

Farklı Tuz Konsantrasyonu ile Tuzlanmış Alabalık Üretim Analizi

Muhsine DUMAN¹

Özet: Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda [(30 mg/g (D1), 50 mg/g (D2) ve 70 mg/g (D3)] tuz ile kuru tuzlanmış balık filetolarının su kaybı, işleme verimi, besinsel değeri ve duyuşal kabul edilebilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca, 48 saat tuzlama süresince belli zaman aralıklarında pH ve su aktivitesi (a_w) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tuz oranı ne kadar yüksekse su kaybı o kadar yüksek ve verimde o kadar düşük olarak tespit edilmiştir. Tuz ilavesinin besin değeri üzerine de etkisi olduğu saptanmıştır. Tuz oranı artıkça su miktarı (%69,51) düşmüş, kül miktarı (%6,14) artmıştır. Tüm gruplarda protein ve yağ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre, kontrol ve D3 gruplarının lezzet ve genel beğeni puanları D1 ve D2 gruplarına göre önemli ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: alabalık, kalite, kuru tuzlama, su aktivitesi

Salted Rainbow Trout with Different Salt Concentration Production Analysis

Abstract: This study was conducted to the evaluation of water losses, the processing yield, nutritional value, and sensory acceptability of trout fillets salted with at different concentrations [30 mg/g (D1), 50 mg /g (D2) and 70 mg /g (D3)]. In addition, pH and water activity (a_w) were determined at certain of during 48 hours of dry salting. According to the results, it was determined that the higher salt content resulted in higher water losses and lower processing yield. The salt addition had also effect on the nutritional value of the trout fillets. As salt content increased in the fillets, moisture content (69.51%) decreased and ash content increased (6.14%). There were no significant statistical differences between protein and lipid contents for all groups ($p>0.05$). Sensory analysis results showed that the taste and general acceptability scores for control and D3 groups were significantly lower than D1 and D2 groups ($p<0.05$).

Keywords: trout, quality, dry salting, water activity

GİRİŞ

Tuzlama, su ürünlerinin korunmasında bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biridir ve hala dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır (Binici ve Kaya, 2018; Petit vd., 2019). Tuz ürüne lezzet kazandırır ve ürünün su kaybetmesi nedeniyle de enzimatik ve bakteriyel aktiviteleri geciktirir. Ayrıca, tuz işlenmiş su ürünlerinde/ette dokusal özelliklerin geliştirilmesinde etkileri bulunmaktadır (Desmond, 2006). Tuzlama genel olarak kuru tuzlama ve salamura tuzlama şeklinde yapılmaktadır. Kuru tuzlama, gıda endüstride en yaygın kullanılan yöntemdir. Balık etinde su kaybı ve tuz alımı genellikle tuzlama sırasında oluşur ve bu da tuzlanmış balığın kalite değişimine neden olabilir (Yang vd., 2020).

¹ Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Elazığ, Türkiye, mduman@firat.edu.tr,

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak görülen hipertansiyon ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalıklar (KVH) ile tuz tüketimi arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir (He ve MacGregor, 2018). Dünya Sağlık Örgütü'nün tavsiyesine göre, tüm besin kaynaklarından alınan tuz miktarı günde en fazla 5 gram olmalıdır (WHO, 2007). Tüm dünyada ve ülkemizde tüketici farkındalığını artırmak ve tuz tüketiminin azaltılması için uluslararası bir eylem planı uygulanmış ve uygulamaları devam etmektedir (Akgün vd., 2018).

Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) soğuk temiz suları tercih eden önemli tatlı su balıklarından biridir. Hızlı büyüme oranı ve etinin lezzetli olması nedeniyle dünyada olduğu gibi Türkiye'de de yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır (Çelik vd., 2008). Tüketicilerin kaliteli besin arayışı arttıkça su ürünlerinin üretimi de gittikçe artmaktadır. Türkiye'de 2018'de iç sularda gökkuşluğu alabalığının yetiştiricilik yolu ile elde edilen üretim miktarı 103.192 ton iken 2019 yılında ise 113.678 tona yükselmiştir (TUİK, 2020).

