

Dondurulmuş mezgit ve sardalyadan üretilen surimi ve surimi jellerinin kalite parametrelerindeki değişimler

Changes on quality parameters of surimi and surimi gels produced from frozen whiting and sardine

Evren Burcu Şen* • Şükran Çaklı • Berna Kılınç

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: evrenburcusen@gmail.com

Received date: 28.07.2016

Accepted date: 04.01.2017

How to cite this paper:

Şen, E.B., Çaklı, Ş. & Kılınç, B. (2017). Changes on quality parameters of surimi and surimi gels produced from frozen whiting and sardine. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 81-91. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.12

Öz: Bu çalışmada, ham materyal olarak dondurulmuş mezgit (*Theragra chalcogramma*, Pallas, 1814) ve dondurulmuş sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbum, 1792) balıkları kullanılarak surimi üretimi gerçekleştirilmiştir. Surimiler dondurularak 60 gün boyunca depolanmış ve bu surimilerden direkt ısıtılan ve kamaboko jeller üretilerek 30 günlük periyotlarda kalite parametreleri takip edilmiştir. Balık eti kıymalarının yıkama aşamalarının sonunda sardalya etinde yüksek miktarlarda bulunan miyogloblin içeriğinin %88'nin uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir. Mezgit eti, mezgit surimi, sardalya eti ve sardalya surimi protein oranları sırasıyla % 19,65, % 18,00, % 20,96 ve % 19,27 olarak tespit edilmiştir. Mezgit ve sardalya surimilerinden üretilen jellerinin beyazlık değerleri 60. günde direkt ısıtılan jellerde daha yüksektir ve sırasıyla 63,57 ve 67,62'dir. 60 günlük depolama sonunda mezgit suriminin TBA değeri 2,71 mg malonaldehit/kg iken sardalya suriminin değeri 5,79 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda surimi ve surimi jellerinin TBA ve mikrobiyoloji değerleri açısından kabul edilebilirlik limitlerinin üzerine çıkmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın ikinci ayında duyu analizi sonuçlarına göre mezgit balığından yapılan surimiler kabul edilmesine karşın, sardalya balığından yapılan surimilerde acılaştırmanın belirlenmesi nedeniyle kabul edilemez durumda bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Surimi, jel, doku, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite

Abstract: In this study, whiting (*Theragra chalcogramma*, Pallas, 1814) and sardine (*Sardina pilchardus*, Walbum, 1792) were used as a raw material for surimi production. Every 30 days direct gels and kamaboko gels produced from frozen surimi packages during the 60 days storage. At the end of the washing cycle of the fish mince 88% of myoglobin content in sardine mince were suspended. Protein amount of whiting, whiting surimi, sardine and sardine surimi were detected 19.65 %, 18.00 %, 20.96 % and 19.27 %, respectively. Whitening values of surimi gels from whiting and sardine surimi were detected higher in direct gels at 60. days of storage as 63.57 and 67.62 respectively. TBA values of whiting surimi was determined 2.71 mg malonaldehyde/kg at the end of 60 days storage while it was determined as 5.79 mg malonaldehyde/kg for sardine. According to the results of TBA and microbiological analyses, the surimi from sardine and whiting was not exceed the acceptable limits. Although surimi made from whiting were determined as 'acceptable' at second month of storage, surimi made from sardine were no longer acceptable because of the oxidation problem according to the results of sensory analyses.

Keywords: Surimi, gel, texture, chemical, microbiological and sensory qualities

GİRİŞ

Surimi, kıyılmış balık etinin yıkanmasıyla kanın, lipidlerin, enzimlerin ve sarkoplazmik proteinlerin uzaklaştırılması sonucu elde edilen miyofibriller protein konsantresidir ve kriyoprotektantlarla (dondurma koruyucuları) stabilize edildikten sonra dondurularak uzun süre depolanabilmektedir (Lanier ve Lee, 1992). Surimi; yengeç bacağı, karides, ıstakoz gibi su ürünlerinin taklit etlerinin yapılmasında kullanılan bir ham materyaldir. Bu nedenle av fazlası olan veya doğrudan tüketilmeyen balıkların değerlendirilmesi için oldukça önemli bir yöntemdir (Çaklı, 2008).

Mezgit gibi yağsız birçok tür aşırı avlandığında surimi üretimi için kullanılmaktadır. Uskumru, sardalya gibi yağlı balık

türleri düşük fiyatlı olması ve iyi besinsel değere sahip olmasına karşın, iyi değerlendirilmemektedir. Ayrıca yağlı balıkları işlemek mevsimsel değişimlere bağlı olarak yağ içerikleri değiştiğinden oldukça zordur. Yağlı balıklar uzun zincirli doymamış yağ asitleri açısından zengin olup kusursuz bir besin değerine sahiptir. Buna karşın yağlı balıklar oksidasyona karşı duyarlıdır çünkü miyogloblin ve okside edici enzimler koyu renkli kaslarda bulunur ve pro-oksidadlarda etkilidir. Lipit oksidasyonu balık ve balık ürünlerinin duyu özelliklerini azaltmaktadır. Lipit oksidasyonu serbest radikaller, hidroperoksitler ve uçucu bileşikler gibi sabit olmayan bileşikler üretmektedir. Bu da kötü tatların oluşumuna sebep olmaktadır.

Okside olmuş yağlar aynı zamanda proteinlerle de etkileşime girerek kas yapısı özelliklerinin değişimine sebep olurlar. Yağlı balıklardan surimi üretimi esnasında kaliteyi korumak oldukça zordur. İlk olarak kıyma haline getirildiklerinde ve su ile karıştırıldığında hücre membranlarına hasar verilir ve membran lipitleri pro-oksidadlarla karşılaşır. Oksijen ve sıcaklık lipit oksidasyonunun yükselmesine sebep olmaktadır. Yıkama esnasında suda çözünür ve hidrofilik pro-oksidadlar ve antioksidadlar uzaklaştırılır. Böylece materyal doğal koruyuculuğunu kaybeder ve oksidasyona karşı oldukça hassas hale gelir (Eymard, vd., 2005).

Genellikle surimi üretimi için mezzit (*Theragra chalcogramma*) gibi beyaz etli balıklar tercih edilmektedir. Üretilen suriminin yaklaşık %50-70'i mezzit ile yapılmaktadır, 1991 yılından beri diğer türlerden başarıyla surimi üretimi ve pazarlaması yapılmaya başladığından beri bu oran düşmeye başlamıştır (Park, 2000). Dünyada surimi üretimi için sınırlı sayıda beyaz kaslı balık kaynağı bulunmaktadır bu nedenle tüm dünyada kahverengi kaslara sahip pelajik balıklardan kaliteli surimi üretimi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Çünkü, kahverengi kaslı balık türleri günümüzde dünyada avcılığı yapılan balık türlerinin % 40-50'sini oluşturmaktadır (Chaijan vd., 2004). Ayrıca bu türler düşük ekonomik değerleri ve bol bulunmaları nedeniyle uygun bir ham materyaldirler.

Surimi gıdaları, yüksek kalitede protein kaynağıdır ve doğal olarak yağ, kolesterol ve kalori yönünden fakirdir. Dondurulmuş surimiden jelleşme ile elde edilen ürünler için en çok kullanılan yöntemler, Japonya'da geniş kullanımı olan kamaboko, nerisehin, chikuwa, hanpen, kanibo, kanikame, naruto, satsuma-age, shio-surimi şeklindedir. "Kamaboko" genellikle balık jeli ürünlerini temsil eden Japonca bir kelimedir. Kamaboko türleri; boru biçiminde ızgarada pişirilmiş "chikuwa", kızgın yağda kızartılmış "satsumage" ve diğerleridir. Yengeç tadındaki ürünler kani (crab) kamaboko diye adlandırılır.

Bu çalışmanın amacı bol miktarda av veren sardalya türünün farklı bir işleme teknolojisi ile değerlendirilerek ekonomik anlamda kazanç sağlanmasının yanı sıra sardalya surimisinden elde edilen jellerin kalitelerinin de değerlendirilmesi ile surimi teknolojisinin gelişimine de katkıda bulunmaktır.

MATERYAL VE METOT

Surimi ve jel üretimi

Mezzit (*Theragra chalcogramma*) türünden surimi üretimi için 4 ay boyunca dondurularak depolanmış ithal mezzit filetosu, sardalyadan surimi üretiminde ham materyal olarak ise yaklaşık 4 ay dondurularak depolanmış sardalya (*Sardina pilchardus*) filetoları kullanılmıştır. Her iki tür balık filetosu da Pınar Balık'tan (Yaşar Holding, Kemalpaşa, İzmir) temin edilmiştir.

