

HİDROJEN PEROKSİT (H₂O₂)'İN SU ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

Use Of Hydrogen Peroxide In Aquaculture And Aquatic Products

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, ANKARA
ORCID: 0000-0002-8153-2070

Saliha AKBAŞ

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu
Genel Müdürlüğü, ANKARA
ORCID : 0000-0003-1060-5815

Doç. Dr. Zayde AYYAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi
ÇANAKKALE
zaydealcicek@gmail.com
ORCID : 0000-0002-8102-0577

Gönderilme Tarihi: 30 Ekim 2018
Kabul Tarihi : 05 Aralık 2018

ÖZET

Hidrojen peroksit (H₂O₂), kolay erişimi ve güvenli kullanım olanakları nedeni ile pek çok sektör tarafından kullanılmaktadır. Su ürünleri sektörü açısından; iyi bir dezenfektan olması ile birlikte uluslararası federasyonlar tarafından kabul edilen bir kısım balık hastalıklarının önlenmesi ve tedavisinde kullanımı uygundur ve balık yumurtalarının bakteriyel ve fungal etkenlere karşı korunmada uygulamaları bulunmaktadır. Su ürünleri işleme sektöründe ise renk ağartıcı olarak ya da balık filetosunun yüzey dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak mevcut çalışmaların geliştirilerek, hidrojen peroksitin işleme sektöründe kullanılabilirliğinin araştırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Su ürünleri, Hidrojen peroksit, Sanitasyon, Dezenfektan

Abstract

Hydrogen peroxide (H₂O₂) is used by many sectors due to its easy access and safe use possibilities. In terms of aquaculture sector: It is a chemical that is frequently used for aquaculture because

it is a good disinfectant and suitable for use in the prevention or treatment of some fish diseases accepted by international federations and it has applications in the protection of fish eggs against fungal and bacterial factors. Studies have been carried out as color bleach or for the surface disinfection of fish fillets in the seafood processing industry. However, it is necessary to investigate the usability of hydrogen peroxide in the processing sector by developing existing studies.

Keywords: Aquatic products, Hydrogen peroxide, Sanitation, Disinfectant

GİRİŞ

Hidrojen peroksit (H_2O_2) (Oksijenli su %3 H_2O_2 içerir) oksijen molekülleri arasında tek bağla oluşmuş en basit peroksit olarak bilinir. Orijinal rengi mat mavi iken su ile yaptığı çözeltilerde renk şeffaftır. Hidrojen peroksit ağartma, sterilizasyon ve ticari kimyevi işletmelerde kullanılan kuvvetli, çevreye dost yükseltgen bir maddedir. Kalıntı bırakmadan yok olur, erişimi kolay ve kullanım alanı geniş bir sıvı kimyasaldır. Dezenfektan etkisi ve evlerde kullanılabilir kadar yaygın olan hidrojen peroksit; sağlık, tarım, ilaç, tekstil, maden, atık su arıtma, kâğıt üretim sektörü, gıda endüstrisi gibi pek çok alanda farklı amaçlarla güvenle kullanılabilir¹. Güçlü bir oksitleme aracı olan hidrojen peroksitin en yaygın kullanım aralıkları % 3-90 arasında değişim göstermektedir ve çevre dostu bir ürün olması tercih sebebidir². Günlük temizlik ve dezenfeksiyon için uygun konsantrasyonlarda kolaylıkla kullanılabilir³⁷.

İnsan tüketimine sunulan gıda ürünleri ve bu ürünlerin yetiştirilmesi, paketlenmesi gibi işlemlerde antimikrobiyal özelliği ile ön plana çıkan hidrojen peroksitin bu özelliği esas olarak güçlü oksitleyici gücünden gelir. Metabolik olarak aktif hücreler bu bileşik tarafından oksidatif olarak öldürülür ve nükleik asitler, proteinler ve lipitler gibi temel hücrel bileşenlere zarar verir³. Hidrojen peroksitin gıda ürünlerinde kullanımı ise Amerikan Gıda ve İlaç Gıda İdaresi (FDA) tarafından “genelde güvenli

