

## ET VE ET ÜRÜNLERİNDE TERMAL OLMAYAN TEKNİKLER

Berna CAPAN\*<sup>1</sup> Aytunga BAĞDATLI<sup>2</sup>

Accepted: 2022-12-13  
DOI: 10.47118/somatbd.1148105

### ÖZET

Geleneksel gıda muhafaza yöntemleri, mikrobiyal yükün azaltılmasında ve gıda kalitesinin korunmasında çeşitli dezavantajlar ile sınırlamalar göstermektedir. Termal olmayan teknikler fizikokimyasal, besinsel ve duyuşal değişiklikleri minimuma indirerek et ve et ürünlerinde raf ömrünü arttırmak için alternatif yöntemler olarak kabul edilebilmektedir. Aynı zamanda bu yöntemlerin kombine uygulamasının da, gıda endüstrisinde potansiyel bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu derleme çalışmasında et ve et ürünlerinde ürün kalitesini iyileştirme ve verimi artırma potansiteli olan vurgulu elektrik alan, vurgulu (atımlı) ışık, ultrases uygulamaları ele alınmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Vurgulu elektrik alan, vurgulu (atımlı) ışık, ultrases, termal olmayan uygulamalar

### NON-THERMAL TECHNIQUES IN MEAT AND MEAT PRODUCTS

#### ABSTRACT

Conventional food preservation methods show several disadvantages and limitations in reducing microbial load and maintaining food quality. Non-thermal techniques can be considered as alternative methods to increase the shelf life of meat and seafood products by minimizing physicochemical, nutritional and sensory changes. At the same time, the combined application of these methods is thought to be a potential alternative in the food industry. Therefore, in this review study, pulsed electric field, pulsed (pulsed) light, and ultrasound applications, which have the potential to improve product quality and increase yield, are discussed in meat and meat products.

**Keywords:** Pulsed electric field, pulsed (pulsed) light, ultrasound, non-thermal applications

### GİRİŞ

Isıl işlem uygulamaları, gıda güvenliğini ve kalitesini arttırmak için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler, ürünün kalitesini düşüren istenmeyen fizikokimyasal, besinsel ve duyuşal değişikliklere neden olabilmektedir (Rosario ve ark., 2021). Günümüzde, besleyici, organoleptik açıdan tatmin edici ve mikrobiyolojik olarak güvenli minimum düzeyde işlenmiş gıdalara yönelik artan talepleri karşılamak için ısıl işlem uygulamalarına alternatif yöntemler giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Heinrich ve ark., 2015).

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, bernacapan@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendislięi Bölümü, aytunga.bagdatli@cbu.edu.tr

Termal olmayan teknikler, düşük işlem sıcaklıkları, verimli enerji kullanımı, gıda kalitesinin (renk, tat, tat ve besin değeri) korunması ve kaliteyi bozan enzimler ile bozulmaya neden olan mikroorganizmaların inaktivasyonu gibi ısı işlem uygulamalarına göre çeşitli avantajlar sunmaktadır (Syed ve ark., 2017). Bu nedenle, gıda işlemede termal olmayan teknolojiler son yıllarda yoğun bir şekilde araştırılmaktadır (Zhang ve ark., 2018). Termal olmayan teknolojiler arasında vurgulu elektrik alan, vurgulu ışık ve ultrases teknolojisi gibi teknolojiler bulunmaktadır. Bu teknolojiler tek başına kullanılabildiği gibi diğer teknolojilerle birlikte kombine olarak da kullanılabilir.

## 1. Vurgulu Elektrik Alan

“Atımlı”, “darbeli” elektrik alan, “yüksek voltaj elektrik alan” uygulamaları olarak da belirtilmektedir (Özcan ve Kurtuldu, 2011). Daha çok sıvı gıdalarda başarılı olmaktadır. Meyve suları, süt, yoğurt, çorbalar ve sıvı yumurtaların pastörizasyonu için yaygın olarak kullanılmıştır. Bu yöntemde sıvı ürünlerdeki parçacık büyüklüğünün iki elektrot arasındaki açıklıktan küçük olması gerektiği bildirilmektedir (Kaletunç, 2009).