Dondurulmuş mezzit ve sardalyadan surimi üretimi için öncelikle donmuş fileto balıklar yarı çözdürülmüş ve koyu etli kısımları çıkartıldıktan sonra kıyma makinesinde (Kitchen aid,

model KPM5, USA) kıyılmışlardır. Arka arkaya üç kez 5°C'de, et:su oranı 1:5 olacak şekilde 20'er dakika boyunca yıkanmışlardır. Her iki türden surimi üretiminin 3. yıkama suyu diğer yıkama sularından farklı olarak % 0,3 NaCl içermektedir. Sardalyadan surimi üretimi sırasında birinci yıkama suyuna % 0,25 oranında NaHCO₃ eklenmiştir. 3. ve son kez sıkılan yıkanmış kıymaya % 4 sorbitol ve % 4 sukroz eklenmiş, 500 g'lık parçalara bölünerek paketlenmiş ve -18°C'de dondurulmuştur. Surimilerin kalitelerinin tespiti, surimi jellerinin üretimi ve bunların kalitelerinin belirlenmesi için 30 günlük periyotlarda her iki türden üretilen dondurulmuş surimi paketlerinden yeteri kadarı çözdürülerek kullanılmıştır. Mezzit surimisinden direkt ısıtılarak yapılan jeller MD (mezzit direkt), kamaboko jeller MK; sardalya surimiden direkt ısıtılarak yapılan jeller SD, kamaboko jeller ise SK olarak kodlanmıştır.

Her iki türden yapılmış surimilerden jel üretimi için dondurulmuş surimi paketleri, oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat boyunca yarı çözülmüş hale gelene kadar bekletilmişler ve 4 cm ebatlarında küp küp kesilerek vakumlu homojenizatör ile (Stephan UMC5 model, Söhne GmbH & Co., Germany) karıştırılmışlardır. Surimi hamurlarının nem oranları % 78'e ayarlanmıştır. Elde edilen surimi hamurları selüloz sosis kılıflarına doldurulduktan sonra (2 cm çapında) kamaboko ve direkt ısıtılan jel olmak üzere iki tip jel üretilmiştir. Kamaboko jeli eldesi için sosis kılıflarına doldurulmuş ve porsiyonlanmış surimi hamurları 40°C'de 30 dakika bekletildikten sonra 90 °C'de 20 dakika boyunca buharda tutulmuştur. Direkt ısıtılmış jel eldesi için ise 90°C'de 20 dakika buharda bekletilmişlerdir. Daha sonra jeller hemen buzla soğutularak analizleri yapılmaya kadar yaklaşık 24 saat boyunca buzdolabında bekletilmişlerdir.

Analiz yöntemleri

Ham materyallerin ve surimilerin kimyasal kompozisyonlarını belirlemek amacıyla ham yağ (Blig ve Dyer, 1959), nem (Ludorff ve Meyer 1973), ham kül (AOAC, 1984), ham protein (AOAC, 1984) analizleri yapılmıştır.

Miyogloblin içeriğinin tespitini belirlemek amacıyla Benjakul ve Bauer (2001) yöntemi kullanılmıştır. 2 g kıyılmış örnek santrifüj tüpüne konulmuş, 20 ml soğuk 40 mM'lık fosfat tamponu (pH 6.8) eklendikten sonra 13500 rpm 10 saniye boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra 3000 g'de 30 dakika 4°C'de santrifüj edilmiştir. Supernatant (sıvı kısım), Whatman no:1 filtre kağıdından süzdürüldükten sonra hacmi, 40 mM fosfat tamponu (pH 6.8) ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 525 nm'de direkt olarak spektrofotometrede ölçümü yapılmıştır. Miyogloblin içeriği 7.6 milimolar yok etme kat sayısı ve 16.110 moleküler ağırlığına göre hesaplanmıştır (Gomez-Basauri ve Regenstein, 1992). Miyogloblin içeriği sonuçları mg/g örnek olarak belirtilmiştir.

Protein çözünürlüğü biüret metoduna göre (Torten ve Whitaker, 1964) yapılmıştır. Biüret çözeltisi için 9 g K-Na tararat.H₂O, 400 ml'lik 0.2 M NaOH çözeltisi içinde hazırlanmıştır. 3 g CuSO₄.5H₂O destile suda çözülmüş daha sonra 0.2 M NaOH ile karıştırılıp 1 L'ye tamamlanarak mavi bir çözelti elde edilmiştir. Protein çözünürlüğü için 5 g balık kası 20

ml soğuk su ile Ultra-Turrax yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenat Eppendorf 5412 tüpleriyle 10°C'de 12000 rpm'de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Daha sonra örneklerden 0.5 ml tüplere alınarak, üzerlerine 2 ml büret çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Tüpler, 550 nm'deki spektrofotometrede ölçülerek standart eğriye göre protein çözünürlüğü (mg/ml) hesaplanmıştır.

Tiyobarbitirik asit (TBA) analizi [Tarladgis vd., \(1960\)](#) yöntemiyle yapılmıştır. Bunun için 10 g örnek 97.5 ml saf su ve 2.5 ml 4 N HCl ile homojenize edildikten sonra distile edilmiştir. Tüplere 5 ml destilat ve 5 ml TBA reaktifi eklenerek 95°C'deki su banyosunda 35 dakika bekletildikten sonra 538 nanometrede okunarak hesaplanmıştır.

Jellerin dokusal özellikleri TA-XT plus teksür analizatörü ile belirlenmiştir. Test parametreleri olarak kırılma gücü (jel dayanıklılığı) ve deformasyon (elastikiyet/ deforme olabilirlik) delme (puncture) testi ile 5mm çapındaki küresel başlıkla belirlenmiştir. Teksür profil analizi (TPA) 50 mm çaplı başlık ile % 60 baskı uygulanarak yapılmıştır. Ayrıca manuel olarak yapılan katlama testi ([Lanier ve Lee,1992](#)) 3mm kalınlığında kesilmiş surimi jellerinin 4'e katlanmasıyla yapılmıştır.

Duyusal analizler altı adet eğitilmiş panelist tarafından yapılmıştır. Duyusal analizler [Cochran ve Cox \(1957\)](#) metodunun modifikasyonu ile yapılmıştır. Ön denemeler sırasında surimilerin sıklık, elastikiyet, sululuk ve renk gibi özelliklerini değerlendirmek için yapılan analizlerde lezzet parametresinin de eklenmesi uygun bulunmuş ve yöntemde küçük bir değişiklik yapılarak lezzet bölümü de eklenmiştir. Her parametre için 15 cm'lik bir çizgi çizilerek başlangıcına 0 (sıkı değil, elastik değil, kuru, gri, lezzetsiz) bitimine 15 (sıkı, elastik, sulu, beyaz, lezzetli) yazılmıştır. Her bir paneliste, her iki tür surimiden üretilmiş her jel grubundan 2,5 cm uzunluğunda kesilmiş ve ardışık olmayan üç basamaklı bir sayı ile kodlanmış jeller sunulmuştur. Eğitilmiş altı panelistten her parametreye 0 ile 15 arasında puan vermesi istenerek değerlendirmeleri istenmiştir.

Her iki türden elde edilen kıymaların, yıkama aşamalarından geçen kıymaların, ham surimilerin ve her iki tip (kamaboko ve direkt ısıtılan) jelin renk değerlerinin belirlenmesi için renk ölçümleri DR LANGE Spectro-pen ile Shubring (2002) yöntemine uygun olarak yapılmıştır. CIE sisteminde yapılmış olan ölçümlerle L* (parlaklık), a* (+kırmızılık veya - yeşillik), b* (+ sarılık veya - mavilik) değerleri belirlenmiştir. Surimi jellerinin beyazlık değerleri ise formülde $[Beyazlık = 100 - ((100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ değerler yerlerine konarak hesaplanmıştır ([Park, 1994](#)).

