



Effect of Electrolyzed Water on Hygienic Quality of Fish Products Processing Factory

Hakan TAVŞANLI¹ Reyhan İRKİN² Tülay ELAL MUŞ³ Recep ÇIBIK⁴ Selçuk ŞEN⁵

¹ Balıkesir University, Susurluk Vocational School, Balıkesir, Turkey

² Balıkesir University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Balıkesir, Turkey

³ Uludağ University, Keles Vocational School, Bursa, Turkey

⁴ Uludağ University, Faculty of Veterinary Medicine, Food Hygiene and Technology Department, Bursa, Turkey

⁵ Istanbul Aydın University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Istanbul, Turkey

Received: 06.04.2017

Accepted: 05.06.2017

SUMMARY

Use of electrolyzed oxidizing water produced by using water and sodium chloride (NaCl) as a new disinfectant has been gaining importance in food industry. Easy application, relatively inexpensive, and harmless to environment are advantages of electrolyzed water compared to other disinfectant substances. In the present study, some selected surfaces, employee's hands and salmon fish were tested for the efficiency of electrolyzed oxidizing water in seafood processing environment. Effectiveness of electrolyzed oxidizing water was analyzed by comparing the decrease of total aerobic bacteria, coliform bacteria, *Staphylococcus* spp. and *Escherichia coli* after treatment of test surfaces and materials. The same treatment was performed by using tap water as control. Statistically significant level of decrease was observed in term of the bacterial counts with the samples treated with electrolyzed oxidizing water. As a result, it has been demonstrated that electrolyzed water can provide effective cleaning in seafood processing plants.

Key Words: Electrolyzed water, Hygiene, disinfectant, Fish processing

ÖZET

Elektrolize Su Kullanımının Su Ürünleri İşletmesinin Hijyenik Kalitesine Etkileri

Su ve sodyum klorür (NaCl) kullanılarak elde edilen elektrolize su son yıllarda yeni bir dezenfektan olarak tanımlanmaktadır. Kolay uygulanması, ucuz oluşu ve çevreye zararsız olması diğer dezenfektan maddelere kıyasla elektrolize suyun avantajlı olduğu noktalarıdır. Mevcut çalışmada su ürünleri işleyen bir firmada seçilen yüzeyler, personel eli ve somon balığı şebeke suyu ve elektrolize su kullanılarak yıkanmış ve ardından örnekleme yapılarak iki yöntemin hijyenik duruma etkisi istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Tüm örneklerde toplam canlı, koliform bakteri, *Staphylococcus* spp. ve *Escherichia coli* düzeyleri tespit edilerek elektrolize su kullanımının etkinliği araştırılmıştır. Örneklerin tamamında elektrolize su ile yıkamanın etkinliği şebeke suyu ile karşılaştırıldığında mikroorganizma yükünde düşüş saptanmış ve bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak su ürünleri işleyen işletmelerde elektrolize suyun etkili bir temizlik sağlayabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrolize su, Hijyen, Dezenfektan, Su ürünleri

GİRİŞ

Gıdalardaki patojen mikroorganizmalar aracılığıyla meydana gelen enfeksiyon ve intoksikasyonlar, dünyanın birçok bölgesinde ve ülkemizde önemli sağlık sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda ve su kaynaklı salgınların araştırmasını yapan "Amerikan Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi" (CDC), her yıl ortalama 48 milyon kişinin gıda kaynaklı zehirlenmeden ötürü hastalandığını tahmin etmekte ve 128.000 kişinin hastanede tedavi gördüğünü ve 3000 vakanın da ölümlerle sonuçlandığını bildirmişlerdir (CDC, 2017). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin on yıllık tahmini verilerine göre gıda kaynaklı olabileceği

düşünülen 108.246 kişinin hastaneye yattığı ve 1.702 ölüm vakasının gıda kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Öz ve ark. 2014). Bunun yanında hastalıklara duyarlı bireylerin sayısının artması, mikroorganizmaların ortama adaptasyonu ve antimikrobiyel dirençleri gibi faktörler de göz önüne alındığında gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonların görülme sıklığında önemli düzeyde artış meydana geldiği gözlenmiştir (Erol 2016). Gıda kaynaklı sağlık risklerini önlemek amacıyla gıda fabrikalarının tüm alanlarında gıda ile temas eden madde ve malzeme imalatçıları, tedarikçileri için depolama ve nakliye de dahil olmak üzere bir hijyen yönetim sisteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Son ürünün hijyenik kalitesi üzerinde ham maddenin mikrobiyal yükü, personel hijyeni,

gıdaların işlenmesinde kullanılan kesme tahtaları, bıçak, tezgah, karıştırıcı, öğütücüler, kullanımı suyunun temizliği, ortam havası, haşereler ve kemiriciler etkilidir (Fidan ve ark. 2000; Atasever 2000). Kontaminasyonları en düşük seviyede tutabilmek amacıyla uygulanacak hijyen basamakları arasında en önemlilerinden biri seçilecek dezenfektan ve dezenfeksiyon işlemidir.

