

# Gıda Endüstrisinde Elektrolize Su Uygulamalarının Halk Sağlığına Katkısı: Sistemik Derlemeler

## Contribution of Electrolyzed Water Applications in the Food Industry to Public Health Electrolysed Water: Systematic Reviews

<sup>1b</sup> Pınar CAVA<sup>a</sup>, <sup>1b</sup> Alp Emre YILDIZ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

<sup>b</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, İstanbul, Türkiye

**ÖZET** Dünya nüfusunun sürekli artmasından dolayı güvenli gıdaya olan ihtiyaç zamanla artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için gıda üretiminin ve çeşitliliğinin artması; gıda güvenliği riskleri ve gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Halk sağlığı için ciddi tehdit unsuru haline gelen gıda kaynaklı hastalıklar, tüm dünyada önemli problemler meydana getirmektedir. Gıdaların üretiminden tüketimine kadar geçen aşamalarındaki teknolojik hatalar ve hijyenik yetersizlik bu sorunlara neden olmaktadır. Gıda kaynaklı enfeksiyonların önlenmesi için etkin temizlik uygulanması ve dezenfektan seçimi büyük rol oynamaktadır. Tercih edilen kimyasal maddelerin korozyon etkisi ve kalıntı bırakması gibi problemler nedeniyle Elektrolize su (ES) uygulamaları yaygınlaşmıştır. ES'nin raf ömrünün uzun olması, geniş spektrumlu olması, gıdalara duyuşal açıdan olumsuz bir etkisinin olmaması ve "Generally Recognized As Safe (GRAS)" sınıfında kabul edilmesi nedeniyle birçok avantajlara sahiptir. ES'nin yüzeylerin temizliği ve mikroorganizmaların inaktivasyonu konusunda yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır. Ayrıca gıdaların dekontaminasyon çalışmalarında olumlu sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Tespit edilen yüksek antimikrobiyal etki ve çevre güvenliği nedeniyle ES'nin, alternatif bir dekontaminasyon yöntemi olduğu keşfedilmiştir. Gıdaların dekontaminasyon çalışmalarında etkin rol üstlenebilecek ES uygulamaları, ilerleyen zamanda gıda işletmelerinde daha yaygın olarak kullanılacaktır. Sonuç olarak, ES'nin gıdaların raf ömrüne olan etkisine yönelik araştırmaların artırılması gerekmektedir ve bu teknolojinin gıda endüstrisinde kullanımının yaygınlaştırılmasının halk sağlığı açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

**ABSTRACT** Due to the constant increase in the world population, the need for safe food is increasing over time. Increasing food production and diversity to meet this need causes food safety risks and foodborne diseases. Foodborne diseases, which have become a severe threat to public health, have been increasing all over the world in recent years. Technological mistakes and hygienic inadequacies in the stages from food production to consumption cause this problem. Effective cleaning and disinfectant selection play a major role in preventing foodborne infections. Electrolyzed Water (ES) applications have become widespread due to problems such as corrosion effects and residue leaving of preferred chemicals. ES has many advantages; it has a long shelf life, broad, spectrum, no adverse sensory effects on foods, and is accepted in the "Generally Recognized As Safe (GRAS)" class. Positive results have been obtained in studies on the cleaning of surfaces and inactivation of microorganisms using ES. It has also been reported to give positive results in food decontamination studies. Due to its high antimicrobial effect and environmental safety, ES has been discovered as an alternative decontamination method. ES applications that can play an active role in food decontamination studies will be used more widely in food businesses in the future. As a result, research on the effect of ES on the shelf life of foods needs to be increased, and expanding the use of this technology in the food industry will be beneficial for public health.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrolize su; dekontaminasyon; dezenfeksiyon; halk sağlığı

**Keywords:** Electrolyzed water; decontamination; disinfection; public health

**Correspondence:** Alp Emre YILDIZ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, İstanbul, Türkiye

E-mail: alp.yildiz@iuc.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences.

Received: 09 Feb 2024

Received in revised form: 22 Mar 2024

Accepted: 24 Mar 2024

Available online: 04 Jun 2024

2146-8850 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Günümüzde artan insan nüfusu, çevre koşullarının sanayileşme ile beraber kirlenmesi ve ekonomik krizler neticesinde insanlar için güvenilir gıdaya ulaşmak oldukça zorlaşmıştır. Halk sağlığı için ciddi tehdit unsuru hâline gelen gıda kaynaklı hastalıklar, tüm dünyada son yıllarda artış göstermektedir.<sup>1</sup> Dünya Sağlık Örgütü 2023 yılında, Dünya genelinde yaklaşık 600 milyon gıda kaynaklı hastalık vakası görüldüğünü ve gıda kaynaklı hastalıkların %40'ının 5 yaşın altındaki çocuklarda görüldüğünü bunun sonucunda her yıl 125.000 çocuk ölümüne yol açtığını bildirmiştir.<sup>2</sup> Tayar, gıda kaynaklı hastalıkların en çok karşılaşılan sağlık sorunu olduğunu belirtmiştir.<sup>3</sup> Gıdaların üretiminden tüketimine kadar geçen aşamalarda bazı teknolojik hata ve hijyenik yetersizlikleri bu soruna neden olmaktadır. Baş; yetersiz ısıtma uygulamaları, enfekte personel, çapraz kontaminasyon, temizlik ve dezenfeksiyon yetersizliği, kalitesi düşük hammadde kullanımı, uygun olmayan saklama, depolama ve nakliye koşullarının mikroorganizma kontaminasyonu yönünden en önemli noktalar olduğunu vurgulamıştır.<sup>4</sup> Bayrakal ve ark. gıda kaynaklı enfeksiyonların önlenmesi için etkin temizlik uygulanması gerektiğini ve dezenfektan seçiminin büyük rol oynadığını ifade etmiştir.<sup>5</sup>

