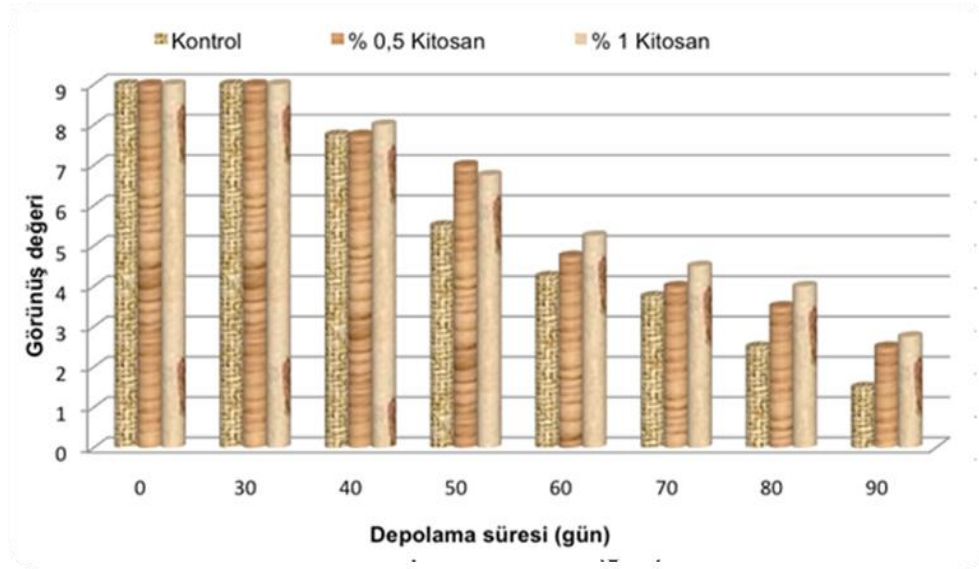
Duyusal Parametrelerde Meydana Gelen Değişimler

Görünüş

Hamsinin buzdolabında depolanması süresince görünüş kriterine verilen puanların ortalamalarına bakıldığında, depolamanın ilk 30 günü tüm gruplarda depolama süresine bağlı bir değişim gözlenmezken, depolamanın 40. gününden sonra önemli düşüşler belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tüm grupların görünüş değerleri ilk gün 9,00 iken, depolamanın son günü kontrol grubunda, 1,50; % 0,5 kitosan içeren grupta 2,50 ve % 1 oranında kitosan içeren grupta 2,75 olarak kaydedilmiştir (Şekil 1).

Hamsi marinatlarının duyuşal değerlendirilmesinde, 1-9 skalası kullanılmış olup bu skalada; 7-9 “çok iyi”, 4-6,9 “iyi” ve “1-3,9” ise “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre, kontrol grubu depolamanın ilk 40 günü ‘çok iyi’; % 0,5 ve 1 kitosan içeren gruplar ise ilk 50 gün ‘çok iyi’ iken panelistler tarafından kontrol grubu 70. gün, % 0,5 kitosan içeren grup 80. gün ve % 1 kitosan içeren grup ise 90. gün ‘bozulmuş’ olarak değerlendirilmiştir.