Dünya'da ilk olarak Japonya'da geliştirilen elektrolize su son yıllarda dezenfeksiyon amacıyla birçok alanda etkin olarak kullanılmaktadır (İplikçioğlu Çil ve ark.2012). Elektrolize su gıda endüstrisinde ise sahip olduğu güçlü bakterisidal ve virüsidal etki sayesinde yeni bir sanitizer olarak kendine yer bulmuştur (Tiriwat ve ark. 2016). Seyreltik tuz çözeltisi kullanılarak membran ile ayrıştırılmış anot ve katot elektrotları arasında ortaya çıkan elektrolize ortam vasıtasıyla üretilen elektrolize su iki farklı şekilde elde edilmektedir. Bunlardan ilki elektrolize yükseltgen su olup anot kısmından elde edilir pH'sı ≤ 2.7 'dir. Diğeri ise katot ucundan elde edilmekte ve pH'sı ≥ 11 olan elektrolize alkali sudur. Elektrolize yükseltgen suyun dezenfektan özelliği pH'sının düşüklüğü ve içerdiği hipokloröz asit (HOCl) ve bazı radikallerden kaynaklanmaktadır (Abadias ve ark. 2008). HOCl öncelikle mikroorganizmanın hücre duvarı üzerindeki ekstrasellüler polimer yapıları (EPS) tahrip ederek, korunmasız kalan hücre duvarını kolayca yıkımlar ve hücrenin erimesine yol açan reaksiyonları başlatır. Ayrıca, yüzeyde mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen biyofilm tabakası üzerine de etkilidir. Elektrolize suyun *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157:H7, *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*'un da aralarında bulunduğu birçok gıda patojeni üzerine antimikrobiyal etkili olması yanı sıra *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* gibi bazı mantar çeşitlerinin de çimlenmesini zayıflatıcı özellikte olduğu bildirilmiştir (Poçan ve ark. 2011).

Tüketici algısındaki değişimler sonucu doğal ve güvenli gıdalara ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Böylece işlenmemiş ya da çok az işlem görmüş, kimyasal koruyucu içermeyen gıdalar daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Dezenfektan kullanımı ile ilgili olarak araştırmalar, çevre dostu ve gıda işlemleriyle uyumlu, kullanımı sırasında sağlık açısından zararlı kalıntı bırakmayan, patojen mücadelesinde sporlar da dahil geniş bir etkiye sahip olan maddeleri tespit etmeye yönelmiştir (Karaca 2010). Bu bağlamda mevcut çalışmanın amacı; İstanbul'da su ürünleri işleyen bir işletmede elektrolize suyun, alet-ekipmanın, somon balığı ve personel elinin mikrobiyolojik kalitesini üzerine hijyenik etkinliğinin tespit edilmesi ve alternatif bir dezenfektan olarak kullanım olanaklarını araştırmaktır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

İstanbul'da deniz ürünleri işleyen bir işletmeden 2015-2016 yılı arasında ayda iki defa işletme ziyaret edilerek 24 adet örnek toplanmıştır. Alet ekipman (bıçak, kesme tezgahı, balık sepeti) ile, çalışan personelin ellerinden, 10 cm² (2cmx5cm) ölçülerinde önceden hazırlanmış steril şablon kullanılarak sürtme (swab) yöntemiyle alınan örnekler içlerinde 10 ml steril peptonlu su bulunan deney tüplerine aktarılmışlardır. Somon balığı örnekleri ise aseptik koşullarda 250 g'lık porsiyonlar halinde steril koşullarda üretim hattından alınmıştır. Şebeke suyu örnekleri işletme içerisinde bulunan şebeke suyu ile yıkamadan sonra diğer örnekler ise elektrolize su ile 2 dakikalık yıkamayı takiben aseptik koşullarda alınmış ve

soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek aynı gün içerisinde analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan elektrolize su araştırmanın gerçekleştirildiği işletmede bulunan, 10 ton/gün kapasiteli HOCL jeneratöründen (Hijexnötrokloröz, TR) elde edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

