

Buzdolabı Şartlarına Depolanan Havuz Balığı (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758)'nın Kalite Değişimine Sıcak Dumanlama ve Vakum Paketlemenin Etkisi

Emre ÇAĞLAK^{1*}, Barış KARSLI¹

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, 53100 Rize, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author
E-mail: emre.caglak@erdogan.edu.tr
Orcid ID: 0000-0002-7376-1359

Araştırma makalesi/Research article
Geliş tarihi/Received: 12.09.2020
Kabul tarihi/Accepted: 02.12.2020

ÖZET

İç su kaynaklarımızda artan popülasyonu ile havuz balığının (*Carassius carassius*) değerlendirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, dumanlama işlemi uygulanarak vakum paketlenen havuz balıklarının soğuk muhafaza şartlarında ($+4\pm 1$ °C) 120 gün süresince besinsel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimleri incelenmiştir. Sıcak dumanlama işlemi ile elde edilen ürünlerin protein, yağ, nem ve kül değerlerinde değişimler gözlemlenmiştir. TVB-N değeri depolama süresince artış göstererek 8,4-21 mg/100 g arasında tespit edilmiştir. Taze havuz balığında belirlenen düşük seviyedeki TBA değeri 1. gün hariç dumanlama işleminin etkisiyle azalma göstermiş ve son gün 0,54 mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. Dumanlama işlemi sonrası ürünlerin pH değerleri depolama süresince 4,92 ile 5,05 arasında dağılım göstermiştir. Görünüş, doku, renk ve koku kriterleri kullanılarak gerçekleştirilen duyu analizinin ortalama puanlarının depolamanın 90. günde sınır değerlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Elde edilen kimyasal ve duyu analiz sonuçlarına göre dumanlanmış havuz balıklarının vakum paketlenerek buzdolabı şartlarında ($+4\pm 1$ °C) 75 güne kadar kalitesini korudukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Carassius carassius*, Sıcak dumanlama, Raf ömrü, Vakum paket, Soğuk muhafaza

The Effect of Hot Smoking and Vacuum Pack on the Quality of Crucian Carp (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758) Stored in Refrigerated Condition

ABSTRACT

In this study, in order to evaluate the increasing population of Crucian carp (*Carassius carassius*) in inland water resources, the nutritional, chemical and sensory changes of smoked and vacuum packaged Crucian carp stored under the cold storage condition ($+4\pm 1$ °C) during 120 days were examined. Changes have been observed in the protein, fat, moisture, and ash values of the products obtained by the hot smoking process. TVB-N value increased during storage and was found between 8.4-21 mg/100 g. TBA value, determined at low levels in fresh Crucian carp, showed a decrease with the effect of smoking except on the 1st day and it was detected to be 0.54 mg malonaldehyde/kg at the end of storage. After the smoking process, the pH values varied between 4.92 and 5.05 during storage. It was observed that the average scores of the sensory analysis performed using appearance, texture, color and odor criteria remained below the limit values on the 90th day of storage. According to the chemical and sensory analysis results obtained, it was determined that smoked and vacuum packaged crucian carp maintained their quality up to 75 days under refrigerator conditions ($+4\pm 1$ °C).

Keywords: *Carassius carassius*, Hot smoking, Shelf life, Vacuum packaging, Cold storage

Atf için (Cite);

Çağlak, E., Karlı, B. (2020). Buzdolabı Şartlarına Depolanan Havuz Balığı (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758)'nın Kalite Değişimine Sıcak Dumanlama ve Vakum Paketlemenin Etkisi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2), 34-44.

1. Giriş

Dünya nüfusunun artış hızı karşısında gıda kaynaklarının sınırlı olması ve ekolojik dengenin değişmesi insan yaşamının en önemli ögesi olan beslenme sorununu ortaya çıkarmaktadır. Sucul hayvansal kaynaklar bu açıdan hayati öneme sahip gıdalar arasındadır. Dünya genelinde ve Türkiye’de su ürünlerinin mevcut potansiyelinden yararlanma imkanlarının en üst düzeye çıkarılması için çalışmalar devam etmektedir. İnsanoğlunun sağlıklı beslenmesinde hayvansal kaynaklı proteinler önemli bir yere sahiptir (Elmadfa ve Meyer, 2017; Bayraklı vd., 2019). Su ürünleri bünyesinde ihtiva ettiği protein, yağ, mineral madde ve vitamin yönünden yüksek değerli gıda grubuna girmektedir (Çağlak ve Karslı, 2017). İnsan sağlığı açısından su ürünleri büyük önem taşımakla beraber sınırlı raf ömrüne sahip, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmanın hızlı gerçekleştiği hassas gıda ürünlerindedir.

Ülkemizde su ürünlerinin tüketimi genellikle taze, dondurulmuş ve diğer geleneksel işleme teknikleri (tuzlama, konserve, dumanlama ve marinat) şeklinde sıralanmaktadır. Bazı türler ise insan gıdası olarak değerlendirilmemektedir. Bu bakımdan farklı işleme ve muhafaza yöntemleri ile tüketilebilen su ürünleri çeşitlerinin artırılması önem arz etmektedir (Gram ve Huss, 2000; Ayas vd., 2005; Özyılmaz, 2007). Dumanlanmış ürünlerin pek çoğu dünyanın çeşitli bölgelerinde damak tadı olarak tercih edilerek tüketilirken ülkemizde bu ürünlere büyük bir talep bulunmamaktadır (İzci ve Ertan, 2004; Duman ve Patır, 2007). Dumanlanmış ürünler, özellikle odun talaşı kullanılarak nem miktarının düşürülmesi ve formaldehit, karboksil asit, fenoller gibi duman bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri ile işlenmiş, dayanım süreleri artırılmış ürünlerdir. Ayrıca dumanlama işlemi ile ürünlere özel aromalar ve renk gibi duyuşal özellikler kazandırılmaktadır (Gökoğlu, 2002; Erkan, 2004). Sıcak tütsüleme işlemi genellikle

80-100 °C sıcaklıklarında uygulanmakta, böylece ürünün pişme esnasında duman aromasının kazandırılması ön plandadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Dumanlanmış ürünlerin muhafazası esnasında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimler meydana gelmekte olup bu değişimler balığın türüne, yağ oranına, tütsüleme öncesi yapılan işlemlere, tütsüleme yöntemine, tütsüleme süresine, tütsüleme sıcaklığına ve duman içeriğine bağlıdır. Ayrıca, tütsülenmiş ürünlerin kalitesinin korunmasında muhafaza ve paketleme işlemlerinin de etkisi vardır (Erkan, 2004; Duyar vd., 2019).