olarak kabul edilen” (Generally recognized as safe (GRAS)) grubunda değerlendirilmektedir³⁶. Pek çok gıda ürününde ya da ürün üretim aşamalarının birinde (mikotoksinlerin önlenmesi, pestisit kalıntılarının giderilmesi) hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Sutariya ve Patel⁴ peynir altı suyu proteinini (12.8% w/w protein) izole etmek için hidrojen peroksitin farklı konsantrasyonları ile bir çalışma gerçekleştirmiş ve hidrojen peroksit kullanımının sülfirid-disülfid reaksiyonunun önemli oranda azalttığını belirtmiştir. Lee ve ark.² ise taze lahana parçalarına %0.25–2 (v/v) oranında hidrojen peroksit kullanmış ve *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* gibi önemli mikroorganizmalar üzerinde etkinliği olduğunu kaydetmiştir. Gorman ve ark.⁵ ise fekal materyali çıkarmak ve sprey yıkama dolabında sığır bonfile yağ örneklerinde bakteriyel kontaminasyonu azaltmak için %5’lik hidrojen peroksit kullanmış ve bu oranın oldukça etkili olduğunu vurgulamıştır. Aynı oranda hidrojen peroksit, yine kırmızı ette, fekal materyal kaynaklı streptomycin-resistant bakterilere karşı kullanılmış ve 3,62 kob/cm² oranında bakteriyi azalttığı bulunmuştur⁶. Bell ve ark.⁷ ise kırmızı etlerin ön yıkamasında gıda kaynaklı patojenlerin elimine edilmesi amacı ile %3 hidrojen peroksit kullanmıştır. Ancak en iyi sonucu asetik asit ve %3 hidrojen peroksit (perasetik asit) karışımından almışlardır. Dickens ve Whitemore⁸ tavuk karkaslarına 23°C’de 0,8 dakika hidrojen peroksit uygulamış ve aerobik bakteri sayısında 0,1 log kob/ cm² azalma kaydetmiştir ancak mikrobiyolojik etkinliği doğrulamamıştır. Sapers and Simmons⁹a göre 3mg/L hidrojen peroksit konsantrasyonu buharına 60 dakika boyunca maruziyetin, gıdalarda mikroorganizma sayısını azaltacağı ve 2°C’de 4 hafta bozulmanın sınırlanacağı kaydedilmiştir³.

Bu derleme makalede amaç; hidrojen peroksitin su ürünleri sektöründe farklı amaçlarla kullanıldığı alanları ve gelecek kullanım potansiyelini ortaya koymaktır.

Su ürünleri yetiştiriciliği

İyi bir dezenfektan olan H_2O_2 , su ürünleri yetiştiriciliğinde yumurta dezenfeksiyonundan, yetiştiricilikte kullanılan materyallerin basit temizliğine kadar pek çok yerde kullanılmaktadır. Aynı zamanda balık transferinde oksijen sağlayıcı olarak da kullanılır. Avendano-Herera¹⁰ Tenacibaculum maritimum'a karşı hidrojen peroksit kullanmanın etkilerini inceledikleri çalışmada; 240 ppm H_2O_2 konsantrasyonu ile balık tanklarının temizlenmesinin bu patojenden ortamı arındırmada kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Hidrojen peroksit, yapısı gereği irritasyona neden olur ve bu da maruz kalan dokunun zarar görmesi ile sonuçlanabilir. Aynı zamanda hedef organizma dışında ürünün ölümü gerçekleşebilir. Bu durumda uygulanacak dozların güvenli olması önem taşır. Bu amaçla çeşitli çalışmalar tamamlanmıştır. Khadre ve Yousef¹¹, sanitizör olarak %30'luk hidrojen peroksit kullanarak Bacillus subtilis'in varlığını önemli ölçüde yok edildiğini vurgulamışlardır. Kiemer ve Black¹² ise Atlantik somon (Salmo salar L.)'un solungaç dokusuna hidrojen peroksitin etkisini incelemişler ve sonuç olarak 10,4°C'de 20 dakika 1,37 g/L hidrojen peroksit maruziyetin solungaç dokusuna zarar vermeyen doz olduğunu kaydetmişlerdir. Buna göre maruz kalmanın süresi ile solungaçların zarar görmesi arasında güçlü bir ilişki vardır. Oreochromis niloticus için toksik olmayan seviye %12 w/v H_2O_2 'nin 0,15 ml/L'lik uygulamasıdır¹³. Speare ve Arsenault¹⁴e göre 60 dakikalık 200 μ L H_2O_2 /L banyosu Oncorhynchus mykiss için zararlı etki olmadan kullanılabilecek uygun doz miktarıdır. Aynı türün bakteriyel solungaç hastalığının tedavisinde 100-250 μ L/L'lik dozunun etkin biçimde kullanılabilir olduğu bulunmuştur¹⁵. Araştırmacılara göre baltığın yaşadığı su sıcaklığı da hidrojen peroksitin uygulama dozunu belirlemede önem arz eder. Buna göre; soğuk su balıkları H_2O_2 için diğer türlere göre daha dayanıklı bulunmuştur. Hastalık tedavisinde (flavobakteriyel hastalıklar ile parazitik enfeksiyonlar) ise bütün türler için kısa