Gıda işletmelerinde, temizlik ve dezenfeksiyon uygulamaları arka arkaya yapılmaktadır. Temizlik işlemi ile yüzeylerdeki kaba kirler kuru ya da ıslak olarak uzaklaştırılmaktadır. Sıcak su ve eğer arzu edilirse deterjan ile temizlik tamamlanmaktadır ve durulmayı takiben tercih edilen dezenfektan madde ile de dezenfeksiyon yapılmaktadır. Dezenfeksiyon işlemi ile patojen bakteriler etkisiz hâle getirilmektedir veya sayıları azaltılmaktadır. Gıda işletmelerinde patojenlere karşı dezenfektan amaçlı birçok kimyasal ajan kullanılmaktadır. Klorlu bileşikler (sodyum hipoklorit, klor dioksit, lityum hipoklorit, klorlu izosiyanat), organik asitler ve tuzları (asetik asit, laktik asit, sitrik asit, süksinik asit, benzoik asit, sorbik asit), hidrojen peroksit, dörtlü amonyum bileşikleri, iyodoforlar, amfoter bileşikler, fenolik bileşikler en fazla tercih edilen dezenfektanlardır. İşletmede kullanılan dezenfektan seçiminde ekonomik olması, korozif olmaması, geniş etkili olması, kokusuz olması, kolay durulanabilir

olması ve toksik olmaması gibi kriterler öne çıkmaktadır.<sup>6</sup>

Son yıllarda, yapılan çalışmalarda elektrolize su (ES) uygulamaları yaygınlaşmıştır ve çalışmalarda alınan sonuçlar olumlu oldukça da kullanımı artmaya başlamıştır.<sup>7</sup> Elektroliz, kimyasal bileşiklerin sıvı elektrolit içinde elektrik akımıyla ayrılması işlemidir. Kullanılan sıvı elektrolit su ise işleme suyun elektrolizi adı verilmektedir. İşlem sonucunda açığa çıkan su da ES olarak isimlendirilmektedir. Bir tank için gerçekleştirilen elektroliz işleminde, elektron vermenin gerçekleştiği anot kısmı ve elektron almanın gerçekleştiği katot bölmeleri bir zar ile ayrılmaktadır.<sup>8</sup> ES hazırlanmasında, iletkenliği taşıyabilmesi ve dezenfektan etkisi sağlayabilmesi amacıyla sodyum klorür (NaCl) kullanılmaktadır. Elektrotlar doğru akım gerilimlerine maruz bırakılarak, NaCl ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) ve su ( $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ) elektrolize edilmektedir. Pozitif yüklü  $\text{Na}^+$  ve  $\text{H}^+$  katoda hareket ederek NaOH ve  $\text{H}_2$ , negatif yüklü  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{OH}^-$  anoda hareket ederek, oksijen gazı, klor gazı, hipoklorit iyonu, hipokloröz asit ve hidroklorik asit hâline gelmektedir.<sup>9</sup> Rutala ve Weber, ES içindeki serbest klor türlerinin özellikle de sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkiden sorumlu olduğunu ve patojenler üzerindeki etkisini ifade etmiştir.<sup>10</sup>

Sahip olduğu pH değerine bağlı ES, asidik, hafif asidik, nötr ve bazik olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılmaktadır.<sup>11</sup> Asidik ES, 2,5-3,5 pH değerine, yüksek oksidasyon-redüksiyon potansiyeline [oksidasyon indirgeme potansiyeli (ORP)>1.000 mV] ve 30-90 ppm klor konsantrasyonuna sahiptir. Düşük pH nedeniyle dezenfektan özelliği güçlüdür. Fakat gıdaların besleyici değeri üzerine ve yüzeylerde korozyona neden olmasıyla olumsuz etkileri mevcuttur. Hafif asidik ES, 5-6, 5 pH ve yaklaşık 850 mV ORP değerine sahiptir. Korozyon özelliğinin düşük ve antibakteriyel etkisinin etkin olması nedeniyle en çok tercih edilendir. Nötr ES, 7-8 pH ve 750-900 mV ORP değerine sahiptir. Gıdaların raf ömrünü uzattığı belirtilmektedir. Bazik ES, 10-13 pH ve düşük ORP (-800 mV) değerine sahiptir. Diğerlerine göre etkisi daha düşüktür.<sup>12</sup> ES'nin sahip olduğu ORP değeri antibakteriyel etkinin belirlenmesinde büyük önem

taşımaktadır. Su ve ark., ORP'nin bakteriyel gelişimi etkilediğini ileri sürmüştür.<sup>13</sup> Hati ve ark., ORP'nin hücrelerdeki metabolik faaliyetleri etkilediğini ve hücre zarına zarar verdiğini ifade etmiştir.<sup>14</sup>

ES'nin raf ömrünün uzun olması, geniş spektrumlu olması, gıdalara duyuşal açıdan olumsuz bir etkisinin olmaması ve GRAS sınıfında kabul edilmesi nedeniyle birçok avantajlara sahiptir.<sup>15</sup> Uygun depolama şartlarında (kapalı-koyu renk kaplarda) 12 ay etkisinin sürdüğü gözlemlenmiştir. İnsanlarda tedavi gerektiren ama ölümcül olmayan yaralanmalarda; yara dokusu üzerinde gelişen mikroorganizma faaliyetlerinde ES kullanımı sonucu *Listeria monocytogenes* üzerinde %90 düzeyinde azalma tespit edilmiştir.<sup>16</sup>

ES'nin yüzeylerin temizliği ve mikroorganizmaların inaktivasyonu konusunda yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır.<sup>17</sup> *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, küfler, virüsler üzerine etkileri incelenmiştir.<sup>18-26</sup> Çalışmalarda tespit edilen yüksek antimikrobiyal etki ve çevre güvenliği nedeniyle ES, geleneksel pastörizasyon teknolojilerine bir alternatif olma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür.<sup>27</sup> Kiura ve ark. ise asidik ES'nin Gram (-) bakterilerin hücre duvarını parçalayarak, sitoplazmadaki proteinleri denatüre ettiğini ve enzim aktivitelerini bozduğunu belirtmiştir.<sup>28</sup> Artan ilgi ile beraber gıda sektöründe; tahıllar, sebze, meyveler ve hayvansal ürünler gibi gıda ürünlerinin mikrobiyal dekontaminasyonu için uygulanmıştır (Tablo 1).

