

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜRVER ÇİÇEĞİ (*Sambucus nigra* L.) EKSTRAKTI VE ULTRASES
DESTEKLİ MARİNASYONUN TAVUK ETİ KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

Betül GÖKSÜN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MÜRVER ÇİÇEĞİ (*Sambucus nigra* L.) EKSTRAKTI VE ULTRASES DESTEKLİ MARİNASYONUN TAVUK ETİ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Betül GÖKSÜN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Çalışmada, mürver çiçeği (*Sambucus nigra* L.) ekstraktı (MÇE) ve ultrases destekli marinasyonun (UDM) tavuk göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Daldırma ve UDM %1.5 sitrik asit+%2 NaCl ve %1.5 sitrik asit+%2 NaCl+MÇE kullanılarak uygulanmıştır (sırasıyla K, M, UK ve UM). Marinasyon işlemleri 1 saat uygulanmış; ultrases 40 kHz’te bir ultrases banyosu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Marine örnekler 4°C’de depolanmış, depolamanın 1. günü tekstür profil analizi (TPA), pişirme verimi ve su tutma kapasitesi; 1., 3., 6., 9., 12., ve 15. günlerinde pH, enstrümental renk değerleri (L*, a*, b*), tiyobarbitirik asit reaktif maddeler (TBARS), toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı belirlenmiştir.

MÇE ve UDM tavuk göğüs etlerinin nem, yağ, kül içerikleri, TAMB sayısı, tekstür özellikleri ve su tutma kapasitesi üzerinde önemli bir etki yapmamıştır ($p>0.05$). Depolama boyunca en düşük ve en yüksek L* değeri sırasıyla UM ve UK grubunda gözlenmiştir. Marinasyon uygulamasıyla pH değeri önemli ölçüde düşüş göstermiş ($p<0.05$), hammaddede 6.05 olan pH değeri, 1. günde K, M, UK ve UM gruplarında sırasıyla 5.10, 5.27, 4.88 ve 5.17’ye ulaşmıştır. Başlangıçtaki TBARS değeri (0.611 mgMDA/kg) önemli ölçüde artmış; 15. günde K, M, UK ve UM gruplarında sırasıyla 1.236, 0.983, 1.436 ve 0.942 mgMDA/kg olarak belirlenmiştir. MÇE içeren UM ve M gruplarında 12. ve 15. günlerde diğer gruplardan önemli ölçüde düşük TBARS değeri ($p<0.05$) gözlenmiştir. UK grubu en düşük pişirme verimine ($p<0.05$) sahip olurken, diğer gruplar pişirme verimi açısından farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Çalışmadan elde edilen bulgular, antioksidan özellikteki MÇE ve UDM’nin uygulama koşulları optimize edilerek endüstride kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Ağustos 2021, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mürver çiçeği ekstraktı, ultrases, marinasyon, antioksidan aktivite, tavuk eti

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF ELDERFLOWERS (*Sambucus nigra* L.) EXTRACT AND ULTRASOUND ASSISTED MARINATION ON QUALITY CHARACTERISTICS OF CHICKEN MEAT

Betül GÖKSÜN

Ankara University
Graduate School Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

In this study, the effects of elderflower (*Sambucus nigra* L.) extract (EFE) and ultrasound-assisted marination (UAM) on quality characteristics of chicken breast meats were investigated. Immersion marination and UAM were applied using 1.5% citric acid+2% NaCl or 1.5% citric acid+2% NaCl+EFE solutions (K, M, UK and UM, respectively). Marination treatments were performed for one hour while ultrasound was carried out with an ultrasound bath at 40 kHz frequency. Marinated chicken breast meats were kept at 4°C and analyzed for the pH, CIE* (L, a*, b*), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values, and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) counts at days 1, 3, 6, 9, 12, and 15, of refrigerated storage. Texture profile analysis (TPA), water holding capacity and cooking yield were also evaluated in marinated samples on the 1st day of the storage.

EFE and UAM did not affect moisture, fat and ash contents, water holding capacity, textural characteristics, and TAMB counts of marinated samples ($p>0.05$). The lowest and the highest L* values during refrigerated storage were determined in UM and UK groups, respectively ($p<0.05$). Initial pH value (6.05) decreased with marination ($p<0.05$), and reached 5.10, 5.27, 4.88 and 5.17 in K, M, UK and UM, respectively at day 1. Initial TBARS value of the chicken breast meat (0.611 mgMDA/kg) increased over storage, and reached 1.236, 0.983, 1.436 and 0.942 mg MDA/kg at day 15 for K, M, UK and UM groups, respectively ($p<0.05$). The lowest TBARS values were detected in UM and M samples at day 12 and 15 of the storage ($p<0.05$). The UK group possessed the lowest cooking yield ($p<0.05$) while there was no significant difference in cooking yield between the other groups ($p>0.05$). The results obtained from the current study indicate that combined use of antioxidant EFE and UAM could have potential application in the chicken meat processing industry.