Havuz balığı sazangiller (*Cyprinidae*) ailesinden olup, potamodrom bir dip balığıdır. Ülkemizde Ortadoğu ülkelerine ihracatı yapılmakta olan havuz (gümüşü) balığının 2019 yılında Türkiye’deki avcılık miktarı 6555 ton olarak bildirilmiştir (TUİK, 2019). Ülkemiz iç su kaynakları göz önüne alındığında, havuz balığına yönelik avcılık, tüketim ve işleme yöntemlerinin geliştirilerek daha ekonomik hale getirilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada ülkemizin tatlı sularında avcılığı yapılan fakat ticari olarak büyük katkısı olmayan havuz balığı (*Carassius carassius*) türüne sıcak dumanlama işlemi ile ekonomik değer oluşturulması ve elde edilen ürünlerin buzdolabı şartlarında muhafazası esnasında besinsel, kimyasal ve duyuşal kalite kriterlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan havuz balığı (*Carassius carassius*) Balıkesir ilinin Bandırma ilçesi sınırlarında yer alan Manyas Gölü’nde avcılık faaliyetinde bulunan bir balıkçı teknesinden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan toplamda 60 adet balığın ortalama boyları $26,5 \pm 4,05$ ve ortalama ağırlıkları $319 \pm 13,45$ g olarak belirlenmiştir. Temin edilen balıklar ilk olarak strafor kutular içerisinde buzlanarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi İşleme tesisine 24 saat içinde sevk edilmiştir.

Laboratuvara getirilen örneklerin ilk olarak temizleme prosedürüne uygun bir şekilde iç organları, solungaçları, yüzgeçleri ve pulları temizlenmiştir. Ardından balıklar fileto edilerek dumanlama işlemi için hazır hale getirilmiştir.

2.1. Dumanlama İşlemi

Dumanlama işlemi için ürünün bulunduğu ve duman üretimi için talaşların yakıldığı kısım olmak üzere iki bölümden oluşan mekanik tütsü fırını kullanılmıştır. Ürünlerin bulunduğu kısım 82x75x134 cm (en x boy x yükseklik) ebatlarında olup sıcaklık kontrolü için elektronik termostat (0-300 °C) ve nem kontrolü için nemölçer mevcuttur. Duman üretiminin sağlandığı kısım ise 60x60x60 cm ebatlarında olup kayın talaşlarının yakılması için elektrik rezistansı bulunmaktadır. Bu iki bölüm arasında dumanın iletilmesi için 13 cm çapında krom boru mevcuttur. Dumanlama işlemi için kayın ağacından elde edilmiş kaba talaş kullanılmıştır.

Havuz balıkları dumanlama işlemi öncesi +4 °C'de %10 tuz solüsyonu içerisinde 90 dakika bekletilmiş ve örneklerin üzerindeki fazla suyun uzaklaştırılması için 15 dakika süzme işlemi uygulanmıştır. Daha sonra süzülen ürünler tütsü ızgaralarına alınarak 30 °C'de 30 dakika (ön kurutma), 60 °C'de 60 dakika (dumanlama) ve 90 °C'de 30 dakika (pişirme) olacak şekilde mekanik tütsü makinesinde dumanlanmıştır. Elde edilen ürünler soğutma işlemine tabi tutulduktan sonra 20 cm x 34 cm ebatlarında kalınlığı 80 mikron ve ağırlığı 73,6 g/m² olan vakum poşetler kullanılarak paketleme işlemi yapılmış ve buzdolabı koşullarında (+4±1 °C) 120 gün süreyle depolanmıştır. Ürünler 15 günde bir her analiz gününde rastgele seçilen 3 paket kullanılarak analiz edilmiştir.

2.2. Besinsel Analizler

Havuz balıklarının nem, ham kül, ham yağ ve ham protein analizleri Norwitz (1970)'e göre yapılmıştır. Buna göre nem miktarı için

örnekler sabit tartım elde edilene kadar 105 °C'de kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Ham kül miktarı için ürünlere 550 °C'de 5-6 saat yakma işlemi uygulanmıştır. Ham yağ miktarı otomatik yağ ekstraksiyon Velp SER 148/6 (Velp Scientifica, Milano, İtalya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Ham protein analizi Kjeldahl metoduna göre otomatik bir protein cihazında (Behr Distillation Unit S5, Behr Labor Technik, Almanya) yapılmıştır.

2.3. Kimyasal Analizler

TVB-N analizi Lücke-Geidel metoduna göre (İnal, 1992; Varlık vd., 1993), Tiyobarbütirikasit (TBA) miktarı analizi Tarladgis (1960) yöntemine göre (Smith vd., 1992; Varlık vd., 1993) ve pH ölçümü Curran vd. (1980)'in uyguladığı metoda göre yapılmıştır.

2.4. Duyusal analizler

Duyusal analiz için su ürünleri üzerine yürütülen farklı çalışmalardan (Kurtcan ve Gönül, 1987; Altuğ ve Elmacı, 2005; İnanlı vd., 2011; Can ve Patır, 2012) elde edilen metotlar modifiye edilerek ürünler 7 kişiden oluşan uzman bir panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan değerlendirme formuna göre ürünlerin görünüş, doku, renk ve koku değerleri 10 puanlık bir hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Panelistlere sunulan duyusal analiz puanlama formuna göre 9-10= Çok iyi, 7-8= İyi, 5-6= Normal, 3-4= Kötü ve 1-2= Çok kötü ürünü temsil etmektedir.