Kahverengi pirinçlerin ES ile ıslatılması ile mikroorganizma sayısının azaldığı ve çimlenmeyi arttırdığı Liu ve ark. yaptığı çalışmada ortaya konmuştur.<sup>29</sup> Lyu ve ark. yaptıkları kapsamlı bir çalışmada, 60 ppm'lik farklı pH seviyelerindeki asidik ES'nin (pH: 2,5; 3,5; 4,5; 5,5; 6,5) ve alkali ES'nin (pH: 8,5; 9,5; 10,5; 11,5; 12,5) buğdayların kalite özelliklerine, toplam küf miktarına, deoksivalenol (DON) ve *Fusarium graminearum* üzerine etkileri araştırılmıştır.<sup>30</sup> ES uygulamaların kalite özelliklerini değiştirmediği tespit edilmiştir. Küflerin bazik ES (pH: 8,5; 12,5) tamamıyla yok olduğu, asidik ES ile sayılarının azaldığı görülmüştür.

**TABLO 1: Gıdalar üzerinde yapılan elektrolize su çalışmaları.**

Grup	Gıda	Kaynaklar
Tahıl	Pirinç	Yoshida ve ark. <sup>31</sup> ; Tamaki ve ark. <sup>32</sup> ; Oomari ve ark. <sup>33</sup>
	Buğday	Lyu ve ark. <sup>30</sup>
Sebze-meyve	Marul	Yang ve ark. <sup>34</sup> ; Koseki ve ark. <sup>35</sup> ; Park ve ark. <sup>36</sup>
	Şeftali	Yamaki ve Schoerner <sup>37</sup>
	Armut	Al-Haq ve ark. <sup>38</sup>
	Mandalina	Yamaki ve Schoerner <sup>39</sup>
	Salatalık	Yamaki ve Schoerner <sup>40</sup>
	Kişniş	Wang ve ark. <sup>41</sup>
	Domates	Bari ve ark. <sup>42</sup> ; Deza ve ark. <sup>43</sup>
	Fasulye	Kang ve ark. <sup>44</sup>
	Havuç	Izumi ve Suzuki <sup>45</sup>
	Maydanoz	Akbuz <sup>46</sup>
Soya fasulyesi	Hara ve ark. <sup>47</sup>	
Hayvansal ürün	Tavuk	Xiong ve ark. <sup>48</sup> ; Varelis ve ark. <sup>49</sup> ; Park ve ark. <sup>50</sup>
	Siğir eti	Al-Holy ve Rasco <sup>51</sup> ; Jadeja ve Hung <sup>52</sup> ; Tango ve ark. <sup>53</sup>
	Domuz eti	Brychcy ve ark. <sup>54</sup> ; Fabrizio ve Cutter <sup>55</sup> ; Wang ve ark. <sup>56</sup>
	Yumurta	Rivera-Garcia ve ark. <sup>57</sup> ; Ma ve ark. <sup>58</sup> ; Ni ve ark. <sup>59</sup>
	Su ürünleri	Ovissipour ve ark. <sup>60</sup> ; Newsad ve ark. <sup>61</sup> ; Dewi ve ark. <sup>62</sup>
	Süt	Kalit ve ark. <sup>63</sup>

En yüksek DON inaktivasyonun %57,48 ile pH 5,5 değerindeki asidik ES ve %61,60 ile pH değeri 9,5 olan bazik ES uygulamalarında alındığı belirtilmiştir. *F. graminearum* ise pH 5,5 değerinde asidik ES ve pH 9,5 değerindeki bazik ES ile önemli düşüşler saptanmıştır.

Taze sebze ve meyveler insan diyetinin önemli bir parçasıdır. Beslenme uzmanları, günlük olarak sebze ve meyve tüketimini her yaşta bireylere şiddetle tavsiye etmektedir. Sebze ve meyve çoğunlukla işlem görmeden tüketildiğinden insanlar için riskli sayılabilecek gıdalar sınıfında yer almaktadır. ES uygulaması sebze ve meyvelerde bulunan patojenlere karşı başarı sonuçlar elde edilmiştir. Graca ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada, 100 ve 200 ppm asidik ES'nin (pH: 2,68-2,93) ile nötr ES'nin (pH: 8,13-8,33) elma, armut ve portakalda bulunan *L. innocua* ve *E. coli*

O157:H7 üzerine etkileri incelenmiştir.<sup>64</sup> Sonuç olarak en yüksek etkinin 200 ppm'lik asidik ES ile alındığı, 100 ppm'lik uygulamalarda asidik ES ile bazik ES aynı etkiyi gösterdiği ortaya konmuştur. İspanya'da yapılan bir çalışmada Abadias ve ark., marulları deneysel olarak *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *Erwinia carotovora* ile  $10^5$ - $10^7$  kob/gr oranlarında kontamine etmiştir.<sup>65</sup> ES uygulaması ile bakterilerde 1-2 log oranında azalma tespit edilmiştir. Yang ve ark. tarafından marullar üzerinde yapılan bir araştırmada, *Salmonella Typhimurium* 1,7 log<sub>10</sub> koloni oluşturan birim [Colony forming unit (CFU)], *E. coli* 2,1 log<sub>10</sub> CFU ve *L. monocytogenes* 1,6 log<sub>10</sub> CFU azalma gösterdiği ileri sürülmüştür.<sup>34</sup> Deza ve ark. domateslerde ES ile *S. Enteritidis*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 varlığının azaltıldığını belirtmişlerdir.<sup>43</sup> Ayrıca, ES uygulamasının gıdalarda duysal olarak bir olumsuzluk oluşturmadığını da açıklamışlardır. Izumi ise patates, biber, havuç, turp ve ıspanak üzerine ES uygulamasının etkilerini incelemiş ve toplam bakteri sayılarında 0,6-2,6 log arasında azalmalar olduğunu vurgulamıştır.<sup>66</sup> ES ile taze gıdalarda pestisit kalıntılarında arındırılmasına yönelik limitli çalışmalar yapılmıştır. Hao ve ark., çığ sebzelerde bulunabilecek üç pestisit kalıntısı (asefat, ometoat ve dimetil diklorovinil fosfat) üzerine yapılan çalışmaları sonucunda; Asidik ES (pH: 2,3-1170 mV) ve zayıf asidik ES (pH: 11,6-860 mV) çığ ıspanak üzerinde herhangi bir C vitamini kaybı olmadan üç pestisit kalıntısından etkin bir şekilde arındırma sağladığı gözlemlenmiştir.<sup>67</sup> Çeşitli taze sebzelerin yüzeylerindeki pestisit kalıntılarında asidik ES ile %59-74, bazik ES ile %46-86 arası azalma gösterdiği kanıtlanmıştır. Bu sonuçlar, elektrolize su uygulamasının deterjanlar ve musluk suyundan daha etkili bir arındırma yöntemi olduğunu göstermektedir.