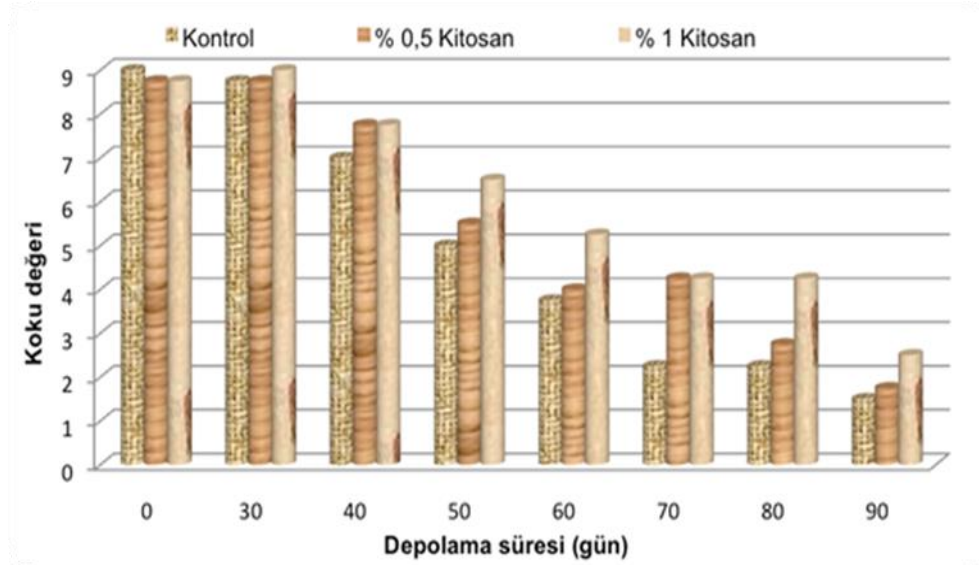


Şekil 1. Hamsinin Buzdolabında Depolanması Süresince Görünüş Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Sonuç olarak, hamsi uygulama grupları arasında görünüş bakımından genel bir kıyaslama yapıldığında, depolamanın ilk günlerinde önemli bir fark gözlenmezken ($p>0,05$), depolamanın son günlerinde panelistlerce % 1 kitosan eklenen grubun diğer gruplara göre daha fazla tercih edildiği % 1 kitosan eklenen grubu sırasıyla, % 0,5 kitosan eklenen grup ve kontrol grubunun takip ettiği tespit edilmiştir (Şekil 1).

Koku

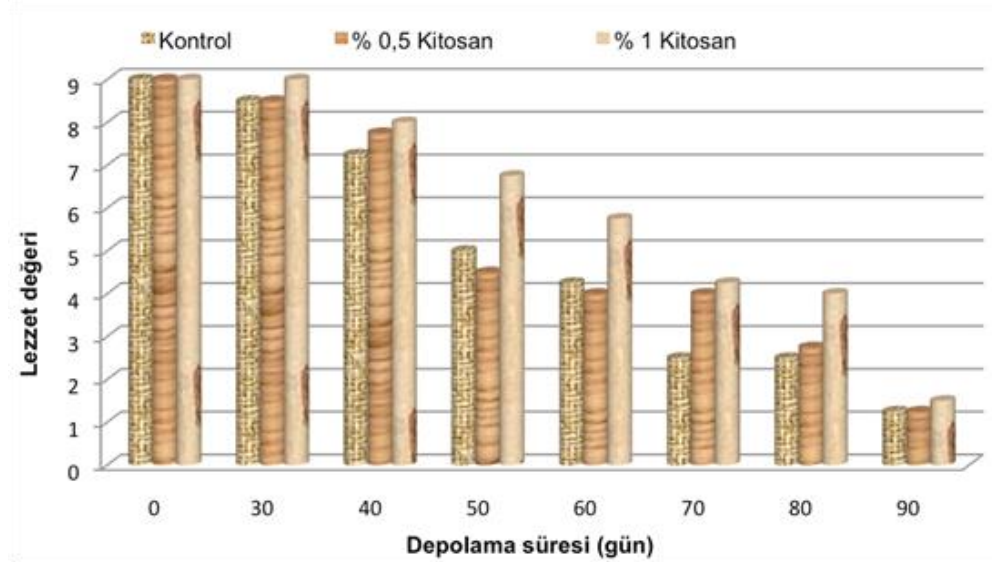
Tüm gruplarda, depolama süresinin ilk 40 günü hamsi marinatları ‘çok iyi’ olarak değerlendirilmiş, depolamanın 50. günü belirgin bir düşüş ($p<0,05$) gözlenmiştir. Kontrol grubunun koku değeri 9’dan depolamanın 50. günü 5’e; % 0,5 kitosan içeren grup ilk gün 8,75’den 50. gün 5,50’ye ve % 1 kitosan içeren grup ilk gün 8,75’den 50. gün 6,50’ye düşmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Hamsinin Buzdolabında Depolanması Süresince Koku Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Lezzet

Önceki duyuşal parametrelere paralel olarak, tüm grupların lezzet değerlerinde depolama süresinin ilk 30 günü önemli düzeyde bir değişim olmazken ($p>0,05$), depolamanın 40. günü lezzet değerlerinde istatistiksel olarak fark ($p<0,05$) gözlenmiştir. Kontrol, % 0,5 ve % 1 kitosan içeren grupların lezzet değerleri depolamanın başlangıcında en iyi skor olan 9 puanı iken, depolamanın 40. günü sırasıyla 7,25; 7,75 ve 8 olarak bulunmuştur (Şekil 3).