Tüketime hazır gıdalarda, tuz konsantrasyonunu azaltmak için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlardan biri de tuz miktarını tamamen ya da kademeli olarak azaltılmasıdır (Inguglia vd., 2017; Akgün vd., 2018). Geleneksel olarak az tuzlanmış balıkların dünyada popülaritesi her geçen gün artmaktadır. Literatürde, çeşitli balıklarda tuzlama sırasında kalite değişiklikleri üzerine birçok araştırma bulunmaktadır (Tömek ve Yapar, 1990; Yapar, 1999; Kılınççeker ve Küçüköner, 2003; Andres vd., 2005; Bilgin vd., 2007; Chaijan, 2011; Yang vd., 2020). Fakat, gökkuşluğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) düşük tuz konsantrasyonu ile yapılmış fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, farklı oranlarda [0 mg/g, 30 mg/g, 50 mg/g ve 70 mg/g (w/w)] kuru tuzlanmış alabalık filetoalarının tuzlama sırasında pH ve su aktivite (a_w) değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Ayrıca tuzlama sonrası alabalık filetoalarının ağırlık kaybı, işleme verimi, besin değeri ve duyuşsal kabul edilebilirliğini değerlendirmek için yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal ve Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) Mart 2021 tarihinde Elazığ'daki yerel bir balıkçıdan temin edilmiştir. Buzlu strafor kutularda 30 dakika içinde laboratuvara nakledilmiş ve aynı gün içinde işleme alınmıştır. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla 29,87±0,85 cm ve 303,9±31,98 g olan gökkuşluğu alabalıkları kullanılmıştır. Balıkların iç organları temizlendikten sonra derisi alınmış ve filetoaları (yaklaşık 50 g) çıkarılmıştır. Balık filetoaları musluk suyu altında yıkandıktan sonra sularının süzülmesi için 5 dakika çelik paslanmaz süzgeçte süzölmüş ve kuru tuzlama için hazırlanmıştır. Alabalık filetoaları rastgele dört gruba ayrılmıştır. Gruplar sırasıyla 30 mg/g (D1) tuz, 50 mg/g (D2) tuz, 70 mg/g (D3) (w/w) tuz ve tuzsuz olarak hazırlanan kontrol (D0) grubu oluşturulmuştur. Tuz, balık filetoalarının yüzeyine dikkatlice eşit bir şekilde serpilmiştir. Kontrol ve tuzlanmış örnekler zeminine selüloz bazlı kağıt havlu serilmiş olan strafor tabaklara alınmış ve tabakların üzeri streç film (polietilen) ile kapatılmıştır. Tuzlama işlemi 4°C'de 48 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Kuru tuzlama süresince seçilen zaman (0, 3, 6, 12, 18, 24, 36 ve 48 saat) aralıklarında pH ve su aktivite (a_w) değerlerindeki değişimler ve tuzlama sonrası tuzlu alabalık filetoalarının ağırlık kaybı, işleme verimi, besin değeri ve duyuşsal kabul edilebilirliğini değerlendirmek için yapılmıştır. Çalışmada, yerel bir marketten temin edilen salamura tuzu kullanılmıştır.

Ağırlık Kaybı ve Tuzlama İşleminin Verimi

İşlem sırasında tuzlanmış örneklerdeki ağırlık kaybı (WK), aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$WK = \frac{m_0 - m_x}{m_0} \times 100$$

WK= Ağırlık kaybı

m₀= Başlangıçtaki fileto ağırlığı

m_x= Tuzlanmış fileto ağırlığı

Tuzlama işleminin verimi (%) ise ağırlık kaybının 100'den çıkarılmasıyla belirlenmiştir (Lerfall ve Hoel, 2021).

Filetoların Besinsel Kompozisyonu ve Tuz Miktarının Belirlenmesi

Örneklerin; su ve kül oranı gravimetrik yöntemle, protein miktarı Kjeldahl metodu (Nx6.25)'na göre, ham yağ analizi Soxhlet metodu'na göre (AOAC, 2000) ve tuz miktarı ise Mohr yöntemi kullanılarak % tuz miktarı olarak belirlenmiştir (Keskin,1982). Her bir analiz üç kez tekrarlanmıştır.

pH ve Su Aktivitesi (a_w)

Örneklerin pH değerleri, masa tipi dijital pH metre (Thermo Scientific Orion 3-Star) kullanılarak ölçülmüştür. Su aktivitesi (a_w) değerleri ise su aktivitesi ölçüm cihazı (TESTO-650) kullanılarak yapılmıştır.