maruz kalma süresi ancak güvenli aralıklarda yoğun konsantrasyonlar (>100 μ L/L) önerilmiştir. Hirazawa ve ark.¹⁶ Seriola dumerili ve S. quinqueradiata türlerine 25°C'de 60 dakika boyunca monogeneazi elimine etmek amaçlı 100 ppm H_2O_2 'lik banyoya maruz bırakmışlardır. Buna göre balıkların yüzmeye davranışlarında ve beslenme alışkanlıklarında bir değişim gözlenmemiş ve histopatolojik verilere göre de deride bir değişim olmamıştır. Ancak 300 ppm H_2O_2 'nin 60 dakikalık uygulaması balıkları olumsuz etkilemiştir. Hirazawa ve ark.¹⁶ ise Seriola dumerili'nin deri ve solungaçlarındaki Benedenia seriolae, Neobenedenia girellae ve Zeuxapta japonica monogeneanzlarını yok etmek için 75 ppm H_2O_2 kullanımının antihelminitik etkisini incelemişler, uygun dozun 30 dakikalık uygulama olduğunu saptamışlardır. Somonlar için 1800 mg/L hidrojen peroksit kullanımının Capitella sp. ve Ophryotrocha spp. parazitleri enfestasyon tedavisinde uygun doz olarak belirlenmiştir¹⁷. Salmonidler için patojenik bir hastalık olan amonebeik solungaç hastalığının tedavisinde hidrojen peroksit kullanımının başarılı olduğu kaydedilmiştir¹⁸. Hidrojen peroksitin kopepodlar üzerinde oldukça etkin olduğu ortaya konmuştur¹⁹.

Parazitler ve funguslar balık yumurtalarını etkileyerek büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu amaçla yumurtaların ve kuluçka ekipmanlarının sanitasyonu önem arz etmektedir. Sert kimyasallarla muamele edilemeyecek kadar hassas olan balık yumurtalarına hidrojen peroksitin uygun dozları güvenle uygulanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yumurta dezenfeksiyonu için hidrojen peroksit kullanma sınırı 15 dakika için günlük 500 μ L/L'dir²⁰. Kuluçkalama sistemleri ve kuluçkalama yoğunluğunun ayarlanması bu olumsuz etkileri bertaraf etmede önemli rol oynamaktadır ve hidrojen peroksit balık yumurtalarını özellikle fungal enfeksiyonlardan etkin biçimde korumaktadır. Ancak her balık türüne ait yumurtaların hidrojen peroksit karşı hassasiyeti ya da duyarlılığı aynı değildir. Bu amaçla, Rach ve ark.²¹,