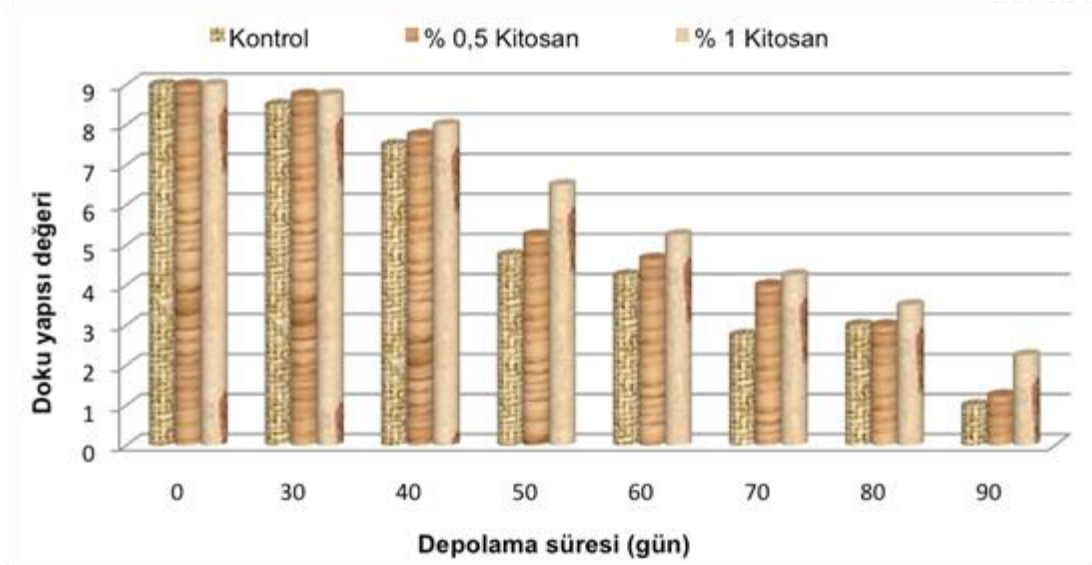


Şekil 3. Hamsinin Buzdolabında Depolanması Süresince Lezzet Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Tüm gruplar depolamanın ilk 40 günü lezzet parametresi bakımından ‘çok iyi’ olarak değerlendirilmişlerdir. Kontrol grubu lezzet açısından 70. gün reddedilirken, % 0,5 kitosan içeren grup 80. gün ve % 1 kitosan eklenen grup 90. gün kabul edilebilirlik sınırı aşmışlardır.

Doku yapısı

Panelistler tarafından hamsilerin doku yapısına verilen puanlar değerlendirildiğinde, diğer duyuşal parametrelere paralel olarak tüm grupların doku yapısında ilk 30 gün önemli bir değişim olmazken, 40. gün düşüşler gözlenmeye başlamıştır ($p<0,05$). Depolamanın 40. günü, kontrol grubunda, % 0,5 ve % 1 kitosan eklenen gruplarda doku yapısına verilen puanlar sırasıyla 7,50; 7,75 ve 8 olarak bulunmuştur ve gruplar arasında önemli derecede fark ($p<0,05$) gözlenmemiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Hamsinin Buzdolabında Depolanması Süresince Doku Yapısı Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Depolamanın ilk 30 günü “çok iyi” olarak değerlendirilen tüm gruplar, 60. güne kadar kontrol grubu, % 0,5 ve % 1 kitosan içeren gruplar 80. güne kadar “iyi” olarak özelliklerini korumuşlardır, tüm gruplar 90. gün ret noktasına gelmişlerdir.