Duyusal Analiz

Örneklerin duyuşal değerlendirmesi renk, koku, tekstür, lezzet ve genel beğeni kriterleri esas alınarak 7 kişilik panelist grubu tarafından 9 kriterli bir hedonik ölçek (1=hiç beğenmedim, 5=ne beğendim ne beğenmedim, 9=aşırı beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir (Amerine vd., 1965). Örnekler tuzlamadan 48 saat sonra su ile yıkandıktan sonra mikrodalga fırında 700 W'de 5 dakika pişirilerek panelistlere sıcak olarak sunulmuştur.

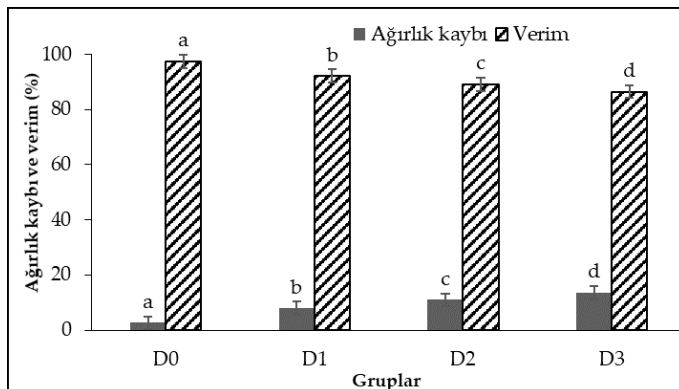
İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 22.00 paket programı kullanılmıştır (SPSS, Inc., Chicago, IL,USA). Farklı grupları karşılaştırmak için tek yönlü ANOVA ve Duncan karşılaştırma testi yapılmıştır ve sonuçlar, ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. İstatistiksel anlamlılık için p<0,05 kabul edilmiştir.

BULGULAR

Ağırlık Kaybı ve Tuzlama İşleminin Verimi

Kontrol grubu ve tuzlanmış örneklerin ağırlık kaybı ve tuzlama verimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Kontrol (D0), 30 mg/g (D1), 50 mg/g (D2) ve 70 mg/g (D3) tuz içeren örneklerin sırasıyla ağırlık kaybı %2,62; %7,99; %10,96 ve %13,57 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Kuru tuzlama sırasında alabalık filetolarının ağırlık kaybı ve tuzlama verimindeki değişimler; (D0:0 mg/g; D1:30 mg/g tuzla işlenmiş; D2: 50 mg/g tuzla işlenmiş; D3: 70 mg/g tuzla işlenmiş). Farklı harfler gruplar arasındaki önemli farklılıkları gösterir.

Örneklerdeki tuzlama verimi deneysel gruplarda, kontrol grubuna göre önemli oranda azalma göstermiştir ($p<0,05$). D0, D1, D2 ve D3 gruplarında tuzlama verimi sırasıyla, %97,38; %92,08; %89,08 ve %86,42 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, artan tuz konsantrasyonu ile yavaş yavaş azalmıştır.

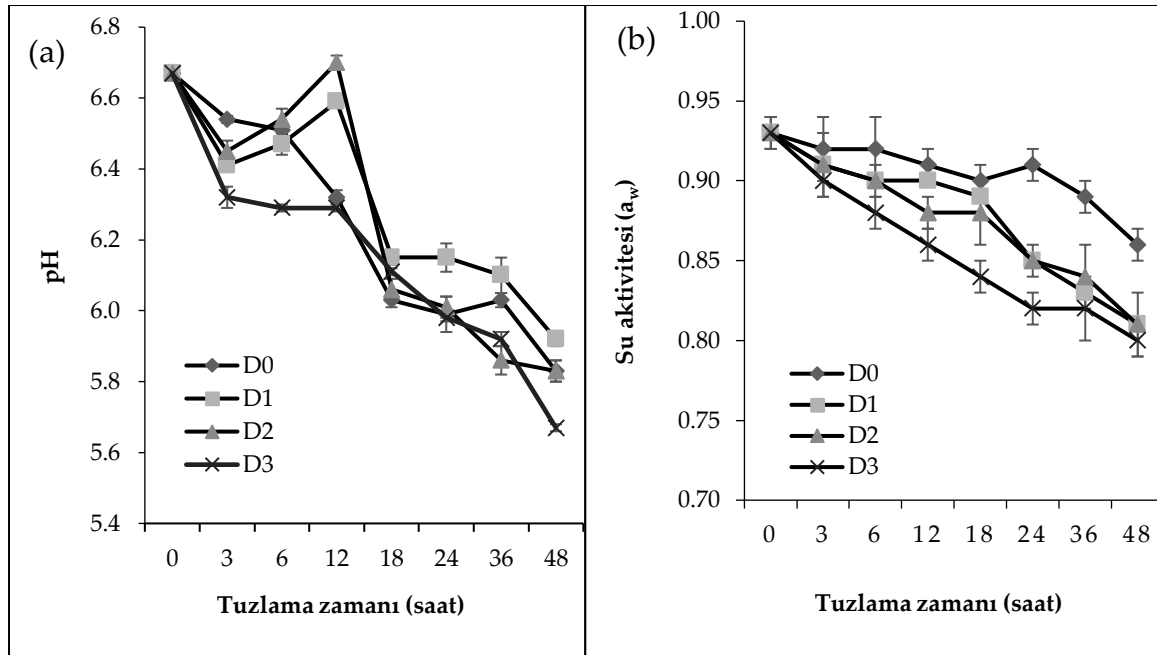
Örneklerinin; kimyasal kompozisyon oranları Tablo 1’de verilmiştir. Alabalık fileto örneklerinin tuzlama işlemi sonrasında protein ve yağ değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmemiştir ($p>0,05$). Su ve kül değerlerinde ise artışlar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 1. Kontrol ve farklı oranlarda tuz kullanılarak tuzlanmış alabalık filetolarının kimyasal kompozisyonu ve tuz oranı.