Bütün mikrobiyal sayımlarda 10 g örnek alınmış, 90 ml 0,01'lik peptonlu (Difco, 0118-17-0) suya aktarılmıştır. Elde edilen 10-1 lik dilüsyondan diğer desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam Mezofilik bakteri sayımı (TMBS) ([Harrigan ve McCance, 1976](#)) için Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış ve petripler 30°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir). Psikrotrofik Bakteri Sayımı (PBS) içinde Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış, hazırlanan petripler 7°C'de 10

gün inkübe edilmiştir. ([Ariyapitun vd., 1999](#)). Toplam Anaerobik Bakteri Sayımı (TABS) için Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış, petripler Anaerobik jar'da 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir ([Debevere ve Boskou, 1996](#)). Maya-küf sayımı (M-KBS) için Oxytetracycline yeast extract Agar (LABM 89) kullanılmış, petripler 30°C'de 3-5 gün inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)). Bu analizler için hazırlanan dilüsyonlardan dökme plak yöntemine göre 3 paraleli ekim yapılmıştır. Koliform bakteri sayımı (KBS) için çoklu tüp yöntemi (Most Probable Number) kullanılmıştır. Koliform bakteri sayımı için Lauryl Tryptose Broth (Difco, 0241-17-0) besiyeri kullanılmıştır. Doğrulama testi Brilliant Green Bile 2% (Difco, 0007-17-4) besiyerinde yapılmıştır. Tüpler 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Fekal koliform bakteri sayımı (FKBS) için çoklu tüp yöntemi kullanılmıştır. Fekal koliform bakteri sayımı için Lauryl Tryptose Broth besiyerinde pozitif olan tüplerden EC broth besiyerine ekim yapılmıştır. Tüpler 44,5°C'de 24 saat inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)). Koagülaz-pozitif Staphylococcus aureus sayımı için Baird Parker Agar (Difco, 0768-17-3) besiyeri olarak kullanılmıştır. Ekimler yayma plak yöntemi kullanılarak Baird Parker Agar (Difco, 0768-7-3) besiyeri üzerine 0,1 ml inoküle edilmiştir. Ekim yapılan petripler 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)).

İstatistiksel analiz, SPSS 11.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin karşılaştırılmasında t-testi ve One-Way Anova uygulanmıştır. Sonuçlar, ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir. Gruplar arası ve depolamaya bağlı parametrelerde değerlendirmeler ve parametreler arası ilişki $p < 0,05$ olması halinde anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Surimi üretimi sırasında balketinde meydana gelen değişimler

Kimyasal kompozisyon analizleri sonuçları mezgit, sardalya ve bunlardan üretilmiş surimilerde [Tablo 1'](#) de olduğu gibi tespit edilmiştir. İki ham materyalin ve bunlardan üretilen surimilerinin nemleri istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir. Her iki türde de yıkamayla birlikte yağ içeriğinin neredeyse yarısından fazlasının uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Her iki türde kül ve protein değerleri yıkama prosedürü ile düşüş göstermiştir. Miyogloblin ve hemogloblin ete kırmızı rengini veren bileşenlerdir ve balıklarda daha çok kahverengi kaslarda bulunmaktadır ([Manat vd., 2004](#)). Sardalya yüksek kahverengi kas oranına sahipken mezzitin bu oranı oldukça düşüktür. Sardalya ve mezzitin surimi üretimi sırasında belirlenen miyogloblin içerikleri [Tablo 2'](#) de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan beyaz ete sahip olan mezgit miyogloblin içeriğine de bakılmakla beraber birinci yıkamadan sonraki miyogloblin içerikleri tespit edilemeyecek kadar az olduğundan [Tablo 2'](#) de yer almamaktadır. Sardalya örneklerinde birinci yıkamada miyogloblin içeriğinin % 61'i uzaklaştırılmıştır. İkinci yıkamanın sonunda yıkamamış kıymaya oranla miyogloblinin toplam %85'i uzaklaştırılırken üçüncü yıkama sonunda uzaklaştırılmış olan oran % 88 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Ham madde ve surimlerin kimyasal kompozisyonlarındaki değişimleri
Table 1. Changes in chemical composition of raw materials and surimi

	NEM (%)	PROTEİN (%)	YAĞ (%)	KÜL (%)
Mezgit	75,38 ± 0,02 ^a	19,65 ± 0,19 ^a	1,05 ± 0,01 ^a	1,55 ± 0,06 ^a
Mezgit Surimi	74,00 ± 0,04 ^a	18,00 ± 0,59 ^b	0,52 ± 0,10 ^b	0,58 ± 0,03 ^b
Sardalya	75,25 ± 0,03 ^a	20,96 ± 0,31 ^a	1,90 ± 0,14 ^a	1,66 ± 0,06 ^a
Sardalya Surimi	76,08 ± 0,01 ^a	19,27 ± 0,50 ^a	0,86 ± 0,11 ^b	0,62 ± 0,05 ^b

Aynı satırda aynı harfler arasında fark yoktur (p>0.05)

Tablo 2. Yıkamamış ve yıkamış kıymaların miyogloblin ve beyazlık değerleri
Table 2. Myoglobin content of unwashed and washed mince

	Yıkamamış kıyma	1. yıkamadan sonra	2. yıkamadan sonra	3. yıkamadan sonra
Miyogloblin içeriği	Mezgit	0,915 ¹ ±0,01	-	-
	Sardalya	2,10 ^{a2} ±0,02	0,8 ^b ±0,01	0,3 ^c ±0,003
Beyazlık değerleri	Mezgit	38,14 ± 0,57 ^a	50,29 ± 0,40 ^b	51,50 ± 0,60 ^c
	Sardalya	37,91 ± 0,95 ^a	38,86 ± 0,87 ^a	40,21 ± 0,31 ^b

Aynı satırda aynı harfler arasında fark yoktur (p>0.05)

Beyazlık değerleri mezgit ve sardalyada ham kıymalarda, birinci yıkamadan sonra, ikinci yıkamadan sonra ve üçüncü yıkamadan sonra ölçülen renk değerlerinden formülle hesaplanmıştır (Tablo 2). Beyazlık değerleri her iki türde de yıkamaya bağlı olarak artış göstermiştir (P<0,05). Mezgit kıymalarının rengi her aşamada sardalyadan daha beyaz bulunmuştur (P<0,05).

Sardalya balıklarının yıkama sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Sardalya ham materyalin toplam mezofilik bakteri sayısı 1,5x10⁵ Kob/g olarak saptanırken, 1., 2. ve 3. yıkama sonrası toplam mezofilik bakteri sayıları giderek

azalma göstermiştir ve sırasıyla 1,6x10³, 8,9x10², 1,1x10² Kob/g olarak saptanmıştır.

Psikrotrofik bakteri sayısı 2,5x10⁵ Kob/g'dan 1., 2., 3. yıkamalardan sonra giderek azalarak sırasıyla 1,9x10³, 9,1x10², 1,5x10² Kob/g'a düşmüştür. Yıkama işlemi ile beraber ilave edilen katkı maddeleri toplam bakteriyel yükün azalmasını sağlamıştır. Mezgit balıklarında ham materyalde saptanan toplam mezofilik bakteri sayısı 3,4x10⁵ Kob/g 'dan birinci yıkama sonrası 2,6x10⁴ Kob/g 'a, 2. yıkama sonrası 9,2x10³ Kob/g'a ve 3. yıkama sonrasında 1,1x10³ Kob/g'a düşmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Yıkamamış ve yıkamış kıymaların mikrobiyolojik değerlendirmeleri
Table 3. Evaluation of unwashed and washed mince

Analizler	Mezgit Kıyma			Sardalya Kıyma				
	Ham	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama	Ham	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama
TMBS (Kob/g)	3,4x10 ⁵	2,6x10 ⁴	9,2x10 ³	1,1x10 ³	1,5x10 ⁵	1,6x10 ³	8,9x10 ²	1,1x10 ²
PBS (Kob/g)	4,5x10 ⁵	3,9x10 ⁴	9,8x10 ³	2,5x10 ³	2,5x10 ⁵	1,9x10 ³	9,1x10 ²	1,5x10 ²
TABS (Kob/g)	1,1x10 ⁴	8,5x10 ³	1,5x10 ³	8,9x10 ²	1,2x10 ³	7,2x10 ²	3,2x10 ²	7,6x10 ¹
KBS (EMS/g)	120	75	45	15	150	75	45	15
FKBS (EMS/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Staph., aureus (Kob/g)	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
M-KBS (Kob/g)	6,2x10 ¹	3,4x10 ¹	2,6x10 ¹	1,5x10 ¹	4,2x10 ¹	2,4x10 ¹	1,2x10 ¹	1,0x10 ¹

Dondurulmuş surimlerde ve surimi jellerinde meydana gelen değişimler

Depolama boyunca mezgitten ve sardalyadan yapılan surimlerin protein çözünürlükleri sırasıyla 30. günde 1,82 ± 0,01 ve 2,06 ± 0,02; 60. günde ise 1,66 ± 0,01 ve 1,91 ± 0,01 olarak tespit edilmiştir. Türler arasında depolamaya bağlı olarak

protein çözünürlüğünde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak önemsiz olarak bulgulanmıştır.