Mevcut çalışmaya benzer olarak, Hecer (2011), marine edilmiş deniz ürünleri salatasında 150 günlük depolama süresince meydana gelen duysal değişimleri incelemiş olup, görünüş, koku, lezzet ve doku yapısı kriterlerini değerlendirmiştir. Yazar, depolama süresi arttıkça bu parametrelere verilen puanlarda da önemli düşüşlerin olduğunu gözlemlemiştir. Yine benzer bir çalışmada, tuzlama ve marinasyon yöntemleriyle işlenmiş istavrit balığının 120 günlük depolanması süresince kalite değişimleri incelenmiş olup depolama süresine bağlı olarak verilen puanlarda düşüşler gözlenmiştir (Erdem ve ark., 2005).

Mevcut çalışmanın duysal değerlendirme sonuçları genel olarak incelendiğinde, kontrol grubu 60. gün, % 0,5 kitosan içeren grup 70. gün ve % 1 kitosan içeren grup ise 80. gün aldıkları puanlarla kabul edilebilirlik sınırını aşmışlardır. Sonuç olarak, marine edilmiş hamsilere doğal katkı maddesi olarak kitosan eklenmesinin ürünün beğenisini artırdığı görülmüştür.

Bu sonuçlara göre % 1 kitosan eklen grup % 0,5 kitosan eklenen gruba göre 10 gün, kontrol grubuna göre 20 gün daha fazla depolama avantajı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksu, H., Erkan, N., Çolak, H., Varlık, C., Gökoğlu, N. ve Uğur, M., 1997. Farklı Asit Tuz Konsantrasyonlarıyla Hamsi Marinatı Ütümü Esnasında Oluşan Bazı Değişiklikler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 8 (1-2):86-89
- Boran, G., 2004. Balık Yağı Kalitesinin Depolama Sıcaklığına ve Süresine Bağlı Değişimi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bostan, K., Aldemir, T. ve Aydın, A. 2007. Kitosan ve Antimikrobiyal Aktivitesi. *Türk Mikrobiyal Cem Dergisi*, 37(2):118-127.
- Calder, B. L., 2003. The Use of Polyphosphates to Maintain Yield and Quality of Whole Cooked, Cryogenically Frozen Lobster (*Homarus americanus*) and the Use of Sorbitol and Tocopherol to Maintain Quality of Whole Cooked, Cryogenically Frozen Crab (*Cancer irroratus*). The University of Maine, PhD Thesis, USA.
- Chol, S.P. 2005. Stability and Quality of Fish Oil During Typical Domestic Application. The United Nations University, Fisheries Training Programme, Final Project.