2.5. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen verilerin ortalama ± standart sapması (n:3) verilmiştir. Depolama günleri arasındaki farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların istatistiksel açıdan önemi 'One Way Anova' ve en küçük önemli fark 'LSD' uygulanarak P<0,05 önem seviyesine göre belirlenmiştir. İstatistikî analizde JMP 5.0.1. (SAS Institute Inc, NC, ABD) programı kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).

3. Bulgular ve Tartışma

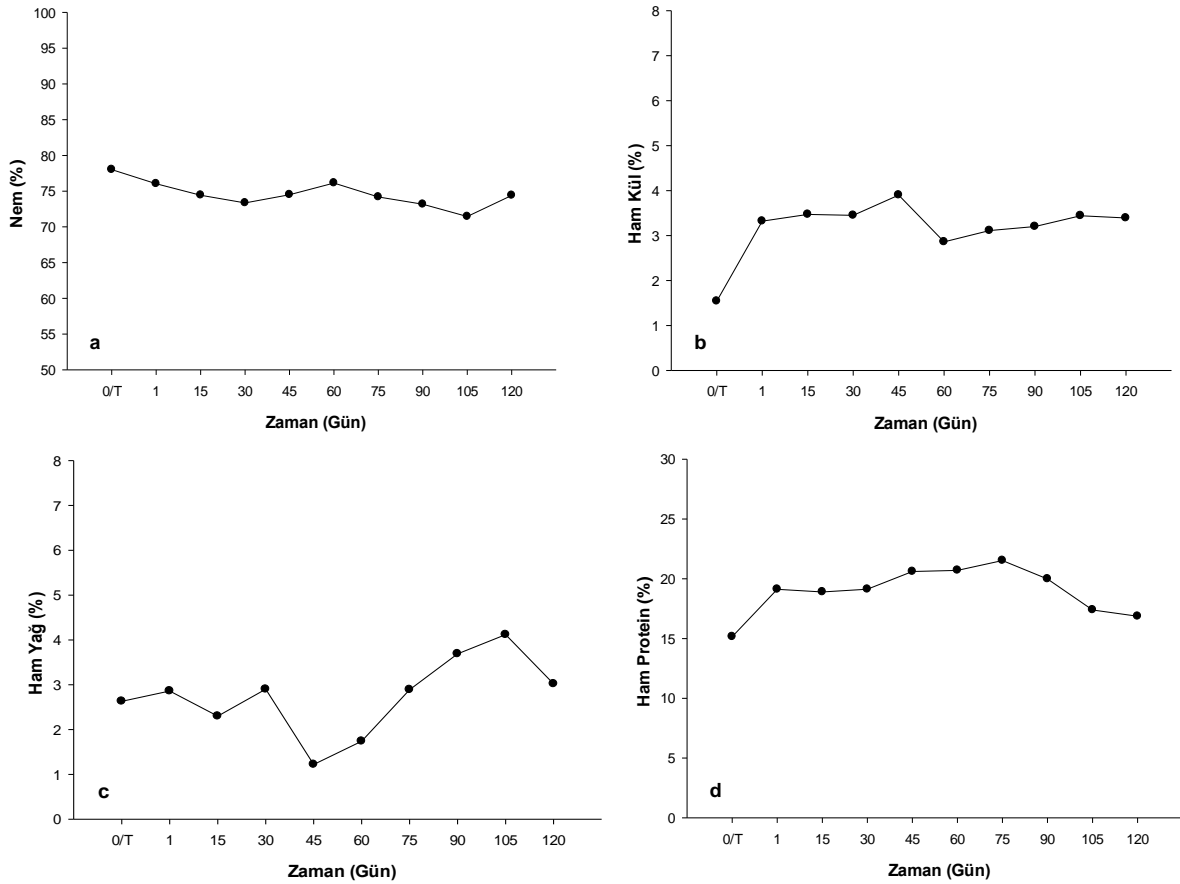
Taze havuz balıklarında nem, ham protein, ham yağ ve ham kül değerleri sırasıyla %78,02, %15,16, %2,63 ve %1,54 olarak tespit edilmiştir. Dumanlama öncesi yapılan hafif tuzlama işlemine ve hafif tütsüleme sırasındaki sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak tütsülenmiş havuz balıklarında nem, ham protein, ham yağ ve ham kül değerlerinde değişimler gözlenmiş ve bu değerler sırasıyla %76,04, %20,64, %2,86 ve %3,32 bulunmuştur. Dumanlanmış havuz balığının depolama süresince nem, ham kül, ham yağ ve ham protein değerlerinde görülen değişim Şekil 1'de gösterilmiştir. Su ürünlerinin ana bileşenlerini protein, su ve yağ moleküllerinden oluşmaktadır. Biyokimyasal bileşim %15-24 protein, %66-84 su, %0,1-22 yağ, %0,8-2 mineral madde ve %0,1-1 karbonhidrat değerleri arasında değişmektedir. Su ürünlerinin türü, yaşı, boyu, olgunluk durumu, beslenme şekli ve çevre şartları gibi çeşitli etmenler biyokimyasal bileşim üzerine etki etmektedir (Huss, 1995, 1988; Borgstrom, 1961). Bu çalışmada dumanlama işlemine bağlı olarak nem değerlerinde başlangıçta gözlenen düşüş 15. gün sonrasında 60. ve 105. gün dışında çalışma süresince belirli bir oranda sabit kalmıştır. Depolama süresince dumanlanmış balıkların minimum ve maksimum nem değerleri %76,15 ile %71,44 arasında dağılım göstermiştir. Çalışmanın 1. gün değerlerinin diğer gruplardan (60. gün hariç) daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanın 105. gününde tütsü sazanlarda tespit edilen düşük nem değerlerinin diğer depolama günlerinden istatistiki olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır ($P<0,05$). Dumanlama işlemi öncesinde yapılan tuz salamurasında bekletme işlemine bağlı olarak ham kül değerlerinde gözlenen artış çalışma süresince tütsü sazanlarda %2,86 ile %3,9 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen ham kül değerlerinin depolama günleri arasındaki istatistiki değerlendirmesinde taze ürün aldığı en düşük değer ile dumanlanmış ürünlerden farklılık