## HAYVANSAL GIDALARIN DEKONTAMINASYONUNDA ELEKTROLIZE SU KULLANIMI

İnsan gelişimi için önemli vitamin, mineral ve esansiyel aminoasitlerin alınması için hayvansal ürünler değerli bir kaynaktır. Hayvansal ürünler; yüksek su tutma kapasitesi yeteneklerinden dolayı

mikrobiyal kontaminasyona oldukça açıktır. Özellikle et kalitesi ve hijyeni için kontaminasyon kaynakları kritik bir konudur. Karkas parçalama, soğutma ve kesim işlemlerinde; et ürünlerinin işleme ve depolama alanlarında çeşitli kontaminasyon kaynakları gıda güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Park ve ark. ES ile tavuk etlerindeki *C. jejuni* 3 log<sub>10</sub> CFU azaldığını ifade etmişlerdir.<sup>50</sup> Diğer bir çalışmada, kanatlı karkaslarında immersiyon yöntemiyle asidik ES uygulaması sonucu 2,3 log<sub>10</sub> CFU azalma rapor edilmiştir.<sup>68</sup> Ülkemizde Çil ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise, ES'nin tavuk etinde bulunan *S. Typhimurium* üzerine etkisi gözlenmiştir.<sup>69</sup> Sonuç olarak, ES uygulaması ile 0. günde 2 log<sub>10</sub> CFU azalma tespit edilmiştir. Tavuk etlerinde benzer sonuçlar, Fabrizio ve ark. ve Northcutt ve ark. tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da alınmıştır.<sup>70,71</sup>

Al-Holy ve Rasco, yapmış oldukları bir araştırmada, ES'nin *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* ile kontamine edilmiş sığır eti üzerinde kullanımı üzerine etkinliğini bildirmiştir.<sup>51</sup> *L. monocytogenes*'in *S. Typhimurium* ve *E. coli* O157:H7'e göre daha dirençli olduğu rapor edilmiştir. Bunun sebebinin pH derişimlerine karşı *L. monocytogenes*'in gösterdiği direnç olduğu düşünülmektedir. Bir başka çalışmada ES uygulaması sığır eti üzerinde *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'ye karşı önemli ölçüde bakterisidal etkiler sergilemiştir.<sup>53</sup> Jadeja ve Hung ise sığır derisine uygulanan ES'nin toplam bakteri, *Enterobacteriaceae*, *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* sayılarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.<sup>52</sup>

Dünya'da tüketime sunulan etlerin %40'ını domuz etleri oluşturmaktadır. Domuz eti kaynaklı gıda hastalıklar halk sağlığı ve ekonomiyi oldukça etkilemektedir. ES ile taze domuz etine yapılan dekontaminasyon çalışmalarında *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *Campylobacter coli* ve *S. aureus* gibi mikroorganizmalara karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır.<sup>54,56,72,73</sup> Fabrizio ve Cutter, domuz karkaslarına spreysel yöntemle 15 sn tatbik edilen ES uygulaması ile *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *Campylobacter coli* sayısının azaldığını ileri sürmüşlerdir.<sup>55</sup> Rahman ve ark.

tarafından yapılan bir çalışmada, ES'nin sprey şeklinde domuz etlerine uygulanması sonucu (pH: 2,6; ORP: 1.150 mV, Aktif klor konsantrasyonu 50mg/L-15 sn) *C. coli* üzerine 1,8 log<sub>10</sub> azalma gözlenmiştir.<sup>74</sup>

Meksika'da yapılan bir çalışmada Rivera-Garcia ve ark. yumurta kabuğuna deneysel kontaminasyon yöntemiyle *L. monocytogenes* bulaştırmıştır; ES uygulaması sonucunda 2,18 log CFU azalma tespit ettiklerini belirtmişlerdir.<sup>57</sup> Ma ve ark. ile Ni ve ark. ES, yumurta kabuğundaki *Salmonella* spp. üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında olumlu sonuçlar almıştır.<sup>58,59</sup> Ülkemizde Özer ve Demirci tarafından yapılan bir çalışmada, asidik ES'nin somon balığına deneysel olarak kontamine edilmiş *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* üzerine etkileri araştırılmış ve sırasıyla 1,07 log<sub>10</sub> CFU ve 1,12 log<sub>10</sub> CFU azalmalar tespit edilmiştir.<sup>75</sup> Dewi ve ark., ES uygulamasının su ürünlerinde bulunan patojen bakterilerinin sayılarını düşürdüğünü açıklamışlardır.<sup>62</sup> Benzer sonuçlar, istavrit balıkları üzerine Nowsad ve ark., somon balıkları üzerine Ovissipour ve ark. tarafından yapılan araştırmalarda da alınmıştır.<sup>61,60</sup>

Sonuç olarak, ES uygulamalarının antibakteriyel, antifungal, antiviral ve antioksidan etkileri araştırmalarda detaylıca incelenmiştir. Fakat

gıdaların raf ömrüne olan etkisine yönelik araştırmaların sayısı yeterli değildir. Bu teknolojinin raf ömrüne etkisinin detaylıca incelenmesi gereklidir ve gıda endüstrisinde kullanımının yaygınlaştırılmasının halk sağlığı açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

#### **Finansal Kaynak**

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

#### **Çıkar Çatışması**

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

#### **Yazar Katkıları**

**Fikir/Kavram:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız; **Tasarım:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız; **Denetleme/Danışmanlık:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız; **Kaynak Taraması:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız; **Makalenin Yazımı:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız; **Eleştirel İnceleme:** Alp Emre Yıldız; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Pınar Cava, Alp Emre Yıldız.