- Coward-Kelly, G., Agbogbo, F.K., and Holtzapfle, M.T. 2006. Lime Treatment of Shrimp Head Waste for the Generation of Highly Digestible Animal Feed. *Bioresource Technology*, 97:1515-1520.
- Dyerberg, J., and Bang, H.O. 1979. Haemostatic Functions and Platelet Polyunsaturated Fatty Acids in Eskimos. *Lancet*, 2:433-435.
- Duarte De Holanda, H., and Netto, F.M. 2006. Recovery of Components from Shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) Processing Waste by Enzymatic Hydrolysis. *Journal of Food Science*, 71(5):298-303.
- Duman, S.S. ve Şenel, S. 2004. Kitosan ve Veteriner Alandaki Uygulamaları. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, 10(3-4):62-72.
- Erdem, E.M., Bilgin, S. ve Çağlak, E., 2005. Tuzlama ve Marinasyon Yöntemleri İle İşlenmiş İstavrit Balığı'nın (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) Muhafazası Sırasındaki Kalite Değişimleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3):1-6.
- Gagne, N. 1993. Production of Chitin and Chitosan from Crustacean Waste and Their Use as a Food Processing Aid. Master Thesis, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, McGill University, Montreal, Canada.
- Gladyshev, M.I., Sushchik, N.N., Kravchuk, E.S., Ivanova, E.A., Ageev, A.V., and Kalacheva, G.S. 2005. Seasonal Changes in the Standing Stock of Essential Polyunsaturated Fatty Acids in the Biomass of Phyto and Zoobenthos on a Littoral Station of the Yenisei River. *Doklady Biological Sciences*, 403: 267-268.
- Gökoğlu, N. 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, ISBN: 975-9703-48-3, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Güner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A., and Tüfekçi, M., 1998. Proximate Composition and Selected Mineral Content of Commercially Important Fish Species from the Black Sea. *Journal of Science Food and Agriculture*, 78:337-342.
- Healy, M., Green, A. ve Healy, A. 2003. Bioprocessing of Marine Crustacean Shell Waste. *Acta Biotechnology*, 23(2-3):151-160.
- Hecer, C., 2011. Changes in Chemical, Microbiological and Sensory Properties of Marinated Seafood Salad During Storage Period. *African Journal of Agricultural Research*, 6(22):5087-5090.
- Hongpattarakere, T., and Riyaphan, O. 2008. Effect of Deacetylation Conditions on Antimicrobial Activity of Chitosans Prepared from Carapace of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 30(1):1-9.
- Hunter, B.J., and Roberts, D.C.K. 2000. Potential Impact of the Fat Composition of Farmed Fish on Human Health. *Nutrition Research*, 20:1047- 1058.
- Kılınç, B., 2009. Microbial, Sensory and Color Changes of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Patties During Refrigerated Storage. *Journal of Muscle Foods*, 20:129-137
- Lima Dos Santos, C., James, D., and Teutscher, F., 1981. Guidelines for Chilled Fish Storage Experiments. *FAO Fisheries Technical Paper*, p.210.
- Lin, H., Jiang, J., Xue, C., Zhang, B., and Xu, J. 2003. Seasonal Changes in Phospholipids of Mussel (*Mytilus edulis* Linne). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83:133-135.
- Mclay, B.R. 1972. Marinades. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Torry Advisory Note No:56 (14).
- Mairesse, G., Thomas, M., Gardeur, J., and Brun-Bellut, J. 2006. Effects of Geographic Source, Rearing System, and Season on the Nutritional Quality of Wild And Farmed *Perca fluviatilis*. *Lipids*, Vol. 41(3):221-229.
- No, H.K., Kim, S.H., Lee, S.H., Park, N.Y., and PrinyawiwatkuL, W. 2006. Stability and Antibacterial Activity of Chitosan Solutions Affected by Storage Temperature and Time. *Carbohydrate Polymers*, 65:174-178.
- Olgunoğlu, İ.A., 2007. Marine Edilmiş Hamside (*Engraulis engrasicolus* L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. T.C. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 111s.
- Özden, Ö., 2005. Changes in Amino Acid and Fatty Acid Composition During Shelf-life of Marinated Fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85:2015-2020.
- Özden, Ö. ve Baygar, T., 2003. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Marine Edilmiş Balıkların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 27:899-906.
- Schubring, R., 2006. Changes in Colour And Thermal Stability of Muscle Proteins in Smoked Trout During Chilled Storage. *Inf. Fischereiforsch.* 53:52–58
- Seo, S.W. 2006. Depolymerization and Decolorization of Chitosan by Ozone Treatment. Chung-Ang University, Master Thesis.

- Shahidi, F., and Synowiecki, J. 1991. Isolation and Characterization of Nutrients and Value-added Products from Snow Crab (*Chionoectes opilio*) and (*Pandalus borealis*) Processing Discards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39:1527-1532.
- Suvanich, V., and Marshall., D.L., 1998. Influence of Storage Time And Temperature on Quality of Catfish (*Ictalurus punctatus*) Frames. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(1):61-76.
- Szymczak, M., 2011. Comparison of Physicochemical and Sensory Changes in Fresh and Frozen Herring (*Clupea harengus* L.) During Marinating. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 91:68-74.
- Tsai, G.J., and Su, W.H. 1999. Antibacterial Activity of Shrimp Chitosan Against *Escherichia coli*. *Journal of Food Protection*, 62(3):239-243.
- Tsai, G.J., Su, W.H., Chen, H.C., and Pan, C.L. 2002. Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation. *Fisheries Science*, 68:170-177.
- Uauy, R., and Valenzuela, A. 2000. Marine Oils: The Health Benefits of n-3 Fatty Acids. *Nutrition*, 16:680-684.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., ve Gün, H. 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17, İstanbul*.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T. 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. *İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, Su Ürünleri Fakültesi No:7, 491 s. İstanbul*.