göstermiştir ($P<0,05$). Çalışma süresince en yüksek kül değeri (%3,9) 45. günde, en düşük kül değeri (%2,86) ise 0. günde tespit edilmiş ve bu değerler diğer günlerde elde edilen ham kül değerlerinden farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Yağ ve nem oranları arasında zıt yönlü bir ilişki vardır, dumanlama işlemine uygulanan sıcaklık işlemine bağlı olarak oluşan nem kaybı neticesinde ham yağ değerlerinde 1. günde oransal bir artışın olduğu gözlenmiştir. Tütsü sazanların depolama süresince en düşük ham yağ değeri 45. günde %1,22, en yüksek ham yağ değeri 105. günde %4,12 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince ham yağ değerlerinde meydana gelen değişimlerde ürünlerin 1. gün değerleri 30 ve 75. gün hariç diğer depolama günlerinden farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Protein değerlerinde dumanlama işlemi neticesinde görülen oransal artışın sıcaklığa bağlı olarak nem oranının azalması kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak 1. günde %19,12 olan protein değerinin 75. günde %21,53 değerine ulaştığı ve depolamanın son günü olan 120. günde %16,87 olduğu belirlenmiştir. İstatistiki olarak taze ürününün aldığı en düşük değer depolamanın 45, 60 ve 75. günlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Hassan (1988) tarafından yürütülen çalışmada dumanlanmış *Cyprinus carpio*'nun besinsel değerleri ortaya koyulmuştur. Taze materyalde nem, yağ, protein ve kül değerlerini sırasıyla %78,23, %3,44, %17,5 ve %0,96 olarak belirtmiştir. Dumanlama işlemine süreye bağlı olarak nem, yağ, protein ve kül değerlerini sırasıyla %50,45-58,84, %3,75-4,34, %25-29,4 ve %11-14,9 bulmuştur. Szathmari ve Molnar (2007) tarafından *Cyprinus carpio*, *Ctenopharingodon idella* ve *Hypophthalmichthys molitrix* üç farklı sazan türünde farklı dumanlama üzerine yürüttükleri çalışmada mart ayında ham üründe nem ve yağ değerlerini sırasıyla %74,03, %74,28, %77,32, %8,07, %7,33 ve %2,68 bulmuşlardır. Aynı çalışmada soğuk dumanlama ve sıcak dumanlama işlemi uygulanmış *Cyprinus carpio*, *Ctenopharingodon idella* ve

Hypophthalmichthys motilrix sazanlarının mart ayı nem ve yağ değerlerini sırasıyla %69,03-67,75, %69,15-69,65, %67,36-66,32, %8,43-8,48, %14,79-13,71 ve %15,42-8,71 olarak ifade etmişlerdir. İzci (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada taze *Carassius gibelio* türünde %76,24 nem, %4,62 yağ, %17,99 protein ve %0,93 kül tespit edilmiştir. Ljubojevic vd. (2016) tarafından geleneksel sıcak dumanlama uygulanmış *Cyprinus carpio* türünde yağ asidi ve kimyasal kompozisyon üzerine yürüttükleri çalışmada nem, protein, yağ ve kül değerlerini taze ve dumanlanmış üründe sırasıyla %78,3-63,36, %17,4-26,65, %3,41-5 ve %1,07-4,55 olarak bulmuşlardır. Kiczorowska vd. (2019) havuz balığının (*Carassius carassius*) dumanlama öncesi ve sonrası nem, kül ve protein değerlerini sırasıyla %79,6-75,5, %1,16-2,53 ve %12,1-16,3 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen nem, ham

yağ, ham protein ve ham kül değerlerinin dumanlama öncesi ve sonrasında meydana gelen azalmalar yönüyle ve araştırmamızda elde ettiğimiz besinsel içeriklerin dağılımı noktasında paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Dumanlama işlemine bağlı olarak ürünlerde görülen nem kaybı ile protein ve yağ değerlerinde oransal artışın olması ve dumanlama öncesi yapılan tuzlama işleminin de kül miktarında artışa neden olması açısından bu çalışma sonuçları diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan tuz salamurası ve süresi ile dumanlama işlemi ve süresinin diğer çalışmalara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Literatür verileri ile çalışma verilerimiz arasında görülen farklılıkların bu farklı dumanlama sıcaklığı ve dumanlama süresinden kaynaklanabileceği gibi çalışmalarda kullanılan farklı balık türlerinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 1. Dumanlanmış havuz balığının nem (a), ham kül (b), ham yağ (c) ve ham protein (d) değerleri (%), 0/T: Taze

Figure 1. Moisture (a), crude ash (b), crude fat (c) and crude protein (d) values (%) of smoked crucian carp, 0/T: Fresh.

Dumanlanmış havuz balığının depolama süresince pH, TVB-N, TBA ve duyuşal değerlerinde görölen değişim Şekil 2’de gösterilmiştir. Taze su ürünleri için pH değerinin genellikle 6-6,5, tüketilebilirlik sınır değerinin ise 6,8-7 olduğu belirtilmiştir (Connell, 1980; Varlık vd., 1993). Bu çalışmada taze materyalde pH 7,19 olarak ölçölmüş, duman içeriğinde bulunan asitli bileşiklere bağlı olarak düşüş gösteren pH değerleri depolama süresince 4,92 ile 5,34 arasında dağılım göstermiştir. Başlangıç değeri 7,19 olan pH değeri depolamanın son günü olan 120. günde 4,92 olarak belirlenmiştir. Taze havuz balığı ile dumanlanmış ürünlerin depolama günleri arasında farkların olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Ayrıca depolama günleri arasında yürütölen istatistiki analiz sonuçlarına göre 120. gün tespit edilen pH değeri 60 ve 105. günde belirlenenden istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0,05$). Hassan (1988) tarafından yürütölen çalışmada *Cyprinus carpio*’nun pH değerini taze materyalde 6,39, dumanlama işleminde sonrasında süreye bağlı olarak bu değerin 5,82 ile 6,01 arasında olduğunu belirtmiştir. İzci (2010) *Carassius gibelio* türünden yapılan fish finger çalışmasında pH değerlerinin 6,14-6,27 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Çağlak ve Karslı (2016) tarafından *Carassius carassius*’un farklı kuru tuzlama çalışmaları üzerine yürüttükleri çalışmada 7,26 ile başlayan pH değerinin çalışma süresi sonunda (180. günde) 6 civarında olduğu ifade edilmiştir. Genç ve Diler (2019) tarafından yürütölen çalışmada soğuk muhafaza şartlarında depolanan *Carassius gibelio*’nun başlangıç pH değerinin 6,45 seviyelerinden 11. günde 6,8 seviyelerine çıktıklarını belirtmişlerdir. Kiczorowska vd. (2019) havuz balığının (*Carassius carassius*) dumanlama öncesi ve sonrası pH değerlerini 5,9-5,7 aralığında bulmuşlardır. Bu çalışmada belirlenen taze havuz balığının pH verileri ile Çağlak ve Karslı (2016)’nın sonuçları arasında benzer sonuçlar gözlenirken, diğer literatür verilerinden balık türü, uygulanan işlemler ve depolama şartları gibi nedenlerden dolayı