Tiyobarbitirik asit (TBA) analizi sonuçları her iki türden üretilmiş ham surimler ve bundan yapılan jeller için Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. TBA (mg.malonaldehit/kg) analizi sonuçları
Table 4. Results of TBA (mg.malonaldehide/kg) analysis

Gruplar	Gün	
	30	60
Mezgit Surimi	2,22 ± 0,34 ^{a1}	2,71 ± 0,32 ^{a1}
Sardalya Surimi	5,05 ± 0,04 ^{a2}	5,79 ± 0,04 ^{b2}
MD	1,52 ± 0,01 ^{a1}	2,33 ± 0,03 ^{b1}
SD	5,50 ± 0,02 ^{a2}	5,89 ± 0,07 ^{b2}
MK	1,45 ± 0,02 ^{a1}	1,90 ± 0,03 ^{b1}
SK	4,86 ± 0,16 ^{a2}	5,66 ± 0,02 ^{b2}

Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda ayrılmış bölümlerde aynı rakamlar arasında fark yoktur (p>0,05)

TBA değerleri mezgitten yapılan surimilerde depolama boyunca artış gözlenmezken sardalyadan yapılan surimilerde depolama periyodunda artış gözlenmiştir (p<0,05). MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak TBA değerlerinde artış tespit edilmiştir (p<0,05). Direkt ısıtılan ve kamaboko jelleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında sardalyadan yapılan jellerin değerleri önemli miktarda mezgitten yapılan jellerden iki depolama periyodunda da yüksek çıkmıştır. Aynı türden yapılan direkt ısıtılan ve kamaboko jellerinde ise her iki türde de direkt ısıtılan jellerin daha yüksek TBA değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Elle yapılan katlama testi sonuçları **Tablo 5**'te verilmiştir. Gruplar arasında depolamaya bağlı olarak, direkt ısıtılan jeller ile kamaboko jelleri arasında da istatistiksel açıdan bir farklılık bulunamamıştır. Tüm gruplar her iki depolama periyodu sonunda da çok iyi (5 puan) kaliteyi ve işaret eden puanlar almışlardır. İkinci periyotta direkt ısıtılan jellerin puanları düşüş göstermiştir iyi (4 puan) kaliteyi gösteren puanlar almışlardır.

Tablo 5. Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin katlama testi sonuçları
Table 5. Folding test results of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

Gruplar	Gün	
	30	60
MD	5 ± 0,00 ^{a1}	4 ± 0,00 ^{a1}
SD	5 ± 0,00 ^{a1}	4 ± 0,00 ^{a1}
MK	5 ± 0,00 ^{a1}	5 ± 0,00 ^{a1}
SK	5 ± 0,00 ^{a1}	5 ± 0,00 ^{a1}

Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda aynı rakamlar arasında fark yoktur (p>0,05)

Doku profil analizinde sertlik, iç yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık, çignenebilirlik, esneklik, dış yapışkanlık parametreleri test edilmiştir (**Şekil 1**). Sertlik özelliğine bakıldığında en yüksek sertlik değeri 30. günde MK örneklerinde tespit edilmiştir. Sertlik değerlerinde her iki türden yapılan örneklerde depolamaya bağlı olarak farklılık gözlenmemiştir. İç yapışkanlığın SK jelinde depolamaya bağlı olarak düştüğü görülmüştür (P<0,05). Her iki periyotta en yüksek esneklik değerleri SK jellerinde tespit edilmiştir ve iki değer arasında fark yoktur. MD ve MK jellerinde elastiklik ikinci periyotta artarken SD jelinin değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir (P<0,05). Sakızimsılık değerlerine bakıldığında iki

türden yapılan jellerin ısıtılma işlem uygulama gruplarına göre periyoda bağlı olarak değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. En düşük sakızimsılık değerleri ise MD jellerinde tespit edilmiştir.

Çignenebilirlik ikinci periyottaki MK jellerinde en yüksek değere ulaşmıştır. Grupların depolama periyoduna bağlı olarak değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulgulanmamıştır. Esneklik değerlerinde MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak bir önemli bir değişim gözlenmemiştir. Her iki türden yapılan jellerin dış yapışkanlık değerleri periyotlara bağlı olarak istatistiksel olarak önemli değişim göstermemiştir.

Delme testinde kırılma gücü (jel dayanıklılığı) ve deformasyon (elastikite/ deforme olabilirlik) özellikleri saptanmıştır. MD, MK, SD ve SK jellerinin verileri **Şekil 2** ve **Şekil 3**' de verilmiştir. Jel dayanıklılığı 30. günde en yüksek örnek SK olarak bulunmuştur fakat 60. günde MK yükselirken (P<0,05) SK değeri düşmüştür (P<0,05). Çünkü yağların oksidasyona uğraması ve depolamaya protein çözünürlüğünün düşmesi SK jellerinin dayanıklılık değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. MD jelinin deformasyonu ikinci periyotta birinciye oranla yükselmiştir (P<0,05). Bununla birlikte her grup kendi arasında kamaboko ya da direkt ısıtılmış jel olmasına bağlı olarak karşılaştırılırsa jel dayanıklılıkları kamaboko jellerinin direkt ısıtılan jellerden daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. Deformasyon değerlerine bakıldığında ise buna paralel olarak direkt ısıtılan jellerin daha çabuk deforme oldukları tespit edilmiştir.

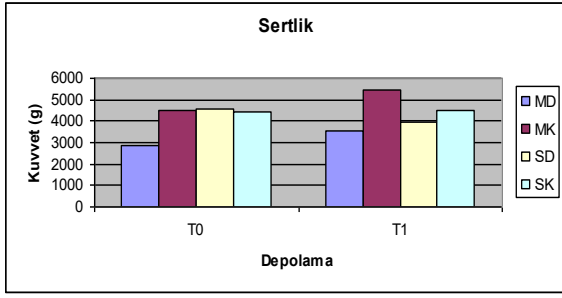
Depolama periyotları boyunca her iki türden elde edilen surimilerden ve her iki ısıtılma işlemi ile yapılan jellerin renk ölçümleri yapıldıktan sonra beyazlıkları hesaplanmıştır (**Tablo 6**).

Tablo 6. Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin beyazlık değerleri

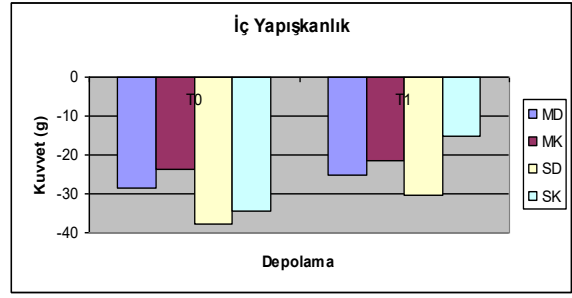
Table 6. Whiteness results of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

Grup	Gün	
	30	60
MD	69,02 ± 0,31 ^{a1}	67,62 ± 0,23 ^{b1}
MK	68,80 ± 0,58 ^{a1}	66,81 ± 0,25 ^{b1}
SD	66,95 ± 0,28 ^{b1}	63,57 ± 0,07 ^{b1}
SK	65,83 ± 0,36 ^{b1}	61,25 ± 0,44 ^{b2}

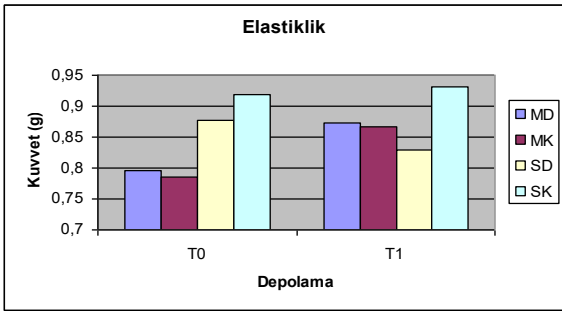
Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda aynı rakamlar arasında fark yoktur (p>0,05)