Esox lucius, Stizostedion vitreum, Perca flavescens, Catostomus commersoni, Acipenser fulvescens, Polyodon spathula, Cyprinus carpio ve Ictalurus punctatus henüz gözle görülmeyen yumurtalarına hidrojen peroksit dozları uygulayarak dayanımlarını incelemiştir. Buna göre Cyprinus carpio, Acipenser fulvescens ve Polyodon spathula yumurtalarının 6000 µL/L hidrojen peroksit'e daha az hassasiyet göstererek %40-48 oranında başarılı sonuç verdiğini belirtmiştir. Ayrıca hidrojen peroksit uygulamanın balık yumurtalarında fungal enfeksiyonları engellemek için kolaylıkla kullanılabileceğini vurgulamıştır. Yine Rasowo ve ark.²² yaptıkları çalışmada formaldehit, sodyum klorit, potasyum permanganat ve hidrojen peroksit'in farklı dozlarında farklı maruziyet sürelerinde uygulanan Clarias gariepinus yumurtalarının etkilenme seviyelerini incelemişlerdir. Buna göre hidrojen peroksitin, potasyum permanganata göre orta seviyede etkinlik oranına sahip olduğu ortaya konmuştur. Ancak potasyum permanganat maruziyet süresi ve yoğunluğu arttıkça hasat miktarı önemli oranda azalmıştır. Bu açıdan hidrojen peroksit daha güvenli kullanılmıştır. Gaikowski ve ark.²³'a göre kuluçka döneminde sodyum klorid, hidrojenperoksit ve asetik asit güvenle kullanılacak bileşiklerdir (Low Regulatory Priority). Saprolegniasis'in, Ictalurus punctatus yumurtalarında H₂O₂'nin kullanımını araştıran çalışmaya göre, 500 mg/L H₂O₂ uygulamasının yumurtaların açılma oranını önemli oranda arttırdığı bulunmuştur²⁰. Kahverengi alabalıkların yumurtalarında hidrojen peroksitin kullanımının güvenli olduğu belirtilmiştir²⁴. Somon üretiminde en zorlu parazit şüphesiz Lepeophtheirus salmonis'dir. Aaen ve ark.²⁵, 2006 yılında 305 milyon Euro²⁶ zarara neden olduğunu belirttikleri bu parazit için uygun bir H₂O₂ dozu araştırmışlardır. Buna göre en düşük dozlarda (1500-1750 mg/L) bile başarılı sonuçlar elde ettiklerini kaydetmişlerdir. Alabalık yumurtalarının fungal enfeksiyonlardan arındırılması için 500-1000 µ L/L H₂O₂ uygulaması önerilmiştir²⁷. FDA³⁸'e göre hidrojen peroksitin kullanım alanları su

ürünleri için şöyledir:

- Parazitlere karşı tüm balıklar ve penaid karidesler ve fungusit olarak tüm balıkların yumurtalarına,
- Saprolegniasis için tüm balıkların yumurtalarının mortalite kontrolünde,
- Flavobacterium branchiophilum ile ilgili bakteriyel solungaç hastalığı nedeni ile tatlısuda yetiştirilen salmonidlerinin mortalite kontrolünde,
- Flavobacterium columnare (Flexibacter columnaris) ile ilgili eksternal kolumnaris hastalığı kaynaklı soğuk-tatlı su yetiştiriciliğindeki balıklar ve yayın balığının mortalite kontrolünde kullanılır²⁸.

Su ürünleri işleme teknolojisi

Gıda sektöründe daldırma yöntemi ile kullanılan bu kimyasal antimikrobiyal bileşik, yüzey uygulamaları ile ön plana çıkmaktadır. Yüzey sanitasyonunda kullanımına en iyi örnek süt ambalajının yüzeyine uygulanmasıdır²⁹. Bununla birlikte ABD menşeli bir patent (PN:5264229,US-Patent) ile tavuk ve su ürünlerinde hidrojen peroksit kullanılarak raf ömrü uzatmanın mümkün olduğu belirtilmiştir³⁰. Sapers ve Simmons⁹, mikroorganizmaların sayısını azaltmak ve 4 haftaya kadar 2°C'de saklama sırasında çürümeyi önlemek için 60 dakika boyunca 3 mg/L konsantrasyonda hidrojen peroksit buharının uygulanmasını önermiştir³. H₂O₂'nin mikrobiyolojik gelişimi durdurma ve/veya yavaşlatma özelliği en çok faydalanılan yönleridir (özellikle Salmonella ve E. coli O157:H7 için). Bununla birlikte klorin, sodyum klorit ve perasetik asidin etkinliğine göre hidrojen peroksit daha düşük bir inaktivatördür³. Hidrojen peroksit'e daldırılan balıkların raf ömrünün uzadığı da ayrıca kaydedilmiştir³¹.

Kim ve ark.³² yaptıkları çalışmada yayın balığı filetolarına %30'luk hidrojen peroksitin %0,4 ve 0,7'lik solüsyonlarını uygulamış ve TBARs