August 2021, 78 pages

Key Words: Elderflower extract, ultrasound, marination, antioxidant activity, chicken meat

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi tüm desteğini hissettiğim, sadece akademik anlamda değil hayatın birçok alanında bilgisi ve tecrübesini benimle paylaşan ve yoluma ışık tutan saygıdeğer danışmanım Sayın Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN’a (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda laboratuvar imkânlarını bana sunan Sayın Prof. Dr. Kamuran AYHAN (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Nuray KOLSARICI’ya (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Sayın Prof. Dr. Aziz TEKİN’e (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve bilgilerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Özge ŞAKIYAN DEMİRKOL’a (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda hammadde teminini sağlayan Beypiliç A.Ş. ve Sayın Alp KÖROĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımda yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli çalışma arkadaşlarım Büşra CANBAZ, Elvan Gökçen BULUT, Pınar KADIOĞLU, Tuğba Gözde GÜN’e ve desteğini her zaman hissettiğim Hamza Melik Yayla’ya teşekkürlerimi sunarım.

Bütün güçlükleri beraber aştığımız, maddi manevi tüm yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bağımsız bir birey olmam için tüm varlıklarıyla yanımda olan ve evlatları olmaktan gurur duyduğum sevgili annem Meşkure GÖKSÜN’e, babam Kemal GÖKSÜN’e ve desteğini her zaman hissettiğim abim Raşid GÖKSÜN’e ve Müjdat GÖKTAŞ’a çok teşekkür ederim.

Betül GÖKSÜN

Anakara, Ağustos 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ ve KURAMSAL TEMELLER	5
2.1 Kanatlı Eti Sektöründe Marinasyon	6
2.2 Marinasyonda Kullanılan Maddeler	7
2.2.1 Tuz	7
2.2.2 Organik asitler.....	8
2.2.3 Fosfatlar	8
2.3 Doğal Bir Antioksidan Kaynağı: Mürver	9
2.4 Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Marinasyon Yöntemleri.....	12
2.4.1 Daldırma marinasyon	13
2.4.2 Enjeksiyon yöntemi.....	13
2.4.3 Tamburlama yöntemi	13
2.5 Farklı Marinasyon Yöntemleri ve Marinat Kullanımlarıyla Et Ürünlerinin İşlenmesi.....	14
2.6 Gıda Endüstrisinde Farklı Amaçlarla Ultrases Uygulamaları	18
2.6.1 Depolimerizasyon	19
2.6.2 Ekstraksiyon	19
2.6.3 Enzim ve mikroorganizma inaktivasyonu	20
2.6.4 Kurutma.....	21
2.6.5 Pişirme.....	21
2.6.6 Kesme	22
2.6.7 Dondurma/kristalizasyon	22

2.6.8 Filtrasyon	22
2.6.9 Köpük, gaz/hava giderme	23
2.7 Et ve Et Ürünlerinde Farklı Amaçlarla Ultrases Uygulamaları.....	23
2.8 Et Ürünlerinin Marinasyonunda Yeniliçi Yaklaşım: Ultrases Destekli Marinasyon	26
3. MATERYAL YÖNTEM	29
3.1 Materyal	29
3.2 Yöntem	29
3.2.1 Marinasyon sıvılarının hazırlanışı.....	29
3.2.2 Marinasyon muamelesi.....	29
3.2.3 Vakum paketleme	31
3.2.4 Nem içeriği	31
3.2.5 Yağ içeriği	32
3.2.6 Kül içeriği.....	32
3.2.7 Protein içeriği	32
3.2.8 pH değeri.....	32
3.2.9 Enstrümental renk değerleri.....	32
3.2.10 Tiyobarbütirik asit reaktif madde (TBARS) değerinin belirlenmesi.....	33
3.2.11 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB)	33
3.2.12 Tekstür profil analizi	33
3.2.13 Pişirme verimi.....	34
3.2.14 Su tutma kapasitesi	34
3.2.15 İstatistiksel analiz	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	35
4.1 Tavuk Göğüs Etinin Kimyasal Bileşimi	35
4.2 Marine Tavuk Göğüs Etlerinin Nem, Yağ, Kül İçerikleri	35
4.3 pH Değeri	36
4.4 Enstrümental Renk Değerleri	39
4.5 Tiyobarbütirik Asit Reaktif Madde (TBARS) Değerleri	45
4.6 Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayım Sonuçları.....	47
4.7 Tekstür Profil Analizi	49
4.8 Pişirme Verimi.....	52