Vurgulu elektrik alan teknolojisi, gıda kalitesi üzerinde minimum zararlı etki yaratırken mikrobiyal inaktivasyon için kısa elektrik darbelerinin kullanılmasını içeren, termal olmayan bir gıda koruma yöntemidir. Bu teknoloji, tüketicilere yüksek kaliteli gıdalar sağlamak için büyük bir avantaja sahiptir. Vurgulu elektrik alan teknolojisi gıda kalitesi ve beslenmesindeki zararlı değişiklikleri azalttığı ve gıdanın fiziksel ve duyu özelliklerini koruduğu için ısı işlem yöntemlerine göre üstünlükleri bulunmaktadır (Syed ve ark., 2017).

### 1.1. Vurgulu Elektrik Alan Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Mikrobiyal direncin logaritmik fazın başlangıcında ve durağan fazda en yüksek seviyede olduğu bildirilmektedir (Sağdıç ve ark., 2009). Vurgu süresi ve sayısının artması mikrobiyal inaktivasyonu arttırmaktadır (Temiz ve ark., 2008).

Genel olarak Vurgulu Elektrik Alan uygulamasının mikroorganizmalar üzerine etki mekanizmasını açıklayan teoriler: (Güleç, 2006)

- Dielektrik parçalanma teorisi
- Ozmotik denge bozulması teorisi
- Hidrofobik ve hidrofilik por oluşumu teorisi
- Yapısal değişim teorisidir.

Bu değişimler sonucunda;

- Hücre zarı hasara uğramakta
- Hücre içindeki maddeler hücre dışına çıkmakta
- Hücredeki proteinler hasar görmektedir. Böylece hücre inaktivasyonu gerçekleşmektedir (Özcan ve Kurtuldu, 2011).

Vurgulu Elektrik Alan uygulaması ile mikroorganizmaların inaktivasyonunu etkileyen faktörler üç grup altında toplanabilir: (Güleç, 2006; Demirdöven ve Baysal, 2008)

- Mikroorganizmaya Bağlı Olan Parametreler (mikroorganizmanın türü, konsantrasyonu, hücrelerin gelişme aşaması ve hücre büyüklüğü)
- İşlem Koşullarına Bağlı Faktörler (elektrik alan şiddeti, işlem süresi, vurgunun dalga şekli ve işlem sıcaklığı)
- Ürüne Bağlı Faktörler (iletkenlik, iyonik güç, sıcaklık, pH ve antimikrobiyaller) olarak sıralanabilir.

Vurgulu Elektrik Alan teknolojisi *E.coli*, *S.cerevisiae*, *Candida*, *Klebsiella*, *L. brevis*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *S. thermophilus*, *L. plantarum* gibi mikroorganizmaların inaktivasyonunda başarıyla kullanılabilir (Demirdöven ve Baysal, 2008; Yangılar ve Kabil, 2013). Bolton *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada Vurgulu Elektrik Alan tekniğinin burger etlerindeki *E. coli O157:H7* inaktivasyonunu sağladığını bildirmişlerdir.

## 1.2. Vurgulu Elektrik Alan Teknolojisinin Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Vurgulu elektrik alan uygulamalarının (1.4 kV/cm, 10 Hz, 20 µs, 300 ve 600 puls) etin kalite özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada sığır eti (*Longissimus thoracis et lumborum*) kullanılmıştır. Ölüm sonrası farklı zamanlarda (2., 10., 18. ve 26. gün) uygulanan vurgulu elektrik alan uygulamalarının sığır eti örneklerinin sertliğini azaltmaya yönelik bir eğilim gösterdiği ancak vurgulu elektrik alan uygulamasının olgunlaşmanın sağladığı yumuşama sürecini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada gerçekleştirilen duyu değerlendirmede panelistlerin %60'ı vurgulu elektrik alan ile muamele edilmiş örnekleri daha gevrek olarak değerlendirmişlerdir (Arroyo ve ark., 2015).

Vurgulu elektrik alan uygulamasından (0,2-0,6 kV/cm, 1-50 Hz, 20 µs) sonra vakum olgunlaştırmanın (1 ve 3 gün) sığır etinin (*Longissimus thoracis*) kalite özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada pH, renk stabilitesi ( $L^*$ ,  $a^*$  ve R630/580 değerleri) ve pişirme kaybının vurgulu elektrik alan işlemlerinden etkilenmediğini, nem içeriğinin ise %0.7-3.6 oranında istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Vurgulu elektrik alan uygulanmış ve uygulanmamış örnekler arasında kesme kuvvetinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Vurgulu elektrik alan uygulamasının daha fazla su kaybına neden olan daha gözenekli doku yapısına yol açtığı rapor edilmiştir. Protein profilinin ise vurgulu elektrik alan uygulamasıyla değişmediği bildirilmiştir (Faridnia ve ark., 2014).