(tiyobarbitürik asit reaktif maddeler), renk, duyuşsal ve bazı bakterilerin sayısına olan etkisini incelemiştir. Buna göre; H_2O_2 yüksek TBARs seviyesine neden olmuştur. %0,7 olarak uygulandığında Gram negatif ve çubuk şekilli bakterilerin sayısı üzerinde negatif etki yaratmıştır ve *Aeromonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, ve *Pseudomonas*'ların sayısını ise %50 oranında azaltmıştır. Total koliformlar ve pisikrotrof bakteriler üzerinde etkin bulunmuştur. Hunter L değeri ise, lipit oksidasyonu sonucu ortaya çıkan protein ya da aminoasitlerin reaksiyonu sonucu oluşan kahverengi renk bozulması nedeni ile düşük olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak raf ömrünü uzatıcı etkisi bulunmuştur. Sims ve ark. ³³ marine ringa balıklarında hidrojen peroksit kullanımını araştırmıştır. Marinasyonların 600 ppm'lik hidrojen peroksitle hazırladığı banyoya 30 dakika daldırılması sonucunda hidrojen peroksitin önemli oranda azaldığını bildirmişlerdir. Rengin ise daima kontrol grubundan daha açık renkte olduğunu vurgulamışlardır. Ancak en önemli negatif özelliğinin oksidatif ransiditeyi artırması olduğunu belirtmişlerdir. Jafarpour ve ark. ³⁴ *Cyprinus carpio*'dan ürettikleri surimilerin rengini geliştirmek için hidrojen peroksit (H_2O_2 ; 1–3% v/v) kullanmışlardır. Alternatif gıda koruma stratejilerinin geliştirilmesi son yıllarda oldukça yaygındır. Bunu gerçekleştirirken biyolojik kaynaklı ya da en az zarar veren teknikler geliştirilmektedir. Örneğın Laktik asit bakterilerinin bu yaklaşım ile kullanımının nedenlerinden biri de ürettiği pek çok organik asitin yanında hidrojen peroksit oluşturmasıdır ³⁵. Percin ve arkadaşları (2011), orkinoslar üzerinde yapmış oldukları çalışmada, balık et kalitesinde ağır metallerin etkili olduğunu ve hidrojen peroksit düzeyini artırarak TBARs skalasının kas dokuda yükselmesine neden olarak ette acılaşmayı meydana getirdiğini bildirmişlerdir³⁹.

Sonuç olarak; su ürünleri yetiştiriciliğinde hidrojen peroksit hakkında pek çok çalışma yapılmış ve mikrobiyal gelişim üzerine etkinliği ispat edilmiştir. Buna ek olarak su ürünleri yetiştiricilik sektöründe

kullanılan ekipmanlar ve çalışanların el sanitasyonunda kullanılabilirliği bulunmaktadır. Ayrıca başka hangi hastalıklarda ya da hangi mikroorganizmalar üzerine etkinliğinin olduğu gelecek çalışmalar ile genişletilebilir. Su ürünleri işleme sektörü için ise mevcut bilginin geliştirilmesi ve yeni araştırmaların yapılması gereklidir. Bununla birlikte hidrojen peroksitin balık filetosu üzerinde ağartıcı etkisi bulunmaktadır ancak yağ bozunumları üzerine olumsuz etkisi bulunduğundan özellikle yağlı balıklarda dikkatle kullanılmalıdır. Renk üzerine etkilerinin tüketici tarafından değerlendirilmesi araştırılmalı ve renk kalitesi üzerine etkisinin yenilikçi teknolojiler kullanılarak ortaya konması gerekmektedir. Bunu yanısıra hidrojen peroksit kullanılmış su ürünlerinde, kalıntı madde miktarının araştırılarak insan sağlığı açısından değerlendirilmesi ve mevcut mevzuata katkılarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. William Campbell, D. HYDROGEN PEROXIDE Medical Miracle, 1993rd ed.; William Campbell, D., Ed.; 1993.
2. Lee, H.-H.; Hong, S.-I.; Kim, D. Microbial Reduction Efficacy of Various Disinfection Treatments on Fresh-Cut Cabbage. *Food Sci. Nutr.* 2014, 2 (5), 585–590.
3. Demirci, A.; Ngadi, M. O. Microbial Decontamination in the Food Industry : Novel Methods and Applications; Woodhead Pub, 2012.
4. Sutariya, S.; Patel, H. Effect of Hydrogen Peroxide on Improving the Heat Stability of Whey Protein Isolate Solutions. *Food Chem.* 2017, 223, 114–120.
5. Gorman, B. M.; Sofos, J. N.; Morgan, J. B.; Schmidt, G. R.; Smith, G. C. Evaluation of Hand-Trimming, Various Sanitizing Agents, and Hot Water Spray-Washing as Decontamination Interventions for Beef Brisket Adipose Tissue. *J. Food Prot.* 1995, 58 (8), 899–907.
6. Cabedo, L.; Sofos, J. N.; Smith, G. C. Removal