Özellikler	D0	D1	D2	D3
Su	75,98±0,38 ^a	73,25±0,37 ^b	72,25±0,61 ^c	69,51±0,84 ^d
Protein	18,79±0,45 ^a	19,39±0,15 ^a	19,54±0,25 ^a	19,67±0,18 ^a
Yağ	3,99±0,21 ^a	4,15±0,32 ^a	4,53±0,33 ^a	4,63±0,42 ^a
Kül	1,23±0,15 ^a	2,61±0,18 ^b	3,58±0,25 ^c	6,14±0,14 ^d
Tuz	0,2±0,11 ^a	2,8±0,18 ^b	4,7±0,43 ^c	6,6±0,58 ^d

D0: 0 mg/g; D1:30 mg/g tuzla işlenmiş; D2: 50 mg/g tuzla işlenmiş; D3: 70 mg/g tuzla işlenmiş; Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterir (n=3). Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki önemli farklılıkları gösterir ($p<0,05$).

Alabalık fileto örneklerinin tuzlama süresi boyunca saptanan pH değerleri Şekil 2a’da ve a_w değerleri ise Şekil 2b’de verilmiştir. Alabalık filetolarının başlangıç pH değeri 6,67 olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerlerinde tuzlama süresi boyunca dalgalanmalar görülmüş en düşük pH değeri 48. saatte D3 (5,67) grubu örneklerde bulunurken, en yüksek pH değeri 12. saatte D2 (6,7) grubu örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 2. Kuru tuzlama sırasında alabalık filetolarının pH değişimi (a) ve su aktivite değerindeki (b) değişimler; D0: 0 mg/g; D1: 30 mg/g tuzla işlenmiş; D2: 50mg/g tuzla işlenmiş; D3: 70 mg/g tuzla işlenmiş).

Kontrol ve farklı oranlarda tuz kullanılarak tuzlanmış alabalık filetolarının duyusal özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Deneysel fileto örnekleri panelistler tarafından renk, koku, tekstür, lezzet ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir. Genel beğeni bakımından kontrol grubu ile D1 ve D2 grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 2. Kontrol ve farklı oranlarda tuz kullanılarak tuzlanmış alabalık filetolarının duyusal analiz değerleri.

Özellikler	D0	D1	D2	D3
Renk	7,56±0,73	8,00±0,5	7,67±0,87	7,44±0,53
Koku	8,11±0,33	8,00±0,50	8,22±0,44	8,11±0,50
Testür	6,78±0,44 ^a	7,50±0,50 ^b	7,67±0,44 ^b	7,77±0,50 ^b
Lezzet	5,22±0,67 ^a	7,78±0,97 ^b	8,11±1,05 ^b	6,22±1,09 ^c
Genel Beğeni	6,89±0,60 ^a	7,56±0,50 ^b	7,67±0,44 ^b	7,11±0,68 ^{ab}