Vurgulu elektrik alan uygulamasının sığır etinin (*Biceps femoris* ve *Semitendinosus*) duyu ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada taze ve donmuş çözülmüş etler 0,8-1,1kV/cm elektrik alan yoğunluğunda, 20µs darbe genişliğinde, 50Hz frekansta ve 130kJ/kg enerji yoğunluğunda vurgulu elektrik alan ile muamele edilmiş ve bu örneklerde yapılan uygulamanın etin gevrekliğini ve rengini iyileştirdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, vurgulu elektrik alan uygulanan dondurulmuş örneklerde yağ oksidasyonu ve doymuş yağ asitlerinin artışı daha belirgin bulunmuştur (Kantono ve ark., 2019).

## 2. Vurgulu (Atımlı) Işık

Vurgulu ışık yönteminde, infrared bölgeye yakın olan UV bölgedeki geniş spektrumlu dalga boyları (200 nm – 1000 nm) kullanılmaktadır. Sterilize edilecek yüzey yaklaşık olarak yüzeyde 0,01 - 50 J/cm<sup>2</sup> enerji yoğunluğuna sahip en az 1 atımlı ışığa maruz bırakılmakta, bu durumda 170-2600 nm arasında değişen dalga boyu dağılımının kullanılması gerekmektedir.

Atımların süresi 1 µs ile 0,1 s arasında değişip saniyede 1-20 flaş uygulanmaktadır (Karadağ ve ark., 2008; Yangılar ve Kabil, 2013; Açu ve ark., 2014).

### 2.1. Vurgulu Işık Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Vurgulu ışık teknolojisi, hem laboratuvar koşullarında hem de farklı gıdalarda çeşitli patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları inaktive etmek için kullanılabilen ve kalite özellikleri üzerinde minimum etki ile sonuçlanan gelişen teknolojilerden biridir. Kısa süreli - yüksek güçlü ışık darbelerinin, fotokimyasal, fototermal ve fotofiziksel mekanizmaların bir kombinasyonu ile mikroorganizmaları inaktive etmek için yeterince güçlü olduğu kanıtlanmıştır. UV ışığının bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkisi esas olarak, DNA'da yapısal değişikliklere yol açan proteinler ve nükleik asitlerdeki konjuge karbon-karbon çift bağları tarafından radyasyon absorpsiyonuna dayanmaktadır (John ve Ramaswamy, 2018).

### 2.2. Vurgulu Işık Teknolojisinin Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalara karşı termal olmayan teknoloji olan vurgulu ışık, et ve et ürünlerinin dekontaminasyonunda kullanılabilir (Heinrich ve ark., 2016).

Yüksek yoğunluklu vurgulu ışık teknolojisinin (3 Hz, maksimum 505 J/darbe ve 360 µs darbe süresi) çığ tavuk ve ilgili ambalaj ve yüzey malzemelerinin dekontaminasyonu için etkinliğin incelendiği bir çalışmada ambalaj malzemelerine ve temas yüzeylere inoküle edilen *Campylobacter jejuni*, *E. coli* ve *Salmonella Enteritidis*'in 5 saniyelik yüksek yoğunluklu vurgulu ışık işleminden sonra sırasıyla 3.56, 4.69 ve 4.60 log<sub>10</sub> kob/cm<sup>2</sup>'lik azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. İnoküle edilen tavuk derisi üzerindeki en büyük azalmalar sırasıyla *C. jejuni*, *E. coli* ve *Salmonella Enteritidis* için 1.22, 1.69 ve 1.27 log<sub>10</sub> kob/g olarak tespit edilmiştir. Derisiz göğüs etinde karşılık gelen azalmaların ise 0.96, 1.13 ve 1.35 log<sub>10</sub> kob/g düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma, yüksek yoğunluklu vurgulu ışık teknolojisinin ambalaj ve yüzey malzemelerinin dekontaminasyonu için etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Ek olarak, paketlenmiş tavuk için de dekontaminasyon yöntemi olarak kullanılma potansiyelini göstermiştir (Haughton ve ark., 2011).