Swabların bulunduğu tüpler vorteks ile karıştırılarak swab yüzeyindeki mikroorganizmaların sıvı ortama geçmesi sağlanmış ardından her bir örneğe ait desimal dilüsyonlar 9 ml peptonlu su içeren tüpler kullanılarak 10⁶'ya kadar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan ilgili besi yerlerine çift paralelli ekimler yapılarak, inkübasyon süresi sonunda oluşan kolonilerin ortalama değerleri tespit edilmiştir. Laboratuvara getirilen balık örneklerinden aseptik koşullarda 10 g tartılmış ve 90 ml peptonlu su ile stomacher cihazı kullanılarak homojenize edilerek 10⁹'a kadar seri dilüsyonlar elde edilerek besi yerlerine ekimleri gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan seri dilüsyonlardan toplam aerop mezofil bakteri sayımı için Plate Count Agar'a (Merck1.05463) yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmış, 30°C'de 48 saat inkübasyon sonucunda koloniler değerlendirilmiştir. VRBL-A Agar'a (Merck1.01406) çift katlı dökme plak yöntemi ile ekimler gerçekleştirilmiş, 37°C'de 24 saat inkübasyon sonrasında meydana gelen pembe renkli koloniler koliform bakteri olarak kabul edilmiştir. *E.coli* için VRBA+MUG Agar (Merck1.04030) kullanılarak çift katlı dökme plak yöntemi ile ekimleri yapılmış 37°C'de 24 saat inkübasyon sonucunda gözlenen kırmızı koloniler sayılarak sonuçlar elde edilmiştir. Baird Parker Agar'a (Merck1.05406) yayma plak tekniğiyle uygulaması sonrası 37°C'de 24 saat inkübasyon sonucunda siyah renkli koloniler *Staphylococcus* spp. olarak tanımlanmıştır (Halkman 2005).

İstatistiksel analizler

Şebeke suyu ve elektrolize su kullanılarak elde edilen veriler t testi (Sigma Stat 2.0) kullanılarak karşılaştırılmış ve p değeri 0.005'ten düşük olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Elektrolize su ile yıkama sonrasında alet, ekipman (bıçak, kesme tezgahı, balık sepeti), somon balığı ve personel elinden alınan örneklerin hepsinde ve araştırılan tüm mikroorganizma türlerinin sayılarında azalma tespit edilmiştir. İşletme suyu ve elektrolize su ile yıkamadan sonra alınan örneklerin tamamından elde edilen mikrobiyolojik sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) bulunmuştur. Çalışma kapsamında analiz edilen alet ve ekipmanlara ait mikrobiyolojik analiz verileri Tablo 1.'de sunulmuştur. Ortalama toplam mezofil aerop bakteri sayısı bıçak, kesme tezgahı ve balık sepetinden alınan örneklerde elektrolize su ile yıkama sonrasında sırasıyla 0.99, 1.52 ve 1.93 log azalma göstermiştir.

Koliform bakteri ortalamasında elektrolize su uygulamasının bıçak örneklerinde 2.42 log, kesme tezgahı ve balık sepeti örneklerinde ise 1.58 log düşüşe sebep olduğu tespit edilmiştir. Yine elektrolize suyun *E. coli* miktarında bıçakta 2.26, kesme tezgahında 1.9, balık sepetinde 1.26 log'luk azalma meydana getirdiği gözlenmiştir. Elektrolize su ile yıkanan balık sepetinde *Staphylococcus* spp. düzeyi 0.6 log azalırken bıçak ve kesme tezgahında sırasıyla 2.06 ve 1.44 log düşme belirlenmiştir.