D0: 0 mg/g; D1:30 mg/g tuzla işlenmiş; D2: 50 mg/g tuzla işlenmiş; D3: 70 mg/g tuzla işlenmiş; Veriler ortalama± standart sapma (SD) olarak gösterilmiştir (n=3). Aynı satırdaki farklı harfler gruplar arasındaki önemli farklılıkları gösterir ($p<0.05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Kontrol grubu ve tuzlanmış örneklerin ağırlık kaybı artan tuz konsantrasyonu ile önemli ölçüde artmıştır ($p<0,05$). En yüksek ağırlık kaybı (%13,57) D3 grubu örneklerinde saptanmışken, en düşük ağırlık kaybı (%2,62) D0 grubu örneklerde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu kayıplar, yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle örneklerin daha fazla oranda su kaybetmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Kontrol grubuna göre, deneysel gruplarındaki çok daha azalan ağırlık kaybı tuzlama verimini önemli ölçüde azaltmıştır ($p<0,05$). D0, D1, D2 ve D3 gruplarında tuzlama verimi sırasıyla, %97,38; %92,08; %89,08 ve %86,42 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, artan tuz konsantrasyonu ile yavaş yavaş azalmıştır. Bras ve Costa (2010) farklı balık türleri ile yaptıkları çalışmada tuzlamadan sonra ortalama verim değerlerini %75,7 ile %89,6 arasında belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızla farklılık göstermektedir. Bunun nedeni ise kullanılan balık türündeki farklılık veya tuzlama yöntemi olabilir. Konu ile ilgili yapılan başka çalışmalarda ise, hammadde özellikleri ve tuzlama teknolojisi ürünün işlem verimini etkilediğini bildirmişlerdir (Bjørnevik vd., 2018; Lerfall ve Hoel, 2021).

Balıkların besin kompozisyonu balığın türüne yaşına, cinsiyetine, mevsime ve coğrafik bölgelere göre değişmektedir (Petricorena, 2015). D0 grubu, örneklerin kimyasal kompozisyonu ve tuz oranı sırasıyla, %75,98 nem, %18,79 protein, %3,99 yağ, %1,23 kül ve %0,2 tuz tespit edilmiştir. Benzer şekilde Karsli vd. (2021), taze gökkuşuğu alabalığının nem içeriğinin %75,32, ham proteinin %18,63, ham yağ %5,48 ve ham külün %1,18 oranını olduğunu bildirmiştir. Gökkuşuğu alabalığının kimyasal kompozisyonunu belirlemek için yapılan birçok araştırmada elde edilen bulgularla çalışma sonuçlarımız uyumlu bulunmuştur (Rasmussen vd., 2001; Duman ve Şen, 2003; Akköse ve Aktaş, 2012; Akköse ve Aktaş, 2016; Ayvaz vd., 2017).

Farklı tuz konsantrasyonu ile tuzlanmış alabalık filetolarında su miktarı azalmıştır. En yüksek su miktarı D1 grubunda (%73,25±0,37) ve en düşük (%69,51±0,84) su oranı ise D3 grubu örneklerde tespit

edilmiştir. Bu olay muhtemelen doku hücreleri ve tuz arasındaki konsantrasyon ve ozmotik basınç farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Örneklerdeki tuz oranı arttıkça su oranı önemli oranda değişmiştir ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. Benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Martinez-Alvarez ve Gomez-Guillen, 2013; Yang vd., 2020).

Çalışmada, tuzlanmış alabalık fileto örneklerinin protein içeriği ortalama %19,67-19,39 arasında olduğu belirlenmiştir. Yağ içeriği ise %4,63-4,15 arasında olduğu tespit edilmiştir ve elde edilen protein ve yağ içerikleri bakımında gruplar arasında önemli farklılıklar olmadığı belirlenmemiştir ($p>0,05$). Bilgin vd. (2007)'nin %20 oranında tuz kullanarak kuru tuzlama yöntemiyle tuzladıkları *Salmo trutta macrostigma*'da protein ve yağ oranlarını sırası ile %12,768 ve %3,320 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, çalışmamızın sonuçları ile farklılık göstermektedir. Bu farklılık muhtemelen kullanılan balık türü ve tuz miktarından kaynaklanmış olabilir.