4.9 Su Tutma Kapasitesi.....	54
5. SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ.....	78



SİMGELER DİZİNİ

NaCl	Sodyum klorür
KCl	Potasyum klorür
STP	Sodyum tripolifosfat
Mg	Mikrogram
mL	Mililitre
S	Saniye
°C	Santigrat Derece
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
W	Watt
sa	Saat
mL	Mililitre
M	Molar
N	Newton
J	Joule
TBA	Tiyobarbütirik Asit
MDA	Miligram
Nm	Malondialdehit
FTS	Nanometre
PCA	Fizyolojik tuzlu su
KOB	Plate Count Agar
	Koloni oluşturan
	birim

Kısaltmalar

US	Ultrases
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
ITIS	Integrated Taxonomic Information System
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
DPPH	2,2 Diphenyl 1 Picrylhydrazyl
ABTS	2,2'-Azino-Bis (3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid)
FRAP	Ferric reducing ability of plasma
CUPRAC	Cupric reducing antioxdan capacity
TAMB	Toplam aerobik mezofilik bakteri
T _{EC50}	Başlangıçtaki DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gereken süre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Mürver meyvesi (a) ve mürver çiçeği (yaş(b), kuru (c)) görseli.....	10
Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan ultrases banyosu	30
Şekil 3.2 Tavuk göğüs etine marinasyonunda kullanılan marinatlar ve marinasyon yöntemleri	30
Şekil 3.3 Marinasyon muamelesi sonrası vakum paketlenen örnekler	31
Şekil 4.1 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen pH değerleri.....	38
Şekil 4.2 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE L* değerleri	41
Şekil 4.3 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE a* değerleri*	42
Şekil 4.4 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE b* değerleri*	43
Şekil 4.5 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TBARS değerleri (mg MDA/kg et)	46
Şekil 4.6 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları	48
Şekil 4.7 Marine tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analiz sonuçları	51
Şekil 4.8 Marine tavuk göğüs etlerinin pişirme verimi sonuçları (%)	53
Şekil 4.9 Marine tavuk göğüs etlerinde belirlenen su tutma kapasitesi sonuçları (%) ...	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Dünyada tavuk eti üretimi.....	5
Çizelge 2.2 Türkiye tavuk eti üretimi	6
Çizelge 2.3 Çeşitli mürver çiçek ve meyve ekstraktlarının kolorimetrik metotla belirlenen antioksidan aktiviteleri	12
Çizelge 4.1 Tavuk göğüs etinin kimyasal bileşimi (%)*	35
Çizelge 4.2 Marine tavuk göğüs etlerinin nem, yağ, kül içerikleri (%)*	36
Çizelge 4.3 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen pH değerleri*.....	37
Çizelge 4.4 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE L*, a*, b* değerleri*	40
Çizelge 4.5 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TBARS değerleri (mg MDA/kg et)*	45
Çizelge 4.6 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları*.....	48
Çizelge 4.7 Marine tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analizi sonuçları*	50
Çizelge 4.8 Marine tavuk göğüs etlerinin pişirme verimi sonuçları (%)*	53
Çizelge 4.9 Marine tavuk göğüs etlerinde belirlenen su tutma kapasitesi sonuçları (%)*	55

1. GİRİŞ

Tüm dünyada beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve nüfusta görülen artış yeni ürünlerin pazara sunulmasına ve hayvancılık sektöründen elde edilen gelirin artmasına katkı sağlamıştır (Anonim 2011). Dünya ve Türkiye nüfusunda görülen yükseliş ve değişen beslenme alışkanlıkları beraberinde et ve et ürünlerinin tüketiminde artışı getirmiş, buna karşın hayvancılık sektöründeki yetersizlik ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Kırmızı et üretimindeki azalmaya paralel olarak, kırmızı et fiyatındaki artış ve bu durumun sonucu olarak hayvansal protein açığı beyaz et tüketimi ile dengelenmeye çalışılmıştır (Sayılı 2006, Anonim 2011).

Beyaz et sınıfında yer alan tavuk eti biyolojik değeri yüksek protein, vitamin, mineral ve düşük yağ içeriğinin yanında, sindirimi kolay, lezzetli ve kalori değeri düşük bir gıda maddesi olması dolayısıyla beslenmede önemli bir yere sahiptir (Taşkın 2003, Demirözü 2013). Tavuk eti hayvansal proteinlerin en önemli kaynaklarından birisi olup içerdiği tüm besin öğeleri insanlar için alınması tavsiye edilen günlük ihtiyaçları karşılayabilir (WHO 2007). Tavuk etinin protein değeri sığır etinden daha yüksek olup yağ ve enerji içeriği daha düşüktür. Bu yönüyle özellikle belirli yaş gruplarının tüketimi için oldukça uygundur (Kolsarıcı vd. 1993). Bununla beraber tavuk etinin doymamış yağ içeriği kırmızı ete göre daha yüksek olup B grubu vitaminler, özellikle niasin bakımından zengin bir kaynaktır (Akbay vd. 2000). Ancak, doğası gereği içerdiği besin öğeleri, su aktivitesi ve pH değeri gibi karakteristikleri nedeniyle tavuk eti patojen ve bozulma yapan bakteri gelişimi için oldukça elverişli bir ortamdır (Alonso vd. 2014). Bu yüzden, tavuk etlerinde raf ömrünü uzatmak amacıyla soğutma, dondurma, kurutma, fermentasyon ve marinasyon gibi uygulamalar kullanılmaktadır. Bu yöntemler içinde marinasyon mikrobiyal kaliteyi iyileştirmek, tekstür, lezzet ve sululuk gibi duyu özellikleri geliştirmek için tavuk etleri de dahil olmak üzere bazı et ve et ürünlerinde uygulanan bir işlemdir (Lytou vd. 2018).