## KAYNAKLAR

- Chlebicz A, Śliżewska K. Campylobacteriosis, salmonellosis, yersiniosis, and listeriosis as zoonotic foodborne diseases: a review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5):863. PMID: PMC5981902.
- World Health Organization [Internet]. © 2024 WHO. World health statistics 2023: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. p.24. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240074323> (Erişim tarihi eklenmelidir.)
- Tayar M. Sağlıklı Mutfak İkeleri. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi "Sağlıklı ve helal gıda seçimi"; 7-10 Kasım 2013; Konya. <https://search.worldcat.org/title/Uluslararası-2.-Helal-ve-Saglikli-Gida-Kongresi-%22Saglikli-ve-helal-gida-secimi%22-07-10-Kasim-2013-Konya-bildirikitapçigi-International-2-Halal-and-Healthy-Food-Congress-%22Selecting-healthy-and-halal-food%22-November-7-10-2013-Konya-Turkey-book-of-congress/oclc/932101428>
- Baş M. Besin Hijyeni Güvenliği ve HACCP. 1. Baskı. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd. Şti.; 2004.
- Bayrakal GM, Aydın A, Nasri Sarımaden Ç, Çiftçioğlu G. Antibacterial activity of neutral electrolyzed water against *Listeria monocytogenes*. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2023;16(4):574-9. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3362905>
- Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. 1. Baskı. Ankara: Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti.; 2007. p.60-70.
- Al-Haq MI, Sugiyama J. Application of electrolyzed water in food processing. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2004;1-4. <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?JID=5&AID=16995&CID=can2004&T=1>
- Ateş FM. Su, tuz, hipokloröz asit ve enfeksiyonlardan korunma [Water, salt, hypochlorous acid and infection protection]. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2020;3(2):154-60. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bufbd/issue/58809/836601>
- Huang YR, Hung YC, Hsu SY, Huang YW, Hwang, DF. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control* 2008;19(4):329-45. doi:10.1016/j.foodcont.2007.08.012
- Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev*. 1997;10(4):597-610. PMID: 9336664; PMID: PMC172936.