çalışma verilerimiz farklılık göstermiştir. Bu çalışmada dumanlama işleminde bağlı olarak pH miktarında görölen azalma yönündeki değişimler açısından tüm literatür verileri paralellik göstermiştir. Dumanlanmış ürünler karşılaştırıldığında bu çalışmada olduğu gibi Hassan (1988) tarafından yürütölen çalışmada da dumanlama işleminde bağlı olarak ürünlerin pH değerinde düşüşün olduğu görölmüştür. Dumanlama işleminin aksine diğer işleme yöntemleri uygulanan ürünlerin pH değerinin arttığı veya artma eğiliminde olduğu gözlenmiştir.

Balık etinin yapısında bozulmaya neden olan değişikliklerden lipitlerin yanı sıra proteinler ve protein olmayan azotlu bileşikler sorumludur (Ashie vd., 1996). TVB-N değeri balığın türü, av mevsimi, av bölgesi, cinsiyeti, yaşı ve balığın beslenme durumu gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Koral ve Köse, 2005). Su ürünlerinde TVB-N kalite sınıflandırmasında 25 mg/100 g’a kadar çok iyi, 35 mg/100 g’dan fazlasının bozulmuş olduğu belirtilmektedir (Varlık vd., 1993; Uyttendaele vd., 2018). Dumanlanmış ürünlerde TVB-N içeriğinin; taze ürün kalitesine, ürün paketleme şekline, dumanlama öncesi uygulanan salamura yoğunluğuna, depolama koşullarına ve işleme alınan ürün türüne göre değişebileceği bildirilmiştir (Bilgin vd., 2007). Havuz balığının taze TVB-N değerlerinin dumanlama işleminde sonrasında depolama süresine bağlı olarak bazı dalgalanmalar gözükse de genelde artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. En düşük TVB-N değeri taze üründe 8,4 mg/100 g olarak bulunurken, depolamanın 120. gününde en yüksek değerine ulaşmıştır (21 mg/100 g). İstatistiki olarak taze ürün ile depolamanın 60. ve 75. günleri hariç diğer depolama günlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0,05$). Çalışma süresince dumanlanmış havuz balıklarının TVB-N değerlerinin arttığı ancak 35 mg/100 g olarak kabul edilen sınır değerini aşmadığı görölmüştür. *Carassius gibelio* türünden yapılan fish finger çalışmasında başlangıç TVB-N değeri 14,37 mg/100 g olan

ürünün ısı işlem sonrası 12,69 mg/100 g olduğu belirtilmiştir (İzci, 2010). Duman ve Patır (2007) tütsülenmiş *Cyprinus carpio* filetolarına farklı tuzlama, paketlenme ve muhafaza sıcaklıkları uyguladıkları sekiz gruplu çalışmada taze materyalde 12,50 mg/100 g olarak belirlenen TVB-N değerinin dumanlama sonrası 13,3-16,92 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, depolama süresince (84 gün) tüm grupların TVB-N değerlerinde artış görüldüğü ve bu değerlerin 16,08-67,9 mg/100 g arasında dağılım gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Havuz balıklarının kalite kriterleri üzerine farklı kuru tuzlama yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada başlangıçta 8 mg/100 g seviyesinde başlayan TVB-N değerlerinin kontrol grubunda 150. günde sınır değerleri aşarken, tuzlama işlemi uygulanmış grupların çalışma süresi sonunda (180. günde) kalitesini korudukları belirtilmiştir (Çağlak ve Karşlı, 2016). Çalışmamız TVB-N verileri incelendiğinde diğer literatür araştırmalarında olduğu gibi çalışma süresince TVB-N değerlerinin arttığı, bununla birlikte 120 gün süresince 35 mg/100 g sınır değerinin altında kalarak diğer çalışmalar ile benzer bulgular gösterdiği tespit edilmiştir. Dumanlama sonrası başlangıçta havuz balıklarının TVB-N değerlerinde meydana gelen artışın dumanlama işlemi sonucu olarak su kaybı ile tuzlama ve dumanlama süresince balıklarda devam eden proteolitik aktivitelere bağlı olduğu öngörülmektedir (Günlü, 2007).