Marinasyon kelimesi İtalyanca kökenli "marinare" kelimesinden türemiş olup (Mc Evoy 2003), 1600'lü yıllardan bugüne kadar kullanılan bu terim et ve balığın bir salamura içerisinde bekletilerek muhafaza edilmesi anlamına gelirken günümüzde daha kapsamlı tanımlar yapılmaktadır (Brandt 2001). Marinasyonun tanımını Lemos vd. (1999)

tüketici istekleri doğrultusunda etlerin yumuşatılması, sululuğun ve lezzetinin artırılması amacıyla uygulanan bir teknik olarak yaparken; Parks vd. (2000) içeriğini tuz, fosfat, asit, şeker, baharat ve aroma vericilerin oluşturduğu sulu çözeltilerin farklı teknikler kullanılarak ete uygulanması olarak; Tan (2002) ise etin pişirilmeden önce tuz, sirke, yağ ve baharatla muamale edilmesi şeklinde yapmıştır. Marinasyon işleminde tuz, sirke, şarap, yoğurt, meyve suyu, fosfatlar (asidik veya alkali), organik asitler ve aroma bileşenleri gibi birçok ingrediye kullanılabilir (Nisiotou vd. 2013).

Marinasyon sırasında etten salamuraya su; salamuradan ete tuz difüzyonu olmak üzere iki yönlü kütle transferi gerçekleşmektedir (Cárcel vd. 2007). Salamura bileşenlerinin ete geçişi difüzyona, et dokusunun matriksine ve kas içi yağa bağlı olarak yavaş gerçekleşen bir transferdir (Gou vd. 2003). Eşit olmayan bu tuz dağılımı muamele süresinin uzunluğu gibi sorunlara neden olabilir. Et gevrekliği, yeme kalitesinin çok önemli bir unsurudur ve tüketicinin ürünü satın alma konusunda en etkili faktörlerden biridir. Son zamanlarda ultrases (Llull vd. 2002), elektriksel stimülasyon, ultra yüksek basınç (Picouet vd. 2012) gibi uygulamalar kütle transferini hızlandırmak ve et gevrekliğini iyileştirmek için gündemde yer alan teknolojilerdir (Xiong vd. 2020). Bu uygulamalar içerisinde yeni bir teknoloji olarak ultrases, son yıllarda et işleme alanında geniş bir potansiyele sahip olup, et bilimcilerinin odak noktası haline gelmiştir (Stadnik vd. 2008, Jayasooriya vd. 2004).

Ultrases yüksek kalitede ve güvenli gıda sağlamak için kullanılan bir uygulamadır (Chemat ve Ashokkumar 2017). Bir ortama uygulandığında mekanik titreşime sebep olan ultrases dalgaları akustik kaviteasyon adı verilen etkiyi oluşturur (Leighton 1998, Louisnard ve González García 2011, Chemat vd. 2011). Akustik dalgalar fiziksel etkiyle beraber gıdaların dokusunda mikrokannaların oluşmasını ve böylece kütle transfer hızının artmasını sağlar. Ayrıca, etlerde su tutma kapasitesi ve verimi artırıcı, tekstürü iyileştirici etki yaptığı da bildirilmiştir (Bhat vd.2018, Alarcon-Rajo vd. 2018).

Ancak birçok araştırma ultrases tarafından üretilen kaviteasyon olayının bir sonucu olarak su moleküllerinden yüksek oranda reaktif serbest radikallerin üretildiğini ve bu bozunma ürünlerinin serbest radikal zincir reaksiyonlarını indükleyebileceğini göstermiştir (Riesz vd. 1985, Czechowska-Biskup vd. 2005, Riener vd. 2009). Bu

açından bir değerlendirme yapıldığında etlerde ultrases destekli marinasyondan kaynaklanan oksidatif değişimlerin engellenmesi için marinat olarak antioksidan aktiviteye sahip bir ingrediyen kullanımı elzem görülmektedir.