Tuzlanmış filetoların kül içeriği tuz konsantrasyonunun artışı ile birlikte artmıştır ($p<0,05$). D1 grubu örneklerin kül içeriği %2,61 iken D3 grubu örneklerin kül içeriği %6,14 olarak saptanmıştır (Tablo 1). Bilgin vd. (2007)'nin. *S. trutta macrostigma* ile yaptıkları çalışmada taze örneklerinde %1,330 ve kuru tuzlanmış örneklerde ise 1. günde inorganik madde değeri %13,202 olarak tespit etmişlerdir. Bu farklılık kullanılan balık türü ve tuz miktarına bağlı olabilir.

Tuzlama, su ve tuz arasında bir kütle transfer işlemidir. Tuz, ozmotik mekanizma yoluyla kasa nüfuz ederken, su kastan ozmotik basınç yoluyla ayrılır. Tuz ve suyun difüzyonunu etkileyen en önemli faktör tuz konsantrasyonudur. Tuz konsantrasyonu ne kadar yüksekse, dış ozmotik basınç o kadar yüksek ve tuz emme oranı da o kadar yüksek olur (Nguyen vd., 2010). D0 grubu örneklerde tuz oranı %0,2 olarak belirlenmiştir. Yanar vd. (2006)'nin tilapia etinde tuz miktarını %0,26 oranında bulmuşlardır. Bu fark muhtemelen farklı balık türünde kaynaklanıyor olabilir. Tuzlanmış fileto örneklerinin, tuz oranları gruplar arasında kullanılan tuz miktarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermiş olup, en yüksek %6,6±0,58 olarak D3 grubunda, en düşük ise %2,8±0,18 olarak D1 grubu örneklerden hesaplanmıştır ($p<0,05$) (Tablo 1). Yang vd. (2020)'nin %6, %8 ve %10 tuz kullanarak yaptığı çalışmada tuzlamada 48 saat sonra örneklerde belirledikleri tuz miktarı sırasıyla, %5,3; %7,44 ve %8,31 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Balık dokusuna geçen tuz miktarı uygulanan tuz konsantrasyonu ile orantılı olarak artmıştır. Konu ile yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar belirlenmiştir (Tömek ve Yapar, 1990; Horner, 1997).

Alabalık filetolarının başlangıç pH değeri 6,67 olarak belirlenmiştir. Konu ile yapılan bir çalışmada, pH değeri taze alabalıkta 6,47 olarak tespit edilmiştir (Ünlüsayın vd., 2010). Başlangıçtaki pH değerlerindeki farklılıklar balığın türüne, beslenmesine ve diğer faktörlere bağlı olarak farklılıkların oluşabileceğini bildirmişlerdir (Fan vd., 2014). Bütün gruplarda tuzlama süresince benzer bir değişim olduğu saptanmıştır. Tuzlanmış balık filetolarının pH değeri ilk 3. saatinde hızla düşmüş ($p<0,05$) ve 48. saate minimum değere ulaşmıştır. Tuz konsantrasyonu arttıkça pH değeri nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar, çeşitli araştırmacılar tarafında da ifade edilmiştir (Chaijan, 2011; Fan vd., 2014). Yapar (1999), farklı tuz konsantrasyonu kullanarak üretilen hamside uygulanan tuz miktarına bağlı olarak 5,90-6,06 arasında pH değeri belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, söz konusu çalışmadaki sonuçlarla farklılık göstermektedir. Bu farklılık kullanılan balığın türüne ve tuz miktarına bağlanabilir.

Su aktivitesi, belirli bir sıcaklıktaki bir üründeki suyun buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır (Stoloff, 1978). Bu çalışmada, özellikle tuzlama işlemi sonunda a_w değerinde önemli bir düşüş gözlenmiştir. Tuzlama işleminin ardından 48 saatin sonunda D0 grubunda 0,86 a_w

değeri 70 mg/g tuz ihtiva eden gruplarda ise 0,80 a_w değeri belirlenmiştir. Örneklerdeki tuz miktarındaki artış, örnekteki nem miktarındaki azalma ile birlikte a_w değerinde bir azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Şekil 2). Yapılan bir çalışmada tilapia kasındaki tuz içeriğindeki artış, kastaki a_w değerinde bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Chaijan, 2011).