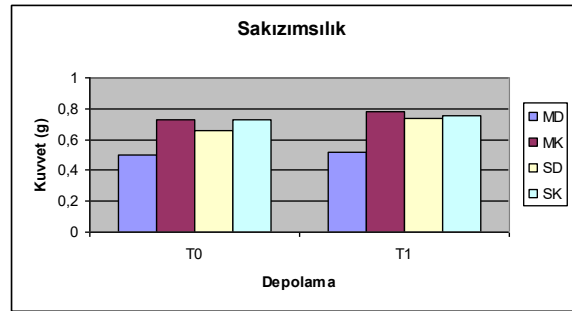
A



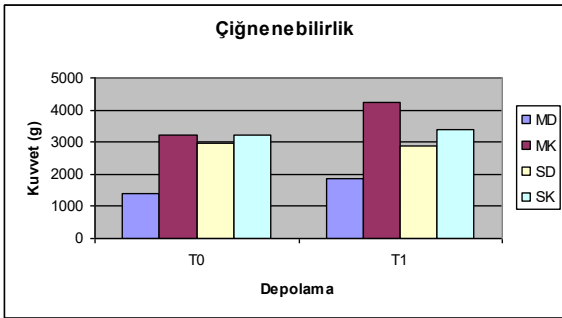
B



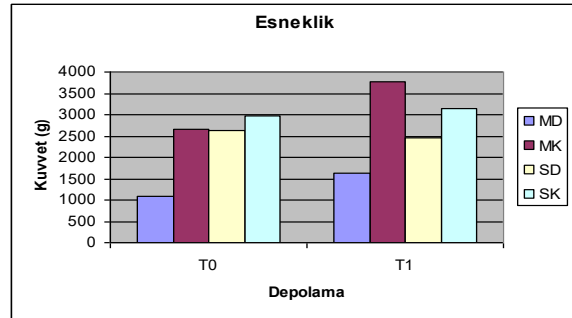
C



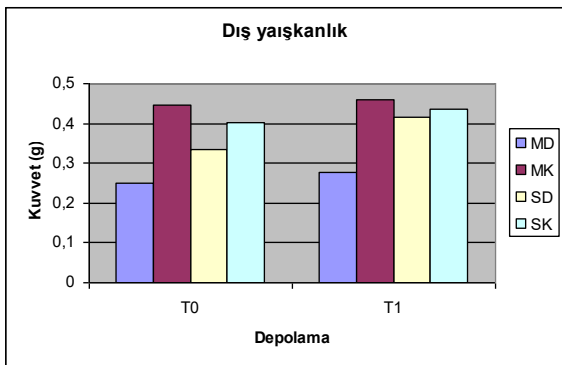
D



E



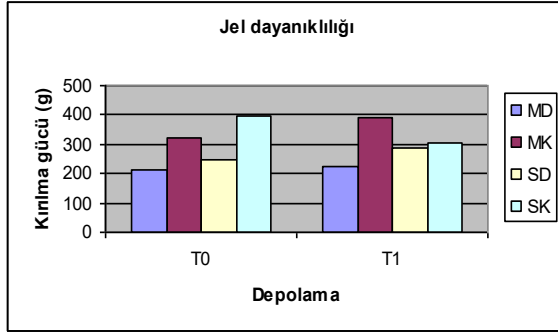
F



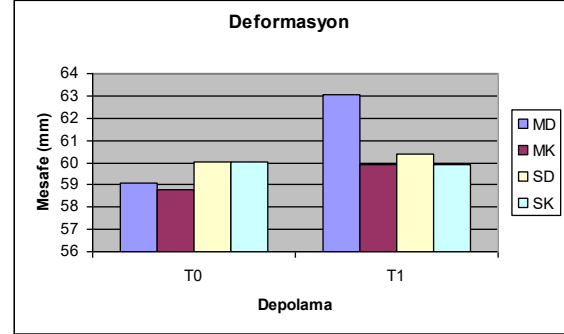
G

Şekil 1. Surimi jellerinin doku profili analizi sonuçları (A:Sertlik, B:İç yapışkanlık, C:Elastiklik, D:Sakızimsılık, E:Çiğnenebilirlik, F:Esneklik, G:Dış yapışkanlık)

Figure 1. Texture profile analysis results of surimi gels. (A: Hardness, B: Adhesiveness, C: Springiness, D: Cohesiveness, E: Chewiness, F: Resilience, G: Gumminess)



Şekil 2. Jel dayanıklılığı değerleri
Figure2. Breaking force values of gels



Şekil 3. Jel deformasyon değerleri
Şekil 3. Deformation values of gels

Farklı ısı işlem uygulanarak yapılan jellerin beyazlıklarına bakıldığında MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak beyazlığın düştüğü tespit edilmiştir ($P<0,05$). Mezgit ve sardalyadan yapılan jeller ısı işlem uygulamalarına bakılarak karşılaştırıldığında her iki tür için direkt ısıtılan jellerin beyazlık değerleri ile kamaboko jellerinin beyazlıkları arasında 30. günde fark tespit edilmezken, 60. günde sadece sardalyadan yapılan jellerde kamaboko jelinin beyazlık değeri direkt ısıtılan jele göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Bir karşılaştırma da MD ile SD ve MK ile SK jellerinin beyazlık değerleri arasında yapılmıştır. Buna göre, MD jelinin beyazlık değerleri SD jeline göre ve MK jelinin beyazlık değerleri SK jelinin değerlerine göre her iki periyot için de yüksek olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Her parametre için 0–15 arası puan verilmesi istenilen eğitimli altı panelist tarafından yapılan duyu analizlerin

sonuçları [Tablo 7](#)'de verilmiştir. 30. günde yapılan analizlerde MD ile SD ve MK ile SK jelleri arasında sıkılık, elastiklik, sululuk açısından önemli bir fark tespit edilememiştir. Sardalyadan yapılan surimi jellerinin aynı ısı işleme tabi tutulmuş mezgit jellerinden daha düşük beyazlık değerlerine ve lezzete sahip oldukları bulgulanmıştır ($P<0,05$). Aynı sonuçlar 60. günde yapılan duyu analiz sonuçlarında da ortaya çıkmıştır. Lezzet parametresindeki farklılık balığın türünden kaynaklanmamaktadır, düşük değer verilmesinin nedeni 30. günde az da olsa hissedilen, yağların oksidasyonundan ileri gelen acılaşmanın 60. günde yapılan analizlerde çok daha kuvvetli olarak hissedilmesidir. 15 puan üzerinden yapılan değerlendirilmede ilk periyotta SD 5,83, SK 5,50 puan alırken ikinci periyotta sırasıyla 3,67 ve 3,80 puan alarak panelistler tarafından ret edilmişlerdir. Bu sonuç henüz tüketim limitlerini aşmamış yine de depolamaya bağlı olarak artan ve orta kalite olarak niteleyebileceğimiz TBA değerleri ile örtüşmektedir.

Tablo 7. Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin duyu değerlendirme sonuçları
Tablo 7. Sensory evaluation of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

Gün	Grup	Sıklık	Elastiklik	Sululuk	Beyazlık	Lezzetlilik
30	MD	7,83 ± 1,83 ^a	8,17 ± 2,56 ^a	10,0 ± 3,03 ^a	8,33 ± 1,63 ^a	8,83 ± 3,19 ^a
	SD	8,83 ± 1,47 ^a	8,67 ± 2,50 ^a	10,17 ± 2,79 ^a	7,67 ± 1,51 ^b	5,83 ± 0,98 ^b
	MK	8,50 ± 1,76 ^a	9,50 ± 1,97 ^a	10,8 ± 32,14 ^a	7,33 ± 3,01 ^a	9,00 ± 1,79 ^a
	SK	7,67 ± 1,37 ^a	8,00 ± 2,90 ^a	9,67 ± 2,66 ^a	6,50 ± 2,74 ^b	5,50 ± 0,55 ^b
60	MD	8,33 ± 2,25 ^a	7,00 ± 2,10 ^a	8,83 ± 2,40 ^a	9,33 ± 2,66 ^a	10,0 ± 2,97 ^a
	SD	9,33 ± 3,88 ^a	9,67 ± 3,61 ^a	7,00 ± 3,63 ^a	7,77 ± 2,10 ^b	3,67 ± 0,82 ^b
	MK	8,67 ± 2,42 ^a	7,33 ± 2,58 ^a	8,8 ± 32,48 ^a	9,83 ± 2,93 ^a	10,0 ± 3,52 ^a
	SK	9,67 ± 3,61 ^a	9,83 ± 2,64 ^a	7,33 ± 3,39 ^a	7,1 ± 72,14 ^b	3,83 ± 0,98 ^b

Aynı sütunda aynı harfler arasında fark yoktur ($p>0,05$)

Sardalya balıklarından direkt ısıtılan jel ve kamaboko jel surimi üretimi ve depolama esnasında mikrobiyolojik değişimleri **Tablo 8'** de verilmiştir.