Son yıllarda sentetik antioksidanların kullanımı konusundaki olumsuzluklar ve dünya çapındaki yapay gıda katkı maddelerinin kullanımının önlenmesi veya en aza indirilmesi yönündeki eğilimler nedeniyle doğal antioksidanlara olan ilgi, buna paralel olarak doğal antioksidanların konu alındığı çalışmalarda artmıştır. Bu antioksidanlar tahıl, meyve, kabuklu yemiş, tohum, yaprak, kök, tohum zarı ve kabuk gibi bitkinin herhangi bir kısmında bulunabilir (Kumar vd. 2015). Doğal antioksidanların çoğu fenolik yapıda bileşiklerdir (Vazgeçer vd. 2005). Fenolik bileşikler sahip oldukları besinsel ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra gıdaların lezzet, renk ve burukluk gibi duyuşsal özelliklerindeki etkilemekte; bitki kökenli çoğu gıdanın tat ve aromasına katkıda bulunmaktadır (Rodriguez vd. 2009).

Mürver (*Sambucus nigra* L.) başta fenolik asitler, flavonoller ve antosiyaninler olmak üzere biyolojik olarak aktif bileşiklerin iyi bir kaynağıdır. Polifenoller mürverin yaprak, çiçek ve meyve kısmında bulunur (Veberic vd. 2009, Mandrone vd. 2014, Sidor ve Gramza-Michałowska 2015). Mürverin meyve kısmında bulunan başlıca fenolik bileşikler içerisinde klorojenik asit ve kuersetin türevleri yer alırken (Młynarczyk vd. 2018), çiçek kısmında kaempferol, kuersetin, izorhamnetin türevleri, kateşin, epikateşin ve naringenin bulunmaktadır (Sidor ve Gramza-Michałowska 2015, Senica vd. 2016, Młynarczyk vd. 2018, da Silva vd. 2019). Fenolik bileşiklerin yanı sıra mürver çiçeği bünyesinde malik asit yoğunluklu olmak üzere sitrik, tartarik, şikimik ve fumarik asit gibi organik asitleride bulundurmaktadır (Uzlaşır vd. 2020).

Mürverin meyve ve çiçek özütü içerdiği fitokimyasallar nedeniyle gıda endüstrisinde gıda boyası ve tatlandırıcısı olarak kullanılsa da aslında yüzyıllardır halk sağlığında çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır (Ferreira vd. 2020). Mürver meyvesinin taze ya da kurutulmuş şekilde tüketilmesi solunum yolu, viral enfeksiyon sorunları, kabızlık, grip gibi rahatsızlıkların tedavisinde; mürver çiçeği infüzyonunun tüketimi ise iltihaplanma, soğuk algınlığı, ateş, eklem ağrısı, solunum yolları, cilt

bozukulukları, diüretik rahatsızlıkların tedavisinde etkili olmaktadır (Dawidowicz 2006; Ho vd. 2016)

Bu çalışmada, antioksidan aktiviteye sahip olan mürver çiçeği ekstraktı ve marinasyon teknolojisinde yenilikçi bir uygulama olan ultrases destekli marinasyonun tavuk göğüs etinin kalite parametreleri üzerine etkisinin saptanması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ ve KURAMSAL TEMELLER

Kanatlı etleri düşük yağ ve yüksek protein içeriği nedeniyle insan diyetinin sağlıklı ve önemli bir kaynağı olup, hayvansal protein kaynakları arasında maliyeti daha az olduğu için düşük gelirli kesim tarafından tercih edilmektedir (Tan vd. 2018, Moutiq vd. 2020). Tavuk eti, kanatlı hayvan etleri içerisinde en yüksek ekonomik değere sahip olduğu için, üretimi ve tüketimi yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Anonim 2010).

İstatistikler dünyada tavuk eti tüketiminin ve buna bağlı olarak da üretiminin gün geçtikçe arttığını göstermektedir (Grau vd. 2011, Ghollasi-Mood vd. 2016, Anonim 2018). FAO 2018 verilerine göre 2000 yılında dünyada tavuk eti üretimi 58.675 bin ton iken 2016 yılında bu rakam 107.143 bin tona yükselmiştir (Çizelge 2.1). TÜİK 2018 verilerine göre ise Türkiye’de 2017 yılında kanatlı hayvanların %64’lük kısmını et tavuğu oluşturmaktadır. Ülkemizde tavuk eti üretimi ton bazında 2000 yılında 643.457 iken 2017 yılında yaklaşık üç buçuk katına çıkarak 2.136.734 olmuştur (Çizelge 2.2) (Anonim 2018).