Balık kalitesinin ham ve işlenmiş ürün olarak kontrol edilmesinde duyusal değerlendirme oldukça önemli bir parametredir (Yang vd., 2020). Deneysel fileto örnekleri panelistler tarafından renk, koku, tekstür, lezzet ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir. Gıdanın yüzey rengi, kokusu ve lezzeti tüketici kabulünü etkileyen önemli bir role sahiptir. Çalışmamızda, tüm gruplarda renk ve koku puanları birbirine yakın değerler olarak tespit edilmiş ($p>0,05$). Örnekler tekstür bakımında 6,78 ile 7,77 arasında puanlar almışlar ve D0 grubu ile diğer gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Grupları lezzet değeri bakımından değerlendirdiğinde 5 mg/g (D2 grubu) örneklere en yüksek (8,11), en düşük puanı ise D0 grubu örneklerinin (5,22) aldığı saptanmıştır. Grupların lezzet değerleri açısından D1 ve D2 grupları ile D0 ve D3 grupları arasındaki farklılığın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Buda, 3 mg/g (D1) ve 5 mg/g (D2) tuz ilaveli alabalık filetoları, 7 mg/g'lık (D3) filetolara göre daha fazla lezzet puanı almışlardır. Panelistler D0 grubu örneklerinin tuzsuz, D3 grubu örneklerini ise tuzlu olarak değerlendirmişlerdir. Genel beğeni bakımından gruplar en yüksek D2 grubu (7,67±0,44) ve en düşük ise D3 grubu (6,89±0,60) örneklerinde tespit edilmiştir. Grupların genel beğeni puanı bakımından D0 grubu örnekleri ile D1 ve D2 grubu örneklerin arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) saptanmıştır.

Aşırı tuzlu gıdalar insan sağlığında istenmeyen ve beklenmedik sağlık sorunlarına yol açması nedeniyle son yıllarda tuz oranı azaltılmış gıdalara yönelim artmıştır. Bununla birlikte tuz oranı düşürülerek geleneksel yöntemlerle tuzlanmış balıklar popülerlik kazanmıştır. Alabalık en çok yetiştiriciliği yapılan ve önemli pazarı olan ekonomik balık türlerinden biridir. Bu çalışmada, farklı tuz konsantrasyonu ile kuru tuzlanan yöntemi ile tuzlanmış alabalığın kalite değişikliklerini araştırılmıştır. Duyusal değerlendirme, 3 mg/g ve 5 mg/g tuz ilaveli tuzlanmış alabalık filetoların genel beğeni puanları 7 mg/g tuz ile tuzlanmış örneklere göre daha yüksek olarak beğenilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda tuz kullanmak, balık işlemek sağlık için uygun bir alternatif olabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKÇA

- Akgün, B., Genç, S., & Arıcı, M. (2018). Tuz: gıdalardaki algısı, fonksiyonları ve kullanımının azaltılmasına yönelik stratejiler. *Akademik Gıda*, 16(3), 361–370.
- Akköse, A., & Aktaş, N. (2012). Salt diffusion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Akademik Gıda*, 10(1), 12-16.
- Akköse, A., & Aktaş, N. (2016). Determination of salt diffusion coefficient in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(3), 344–349.
- Amerine, A., Pongborn, R. M., & Roessler, E. B. (1965). *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Academic Pres. New-York.
- Andres, A., Rodriguez-Barona, S., Barat, J. M., & Fito, P. (2005). Salted cod manufacturing: Influence of salting procedure on process yield and product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 69, 467–471.