Sardalya surimide (SS) $4,5 \times 10^3$ Kob/g olarak belirlenen mezofilik bakteri sayısı depolamanın birinci ayında sardalya

direkt jel surimi ürünlerinde $5,5 \times 10^1$ Kob/g, sardalya kamaboko jel ürünlerinde ise $1,9 \times 10^1$ Kob/g olarak bulgulanmıştır. Depolamaya bağlı olarak bakteri sayılarında artış saptanmıştır. Depolamanın ikinci ayında mezofilik bakteri sayıları mezgit direkt jel surimi ürünleri için $6,3 \times 10^2$ Kob/g, sardalya kamaboko jel surimi için $1,0 \times 10^2$ Kob/g olarak saptanmıştır.

Tablo 8. Mezgit ve sardalya surimleri ile bunlardan elde edilen jellerin mikrobiyolojik gelişimleri
Tablo 8. Microbiological evaluation of surimi and their gels made from Alaska Pollack and sardine

Analizler	30. gün						60. gün					
	MS	SS	MD	SD	MK	SK	MS	SS	MD	SD	MK	SK
TMBS (Kob/g)	$6,8 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	$5,5 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$1,9 \times 10^1$	$7,2 \times 10^3$	$9,2 \times 10^3$	$8,2 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
PBS (Kob/g)	$7,3 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$4,2 \times 10^1$	$3,6 \times 10^1$	$1,4 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$7,8 \times 10^3$	$9,8 \times 10^3$	$4,2 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
TABS (Kob/g)	$4,2 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	$3,7 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$5,2 \times 10^3$	$4,0 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
KBS (EMS/g)	45	75	<3	<3	<3	<3	15	45	<3	<3	<3	<3
FKBS (EMS/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Staph. aureus</i> (Kob/g)	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
M-KBS (Kob/g)	$1,9 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1$	<10	<10	<10	<10	$2,8 \times 10^1$	$1,4 \times 10^1$	<10	<10	<10	<10

Mezgit surimide (MS) $6,8 \times 10^3$ Kob/g olarak belirlenen mezofilik bakteri sayısı depolamanın birinci ayında mezgit direkt jel surimi ürünlerinde $7,5 \times 10^1$ Kob/g, mezgit kamaboko jel ürünlerinde ise $2,3 \times 10^1$ Kob/g olarak bulgulanmıştır (**Tablo 8**). Depolamaya bağlı olarak bakteri sayılarında artış saptanmıştır. Depolamanın ikinci ayında mezofilik bakteri sayıları mezgit direkt jel surimi ürünleri için $8,2 \times 10^2$ Kob/g, mezgit kamaboko jel surimi ürünleri için $2,8 \times 10^2$ Kob/g olarak saptanmıştır. Sardalya ve mezgit balıklarından yapılan direkt jel ve kamaboko jel surimi üretiminde ilave edilen katkı maddeleri ve uygulanan ısıtma işlem sonrasında bakteriyel yüklerde azalma saptanmıştır. Koliform, fekal koliform, *S. aureus*, maya-küf ısıtma işlem sonrası surimi ürünlerde saptanmamıştır. ICMSF (1992)' e göre surimi ürünleri için verilen toplam mezofilik bakteri sayısı için belirtilen özel bir limit değeri olmayıp, ısıtma işlem uygulanmış balıklar için belirtilen tüketim limit değeri 10^5 - 10^7 Kob/g olarak belirtilmiştir. Buna göre, sardalya ve mezgit balıklarından direkt ısıtılarak ve kamaboko jel üretilerek elde edilen surimi ürünleri mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde depolama periyodu sonunda tüketim limit değerlerinin altında saptanmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimyasal kompozisyon analiz sonuçlarına bakıldığında nem parametresi haricindeki diğer kimyasal kompozisyon bileşenlerinin değerlerinde yıkama işlemi ile beraber bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Protein değerlerindeki düşüşün nedeninin yıkama işlemi ile birlikte sarkoplazmik proteinlerin uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Sardalyadan yapılan suriminin protein değerleri ham materyale oranla önemli bir değişim göstermezken kül değerlerinde azalma önemli olarak

bulgulanmıştır ($P < 0,05$). Her iki türün kül oranı ise suda çözünen diğer içeriklerin yıkama suyu ile beraber uzaklaştırılması sonucunda düşüş göstermiştir. Sardalyadan üretilen suriminin asit-alkalin ile yıkanması ile ilgili bir araştırmada (*Karayannakidis vd., 2007*) farklı dönemlerde avlanan sardalyaların yıkanmamış kıymalarında nem oranlarının % 79,25 ile 76,57 arasında, protein değerlerinin %19,27 ile 21,6, yağ değerlerinin ise % 2,78 ile 1,0, kül değerlerinin ise % 1,45 ile 0,6 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sardalya kıymasının dondurularak depolanmasının doku özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (*Marti de Castro vd., 1996*) protein değerleri %17,7 den 13,0'a düşerken yine kül ve yağ miktarlarında da düşüş göstermiştir. Bu yayındaki sonuçlar yapılan bu çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Surimi üretiminde miyogloblin ve hemogloblin beyazlıkta esas rolü oynamaktadır ki beyazlık da surimi jelinin kalitesi için oldukça önemli bir parametredir (*Chen, 2002*). *Ochiai vd., (2001)* şu saptamada bulunmuştur; kahverengi kaslar kıymadan ne kadar uzaklaştırılabilirse o kadar beyaz renkli ve yüksek kaliteli jel elde edilebilir. Koyu renkli balıklardan surimi üretiminde ilk yıkama suyuna sodyum bikarbonat (NaHCO_3) eklenmesi *Park (2000)* tarafından tavsiye edilmiştir ki çalışmada bu katkı maddesi kullanılarak miyogloblinin uzaklaştırılması artırılarak kıymanın renginin açılması sağlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan mezgit ve sardalyanın yıkanmamış kıymalarındaki miyogloblin değerleri karşılaştırıldığında sardalya kıyması değerinin oldukça yüksek ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Sardalya kıymalarının miyogloblin içerikleri yıkama aşamaları boyunca düşüş ($P < 0,05$) göstermiştir. Uskumru ve sardalya ile yapılan bir çalışmada

yıkama sırasında farklı tuz konsantrasyonlarının miyoglobini uzaklaştırma oranlarına bakılmıştır (Manat vd., 2004). Sardalyanın sadece koyu renkli kısımlarından yapılan kıymada en iyi sonuç % 0,2 oranında tuz ile yıkanmasıyla elde edilmiş olup miyoglobinin yaklaşık olarak % 30'u uzaklaştırılmıştır. Bu çalışmada birinci yıkamada uygulanan prosedür ile miyoglobinin % 61'i uzaklaştırılmıştır.

Suriminin dondurularak depolanması periyodu boyunca protein denatürasyonu arttığından protein çözünürlüğünün de düştüğü birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir. Çözünürlüğün düşmesi surimi jellerinin kalitesinin de düşmesine neden olmaktadır (Park, 2000). Bu çalışmada da protein çözünürlüğü depolamayla birlikte düşüş göstermiş fakat bu azalmanın istatistiki olarak bir önem taşımadığı görülmüştür. Genellikle Tayland'da surimi üretimi için kullanılan farklı balık türleri üzerine yapılmış bir çalışmada balık türlerine göre farklılık gösteren protein çözünürlüğünde önemli düşüşler depolamaya bağlı olarak tespit edilmiştir (Benjakul vd., 2005). Protein çözünürlüğündeki düşüş, proteinlerin dondurma ve dondurulmuş depolama sırasındaki denatürasyonlarına da bağlı olarak gelişmektedir (Benjakul vd., 2005).