Tablo 1. Alet ve ekipman örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (\log_{10} kob/10cm²)**Table 1.** Microbiological analyses results of device and equipment samples (\log_{10} cfu/10cm²)

| Mikroorganizma | | Örnek Türü | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------------|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|
| | | Bıçak | | Kesme tezgahı | | Balık sepeti | |
| | | Şebeke suyu | Elektrolize su | Şebeke suyu | Elektrolize su | Şebeke suyu | Elektrolize su |
| Toplam mezofil aerop bakteri | Min. | 3.79 | 2.79 | 3.93 | 2.04 | 5.04 | 3.04 |
| | Max. | 4.34 | 3.30 | 4.85 | 3.11 | 5.85 | 3.83 |
| | Ort. | 4.02 | 3.03 | 4.20 | 2.68 | 5.42 | 3.49 |
| | St.S. | 0.16 | 0.13 | 0.24 | 0.34 | 0.31 | 0.25 |
| Koliform | Min. | 3.30 | 1.07 | 2.85 | 0.47 | 3.44 | 1.85 |
| | Max. | 4.14 | 1.85 | 3.30 | 1.85 | 4.38 | 3.04 |
| | Ort. | 3.84 | 1.42 | 3.04 | 1.46 | 4.00 | 2.42 |
| | St.S. | 0.22 | 0.24 | 0.11 | 0.49 | 0.30 | 0.38 |
| E. coli | Min. | 2.85 | 0.47 | 2.38 | 0.47 | 2.41 | 1.07 |
| | Max. | 3.38 | 1.54 | 2.58 | 1.17 | 3.22 | 1.90 |
| | Ort. | 3.11 | 0.85 | 2.70 | 0.80 | 2.85 | 1.59 |
| | St.S. | 0.17 | 0.40 | 0.14 | 0.24 | 0.24 | 0.27 |
| Staphylococcus spp. | Min. | 2.79 | 0.84 | 2.23 | 0.47 | 2.38 | 1.73 |
| | Max. | 3.85 | 1.54 | 2.89 | 1.54 | 3.04 | 2.60 |
| | Ort. | 3.32 | 1.26 | 2.66 | 1.22 | 2.73 | 2.13 |
| | St.S. | 0.13 | 0.16 | 0.22 | 0.26 | 0.20 | 0.24 |

Tablo 2. Balık ve personel eli örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları (\log_{10} kob/g)(\log_{10} kob/10cm²)**Table2.** Microbiological analyses results of fish and personel hands (\log_{10} cfu/g) (\log_{10} cfu/10cm²)

| Mikroorganizma | | Örnek türü | | | |
|-------------------------------------|--------|-------------|----------------|--------------|----------------|
| | | Balık | | Personel eli | |
| | | Şebeke suyu | Elektrolize su | Şebeke suyu | Elektrolize su |
| Toplam mezofil aerop bakteri | Min. | 4.69 | 4.04 | 4.24 | 2.85 |
| | Max. | 6.14 | 5.69 | 5.07 | 3.60 |
| | Ort. | 5.47 | 4.55 | 4.60 | 3.17 |
| | St. S. | 0.38 | 0.47 | 0.31 | 0.24 |
| Koliform | Min. | 2.11 | 1.07 | 2.17 | 0.47 |
| | Max. | 2.88 | 2.25 | 2.79 | 1.07 |
| | Ort. | 2.65 | 1.49 | 2.49 | 0.74 |
| | St. S. | 0.20 | 0.36 | 0.23 | 0.24 |
| E. coli | Min. | 0.95 | 0.47 | 1.60 | 0.47 |
| | Max. | 1.70 | 0.47 | 2.25 | 0.77 |
| | Ort. | 1.21 | 0.47 | 2.02 | 0.51 |
| | St. S. | 0.24 | - | 0.17 | 0.09 |
| Staphylococcus spp. | Min. | 0.47 | 0.47 | 3.80 | 1.25 |
| | Max. | 0.47 | 0.47 | 4.98 | 3.17 |
| | Ort. | 0.47 | 0.47 | 4.09 | 1.98 |
| | St. S. | - | - | 0.34 | 0.64 |

Balık örneği ve personel eline ilişkin mikrobiyolojik bulgular ise Tablo 2.'de özetlenmiştir. Balık örneklerinde *Staphylococcus spp.* sonuçları elektrolize su ile yıkamadan sonra <0.3 log ölçüldüğünden istatistikî çalışma yapılamamıştır. Yine balıkta elektrolize su kullanımı sonrası toplam mezofil aerop, koliform bakteri ve *E. coli* düzeyleri sırasıyla 1.15, 1.16 ve 0.74 log azalma göstermiştir. Personel elinde ise *Staphylococcus spp.* 2.11

log azalırken bunu 1.75 log ile koliform bakteri, 1.51 log ile *E. coli* ve 1.43 log ile toplam mezofil aerop bakteri sayısı takip etmiştir.