Çizelge 2.1 Dünyada tavuk eti üretimi (Anonim 2018)

Yıl	Tavuk eti (bin ton)
2000	58.675
2005	70.608
2010	87.206
2011	90.876
2012	94.083
2013	97.600
2014	100.670
2015	103.801
2016	107.143

Çizelge 2.2 Türkiye tavuk eti üretimi (Anonim 2018)

Yıl	Tavuk eti(ton)
2000	643.457
2005	936.697
2010	1.444.059
2011	1.613.309
2012	1.723.919
2013	1.758.363
2014	1.894.669
2015	1.909.276
2016	1.879.018
2017	2.136.734

2.1 Kanatlı Eti Sektöründe Marinasyon

Tavuk etinin doğası gereği bozulmaya hassas olan yapısı kanatlı eti sektöründe ürün raf ömrünün uzatabilmesi için çeşitli teknikleri gündeme getirmiştir. Kanatlı etlerinde mikrobiyel gelişim yüzeyde başlar ve herhangi bir zamandaki mikroorganizma sayısı başlangıç yüküne ve depolama koşullarına bağlı olarak değişir. Uygun koşullar sağlanamadığında ise ürün hızla mikrobiyolojik olarak bozulur, bu durum tüketiciler tarafından kabul edilmez ve endüstride büyük bir ekonomik kayba sebep olur (Fernández-Pan vd. 2014).

Ette mevcut olan bakterileri inaktive etmek için antimikrobiyal yıkama (klor ya da organik asitle), ısıt işlemler (besin değerini düşürür), kurutma ve/ve ya koruyucu madde ilavesi gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bu uygulamaların etin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirip (Jayasooriya vd. 2007) bazı durumlarda renk, lezzet ve tekstürde istenmeyen değişikliklere neden olabileceği bildirilmektedir (Ercan ve Soysal 2013). Bu sebeplerle, etin tekstür, renk, koku, tat gibi duyuşal özelliklerini iyileştirmek, su tutma kapasitesi ve pişirme verimi gibi fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla marinasyon işlemi uygulanmaktadır (Fletcher 2004, Tan ve Ockerman 2005).

Küreselleşmenin ve endüstriyellemenin bir sonucu olarak tüketici davranışları değişmiş, hazırlanması kolay ya da daha az zaman alan pişirmeye veya yemeye hazır olan gıdalara yönelik talepler artmıştır (Kim vd. 2015). Diğer taraftan kimyasal içermeyen ya da daha az kimyasal içeren ve tüketiciler tarafından "daha sağlıklı" olarak kabul edilen organik ve az işlenmiş gıdalara artan talep gıdaların kalite ve güvenliğini artırmak için doğal koruma yöntemlerini gündeme taşımıştır (Field vd. 2018). İncili vd. (2020) Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (Bowker ve Zhuang 2017, Inguglia vd. 2019) marine edilmiş kanatlı hayvanı eti ve ürünlerinin satıldığı pazar sayısının giderek arttığını belirtmiştir.

Kanatlı etlerinin marinasyon tekniğiyle işlenmesi ürün kalitesini artırmakta ve bununla beraber tüketici taleplerini karşılamaktadır. Tavuk göğüs etinin marinasyonu sonucu son ürünün yumuşaklık, sululuk ve lezzetinin arttığı bildirilmiştir (Young ve Lyon 1997, Smith 1999, Young ve Buhr 2000, Zheng vd. 2000, Xargayó vd. 2001). Marinasyon işlemi son üründe randımanı artırdığı için üretim maliyetleri düşmekte ve bu tür ürünlerin kar marjı da buna paralel olarak artmaktadır. Et teknolojisinde çeşitli hayvan etlerinin tekstür özelliklerinin iyileştirilmesi, sululuğunun artırılması, farklı lezzet ve üstün kalitede ürünler elde edilmesi, ürünlerin raf ömrünün uzatılması amacıyla uygulanan bu işlemde kullanılan ve içeriğini tuz, fosfat, organik asitler, baharat ve aroma vericilerin oluşturduğu sıvıya marinat ismi verilmektedir (Ergezer ve Gökçe 2004).

2.2 Marinasyonda Kullanılan Maddeler

2.2.1 Tuz

Tuz (sodyum klorür (NaCl) ya da potasyum klorür (KCl)) ilavesi kullanılan en eski ve en etkili gıda koruma yöntemidir. Tuz kanatlı etlerinde sırasıyla; ürün lezzetini geliştirmek, su geri kazanımını artırmak, sodyum tripolifosfat (STP) ile sinerjik bir etki oluşturarak suda çözünen proteinleri ekstrakte etmek, sodyum nitrit ile beraber kullanıldığında *Clostridium botulinum* gelişimini engellemek, et yüzeyine yüksek konsantrasyonda uygulandığında yüzeyi kurutarak koruyuculuk sağlamak gibi görevleri üstlenmektedir (Keeton 2001).