- of Bacteria from Beef Tissue by Spray Washing after Different Times of Exposure to Fecal Material; 1996; Vol. 59.
7. Bell, K. Y.; Cutter, C. N.; Sumner, S. S. Reduction of Foodborne Micro-Organisms on Beef Carcass Tissue Using Acetic Acid, Sodium Bicarbonate, and Hydrogen Peroxide Spray Washes; 1997; Vol. 14.
 8. Dickens, J. A.; Whittemore, A. D. Effects of Acetic Acid and Hydrogen Peroxide Application During Defeathering on the Microbiological Quality of Broiler Carcasses Prior to Evisceration 1; 1996.
 9. Sapers, G. M.; Simmons, G. F. Hydrogen Peroxide Disinfection of Minimally Processed Fruits and Vegetables. Food Technol. 1998.
 10. Avendaño-Herrera, R.; Magariños, B.; Irgang, R.; Toranzo, A. E. Use of Hydrogen Peroxide against the Fish Pathogen *Tenacibaculum Maritimum* and Its Effect on Infected Turbot (*Scophthalmus Maximus*). Aquaculture 2006, 257 (1–4), 104–110.
 11. Khadre, M. A.; Yousef, A. E. Sporicidal Action of Ozone and Hydrogen Peroxide: A Comparative Study. Int. J. Food Microbiol. 2001, 71 (2–3), 131–138.
 12. Kiemer, M. C. B.; Black, K. D. The Effects of Hydrogen Peroxide on the Gill Tissues of Atlantic Salmon, *Salmo Solar L.* Aquaculture 1997, 153 (3–4), 181–189.
 13. Innes Taylor, N.; Ross, L. G. The Use of Hydrogen Peroxide as a Source of Oxygen for the Transportation of Live Fish. Aquaculture 1988, 70 (1–2), 183–192.
 14. Speare, D. J.; Arsenault, G. J. Effects of Intermittent Hydrogen Peroxide Exposure on Growth and Columnaris Disease Prevention of Juvenile Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1997, 54 (11), 2653–2658.
 15. Lumsden, J. S.; Ostland, V. E.; Ferguson, H. W. Use of Hydrogen Peroxide to Treat Experimentally Induced Bacterial Gill Disease in Rainbow Trout. J. Aquat. Anim. Health 1998, 10 (3), 230–240.
 16. Hirazawa, N.; Tsubone, S.; Takano, R. Anthelmintic Effects of 75 Ppm Hydrogen Peroxide Treatment on the Monogeneans *Benedenia Seriolae*, *Neobenedenia Girellae*, and *Zeuxapta Japonica* Infecting the Skin and Gills of Greater Amberjack *Seriola Dumerili*. Aquaculture 2016, 450, 244–249.
 17. Fang, J.; Samuelson, O. B.; Strand, Ø.; Jansen, H. Acute Toxic Effects of Hydrogen Peroxide , Used for Salmon Lice Treatment , on the Survival of *Polychaetes Capitella Sp .* and *Ophryotrocha Spp .* Aquac. Environ. Interact. Aquacult Env. Interact 2018, 10, 363–368.
 18. Martinsen, K. H.; Thorisdottir, A.; Lillehammer, M. Effect of Hydrogen Peroxide as Treatment for Amoebic Gill Disease in Atlantic Salmon (*Salmo Salar L .*) in Different Temperatures. Aquac. Res. 2018, 49, 1733–1739.
 19. Marin, S. L.; Gonzalez, M. P.; Madariaga, S. T.; Mancilla, M.; J, M. Response of *Caligus Rogercresseyi* (Boxshall & Bravo , 2000) to Treatment with Hydrogen Peroxide : Recovery of Parasites , Fish Infestation and Egg Viability under Experimental Conditions. J. Fish Dis. 2018, 41 (January 2017), 861–873.
 20. Rach, J. J.; Valentine, J. J.; Schreier, T. M.; Gaikowski, M. P.; Crawford, T. G. Efficacy of Hydrogen Peroxide to Control Saprolegniasis on Channel Catfish (*Ictalurus Punctatus*) Eggs. Aquaculture 2004, 238 (1–4), 135–142.
 21. Rach, J. J.; Gaikowski, M. P.; Howe, G. E.; Schreier, T. M. Evaluation of the Toxicity and Efficacy of Hydrogen Peroxide Treatments on Eggs of Warm- and Coolwater Fishes. Aquaculture 1998, 165 (1–2), 11–25.
 22. Rasowo, J.; Okoth, O. E.; Ngugi, C. C. Effects of Formaldehyde, Sodium Chloride, Potassium