Genel olarak mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre elektrolize su ile yıkanan örneklerde şebeke suyu kullanılan örneklere kıyasla bakteri sayılarında en fazla 2.42 log ve en az 0.60 log azalma tespit edilmiştir. Elektrolize su kullanımında bakteri yükünde en fazla

düşüş, bıçaktan izole edilen koliform bakteri sayısında gözlenirken; en az düşüş balık sepeti örneğinde belirlenen *Staphylococcus* spp. sayısında saptanmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Farklı gıda maddelerinde elektrolize suyun doğrudan ham maddenin kendisinde veya alet ekipmanlarda antibakteriyel etkisinin ortaya konduğu pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan bazılarının ait veriler aşağıda özetlenmiştir.

Mevcut araştırma ile benzer olarak Baydar (2007) ıspanakta elektrolize yükseltgen su kullanımının toplam aerop bakteri sayısı üzerine şebeke suyundan daha etkin bir yöntem olduğunu istatistiksel olarak doğrulamıştır. Izumi (1999) taze kesilmiş havuç, biber, ıspanak, Japon turpu ve patates gibi sebze örneklerinde elektrolize su kullanımının toplam aerobik mezofil bakteri sayısını 2.6 logaritmik birim azalttığını bildirmiştir. Toplam bakteri sayısı belirlenerek yapılan başka bir çalışmada esmer pirinçte elektrolize su kullanımı sonrası 2.89 ve 3.75 log kob/g'lık düşüş rapor edilmiştir (Liu ve ark. 2013). Elektrolize asitli ve alkali suyun birlikte dezenfeksiyon amacıyla kullanılması üzerine yapılan bir çalışmada ise taze kesilerek paketlenen sebzelerde asitli elektrolize su ile alkali elektrolize suyun kombinasyonları denenmiş ve her iki elektrolize su ile sebzelerin 5 dakika yıkanmasının ürünlere inokule edilen *E. coli* sayısında 3.43- 3.73 logaritmik birim azalma meydana getirdiği tespit edilmiştir (Hao ve ark. 2015). Ding ve ark. 2016) zayıf asidik elektrolize suyun *S. aureus* saf kültürü üzerine antimikrobiyal etkisini, sodyum hipoklorit (NaClO) ve hidroklorik asit (HCl) ile karşılaştırmış ve elektrolize suyun 1 dakika içinde *S. aureus* sayısını 5.8 log, NaClO ve HCl'nin ise sırasıyla 3.26 ve 2.73 log düşürdüğünü yanı elektrolize suyun *S. aureus* üzerine diğer iki kimyasal maddeden daha etkili olduğunu göstermiştir. Al Holy ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada asidik elektrolize suyun alabalık derisi, tavuk bacakları ve siğir eti yüzeylerinde toplam mezofil bakteri sayısında ise 1.6-2.0 log, *E. coli* O157: H7 ve *S. typhimurium* için 1.5-1.6 log ve *L. monocytogenes*'e 1.1-1.3 log arasında değişen miktarlarda azalma meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Shiroodi ve ark. (2016) soğuk tütsülenmiş somon balığına 6×10^5 kob/g *L. monocytogenes* inokule etmişler ve 40 °C'de elektrolize su uygulamasının ardından hedef bakteri sayısında 2.85 log/g'lık düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Deniz ürünlerinden karidesler üzerine yapılan başka bir çalışmada, karideslerin elektrolize su ile yıkanarak soğukta muhafazası sonrasında alınan numunelerde mevcut çalışmada yer almayan fakat önemli bir gıda patojeni olan *Vibrio parahaemolyticus*'un hastalık oluşturma riskini önemli derecede azalttığı rapor edilmiştir (Wang ve ark. 2014). Elektrolize suyun biyosidal aktivitesini araştırarak Guentzel ve ark. (2008), gıda servis alanlarında 278-310 ppm toplam kalıntı klor (TRC) (pH 6.38) içeren elektrolize suyun püskürtülmesi sonrası mikroorganizma sayılarının %79-100 arasında azaldığını belirlemişlerdir.