Yağlı balıkların oksidasyon miktarının ve hızının yağsız balıklara oranla daha yüksek olduğu bilinmektedir. Surimi üretimi sırasında yağın büyük bir bölümü uzaklaştırılmış olsa da sardalya suriminin yağ miktarı mezgitten yapılan surimiden daha yüksektir. Tiyoobarbutrik asit analizi sonuçlarına göre sardalya surimilerinde depolamaya bağlı TBA değerlerindeki artış, sardalyada daha yüksek oranda bulunan doymamış yağların oksidasyonu sonucunda gerçekleşmiştir. Bu oksidasyonun duyu analizlerde panelistler tarafından hissedilmesi sonucunda da sardalya surimi jelleri ret edilerek tüketilemez olarak değerlendirilmiştir. Benjakul vd., (2005) tarafından yapılan bir çalışmada balık türlerinin yağlılıklarına göre dondurulmuş depolama periyodu boyunca oksidasyonda artışlar görüldüğü bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada depolama sırasında oksidasyonun proteinlerin denatürasyonuna neden olabileceği ve bununda daha düşük protein çözünürlüğüne ve jel kabiliyetinin azalmasına yol açabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı surimi üretiminde yaygın olarak kullanılan mezgit türünden elde edilen surimi ve bundan elde edilen jellerin kalitesi ile sardalyadan yapılan suriminin ve bundan elde edilen surimi jellerinin kalitesini karşılaştırmaktır. Aynı sürede dondurularak depolanmış balıkların kullanıldığı çalışmada doku profil analizi (TPA) sonuçlarına göre sardalya surimisi jellerinin doku kalitesi mezgit jellerinin doku kalitesini yakalamış olarak görülmektedir. Sertlik, esneklik ve dış yapışkanlık gibi doku parametrelerinde hem mezgit hem de sardalya surimisinden yapılan kamaboko jelleri direkt ısıtılan jellere göre daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Genel olarak surimi ile yapılan çalışmalarda kamaboko jelinin özelliklerinin direkt ısıtılan jelinkinden daha iyi olduğu ortaya konmaktadır. Delme testinin sonuçlarına bakılacak olursa sardalya surimi jellerinin jel dayanıklılığının ısı uygulamalarına göre 30. günde daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Oldukça taze sardalya kullanıldığında oluşan jelin kalitesinin yüksek kaliteye

sahip mezgit surimisinin kalitesini yakaladığı bildirilmiştir (Park, 2000). Sardalya ve uskumru ile yapılan bir çalışmada her iki türünde direkt ısıtılan jellerde ve kamaboko jellerde kırılma güçlerinin tuz solüsyonu ile yıkanan kıymalarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Manat vd., 2004). Sardalya surimisinin jellerinin jel dayanıklılığı kamaboko için yaklaşık 110 ile 260 g arasında, direkt ısıtılan jeller için ise yaklaşık 80 ile 110 g arasında değişim göstermiştir. Yine aynı araştırmada sardalyadan yapılan suriminin uskumrudan yapılabildiğine göre daha yüksek bir jel dayanıklılığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada yapılan jel dayanıklılığı testinde 30. günde en yüksek değere sardalya kamaboko jelleri sahip olmuştur ve diğer sardalyadan yapılan surimi çalışmaları ile paralellik göstermektedir. 60. günde ise bu değer düşüş göstermiştir. Jel dayanıklılığındaki bu düşüş oksidasyon artışı ve protein çözünürlüğündeki düşüş ile bağdaştırılabilir.

Mezgit ve sardalya kıymalarının yıkamayla beyazlık değerlerinin artışı, yıkamayla beraber istenmeyen partikül ve bileşenlerin uzaklaştırılması sonucu ortaya çıkan yıkamanın yararlı etkilerinden biridir. Suriminin jel haline getirilmesi için uygulanan ısı işlemlerin beyazlık parametresini türe bağlı olmaksızın arttırdığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Manat vd., 2004; Karayannakidis vd., 2007; Tabiloa-Munizaga vd., 2004; Rawdkuen vd., 2004). Beyazlık değerleri Manat vd., (2004) tarafından sardalyalarla yapılan bir araştırmada tuz solüsyonu ile yıkanmış surimiden direkt ısıtılarak yapılan jellerin beyazlık değeri 62,25 bulunurken kamaboko jelinin değeri ise 62,88 olarak tespit edilmiştir. Karayannakidis vd., (2007) tarafından sardalyadan surimi üretimi ile ilgili yapılan bir çalışmada farklı pH düzeyleri ile yıkanan kıymalar ısı işleme tabi tutulduktan sonra beyazlık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre beyazlık değerleri 50,10 ile 62,20 arasında değişim göstermiştir. Yukarıdaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında bu çalışmadaki sardalyadan yapılan jellerin beyazlık değerleri diğer çalışmaların beyazlık değerleri ile benzerlik göstermektedir. Sardalya jellerinin depolamanın ikinci ayında beyazlık değerlerinin düşüşü surimideki oksidasyon artışı ile düşen L* (parlaklık) değenin bir sonucudur. Mezgitte çeşitli katkı maddeleri eklenerek etkileri araştırılan bir çalışmada (Tabiloa-Munizaga vd., 2004) ısı işlem uygulanan jellerin renk değerleri 69,11 olarak tespit edilmiştir. Mezgit surimisinden yapılan jelden alınan bu sonuç bu çalışma kapsamında yapılan mezgit surimisinden yapılan jellerin beyazlık değerleri ile paralellik göstermektedir. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında sardalya surimisinden yapılan jellerde ikinci periyotta artan oksidasyonun daha yoğun hissedilmeye başlaması ile birlikte lezzet parametresinde kuvvetli bir düşüş (P<0,05) olduğu tespit edilmiştir. Bu acılaştırmanın hissedilmesi ile sardalya surimisinden yapılan jeller panelistlerce reddedilmiştir.

Çalışmada yıkama işlemi ile beraber ilave edilen katkı maddeleri toplam bakteriyel yükün azalmasını sağlamıştır. Yapılan bir çalışmada çipura balıklarının depolama öncesi yıkama işleminin bakteri popülasyonunu azalttığı belirtilmiştir (Erkan, 2007). Huidobro vd. (2001) yıkanmamış çipura balıklarında mezofilik bakteri sayısının depolama esnasında

hızlı bir şekilde yükselirken (depolamanın 15. gününde 7 log Kob/g ulaşırken), yıkanan çipuralıklarının bu değere 17. günde ulaştığı belirtilmiştir. Inacio vd., (2003) bütün haldeki istavrit balıklarının (*Trachurus trachurus*) mezofilik bakteri sayılarının depolamanın başlangıcında >5 log Kob/cm² 'den az olduğu ve depolamanın 12. gününde yıkanmamış olan bütün istavrit balıklarının mezofilik bakteri sayılarının >7 log Kob/cm² in üzerinde iken, yıkanmış olanların <7 log Kob/cm² in altında saptandığı belirtilmiştir. Yıkama işlemi ile bakteriyel yükün azalması konusunda çalışmada elde edilen bulgular yukarıdaki belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çalışmada ilave edilen katkı maddeleri ve uygulanan ısı işlem sonrasında sardalya ve mezgitinden yapılan direkt jel ve kamaboko surimi ürünlerinde bakteriyel yüklerde azalma saptanmıştır. Yapılan diğer bir çalışmada taze, fırında ve kızartılmış hamsi balıklarının mezofilik bakteri sayıları sırasıyla 4,53; 3,26; 3,68 log Kob/g olarak bulgulanmıştır. Fırında ısı işlem uygulandıktan sonra vakum paketlenen hamsilerin 14 gün depolamadan sonra mezofilik bakteri sayısı 7,32 log Kob/g'a, kızartılmış ve vakum paketlenmiş hamsilerin mezofilik bakteri sayıları 21 gün depolamadan sonra 7,27 log Kob/g'a ulaşmıştır. Kızartılmış ve vakum paketlenmiş hamsilerin mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayıları $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün depolamadan sonra bile 7 log Kob/g'ın altında saptanırken depolamanın 21. gününde maksimum tüketim limit değerlerini aşmıştır (Kılınç vd., 2007). Sardalya balıklarının marinasyon esnasındaki kalite değişimleri adlı çalışmada ham materyalde saptanan toplam mezofilik, psikrotrofik ve maya-küf sayıları sırasıyla $4,5 \times 10^4$ Kob/g, $7,6 \times 10^4$ Kob/g, 20/g maya ve 10/g küf olarak saptanmıştır. Sardalya filetoları fiçiler içerisinde tuz ve asetik asit ilavesi ile marinasyona tabi tutulduktan sonra sardalya filetolarında bütün bakteriyel yük inhibe olmuştur (Kılınç ve Çaklı, 2004). Surimi jellerinde bakteriyel yüklerin katkı maddeleri ilavesi ve ısı işlem sonrası azalması yönünde elde edilen bulgular yukarıda belirtilen çalışmalarla paralellik göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Ariyapitun, T., Mustapha, A. & Clarke, A. D. (1999). Microbial shelflife determination of vacuum-packaged fresh beef treated with polylactic acid, lactic acid and nişin solutions. *Journal of Food Protection*, 62:913-920.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis, 14th ed., Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. DC., USA.
- Benjakul, S. & Bauer F. (2001). Biochemical and Physicochemical Changes in Catfish Muscle as Influenced by Different Freze-Thaw Cycles. *Food Chemistry*, 72:207-217. doi: [10.1016/S0308-8146\(00\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00222-3)
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C. & Tanaka, M. (2005). Effect of Frozen Storage on Chemical and Gel-forming Properties of Fish Commonly Used for Surimi Production in Thailand. *Food Hydrocolloids*, 19:197-207. doi: [10.1016/j.foodhyd.2004.05.004](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.004)
- Blig, E.G. & Dyer, W.J. (1959). A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37:911-917. doi: [10.1139/o59-099](https://doi.org/10.1139/o59-099)
- Chaijan, M., Benjakul, S., Vissanguan, W. & Fatsuman, C. (2004). Characteristic and Gel Properties of Muscles from Sardine (*Sardinella gibbosa*) and Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) Caught in Thailand. *Food Research International*, 37:1021-1030. doi: [10.1016/j.foodres.2004.06.012](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.012)
- Chen, H., H. (2002). Decoloration and Gel-Forming Ability of Horse Mackerel Mince by Air-Flotation Washing. *Journal of Food Science*, 67:2970-2975. doi: [10.1111/j.1365-2621.2002.tb08847.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08847.x)
- Cochran, W.G. & Cox, G.M. (1957). Experimental designs (2. baskı) Chicester: Jhon Willey & Sons.
- Çaklı, (2008). Ş. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Debevere J. & Boskou G. (1996). Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA producing microflora of cod filets. *International Journal of Food Microbiology*, 31:221-229. doi: [10.1016/0168-1605\(96\)01001-X](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01001-X)
- Erkan, N. (2007). Sensory, Chemical, and Microbiological Attributes of Sea Bream (*Sparus aurata*): Effect of Washing and Ice Storage. *International Journal of Food Properties*, 10(3): 421-434. doi: [10.1080/10942910600848915](https://doi.org/10.1080/10942910600848915)