11. Ding T, Oh DH, Liu D. Electrolyzed water in food: Fundamentals and applications. Hangzhou: Springer Nature Singapore Pte Ltd.; 2019. p.1-272. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-3807-6>
12. Poçan HB. Elektrolize suyun tavuk karkaslarında mikrobiyal yük ve fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi [Doktora tezi]. Selçuk Üniversitesi; (Erişim tarihi ve erişim linki eklenmemiştir.)
13. Su YC, Liu C, Hung YC. Electrolyzed water: principles and applications. American Chemical Society. 2007;(967):310-22. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2007-0967.ch014>
14. Hati S, Mandal S, Minz PS, Vij S, Khetra Y, Singh BP, et al. Electrolyzed oxidized water: non-thermal approach for decontamination of food borne microorganisms in food industry. Food and Nutrition Sciences. 2012;3(6):760-8. <https://www.scrip.org/journal/paperinformation?paperid=19918>
15. Hricova D, Stephan R, Zweifel C. Electrolyzed water and its application in the food industry. J Food Prot. 2008;71(9):1934-47. PMID: 18810883.
16. Xuan XT, Ding T, Li J, Ahn JH, Zhao Y, Chen SG, et al. Estimation of growth parameters of *Listeria monocytogenes* after sublethal heat and slightly acidic electrolyzed water (SAEW) treatment. Food Control. 2017;71:17-25. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-7b901175-f40e-3972-9303-7ff6b9c7acd7>
17. Çetinkaya S. An alternative for fish processing industry: electrolyzed waters. COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries. 2022;5(2):179-87. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2530509>
18. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes*. Appl Environ Microbiol. 1999;65(9):4276-9. PMID: 10473453; PMCID: PMC99778.
19. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. J Food Prot. 1999;62(8):857-60. PMID: 10456736.
20. Kim C, Hung YC, Brackett RE, Frank JF. Inactivation of *Listeria monocytogenes* biofilms by electrolyzed oxidizing water. Journal of Food Processing and Preservation. 2001;25(2):91-100. [https://www.researchgate.net/publication/229861573\\_Inactivation\\_of\\_Listeria\\_monocytogenes\\_biofilms\\_by\\_electrolyzed\\_oxidizing\\_water](https://www.researchgate.net/publication/229861573_Inactivation_of_Listeria_monocytogenes_biofilms_by_electrolyzed_oxidizing_water)
21. Yoshida K. A fundamental and applied researchers on the control of microorganisms using electrolyzed water. Unpublished PhD dissertation. Graduate School of Fisheries Sciences Japan; Hokkaido University; 2001. p.137. (Kaynağa direkt ulaşılabilir link ve erişim tarihi eklenmemiştir.)
22. Len SV, Hung YC, Erickson MC, Kim C. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. Journal of Food Protection. 2000;63(11):1534-7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22040996>
23. Suzuki T, Itakura J, Watanabe M, Ohta M, Sato Y, Yamaya Y. Inactivation of staphylococcal enterotoxin-A with an electrolyzed anodic solution. J Agric Food Chem. 2002;50(1):230-4. PMID: 11754573.
24. Buck JW, van Iersel MW, Oetting RD, Hung YC. In vitro fungicidal activity of acidic electrolyzed oxidizing water. Plant Dis. 2002;86(3):278-81. PMID: 30818607.
25. Kawasaki S, Kawasaki T, Hayashi Y, Yoshida K, Isobe S, Isshiki K. Inactivation of Norwalk-like Viruses (NLV) by electrolyzed acid water. Bokin Bobai (Journal of Antibacterial and Antifungal Agents). 2003;31(10):529-33. <https://chemport-n.cas.org/chemport-n/?APP=ftslink&action=reflink&origin=jstage2&version=1.0&coi=1%3ACAS%3A528%3ADC%252BD3sX-ovFCjtbY%253D&md5=636cd80a51e302ea94a60bf0085112c7>
26. Shimizu Y. Virucidal/bactericidal effects of electrolyzed oxidizing water in relation to prevention of nosocomial (hospital) infection. Dental Journal. 199440(1):145-52. (Kaynağa direkt ulaşılabilir link eklenmemiştir.)
27. Mañas P, Pagán R. Microbial inactivation by new technologies of food preservation. J Appl Microbiol. 2005;98(6):1387-99. PMID: 15916651.
28. Kiura H, Sano K, Morimatsu S, Nakano T, Morita C, Yamaguchi M, et al. Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. Journal of Microbiological Methods. 2002;49:285-93. <https://www.aquatorionizer.com/wp-content/uploads/2022/03/Bactericidal-activity-of-electrolyzed-acid-water-from-solution-containing-1-1.pdf>
29. Liu R, He X, Shi J, Nirasawa S, Tatsumi E, Li L, et al. The effect of electrolyzed water on decontamination, germination and  $\gamma$ -aminobutyric acid accumulation of brown rice. Food Control. 2013;33(1):1-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713513000832?via%3DIihub>
30. Lyu F, Gao F, Zhou X, Zhang J, Ding Y. Using acid and alkaline electrolyzed water to reduce deoxynivalenol and mycological contaminations in wheat grains. Food Control. 2018;88:98-104. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713517306230?via%3DIihub>
31. Yoshida Y, Min JS, Park JB, Isobe S, Suzuki T. [Disinfecting rice seeds using acidic electrolyzed water]. Journal of the Society of Agricultural Structures. 2003;33(4):31-7. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/sasj1971/33/4/33\\_4\\_2471\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sasj1971/33/4/33_4_2471_pdf)
32. Tamaki M, Kondo S, Sakai Y. A study on the control of rice disease by electrolyzed water. Environment Control in Biology. 2001;39(2):95-101. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/ecb1963/39/2/39\\_2\\_95\\_article-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ecb1963/39/2/39_2_95_article-char/ja/)
33. Oomori T, Oka T, Inuta T, Ishigouka H, Arata Y. Effects of electrolyzed water on rice grains infected with *Burkholderia glumae*. Bokin Bobai (Journal of Antimicrobial and Antifungal Agents). 2000;28:485-91. (Kaynak teyit edilmeli ve direkt ulaşılabilir link eklenmemiştir.)
34. Yang H, Swem BL, Li Y. The effect of pH on inactivation of pathogenic bacteria on fresh-cut lettuce by dipping treatment with electrolyzed water. Journal Food Protection. 2003;68(3):1013-7. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08280.x>
35. Koseki S, Yoshida K, Kamitani Y, Itoh K. Influence of inoculation method, spot inoculation site, and inoculation size on the efficacy of acidic electrolyzed water against pathogens on lettuce. Journal of Plant Protection Research. 2003;21(5):559-66. (Kaynak teyit edilmeli ve direkt ulaşılabilir link eklenmemiştir.)
36. Park CM, Hung YC, Doyle MP, Ezeike GO, Kim C. Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. Journal of Food Sciences. 2001;66(9):1368-72. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15216.x>
37. Yamaki YT, Schoerner A. A trial of controlling diseases of peaches by electrolyzed water. 4th ed. Functional Water Symposium; 1997. p. 27-28.
38. Al-Haq MI, Seo Y, Oshita S, Kawagoe Y. Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana*. Food Research International. 2002;35(7):657-64. [https://www.researchgate.net/publication/248425587\\_Disinfection\\_effects\\_of\\_electrolyzed\\_oxidizing\\_water\\_on\\_suppressing\\_fruit\\_rot\\_of\\_pear\\_caused\\_by\\_Botryosphaeria\\_berengeriana](https://www.researchgate.net/publication/248425587_Disinfection_effects_of_electrolyzed_oxidizing_water_on_suppressing_fruit_rot_of_pear_caused_by_Botryosphaeria_berengeriana)
39. Yamaki YT, Schoerner A. Possibility of controlling postharvest decay of mandarins by electrolyzed water. Functional Water Symposium. 3rd ed. 1996. p.32-3.
40. Yamaki YT, Schoerner A. A field trial for estimating the possibility of controlling powdery mildew of cucumber by function water. Abstract 2nd ed. Functional Water Symposium; 1995. p.36-7. (Kaynağa direkt ulaşılabilir link eklenmemiştir.)
41. Wang H, Feng H, Luo Y. Microbial reduction and storage quality of fresh-cut cilantro washed with acidic electrolyzed water and aqueous ozone. Food Research International. 2004;37(10):949-56. [https://www.researchgate.net/publication/222575673\\_Microbial\\_reduction\\_and\\_storage\\_quality\\_of\\_fresh-cut\\_cilantro\\_washed\\_with\\_acidic\\_electrolyzed\\_water\\_and\\_aqueous\\_ozone](https://www.researchgate.net/publication/222575673_Microbial_reduction_and_storage_quality_of_fresh-cut_cilantro_washed_with_acidic_electrolyzed_water_and_aqueous_ozone)