Tuzun marinasyonda en önemli görevi lezzeti ve sululuğu artırmasıdır. Tuz miyofibrillar proteinlerin çözünürlüğünü kolaylaştırmaktadır. Bu durum tavuk eti proteinlerinin su bağlama özelliklerini artırmaktadır. Böylece ürünün pişirme kaybı azalmakta, tekstür ve kalitesi iyileşmektedir (Ergezer 2005). Bunun yanı sıra, tuzun mikrobiyal gelişimi kısıtlayıcı etkisi, yarı geçirgen özellikteki bakteri hücre duvarının su geçişine izin verirken tuz geçişine izin vermeyişinden kaynaklanmaktadır. Su, yoğunluğu düşük olan ortamdan yüksek olan ortama doğru geçerken bakteri su kaybettiği için büzüşmekte ve yaşam fonksiyonlarını kaybetmektedir. Bununla beraber klor iyonlarının direkt toksik etki göstermesi bakteriyel proteolitik enzimlerinin etkisini azaltmakta ve tuzun antimikrobiyal etkisini açığa çıkarmaktadır. Fakat mikrobiyal gelişimin sadece tuz kullanılarak kontrol edilebilmesi için tuz konsantrasyonunun çok yüksek olması gerekmektedir ki bu durum ürünün tüketimini olanaksız kılmaktadır (Tan 2002).

2.2.2 Organik asitler

Marinasyonda kullanılan diğer bir marinat çeşidini organik asitler oluşturmaktadır. Bilindiği gibi et ve et ürünlerinde önemli kalite parametrelerinden birisi gevrekliktir. Etin gevrekliği de bünyesinde bulundurduğu bağ doku oranına ve kasların içerdiği miyofibrillar proteinlerin bileşimine göre değişmektedir (Lawrie 1998). Marinasyonda organik asitlerin kullanımı ile ortamın pH değeri izoelektirik noktanın altına düşürülmekte ve net pozitif yük artırılarak etin su tutma kapasitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Böylece daha sulu ve gevrek son ürünler elde edilebilmektedir (Burke ve Monahan 2003). Bununla birlikte organik asit marinasyonu etin bozulmasına sebep olan patojen mikroorganizmaların gelişimi, inhibisyonu ve hatta inaktivasyonunda kullanılmasının yanı sıra başka bileşenlerin varlığından dolayı oluşabilecek koku ve lezzeti dengelemek konusunda da etkili olmaktadır (Birk vd. 2010, Yang vd. 2013, Yusop vd. 2010).

2.2.3 Fosfatlar

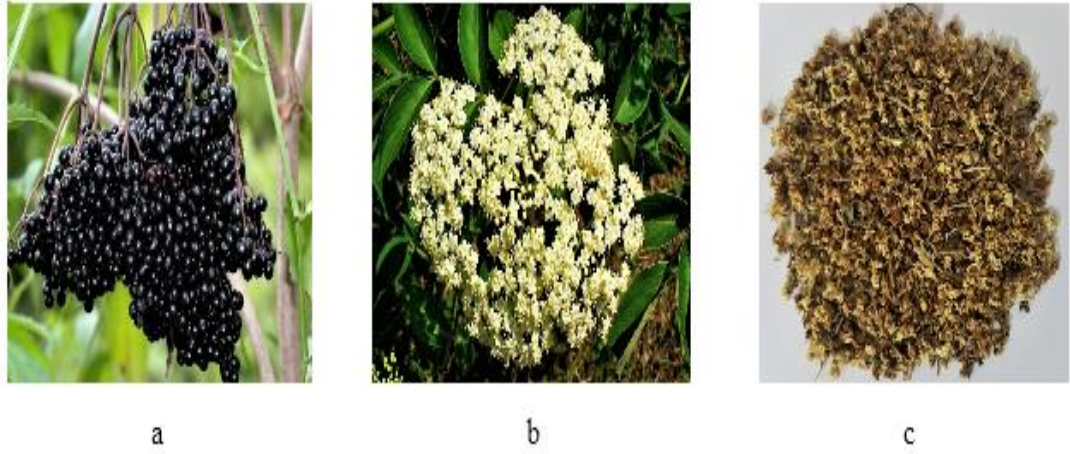
Fosfatlar gıda bileşenlerine ve diğer katkı maddelerine olan kimyasal etkileri ve onlarla girdiği kimyasal reaksiyonlar sebebiyle çeşitli gıdalarda su bağlama, aroma, mikrobiyal gelişim, koagülasyon, emülsifikasyon, tekstür, renk, oksidasyon ve işleme gibi

teknolojilerde kullanılmaktadır (Çakmakçı 1994). Ayrıca fosfatlar tamponlama kapasitelerinden dolayı gıdanın pH değerini değiştirme konusunda da etkili olmaktadır. Kullanılan fosfat çeşidine bağlı olarak çözeltinin pH değeri düşmekte veya yükselmektedir. Tipik olarak marinasyon işleminde çözeltinin pH değerini düşürdüğü için asit fosfatlar kullanılmaktadır (Alvarado ve McKee 2007).