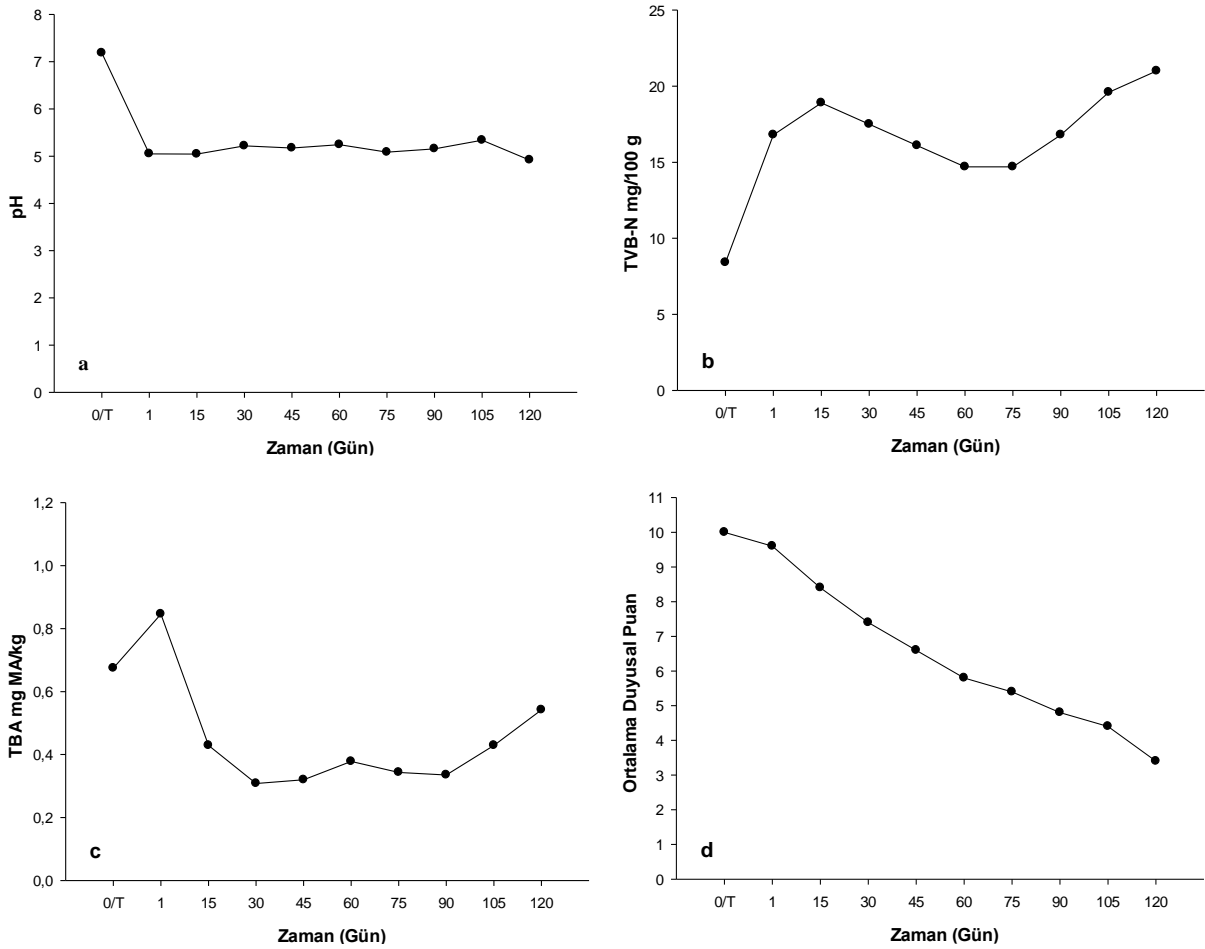
Su ürünlerinin içerdiği yağlar yüksek doymamışlık nedeniyle, diğer etlere kıyasla oksidasyona daha fazla maruz kalmaktadır. Oksidasyona bağlı olarak ilk başta yağ asitleri ve peroksitler oluşur, peroksitlerin oksitlenmesi ile de hoş gitmeyen koku ve acılaşmaya neden olan aldehit ve ketonlar meydana gelir. Yağların acılaşma derecesinin belirlenmesi amacıyla tiyobarbitürik asit (TBA) değeri kullanılmaktadır (Ramanathan ve Das, 1992; Soyer, 1999; Olgunoğlu, 2007). TBA miktarı çok iyi bir materyalde 3 mg malonaldehit (MA)/kg'dan az, iyi bir üründe 3-

5 mg MA/kg ve tüketilebilirlik sınır değerinin 7-8 mg MA/kg olduğu bildirilmiştir (Varlık vd., 1993). Yağ oksidasyonunun göstergesi olan TBA değerleri 120 günlük depolama süresince 0,31 ile 0,85 mg MA/kg arasında dağılım göstermiştir. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde depolamanın 1. gününde alınan en yüksek değer (0,85 mg MA/kg) diğer depolama günlerinden, taze ürün değeri ise 120. gün hariç diğer depolama günlerinden farklılık göstermiştir ($P < 0,05$). Taze havuz balığında 0,67 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değeri 1. gün artış göstermiş ve daha sonra bu değer azalarak depolama sonunda 0,54 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince havuz balıklarının TBA değerinin düşük seviyelerde bulunmasının; havuz balığının yağ miktarının düşük olması, duman bileşiklerinin antioksidan özellikleri ve vakum paketlenme uygulaması gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tütsülenmiş *Cyprinus carpio* filetolarına farklı tuzlama, paketlenme ve muhafaza sıcaklıkları uygulanan bir çalışmada taze materyalde 0,65 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değerinin, dumanlama sonrası 0,43-0,61 mg MA/kg değerlerinde olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber aynı çalışmada 84 günlük depolama süresince tüm grupların TBA değerlerinde artış görüldüğü ve bu değerlerin 0,62-4,57 mg MA/kg arasında dağılım gösterdiği rapor edilmiştir (Duman ve Patır, 2007). İzci (2010) tarafından yürütülen çalışmada taze *Carassius gibelio* türünde 0,193 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değerinin fish finger ürünlerinde 0,7 mg MA/kg, ön pişirme uygulanmış fish finger ürünlerinde ise 0,337 mg MA/kg değerlerinde olduğunu bildirmiştir. Farklı kuru tuzlaması yapılan havuz balığı üzerine yürütülen bir çalışmada başlangıçta 0,8 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değerinin 180 günlük çalışma süresi sonunda tüm gruplarda sınır değerleri aştığı bildirilmiştir (Çağlak ve Karşlı, 2016). Bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde İzci (2010)'nin bildirdiği TBA verilerinin de çok iyi bir materyali temsil eden 3 mg MA/kg değerine ulaşmadığı görülmüştür. Ancak Duman ve Patır (2007) ile Çağlak ve Karşlı