42. Bari ML, Sabina Y, Isobe S, Uemura T, Isshiki K. Effectiveness of electrolyzed acidic water in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on the surfaces of tomatoes. *J Food Prot.* 2003;66(4):542-8. Erratum in: *J Food Prot.* 2003;66(9):1541-2. PMID: 12696675.
43. Deza MA, Araujo M, Garrido MJ. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on the surface of tomatoes by neutral electrolyzed water. *Lett Appl Microbiol.* 2003;37(6):482-7. PMID: 14633103.
44. Kang S, Park S, Moon J. Bean vegetables and cultivation thereof using highly electrolyzed water. U.S. Patent. 2002;6:416,809. <https://patents.google.com/patent/US6416809B1/ja>
45. Izumi H, Suzuki A. Microbial evaluation of electrolyzed water treated fresh-cut carrots in CM/MA storage. *Hort Science.* 2000;35(3):405-6. (Kaynağa ulaşılabilecek direkt link eklenmelidir.)
46. Akbuz H. Nötral elektrolize su uygulamasının maydanoz dezenfeksiyonu ve depolanmasında bazı kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırılması [Yüksek lisans tezi]. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi; 2019. (Erişim tarihi ve erişim linki eklenmelidir.)
47. Hara Y, Kobayashi K, Yamamoto T, Arai E, Matsuda H. The effect of electrolyzed water on production of soybean functional low-molecular weight peptide by an *Aspergillus oryzae* protease. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi.* 2003;50(9):419-27. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/nshkk1995/50/9/50\\_9\\_419/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nshkk1995/50/9/50_9_419/_article)
48. Xiong H, Li Y, Slavik MF, Walker JT. Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J Food Prot.* 1998;61(3):272-5. PMID: 9708294.
49. Varelziz K, Soultos N, Koidos P, Ambrosiadis J, Genigeorgis C. Antimicrobial effects of sodium tripolyphosphate against attached to the surface of chicken carcasses. *LWT-Food Science and Technology.* 1197;30(7):665-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643897902334?via%3Dihub>
50. Park H, Hung YC, Brackett RE. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int J Food Microbiol.* 2002;72(1-2):77-83. PMID: 11843416.
51. Al-Holy MA, Rasco BA. 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.* 2015;54:317-21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713515000997?via%3Dihub>
52. Jadeja R, Hung YC. Efficacy of near neutral and alkaline pH electrolyzed oxidizing waters to control *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium* DT 104 from beef hides. *Food Control.* 2014;41(1):17-20. [https://www.researchgate.net/publication/260014129\\_Efficacy\\_of\\_near\\_neutral\\_and\\_alkaline\\_pH\\_electrolyzed\\_oxidizing\\_waters\\_to\\_control\\_Escherichia\\_coli\\_O157H7\\_and\\_Salmonella\\_Typhimurium\\_DT\\_104\\_from\\_beef\\_hides](https://www.researchgate.net/publication/260014129_Efficacy_of_near_neutral_and_alkaline_pH_electrolyzed_oxidizing_waters_to_control_Escherichia_coli_O157H7_and_Salmonella_Typhimurium_DT_104_from_beef_hides)
53. Tango CN, Mansur AR, Kim GH, Oh DH. Synergetic effect of combined fumaric acid and slightly acidic electrolysed water on the inactivation of foodborne pathogens and extending the shelf life of fresh beef. *J Appl Microbiol.* 2014;117(6):1709-20. PMID: 25273314.
54. Brychcy E, Jarmoluk A, Marycz K. Impact of low-concentrated acidic electrolysed water obtained by membrane electrolysis on the decontamination of meat microbiota. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy.* 59(3):369-76. [https://www.researchgate.net/publication/281747194\\_Impact\\_of\\_low-concentrated\\_acidic\\_electrolysed\\_water\\_on\\_the\\_decontamination\\_of\\_meat\\_microbiota\\_obtained\\_by\\_membrane\\_electrolysis](https://www.researchgate.net/publication/281747194_Impact_of_low-concentrated_acidic_electrolysed_water_on_the_decontamination_of_meat_microbiota_obtained_by_membrane_electrolysis)
55. Fabrizio KA, Cutter CN. Comparison of electrolyzed oxidizing water with other antimicrobial interventions to reduce pathogens on fresh pork. *Meat Sci.* 2004;68(3):463-8. PMID: 22062415.
56. Wang J, Rahman SME, Park MS, Park JH, Oh DH. Modeling the response of *Listeria monocytogenes* at various storage temperatures in pork with/without electrolyzed water treatment. *Food Science and Biotechnology.* 2012;21(6):1549-55. [https://www.researchgate.net/publication/236005372\\_Modeling\\_the\\_Response\\_of\\_Listeria\\_monocytogenes\\_at\\_Various\\_Storage\\_Temperatures\\_in\\_Pork\\_withwithout\\_Electrolyzed\\_Water\\_Treatment](https://www.researchgate.net/publication/236005372_Modeling_the_Response_of_Listeria_monocytogenes_at_Various_Storage_Temperatures_in_Pork_withwithout_Electrolyzed_Water_Treatment)
57. Rivera-Garcia A, Santos-Ferro L, Ramirez-Orejuel JC, Agredano-Moreno LT, Jimenez-Garcia LF, Paez-Esquiliano D, et al. The effect of neutral electrolyzed water as a disinfectant of eggshells artificially contaminated with *Listeria monocytogenes*. *Food Sci Nutr.* 2019;7(7):2252-60. PMID: 31367353; PMCID: PMC6657710.
58. Ma Q, Li B, Wang C, Ji Y, Wang S, Cao W. Efficiency of electrolyzed oxidizing water for inactivation of *Salmonella* spp. and inoculated shell eggs. *International Journal of Food Engineering.* 2009;5(3). <https://www.degruyter.com/document/doi/10.2202/1556-3758.1651/html>
59. Ni L, Cao W, Zheng WC, Chen H, Li BM. Efficacy of slightly acidic electrolyzed water for reduction of foodborne pathogens and natural microflora on shell eggs. *Food Science and Technology Research.* 2014;20(1):93-100. [https://www.researchgate.net/publication/269883297\\_Efficacy\\_of\\_Slightly\\_Acidic\\_Electrolyzed\\_Water\\_for\\_Reduction\\_of\\_Foodborne\\_Pathogens\\_and\\_Natural\\_Microflora\\_on\\_Shell\\_Eggs](https://www.researchgate.net/publication/269883297_Efficacy_of_Slightly_Acidic_Electrolyzed_Water_for_Reduction_of_Foodborne_Pathogens_and_Natural_Microflora_on_Shell_Eggs)
60. Ovisipour M, Shiroodi SG, Rasco B, Tang J, Sablani SS. Electrolyzed water and mild-thermal processing of Atlantic salmon (*Salmo salar*): Reduction of *Listeria monocytogenes* and changes in protein structure. *Int J Food Microbiol.* 2018;276:10-9. PMID: 29653392.
61. Nowsad AAKM, Khan ND, Hasan MM, Rahman SME, Araki T, Yoshimatsu T. Efficacy of electrolyzed water against bacteria on fresh fish for increasing the shelf-life during transportation and distribution. *Journal of Consumer Protection and Food Safety.* 2020;(15):351-62. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00003-020-01288-9>
62. Dewi FR, Stanley R, Powell SM, Burke CM. Application of electrolysed oxidizing water as a sanitiser to extend the shelf-life of seafood products: a review. *J Food Sci Technol.* 2017;54(5):1321-32. PMID: 28416883; PMCID: PMC5380643.
63. Kalit S, Kos T, Kalit MT, Kos I. The efficacy of electrolysed oxidizing water as a disinfectant in the dairy industry. *Journal of Hygiene Engineering and Design.* 2015;12:28-32. [https://www.researchgate.net/publication/343893631\\_THE\\_EFFICACY\\_OF\\_ELECTROLYSED\\_OXIDIZING\\_WATER\\_AS\\_A\\_DISINFECTANT\\_IN\\_THE\\_DAIRY\\_INDUSTRY](https://www.researchgate.net/publication/343893631_THE_EFFICACY_OF_ELECTROLYSED_OXIDIZING_WATER_AS_A_DISINFECTANT_IN_THE_DAIRY_INDUSTRY)
64. Graca MA, Nunes C, Salazar M. Efficacy of neutral and acidic electrolyzed water for reducing microbial contamination on fresh-cut fruits. VI International Postharvest Symposium, *Acta Horticulturae.* 2010;877(877):649-55. [https://www.researchgate.net/publication/235248491\\_Efficacy\\_of\\_neutral\\_and\\_acidic\\_electrolyzed\\_water\\_for\\_reducing\\_microbial\\_contamination\\_on\\_fresh-cut\\_fruits](https://www.researchgate.net/publication/235248491_Efficacy_of_neutral_and_acidic_electrolyzed_water_for_reducing_microbial_contamination_on_fresh-cut_fruits)
65. Abadias M, Usall J, Oliveira M, Alegre I, Viñas I. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *Int J Food Microbiol.* 2008;123(1-2):151-8. PMID: 18237810.
66. Izumi H. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *Journal of Food Science.* 1999;64(2):536-9. <https://seward.co.uk/wp-content/uploads/2013/03/food-microbiology-carrot-peppers-spinach-radish-potato-TVC-stomacher-400.pdf>
67. Hao J, Wuyundalai, Liu H, Chen T, Zhou Y, Su YC, et al. Reduction of pesticide residues on fresh vegetables with electrolyzed water treatment. *J Food Sci.* 2011;76(4):C520-4. PMID: 22420563.
68. Kim C, Hung YC, Russell SM. Efficacy of electrolyzed water in the prevention and removal of fecal material attachment and its microbicidal effectiveness during simulated industrial poultry processing. *Poult Sci.* 2005;84(11):1778-84. PMID: 16463977.