Sonuç olarak, çalışmada donmuş olarak mezgit ve sardalya balıkları kullanılmıştır. Depolamanın ikinci ayında sardalya balıklarının yağlı olması dolayısıyla, sardalya balığından yapılan surimilerde duyuşal açıdan acılaşıma belirlenmesi nedeniyle kabul edilemez durumda bulgulanmıştır. Buna karşın mezgit balıklarından yapılmış surimler depolamanın ikinci ayında tüketilebilir durumda saptanmıştır. TBA değerleri ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre mezgitten ve sardalyadan yapılan surimler tüketim limit değerlerinin altında bulgulanmıştır. Çalışmada dondurulmuş materyal kullanılarak sardalya balıklarından surimi yapılmıştır. Sardalya balıklarından yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre depolamanın ikinci ayında oksidasyon (acılaşma) saptanması ve ürünlerin duyuşal panelistler tarafından reddedilmesi raf ömrünü kısaltmıştır. Eğer taze ham materyal kullanılarak surimi yapılırsa hem oksidasyonun geciktirilmesi sağlanabilir hem de doku ve renk özellikleri açısından daha kaliteli ürünler elde edilebilir. Taze materyalle kıyaslandığında, donmuş materyallerde depolamaya bağlı oksidasyon daha yüksek olarak saptanmaktadır. Surimi ürünleri özellikle yağlı balıklardan yapıldığında oksidasyon gelişimi hızlı olduğu için oksidasyon gelişimini önleyici doğal antioksidant maddelerin ilavesi (biberiye, adaçayı, kekik gibi) hem oksidasyon oluşumunu geciktirecek hem de surimi ürünlerinin tat ve aroma gelişimini artıracaktır. Yağlı balıklardan surimi eldesinde oksidasyonu önlemek amacıyla surimler dondurulmadan önce vakum paketlenmesi da oksidasyonun gelişimini engelleyeceği gibi surimi ürünlerin raf ömrünü de artıracaktır. Surimiye dayalı ürünlerin beyazlık özelliklerinin gelişimi için ilave beyazlatıcı maddelerin (yumurta beyazı, tavuk plazma proteini, transglutaminaz, tapioka nişastası) de kullanılması ürünlerin tercih ve tüketilebilirliğini artıracaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 107O005 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

- Eymard, S., Carcouet, E., Rochet, M., Dumay, J., Chopin, C. & Genot, C. (2005). Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 85:1750-1756. doi: [10.1002/jsfa.2145](https://doi.org/10.1002/jsfa.2145)
- Fiske, C., H. & Subbarow, Y. (1925). The Colorimetric Determination of Phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, 66:375-400.
- Gomez-Basauri, J.V. & Regenstein, J.M. (1992). Vacuum packaging, ascorbic and frozen storage effects on heme and nonheme iron content of mackerel. *Journal of Food Science*, 57:1337-1339. doi: [10.1111/j.1365-2621.1992.tb06851.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb06851.x)
- Harrigan, W.F. & Mccance, M.E. (1976). *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. London: Academic Press Inc.
- Huidobro, A., Mendes, R. & Nunes, M.L. (2001). Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology*, 212:408-412. doi: [10.1007/s002170000243](https://doi.org/10.1007/s002170000243)
- Inacio, P., Bernardo, F. & Vaz-Pirez P. (2003). Effect of Washing with Tap and Treated Seawater on the Quality of Whole Scad (*Trachurus Trachurus*). *European Food Research and Technology*, 217:416-411. doi: [10.1007/s00217-003-0771-7](https://doi.org/10.1007/s00217-003-0771-7)
- ICMSF. (1992). (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Sampling plans for fish and shellfish. In ICMSF, *Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*, ed. ICMSF. Toronto, Canada: University of Toronto Pres.
- Karayannakidis, P.D., Zotos, A., Petridis, D. & Taylor, K.D.A. (2007). The effect of initial wash at acidic and alkaline pHs on the properties of protein concentrate (kamaboko) products from sardine (*Sardina pilchardus*) samples. *Journal of Food Engineering*, 78 775- 783p. doi: [10.1016/j.jfoodeng.2005.11.018](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.018)
- Kılınc, B. & Çaklı, Ş. (2004). Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. *Food Chemistry*, 88:275-280. doi: [10.1016/j.foodchem.2004.01.044](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.044)
- Kılınc, B., Çaklı, Ş. & Türkkän, A.U. (2007). Effect of different cooking methods on chemical, microbiological and sensory quality of vacuum -packed Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*), *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 58:191-196.
- Lanier, T.C. & Lee, C.M. *Surimi Technology*. New York: Marcel Dekker Inc. (1992).
- Ludorff, W. & Meyer, V. (1973). *Fische und Fisherzeugnisse*. Z. Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg, 209-210.
- Manat, C., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Fatsuman, C. (2004). Characteristics and gel properties of muscles from sardine and mackerel caught in Thailand. *Food Research International*, 37:1021-1030. doi: [10.1016/j.foodres.2004.06.012](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.012)
- Marti De Castro, M.A., Gomez-Gullien, M.C. & Montero, P. (1997). Influence of frozen storage on textural properties of sardine (*Sardina pilchardus*) mince gels. *Food Chemistry*, 60:85-93. doi: [10.1016/S0308-8146\(96\)00315-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00315-9)
- Ochiai, Y., Ochiai, L., Hasimoto, K. & Watabe, S. (2001). Quantative Estimation of Dark Muscle Content in The Mackerel Meat Paste and Its Products Using Antisera Against Mysin Light Chains. *Journal of Food Science*, 66:1301-1305. doi: [10.1111/j.1365-2621.2001.tb15205.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15205.x)
- Park, J.W. (1994). Functional protein additives in surimi gels. *Journal of Food Science*, 59: 525-527. doi:[10.1111/j.1365-2621.1994.tb05554.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05554.x)
- Park, J.W. (2000). *Surimi and Surimi Seafood*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Lanier, T.C. (2004). Chicken plasma protein affects gelatin of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Hydrocolloids*, 18:259-270. doi: [10.1016/S0268-005X\(03\)00082-1](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00082-1)
- Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Canovas, G., (2004). Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food Research International*, 37: 767-775p. doi: [10.1016/j.foodres.2004.04.001](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.001)
- Tartadgis, B., Watts, B. M. & Yonathan, M. (1960). Disillation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37(1), 44-48. doi: [10.1007/BF02630824](https://doi.org/10.1007/BF02630824)
- Torten, J. & Whitaker, J.R. (1964). Evaluation of Biuret and Dye-Binding Methods for Protein Determination in Meats. *Journal of Food Science*, 29:168-174. doi: [10.1111/j.1365-2621.1964.tb01713.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1964.tb01713.x)