(2016)'nın yaptıkları çalışmalarda farklı uygulamaların (tür, sıcaklık, yağ katkısı gibi) etkilerine bağlı olarak TBA değerlerinin bu çalışmadan farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Su ürünlerinin kalite değerlendirmesinde en önemli ölçütlerden birisi duyuşal değerlendirmedir. Tüketici tarafından duyuşal olarak tercih edilmeyen bir ürün diğer kalite kriterleri yönünden iyi kalitede olsa bile tüketilemez (Dokuzlu, 1997; Özden vd., 2001). Duyusal analizlerde görünüş, doku, renk, lezzet ve koku gibi değerlendirmeler insan duyuşaları ile belirlenmektedir. Bu nedenle tüketici açısından bu değerlerin kullanılması

gıda kalite kontrolünde büyük önem arz etmektedir. Dumanlama işlemi yapılmış havuz balıklarının görünüş, doku, lezzet ve koku puanlarının genel ortalama puanları Şekil 2'de görüldüğü üzere doğrusal bir azalma göstermiştir ($P<0,05$). Taze ürünün duyuşal değerleri depolamanın 1. günü hariç diğer depolama günlerinden istatistiki olarak farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Panelistler tarafından yapılan değerlendirmede 5 puanın altında kalan ürünler tüketilemez olarak dikkate alınmıştır. Buna göre ürünlerin 90. güne kadar normal değerlerde (5-6) olduğu, fakat 90. günde ürünlerin kötü puan (3-4) değerleri alarak tüketilemez olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Dumanlanmış havuz balığının pH (a), TVB-N (b), TBA (c) ve ortalama duyuşal puan (d) değerleri, 0/T: Taze

Figure 2. The values of pH (a), TVB-N (b), TBA (c) and average sensory score (d) of smoked crucian carp, 0/T: Fresh

Duman ve Patır (2007) tütsülenmiş *Cyprinus carpio* filetolarına farklı tuzlama, paketlenme ve muhafaza sıcaklıkları uyguladıkları çalışmada duyusal değerlerin 84 günlük depolama süresince azalış gösterdiğini, bazı grupların 28, 42, 56, 70 ve 84. günlerde duyusal olarak bozulduklarını ifade etmişlerdir. Çağlak ve Karşlı (2016) kuru tuzlanmış *Carassius carassius*'un duyusal (görünüş, doku, renk ve koku) sonuçların çalışma süresince azalış göstererek 150 ile 180. günlerde kalite kaybına uğradıklarını belirtmişlerdir. Genç ve Diler (2019) tarafından yürütülen çalışmada soğuk şartlarda depolanan *Carassius gibelio*'nun koku, renk, tekstür ve genel beğeni puanlarının 11 günlük depolama süresince doğrusal bir yönde azalma gösterdiklerini ve *C. gibelio*'nun tazeliğini 11 güne kadar koruduğunu ortaya koymuşlardır. Yapılan diğer çalışmalar ile bu araştırma verilerinin duyusal değerlendirmeleri incelendiğinde havuz balığı, sazan balığı ve *Carassius* türlerinin yapılan işlemlere ve türlere bağlı olarak değişiklik gösterse de organoleptik özelliklerinin çalışma süresince azaldıkları gözlenmiştir. Ayrıca literatürde ve bu çalışmada da görüldüğü gibi ürünün kalitesinin belirlenmesinde kimyasal faktörlerin yanında belirleyici faktörün duyusal puanlar olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda tütsülenmiş havuz balıklarının 90. güne kadar duyusal kalite değerlerini korudukları görülmüştür.

4. Sonuçlar

Bu çalışma, iç su kaynaklarımızda popülasyonu her geçen gün artan havuz balıklarının işlenerek ekonomiye kazandırılması ve farklı tatlar ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Dumanlanmış havuz balıklarının buzdolabı koşullarında ($+4\pm 1$ °C) 120 günlük depolama süresince kimyasal kalite kriterleri açısından tüketilebilirliğini korurken, duyusal analizlerinde meydana gelen olumsuz değişimler nedeniyle 75 günlük bir raf ömründe sorunsuzca tüketilebileceği belirlenmiştir. Bu tüketim değeri dumanlanmış sazan ve *Carassius* türleri üzerine yapılan

çalışmalar ile benzer veriler göstererek bu türünde değerlendirilme potansiyelinin olduğunu ortaya koymuştur. Ülkemiz su ürünleri kaynakları düşünüldüğünde havuz balığı gibi ekonomik değeri düşük ürünlerin dumanlama, marinasyon ve konserve gibi işleme yöntemleri ile işlenerek değerlendirilmesi artan dünya nüfusu karşısında gıda ihtiyacının karşılanması açısından da büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Altuğ, T., Elmacı, Y. (2005). Duyusal değerlendirme teknikleri. Sidas Medya Ltd. Şti., ISBN: 978-9944-5660-8-7, İzmir.
- Ashie, I.N., Smith, J.P., Simpson B.K. (1996). Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36(1-2), 87-121.
- Ayas, D., Ekingen, G., Çelik, M. (2005). Seyhan Baraj Gölü pullu sazanlarının (*Cyprinus carpio* L. 1758) mevsimsel besin kompozisyonu ile sıcak tütsüleme sonrası kimyasal ve duyusal değişimleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 1(1), 12-20.
- Bayraklı, B., Duyar, H.A. (2019). The effect of raw material freshness on fish oil quality produced in fish meal and oil plant. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 473-479.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O., İzci, L. (2007). Farklı sıcaklıklarda depolanan sıcak dumanlanmış *Salmo trutta macrostigma*, Dumeril 1858'in kimyasal kompozisyonundaki değişimlerin incelenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 1(2), 68-70.
- Borgstrom, G. (1961). Fish as Food, Volume I: Production, Biochemistry, and Microbiology, Academic Press Inc., ISBN: 978-0-12-395569-2, London.
- Çağlak, E., Karşlı, B. (2017). Seasonal variation of fatty acid and amino acid compositions in the muscle tissue of zander (*Sander lucioperca*) and the evaluation of important indexes related to human health. *Italian Journal of Food Science*, 29, 266-275.
- Can, Ö.P., Patır, B. (2012). Kitosan kaplamanın gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) filetolarının raf ömrü üzerine etkisi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 42(4), 148-154.