Mevcut çalışmada elektrolize su kullanımının gıda maddesi olarak somon balığı örneğinde ve üretimde kullanılan alet ve ekipmanların dezenfeksiyonu işleminde etkin bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Elektrolize suyun ham maddede, alet ekipman ve personel hijyeninde toksik bir kalıntı bırakmadan organik bir dezenfektan olarak kullanılabilirliği, işletme içerisinde

korozyon birikmelere neden olmaması, aynı zamanda hazırlanmasında kimyasal olarak sadece tuzun (NaCl) yeterli olması bu dezenfeksiyon maddesinin en önemli avantajlarıdır. Fakat işletme içerisinde elektrolize su sisteminin ilk kurulum maliyeti ve jeneratöre girecek suyun basıncının optimizasyonu ile sudaki CaCO₃ düzeyinin dengelenmesi için eklenen maliyet bu yöntemin dezavantajlarını oluşturmaktadır. Elektrolize su kullanımının gıda işletmelerinde yaygınlaştırılması için tanıtım ve bilgilendirme çalışmaları yapılması ve bu alanda farklı gıdalar ve alet ekipmanlar kullanılarak etki alanının genişliğinin daha ayrıntılı olarak araştırılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Abadias M, Usall J, Oliveira M, Alegre I, Vinas I (2008). Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *Int J Food Microbiol*, 123 (1-), 151- 158.
- Al-Holy MA, Rasco BA (2015). The bactericidal activity of acidic electrolyzed oxidizing water against *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on raw fish, chicken and beef surfaces. *Food Control*, 54, 317-321.
- Atasever, M (2000). Besin işyerlerinde: Hijyen, besinlerin hazırlanması ve muhafazası. *YYÜ Vet Fak Derg*, 11(2), 117-122.
- Baydar T (2007). Elektrolize yükseltgen suyun ıspanaklara uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- CDC (2017). <https://www.cdc.gov/foodsafety/foodborne-germs.html>. 24:7 Saving lives protecting people.
- Ding T, Xuan XT, Jiao L, Chen SG, Liu DH, Ye XQ, Shi J, Xue SJ (2016). Disinfection efficacy and mechanism of slightly acidic electrolyzed water on *Staphylococcus aureus* in pure culture. *Food Control*, 60, 505-510.
- Erol İ (2016). Yeni ve yeniden önem kazanan gıda kaynaklı bakteriyel zoonozların epidemiyolojisi. *Vet Hek Der Derg*, 87(2), 63-76.
- Fidan F, Ağaoğlu S (2000). Ağrı bölgesinde bulunan lokantaların hijyenik durumu üzerine araştırmalar. *YYÜ Vet Fak Derg*, 15 (1-2), 107-114.
- Guentzel JL, Liang Lam K, Callan MA, Emmons SA, Dunham VL (2008). Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. *Food Microbiol*, 25(1), 36-41.
- Halkman AK (2005). Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Merck Yayınevi, Ankara, 358 s.
- Hao J, Li H, Wan Y, Liu H (2015). Combine effect of acidic electrolyzed water (AcEW) and alkaline electrolyzed water (AlEW) on the microbial reduction of fresh-cut cantaloupe. *Food Control*, 50, 699-704.
- Izumi (1999). Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *Food Sci*, 64 (2), 536-539.
- İplikçioğlu Çil G, Demirel YN, Şireli UT (2012). Inactivation of *Salmonella typhimurium* on poultry meat by electrolyzed water. *Vet Hek Der Derg*, 83(2), 48-53.
- Karaca H (2010). Use of Ozone in the Citrus Industry. *Ozone Sci. Eng*, 32(2), 122-129
- Liu R, Xiangli H, Jiaqi S, Satoru N, Eizo T, Lite L, Haijie L (2013). The effect of electrolyzed water on decontamination, germination and γ -amino butyric acid accumulation of brown rice. *Food Control*, 33, 1-5.
- Öz V, Karadayı Ş, Çakan H, Karadayı B, Kaya A (2014). Food poisoning in emergency units. *Marmara Med J*, 27, 89-95.
- Poçan HB, Karyaka M, Ulusoy K (2011). Elektrolize suyun gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda*, 36 (3):169-176.
- Shiroodi SG, Ovissipour M, Ross CF, Rasco B (2016). Efficacy of electrolyzed oxidizing water as a pretreatment method for reducing *Listeria monocytogenes* contamination in cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Control*, 60, 401,407.
- Tiriwat D, Phongpaichit S, Benjakul S, Umpavapol P (2016). Microbial load reduction of sweet basil using acidic electrolyzed water and lactic acid in combination with mild heat. *Food Control*, 64, 29-36.
- Wang JJ, Sun WS, Jin MT, Liu HQ, Zhang W, Sun XH, Pan YJ, Zhao Y (2014). Fate of *Vibrio parahaemolyticus* on shrimp after acidic electrolyzed water treatment. *Int J Food Microbiol*, 179, 50, 56.