Hierro ve ark. (2011) tarafından vurgulu ışık teknolojisinin tüketime hazır pişmiş et ürünlerinin mikrobiyal kalitesini ve güvenliğini artırmak için yapılan bir çalışmada vakumla paketlenmiş jambon ve bologna dilimlerinin yüzeyine *Listeria monocytogenes* inoküle edilmiş ve 0.7, 2.1, 4.2 ve 8.4 J/cm<sup>2</sup> yoğunluğunda vurgulu ışık işlemi uygulanmıştır. 8.4 J/cm<sup>2</sup>'de yapılan uygulama sonucunda pişmiş jambon örneklerinde *L. monocytogenes*'i 1,78 kob/cm<sup>2</sup> ve bologna örneklerinde ise 1,11 kob/cm<sup>2</sup> düzeyinde azaltmıştır. Vurgulu ışık teknolojisinin lipid oksidasyonu ve duyuşal özellikler üzerindeki etkisi araştırıldığında örneklerin 2-tiobarbitürik asit değerlerinin çok düşük olduğu ve kromatiklik parametrelerinin pişmiş et ürünleri için bildirilen normal değerler içerisinde olduğu tespit edilmiştir. 8.4 J/cm<sup>2</sup> yoğunluğunda uygulanan vurgulu ışık, pişmiş jambonun duyuşal kalitesini etkilemezken, 2.1 J/cm<sup>2</sup>'nin üzerindeki uygulamaların bologna örneklerinin duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. Jambon örneklerine vurgulu ışık ve vakumlu paketleme kombinasyonun, yalnızca vakumlu paketlemeye kıyasla 30 günlük ek raf ömrü sağladığı tespit edilmiştir. Bologna örneklerinin ise vurgulu ışık teknolojisi ile raf ömründe artış olmadığı raporlanmıştır.

Rajkovic ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada dilimlenmiş fermente salamın hem vakum hem de modifiye atmosferde paketlenmiş örnekleri, paketlenmeden önce vurgulu ışık ile işleme tabi tutulmuş ve 9 hafta boyunca buzdolabında saklama koşulları altında tutulmuştur. Hem kontrol grubu örnekler hem de vurgulu ışık ile işlenmiş fermente salam dilimleri, ilk gün ve 3, 6 ve 9 haftalık soğuk depolamadan sonra lipid oksidasyon değişiklikleri için incelenmiştir. Vurgulu ışık işleminden hemen sonra, soğuk depolamanın ilk gününde, vakumda tutulan kuru fermente salam örneklerinin malondialdehit (MDA) konsantrasyonunda önemli bir fark tespit edilmemiştir. Modifiye atmosferde tutulan salam için de benzer sonuçlar bildirilmiştir. Her üç salam grubunda (kontrol, 3 J/cm<sup>2</sup> işlenmiş ve 15 J/cm<sup>2</sup> işlenmiş) hem vakumda hem de modifiye atmosferde tutulan salamdaki malondialdehit konsantrasyonu, soğuk depolama sırasında sürekli olarak artmış, ancak depolamanın ilk gününden sonra elde edilen değerlere kıyasla sadece 9 haftalık depolamadan sonra istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmiştir. En yüksek malondialdehit konsantrasyonu (1.23mg MDA/kg), 9 haftalık depolama süresi sonunda tüketime hazır kuru fermente salam örneklerinde (modifiye atmosfer, 15 J/cm<sup>2</sup> ile muamele edilmiş) tespit edilmiştir.

### 3. Ultrases (Sonikasyon)

Ultrases teknolojisi mekaniksel nitelikte, ısısal olmayan, emniyetli ve etkili olan ekstrakt üretimi ve hücre parçalanması için kullanılabilen bir gıda işleme metodudur (Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006; Demirdöven ve Baysal, 2008). Bu yöntem, saniyede 20 000 veya daha fazla ses dalgasının titreşimi ile oluşan enerji türü olarak tanımlanmaktadır (Karadağ ve ark., 2008).

Ultrases 20 kHz'in üzerinde bir frekansta yayılan, kimyasal reaksiyonları hızlandırmakta ve/veya gıdanın mikro yapısında değişikliklere neden olan mekanik dalga kategorisine ait ses dalgaları olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, etin tuzlanmasında ve pastırma, sosis, pişmiş jambon, salam ve bologna gibi ürünlerde su tutma kapasitesi, renk, enstrümantal doku ve duyuusal kabulü iyileştirilebilmesi amacıyla kullanılabilir (Barretto ve ark., 2022).