- Connell, J.J. (1980). Control of Fish Quality, 2 nd Ed. Fishing News Books Ltd., ISBN: 978-0852381052, Surrey, England.
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J. (1980). Spoilage of fish from Hong Kong at different storage temperatures. *Tropical Science*, 22, 367-382.
- Çağlak, E., Karşlı, B. (2016). The effect of black seed oil and olive oil on shelf life of dry-salted crucian carp (*Carassius carassius* L, 1758). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(4), 1624-1631.
- Dokuzlu, C. (1997). Marinat hamsi üretimi sırasında kullanılan asit-tuz oranlarının ürünün mikrobiyolojik ve organoleptik kalitesi üzerine etkileri ve raf ömrünün belirlenmesi. *Pendik Veteriner ve Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1), 81-90.
- Duman, M., Patır, B. (2007). Tütsülenmiş aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) filetolarının bazı kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(4), 463-472.
- Duyar, H.A., Kalaycı, Z.H., Bilgin, S. (2019). Effect of garlic (*Allium sativum* L.) on the microbiological, chemical and sensorial quality of smoked atlantic mackerel (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) stored in vacuumed packets at refrigerator temperature (+4 °C). *Alinteri Journal Of Agriculture Sciences*, 34(2), 132-141.
- Elmadfa, I., Meyer, A.L. (2017). Animal proteins as important contributors to a healthy human diet. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5, 111-131.
- Erkan, N. (2004). Dumanlama Teknolojisi, In: Varlık, C. (Ed), Su ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4465, 233-274, ISBN: 975-404-715-4, İstanbul.
- Genç, Y.İ., Diler, A. (2019). Soğuk şartlarda (+4±1 °C) depolanan gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio*)'nda meydana gelen kalite değişimleri ve aşamalı çoklu regresyon yöntemine göre raf ömrü tahmin modelinin geliştirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(3), 365-377.
- Gökoğlu, N. (2002). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Gram, L., Huss, H.H. (2000). Part II. Microbiological ecology of different types of food. Chapter 21. Fresh and processed fish and shellfish. P. 472-497. Lund, B.M., Baird-Parker, T.C., Gould, G.W. (Ed.) In. The microbiological safety and quality of food, volume 1. Springer, ISBN:0834213230.
- Gülyavuz, H., Ünlüsayın, M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Şahin Matbaası, ISBN: 975-96897-0-7, Ankara.
- Günlü, A. (2007). Yetiştiriciliği yapılan deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) dumanlama sonrası bazı besin bileşimindeki değişimler ve raf ömrünün belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Hassan, M.İ. (1988). Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical, physical and organoleptic properties. *Food Chemistry*, 27, 95-106.
- Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, Rome.
- Huss, H.H. (1988). Fresh fish: quality and quality changes. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome.
- İnal, T. (1992). Besin hijyeni. Hayvansal gıdaların sağlık kontrolü. Final Ofset, Genişletilmiş 2. Baskı İstanbul.
- İnanlı, G.A., Özpolat, E., Çoban, Ö.E., Karaton, N. (2011). Alabalık keki yapımı ve ürünün duyuşal, kimyasal kalitesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 149-153.
- İzci, L. (2010). Utilization and quality of fish fingers from prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). *Pakistan Veterinary Journal*, 30(4), 207-210.
- İzci, L., Ertan, Ö.O. (2004). Dumanlama işlemi uygulanmış kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın et verimi ve besin bileşimindeki değişimler. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 1037-1041.
- Kiczorowska, B., Samolinska, W., Grela, E.R., Bik-Malodzinska, M. (2019). Nutrient and mineral profile of chosen fresh and smoked fish. *Nutrients*, 11(7):1448. Doi: 10.3390/nu11071448.
- Koral S., Kose S. (2005). Tütsülenmiş hamsinin (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) buzdolabı koşullarında (+4±1 °C) depolanması esnasında kalite değişimlerinin belirlenmesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3, 551-554.
- Kurtcan, Ü., Gönül, M. (1987). Gıdaların duyuşal değerlendirilmesinde puanlama metodu. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 5, 137-146.
- Ljubojevic, D., Radosavljevic, V., Pelic, M., Dordevic, V., Balos, M.Z., Cirkovic, M. (2016). Fatty acid composition, chemical composition and processing yield of traditional hot smoked

- common carp (*Cyprinus carpio*, L.). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(4),1293-1306.
- Norwitz, W. (1970). Drained weight determination of frozen glazed fish and other marine products. AOAC Official Method 967.13.
- Olgunoğlu, I. (2007). Marine edilmiş hamside (*Engraulis engrasicholus*) duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Özden, Ö., Metin, S., Baygar, T., Erkan, N. (2001). Vakum paketlenmiş marine balıkların kalitesinin belirlenmesinde yağ asitleri ve aminoasit bileşimindeki değişimlerin incelenmesi. Proje Sonuç Raporu, Tübitak, Proje No: VHAG-1713/ADP, 29 s.
- Özyılmaz, A. (2007). Gökkuşuğı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W, 1972) filetolarında kekik eterik yağı kullanımının raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Hayat Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Türkiye.
- Ramanathan, L., Das, N.P. (1992). Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic naturel products. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 40, 17-21.
- Smith, G., Hole, M., Hanson, S.W. (1992). Assessment of lipid oxidation in indonesian salted-dried marine catfish (*Arius thalassinus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 193-205.
- Soyer, A. (1999). Balıkta lipid oksidasyonunda rol oynayan hücreşel faktörler. *Gıda Teknolojisi*, 4(3), 58-64.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. (2000). Biyoistatistik, Hatiboğlu Yayınları No: 53, 9. Baskı, Ankara.
- Szathmari, L., Molnar, E. (2007). Investigations of dry matter and fat content in carp species smoked by hot and cold methods. *Aquaculture International*, 15(3), 331-336.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L. (1960). Distillation method for the determination of manolaldehide in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 37, 44-48.
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara. https://turkstatweb.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005
- Uyttendaele, M., De Loy-Hendrickx, A., Vermeulen, A., Jackxsens, L., Debevere, J., Devlieghere, F. (2018). Microbiological guidelines: Support for interpretation of microbiological test result of foods. Die Keure, ISBN: 978-2874035036, Brugge.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H. (1993). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17, İstanbul, 174 s.