- 
69. Çil İplikçioğlu G, Demirel YN, Şireli UT. Inactivation of Salmonella Typhimurium on poultry meat by electrolyzed water. *Veteriner Hekimler Derneđi Dergisi*. 2012;83(2):48-53. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/405355>
70. Fabrizio KA, Sharma RR, Demirci A, Cutter CN. Comparison of electrolyzed oxidizing water with various antimicrobial interventions to reduce Salmonella species on poultry. *Poult Sci*. 2002;81(10):1598-605. PMID: 12412930.
71. Northcutt J, Smith D, Ingram KD, Hinton A Jr, Musgrove M. Recovery of bacteria from broiler carcasses after spray washing with acidified electrolyzed water or sodium hypochlorite solutions. *Poult Sci*. 2007;86(10):2239-44. PMID: 17878456.
72. Rigdon M, Hung YC, Stelzleni AM. Evaluation of alkaline electrolyzed water to replace traditional phosphate enhancement solutions: effects on water holding capacity, tenderness, and sensory characteristics. *Meat Sci*. 2017;123:211-8. PMID: 27770674.
73. Mansur AR, Tango CN, Kim G, Oh DH. Combined effects of slightly acidic electrolyzed water and fumaric acid on the reduction of foodborne pathogens and shelf-life extension of fresh pork. *Food Control*. 2015;47:277-84. [https://www.researchgate.net/publication/264346229\\_Combined\\_effects\\_of\\_slightly\\_acidic\\_electrolyzed\\_water\\_and\\_fumaric\\_acid\\_on\\_the\\_reduction\\_of\\_f](https://www.researchgate.net/publication/264346229_Combined_effects_of_slightly_acidic_electrolyzed_water_and_fumaric_acid_on_the_reduction_of_foodborne_pathogens_and_shelf_life_extension_of_fresh_pork)
74. Rahman SME, Wang J, Oh DH. Synergistic effect of low concentration electrolyzed water and calcium lactate to ensure microbial safety, shelf life and sensory quality of fresh pork. *Food Control*. 2013;30(1):176-83. [https://www.researchgate.net/publication/257398692\\_Synergistic\\_effect\\_of\\_low\\_concentration\\_electrolyzed\\_water\\_and\\_calcium\\_lactate\\_to\\_ensure\\_microbial\\_safety\\_shelf\\_life\\_and\\_sensory\\_quality\\_of\\_fresh\\_pork](https://www.researchgate.net/publication/257398692_Synergistic_effect_of_low_concentration_electrolyzed_water_and_calcium_lactate_to_ensure_microbial_safety_shelf_life_and_sensory_quality_of_fresh_pork)
75. Özer NP, Demirci, A. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes Scott A and response surface modeling. *Journal of Food Engineering*. 2006;72(3):234-41. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877405000026?via%3Dihub>

ARTICLE IN PRESS