Ultrases teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanım alanları;

- Sıvı gıdalarda degassing işleminde,
- Oksidasyon/reduksiyon reaksiyonlarının indüklenmesinde,
- Enzimlerin inaktivasyonunda
- Manotermosonikasyon ile ısıya dirençli enzimlerin inaktive edilmesinde
- Gıdaların yüzey temizliğinin sağlanmasında,
- Ultrasonik olarak destekli ekstraksiyon, kristalizasyonun indüklenmesinde
- Emülsifikasyon, filtrasyon, kurutma ve dondurma prosesleri olarak sıralanabilmektedir (Karadağ ve ark., 2008).

#### 3.1. Ultrases Teknolojisinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Ultrasesin mikrobiyal inaktivasyon mekanizmasıyla ilgili farklı teoriler olmakla birlikte kavitasyonun ana etken olduğu kabul görmektedir.

Genel olarak ultrasesin inaktivasyon etkisinin;

- Hücre membranlarındaki hasar
- Bölgesel ısınma
- Serbest radikal oluşumundan kaynaklandığı yorumlanmaktadır (Dinçer ve Topuz, 2018).

### 3.2. Ultrases Teknolojisinin Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Ultrases teknolojisi et ve et ürünlerinde kütle transferi ve marinasyon, etin yumuşatılması, mikroorganizmaların inaktivasyonu gibi prosesleri iyileştirmek için başarıyla kullanılmaktadır (Aларcon-Rojo ve ark., 2019).

Etin yumuşaklığının sağlanmasında, yüksek yoğunluklardaki ultrases, hücrel ve alt hücrel bileşenleri bozabilmekte ve akustik basıncın periyodik salınımı ile hücre zarlarının yumuşamasına neden olmaktadır. Doku tahribi, proteinlerin, minerallerin ve diğer bileşenlerin yerini değiştirmekte ve bunun sonucunda enzim aktivitesinin hızlanması sağlanmaktadır (Aday, 2021).

İşlenmiş sığır etine uygulanan ultrasesin, tekstürü geliştirdiği ve pişirme verimini arttırdığı saptanmıştır. Üstelik ultrases uygulanan etlerde, tuz eklenmeksizin daha kırmızı renk ve daha taze kas görüntüsü elde edildiği bildirilmektedir. Ultrases ile muamele edilmiş etlerde kas liflerinin kolayca ayrıldığı belirtilmiştir (Reynolds ve ark., 1978). Tüm kas kesiti üzerine gerçekleştirilen deneyler sonucunda; ultrasesin kas liflerinin mekanik parçalanmasına ve bağ dokunun daha kolay kopmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ultrasesin ette gevrekleştirici etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Vimini ve ark., 1983; Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006).

Alves ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada 500 W güç ve 25 kHz frekansta 0, 3, 6 ve 9 dakika boyunca ultrases uygulanan İtalyan salamındaki ağırlık kayıpları değerlendirilmiştir. Çalışmada ultrases kullanılmayan ürüne göre ağırlıkta önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

McDonnell ve ark. (2014) tarafından domuz etinde yapılan bir çalışmada ise 10, 25 ve 40 dakika boyunca 20 kHz'de 4,2, 11 ve 19 W.cm<sup>2</sup> yoğunlukta uygulanan ultrases işleminin protein ekstraksiyonunda artışa neden olduğu, ancak kontrol örneği (ultrason olmadan) ile karşılaştırıldığında su tutma kapasitesinde farklılık olmadığını bildirilmiştir.

Got ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ultrasonik yöntemlerle işlenmiş jambon örneklerinde; kopma gücünün oldukça fazla olduğu, çok daha iyi bir pişirme verimine sahip olduğu, daha açık bir kas yapısına sahip olduğu ve miyofibriler protein ekstraksiyonunun daha kolay gerçekleştiği rapor edilmiştir (Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006).