- Permanganate and Hydrogen Peroxide on Hatch Rate of African Catfish *Clarias Gariepinus* Eggs. *Aquaculture* 2007, 269 (1–4), 271–277.
23. Gaikowski, M. P.; Rach, J. J.; Ramsay, R. T. Acute Toxicity of Hydrogen Peroxide Treatments to Selected Lifestages of Cold-, Cool-, and Warmwater Fish. *Aquaculture* 1999, 178 (3–4), 191–207.
24. Novakov, N.; Mandić, V.; Kartalović, B.; Vidović, B.; Stojanac, N.; Kovačević, Z.; Nada, P. Comparison of the Efficacy of Hydrogen Peroxide and Salt for Control of Fungal Infections on Brown Trout (*Salmo Trutta*) Eggs. *Acta Sci. Vet.* 2018, 381 (May), 1–5.
25. Aaen, S. M.; Aunsmo, A.; Horsberg, T. E. Impact of Hydrogen Peroxide on Hatching Ability of Egg Strings from Salmon Lice (*Lepeophtheirus Salmonis*) in a Field Treatment and in a Laboratory Study with Ascending Concentrations. *Aquaculture* 2014, 422–423, 167–171.
26. Costello, M. J. The Global Economic Cost of Sea Lice to the Salmonid Farming Industry. *J. Fish Dis.* 2009, 32 (1), 115–118.
27. Schreier, T. M.; Rach, J. J.; Howe, G. E. Efficacy of Formalin, Hydrogen Peroxide, and Sodium Chloride on Fungal-Infected Rainbow Trout Eggs. *Aquaculture* 1996, 140 (4), 323–331.
28. Elbashir, S.; Parveen, S.; Schwarz, J.; Rippen, T.; Jahncke, M.; Depaola, A. Seafood Pathogens and Information on Antimicrobial Resistance: A Review. 2018.
29. Appendini, P.; Hotchkiss, J. H. Review of Antimicrobial Food Packaging. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2002, 3 (2), 113–126.
30. Mannig, D.; Scherer, G. SHELF LIFE EXTENSION FOR COMMERCIALY PROCESSED POULTRY/FOWL AND SEAFOOD PRODUCTS USING A SPECIALIZED HYDROGEN PEROXIDE. PN:5264229, US-Patent, 1993.
31. Rahman, S. Handbook of Food Preservation; CRC Press, 2007.
32. Kim, T. J.; Silva, J. L.; Chamul, R. S.; Chen, T. C. Influence of Ozone, Hydrogen Peroxide, or Salt on Microbial Profile, TBARS and Color of Channel Catfish Fillets. *J. Food Sci.* 2000, 65 (7), 1210–1213.
33. SIMS, G. G.; COSHAM, C. E.; ANDERSON, W. E. Hydrogen Peroxide Bleaching of Marinated Herring. *Int. J. Food Sci. Technol.* 1975, 10 (5), 497–505.
34. Jafarpour, A.; Sherkat, F.; Leonard, B.; Gorczyca, E. M. Colour Improvement of Common Carp (*Cyprinus Carpio*) Fillets by Hydrogen Peroxide for Surimi Production. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2008, 43 (9), 1602–1609.
35. Ghanbari, M.; Jami, M.; Domig, K. J.; Kneifel, W. Seafood Biopreservation by Lactic Acid Bacteria - A Review. *LWT - Food Science and Technology.* 2013.
36. CFR, 2014. 21CFR184.1366: Listing of specific substances affirmed as GRAS: Hydrogen peroxide Code of Federal Regulations, vol. 3, Silver Spring, MD 20993 (2014)
37. URL:<http://www.hidrojenperoksit.net/hidrojenperoksit-kullanilan-alanlari.html>-Erişim tarihi 18.10.2018
38. U.S. Food and Drug Administration e FDA, 2014. Approved aquaculture drugs. Available at: <http://www.fda.gov/animalveterinary/developmentapprovalprocess/aquaculture/ucm132954.htm> (Erişim tarihi 23 Ekim 2018)
39. Percin, F., Sogut, O., Altinelataman, C., Soyлак, M., Some Trace Elements in Front and Rear Dorsal Ordinary Muscles of Wild and Farmed Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) in the Turkish part of the Eastern Mediterranean Sea. *Food and Chemical Toxicology.* 2011. 49(4) 1006-1010.