- Association of Official Agricultural Chemists. (2000). *Official Methods of Analysis AOAC International*. 17th Edition, Gaithersburg, MD, USA.
- Ayvaz, Z., Çakır, F., Gündüz, H., & Erdağ, M. (2017). The use of computer-based image analysis on colour determination of liquid smoked trout (*Oncorhynchus mykiss*) treated with different dry salt-sugar mixtures. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 5(12), 1528.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö. O., & Günlü, A. (2007). Farklı tuzlama tekniklerinin *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858'nin kimyasal bileşimine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(3-4), 225-232.
- Binici, A., & Kaya, G. K. (2018). Effect of brine and dry salting methods on the physicochemical and microbial quality of chub (*Squalius cephalus* Linnaeus, 1758). *Food Science and Technology*, 38, 66–70.
- Bjørnevik, M., Cardinal, M., Vallet, J. L., Nicolaisen, O., & Arnarson, G. Ö. (2018). Effect of salting and cold-smoking procedures on Atlantic salmon originating from pre-or post rigor filleted raw material. Based on the measurement of physicochemical characteristics. *LWT – Food Science and Technology*, 91, 431–438.
- Bras, A., & Costa, R. (2010). Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. *Journal of Food Engineering*, 100(3), 490-495.
- Chaijan, M. (2011). Physicochemical changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during salting. *Food Chemistry*, 129(3), 1201–1210.
- Çelik, M., Gökçe, M., Başusta, N., Küçükgülmez, A., Taşbozan, Ö., & Tabakoğlu, S. (2008). Türkiye'de Atatürk Baraj Gölü'nden avlanan gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) besin kalitesi. *Journal of Muscle Foods*, 19(1), 50–61.
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74(1), 188-196.
- Duman, M., & Şen, D. (2003). Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.)'nin kimyasal bileşimi ve et verimindeki değişimlerin mevsimsel olarak incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15 (4), 635- 644.
- Fan, H. B., Luo, Y. K., & Yin, X. F. (2014). Biogenic amine and quality changes in lightly salt- and sugar-salted black carp (*Mylopharyngodon piceus*) fillets stored at 4°C. *Food Chemistry*, 159, 20-28.
- He, F. J., & MacGregor, G. A. (2018). Role of salt intake in prevention of cardiovascular disease: controversies and challenges. *Nature Reviews Cardiology*, 15, 371–377.
- Horner, W. F. A. (1997). Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). GH Hall (Ed.), *Fish Processing Technology*. Springer.
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 70-78.
- Karsli, B., Caglak, E., & Kilic, O. (2021). Application of black cumin and green tea extracts and oils for microbiological, physicochemical, textural and sensorial quality of vacuum packaged rainbow trout fillets stored at 2±1°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(3), 271-282.
- Keskin, H. (1982). *Besin Kimyası*. Fatih Yayınevi Matbaası.

- Kılınççeker, O., & Küçüköner, E. (2003). Tuzlanmış inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığında fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimlerin saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(1), 55-59.
- Lerfall, J., & Hoel, S. (2021). Effects of salting technology and smoking protocol on yield and quality of hot-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, Article e15064.
- Martinez-Alvarez, O., & Gomez-Guillen, C. (2013). Influence of mono- and divalent salts on water loss and properties of dry salted cod fillets. *LWT- Food Science and Technology*, 53(2), 387-394.
- Nguyen, V. M., Arason, S., Thorarinsdottir, K. A., Thorkelsson, G., & Gudmundsdottir, A. (2010). Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting. *Journal of Food Engineering*, 100(2), 225-231.
- Petit, G., Jury, V., de Lamballerie, M., Duranton, F., Pottier, L., & Mart'in, J. L. (2019). Salt intake from processed meat products: Benefits, risks and evolving practices. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18, 1453-1473.
- Petricorena, Z. C. (2015). Chemical composition of fish and fishery products. PCK Cheung (Ed.), *Handbook of Food Chemistry*. Springer.
- Rasmussen, R. S, Ronsholdt, B., Ostefeld, T. H, McLean, E., & Byatt, J. C. (2001). Growth, feed utilisation, carcass composition and sensory characteristics of rainbow trout treated with recombinant bovine placental lactogen and growth hormone. *Aquaculture*, 195, 367-384.
- Stoloff, L. (1978). Calibration of water activity measuring instruments and devices: Collaborative study. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 61, 1167-1178.
- Tömek, S. O, & Yapar, A. (1990). Tuzlu alabalık üretiminde kaliteyi koruyucu bazı katkıların etkisi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 8(1), 59-68.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2020). *Su Ürünleri İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ünlüsayın, M., Erdilal, R., Gümüş, B., & Gülyavuz, H. (2010). The effects of different salting methods on extract loss from rainbow trout. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(3),131-134.
- World Health Organization. (2007). *Reducing salt intake in populations*. Report of a WHO forum and technical meeting, 5-7 October 2006, Paris, France.
- Yanar, Y., Celik, M., & Akamca, E. (2006). Effects of brine concentration on shelf-life of hot-smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C. *Food Chemistry*, 97, 244-247.
- Yang, W., Shi, W., Qu, Y., Wang, S.S, Tu, L., Huang, H., & Wu, H. (2020). Research on the quality changes of grass carp during brine salting. *Food Science & Nutrition*, 8, 2968-2983.
- Yapar, A. (1999). Üç farklı tuz konsantrasyonu kullanılarak hazırlanan tuzlanmış hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'lerde kalite değişimi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 441-445.