Bao ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ultrases ön işleminin kuru kürlenmiş yak etinin kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmada 0, 200, 300 ve 400 W (20 kHz ultrasonik frekans) ile ultrasonik güç uygulanmıştır. Sonuç olarak, ultrases uygulanan grubun nem içeriğinin ve sertlik değerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğu bildirilmiştir. Ultrases işlemi örneklerin *b\** değerini artırmış ve *L\**, *a\**, pH, çiğnenebilirlik, erime sıcaklığı ve entalpi değerini düşürmüştür. Esneklik değeri, kontrol grubundan 300 W ultrasonik güç grubuna önemli ölçüde artmıştır. Ultrasonik gücün artmasıyla kesme kuvvetinin önemli ölçüde azalığı bildirilmiştir. Ultrases teknolojisinin TVB-N içeriği üzerinde hiçbir etkisi olmadığı, ancak TBARS içeriğini artırabildiği bildirilmiştir. Ultrasonik gücün artmasıyla doymuş yağ asidi içeriği önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Ultrases uygulamasının etin rengini, kokusunu ve tadını olumsuz etkilediği, ancak gevrekliğini ve genel olarak kabul edilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir. Çalışmada uygun ultrasonik gücün, özellikle

300 W gücünde olduğu, bu parametrenin kuru kürlenmiş yak etinin kalitesini iyileştirdiği vurgulanmıştır.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Termal olmayan teknolojiler, yüksek kaliteli ve güvenli gıda ürünleri üretme potansiyeline sahiptir. Bu teknolojilerin kombine olarak kullanması ile et ve et ürünlerinde fizikokimyasal, besinsel ve duysal zararlar en aza inerek, patojenik ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar da azaltılabilmektedir. Söz konusu teknolojilerin tek başına ve/veya kombine olarak uygulanması durumunda her bir ürün için optimizasyon çalışmalarının da gerçekleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Gelecek yıllarda endüstriyel ölçekli ekipmanların üretilmesi, standartların geliştirilmesi ve tüketicilerin ısıl olmayan işleme konusundaki yanlışlarının düzeltilmesi ile birlikte termal olmayan tekniklerin endüstriyel olarak geniş bir uygulama alanı bulabileceği düşünülmektedir. Ancak, bunun için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

#### 5. KAYNAKLAR

Açu, M., Yerlikaya, O. ve Kımık, Ö. (2014) Gıdalarda Isıl Olmayan Yeni Teknikler ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 14: 23-35.

Aday, M. S. (2021) Ultrasesin Gıda İşleme Ve Muhafazasında Kullanımı. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(3), 661-684.

Alarcon-Rojo, A. D., Carrillo-Lopez, L. M., Reyes-Villagrana, R., Huerta-Jiménez, M., & Garcia-Galicia, I. A. (2019) Ultrasound and meat quality: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 55, 369-382.

Arroyo, C., Lascorz, D., O'Dowd, L., Noci, F., Arimi, J., & Lyng, J. G. (2015) Effect of pulsed electric field treatments at various stages during conditioning on quality attributes of beef longissimus thoracis et lumborum muscle. *Meat Science*, 99, 52-59.

Bao, G., Niu, J., Li, S., Zhang, L., & Luo, Y. (2022) Effects of ultrasound pretreatment on the quality, nutrients and volatile compounds of dry-cured yak meat. *Ultrasonics Sonochemistry*, 82, 105864.

Barretto, T. L., Sanches, M. A. R., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Telis-Romero, J., & da Silva Barretto, A. C. (2022) Recent advances in the application of ultrasound to meat and meat products: Physicochemical and sensory aspects. *Food Reviews International*, 1-16.

Bayraktaroğlu, G. ve Obuz, E. (2006) Ultrasound Yönteminin İlkeleri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Bolton, D.J., Catarama, T., Byrne, C., Sheridan, J.J, McDowell, D.A. and Blair, I.S. (2002) The ineffectiveness of organic acids, freezing and pulsed electric fields to control *Esherichia coli O157:H7* in beef burgers. *Letters in Applied Microbiology*, 34(2):139-143.

Demirdöven, A. ve Baysal, T. (2008) Meyve ve Sebze İşleme Sanayinde Yeni Uygulamalar. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.

de Lima Alves, L., da Silva, M. S., Flores, D. R. M., Athayde, D. R., Ruviaro, A. R., da Silva Brum, D., Batistai V.S.F., de Olivera Mello, R., de Menezes, C.R., Campagnol, P.C.B., Wagner, R., Barin, J. S. & Cichoski, A. J. (2018) Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami. *Food Research International*, 106, 363-373.

Dinçer, C., & Topuz, A. (2018) Meyve Suyu İşlemede Ultrases Kullanımı. *Gıda*, 43(4), 569-581.

Faridnia, F., Bekhit, A. E. D. A., Niven, B., & Oey, I. (2014) Impact of pulsed electric fields and post-mortem vacuum ageing on beef longissimus thoracis muscles. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(11), 2339-2347.

Got, F.; Culioli J.; Berge P.; Vignon X.; Astruc T.; Quideau J. M.; Lethiecq M.; Lethiecq M. (1999) Effect of high-intensity high-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. *Meat Science*, 51,35-42.

Güleç, H. A. (2006) Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Haughton, P. N., Lyng, J. G., Morgan, D. J., Cronin, D. A., Fanning, S., & Whyte, P. (2011) Efficacy of high-intensity pulsed light for the microbiological decontamination of chicken, associated packaging, and contact surfaces. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8(1), 109-117.

Heinrich, V., Zunabovic, M., Bergmair, J., Kneifel, W., & Jäger, H. (2015) Post-packaging application of pulsed light for microbial decontamination of solid foods: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 30, 145-156.

Heinrich, V., Zunabovic, M., Varzakas, T., Bergmair, J., & Kneifel, W. (2016) Pulsed light treatment of different food types with a special focus on meat: a critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4), 591-613.

Hierro, E., Barroso, E., De la Hoz, L., Ordóñez, J. A., Manzano, S., & Fernández, M. (2011) Efficacy of pulsed light for shelf-life extension and inactivation of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat cooked meat products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(3), 275-281.

John, D., & Ramaswamy, H. S. (2018) Pulsed light technology to enhance food safety and quality: a mini-review. *Current Opinion in Food Science*, 23, 70-79.

Kaletunç, G. (2009) Gıda Endüstrisinde Alışılmamış Yöntemler. *Bilim ve Teknik*, 60-63.

Kantono, K., Hamid, N., Oey, I., Wang, S., Xu, Y., Ma, Q., Faridnia, M. (2019) Physicochemical and sensory properties of beef muscles after Pulsed Electric Field processing. *Food Res. Int.* 121: 1-11.

Karadağ, A., Ömeroğlu, P.Y: ve Saner, S. (2008) Gıda Muhafazasında Yeni Teknolojilerin Kullanımı. Gıda Güvenliği Derneği



McDonnell, C. K., Allen, P., Morin, C., & Lyng, J. G. (2014) The effect of ultrasonic salting on protein and water-protein interactions in meat. *Food chemistry*, 147, 245-251.

Özcan, T. ve Kurtuldu, O. (2011) Sütün Raf Ömrünün Uzatılmasında Alternatif Yöntemler. U. Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 119-129.

Rajkovic A, Tomasevic I, De Meulenaer, B. and Devlieghere, F. (2017) *Food Control* 73 829-37.

Reynolds P., A. D. B., Schmdidt, G. R., Theno D. M. And Siegel D. G. (1978) Effect of ultrasonic treatment on building strenght in cured ham rolls. *Journal of Food Science* 1978, 43,866-869.

Rosario, D. K., Rodrigues, B. L., Bernardes, P. C., & Conte-Junior, C. A. (2021) Principles and applications of non-thermal technologies and alternative chemical compounds in meat and fish. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(7), 1163-1183.

Sağdıç, O., Ekici, L. ve Yetim, H. (2009) Gıdaların Muhafazasında Yeni Mikrobiyal İnaktivasyon Metodları. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.

Syed, Q. A., Ishaq, A., Rahman, U. U., Aslam, S., & Shukat, R. (2017) Pulsed electric field technology in food preservation: a review. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 6(6), 168-172.

Temiz, H., Tarakçı, Z. ve Aykut, U. (2008) Süt ve Ürünlerinde Mikroorganizmaları Azaltmada Alternatif Yöntemler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.

Vimini, R. J., Kemp, J. D. And Fox, J. D. (1983) Effect of low frequency ultrasoud on properties of restructure beef rolls. *Journal of Food Science* 1983, 4, 1572-1573.

Yangılar, F. ve Kabil, E. (2013) Süt ve Süt Ürünlerinde Bazı Isıl Olmayan Mikrobiyal İnaktivasyon Yöntemleri. U.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 97-108.

Zhang, Z. H., Wang, L. H., Zeng, X. A., Han, Z., & Brennan, C. S. (2019) Non-thermal technologies and its current and future application in the food industry: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(1), 1-13.