Marinatlar birçok farklı ingrediye kullanılarak hazırlanabilirken ticari marinatlar genellikle polifosfat veya sentetik kimyasallar (antioksidan antimikrobiyal maddeler vb.) içerir (Baltić vd. 2015). Fakat laboratuvar hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve tert-bütillhidrokinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanların karaciğer hasarı ve kansere neden olabileceğinden şüphe edilmiş (Wang vd. 2000) dolayısıyla sentetik gıda katkı maddelerinin kullanımı konusundaki kaygılar giderek artmıştır (Vareltzis vd. 1997). Bu sebeple gıdalarda yapay antioksidan kullanıma bir alternatif olarak doğal kaynaklardan elde edilen organik antioksidanlar kullanımı araştırmalara konu olmuştur (McCarty vd. 2001, Bekhit vd. 2003).

2.3 Doğal Bir Antioksidan Kaynağı: Mürver

Siyah mürver, Avrupa mürveri ya da Avrupa siyah mürveri isimleriyle de bilinen mürver (ITIS 2016) Adoxaceae ailesine ait bir bitkidir (NRCS, National Resources Conservation Service 2016). Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Amerika'nın güneş ışığı alan bölgelerinde yetişen mürver (Veberic vd. 2009) yüksek miktarda antosiyanin içerdiğinden dolayı gıda endüstrisinde birçok üründe (reçel, jeller, yoğurt, dondurma, meyve suları, şurup, alkollü içecek) gıda boyası olarak kullanılır (Dulf vd. 2013, Duymuş vd. 2014, Silva vd. 2017). Mürver çiçeği çekici koku ve tadı sayesinde farklı kek çeşitlerinin, şekerlemelerin yapımında kullanılırken; mürver çiçeği özütü ise infüzyon ve şarap benzeri içeceklerin yapımında kullanılmaktadır (Kaack vd. 2006; Viapiana ve Wesolowski 2017). Mürver meyvesi ve mürver çiçeğinin yaş ve kuru görseli Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Mürver meyvesi (a) ve yaş mürver çiçeği (b), kuru mürver çiçeği (c)

Mürver (*Sambucus nigra*) ekstraktları zengin fenolik bileşimi sayesinde yüksek bir antioksidan aktiviteye sahiptir (Ferraria vd. 2020). Antosiyaninler mürverin antioksidan aktivitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Pliszka vd. 2005). Mürver meyvesi DPPH radikaline göre inhibisyonun %82.08-89.25 arasında değişim gösteren antioksidan aktivitesi ile karakterize edilir. Mürverin antioksidan özelliği öncelikle fenolik bileşiklerin varlığına, daha sonra büyük ölçüde moleküllerin kimyasal yapısına ve ayrı ayrı meyvelerin bileşime bağlanmaktadır (Rice-Evans vs. 1996, Zheng ve Wang 2003, Pliszka vd. 2005).

Duymuş vd. (2014) yaptıkları çalışmada mürverin IC₅₀ değerini (serbest radikallerin %50'sini temizlemek için gereken konsantrasyon) %70 aseton kullanılarak hazırlanan mürver ekstraktı için 117 µg/mol; su kullanılarak hazırladıkları için 123 µg/mol olarak belirlemişlerdir. Hiçbir ekstraktın aktivite kontrolü BHT kadar olmasa da en yüksek inhibisyon konsantrasyonunun %70'lik etanol ekstraktı olduğu ve bunun yanı sıra mürverin linoleik asit oksidasyonunu engellediği belirtilmiştir.

Genellikle mürverin çiçek kısmının gösterdiği antioksidan aktivite meyve ve yaprak kısmına göre daha yüksektir (Młynarczyk vd. 2018). Kołodziej ve Drożdżal (2011) yaptıkları çalışmada TE₅₀ değerini mürver çiçekleri için 23-75 s arasında bulurken mürver meyvesi için bu süreyi 91-133 s arasında kaydetmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada mürver çiçeği ekstraktının radikal süpürme özelliği standart olarak kullanılan

rutin, BHT ve BHA'ya kıyasla değerlendirilmiştir. Mürver çiçeği ekstraktı konsantrasyonunun (10 µg/mL) standartların konsantrasyonuna kıyasla (sırasıyla 40; 20; 20 µg/mL) göre daha düşük kullanıldığı çalışmada DPPH inhibisyonu (%97.70) diğerlerine göre (sırasıyla %77.47, %82.40, %89.98) çok daha yüksek bulunmuş ve inhibisyon için mürver ekstraktının IC₅₀ konsantrasyonu (0.152 µg/mL) rutin, BHT ve BHA'nın IC₅₀ konsantrasyonuna (sırasıyla 14.65; 4.407 ve 1.120 µg/mL) kıyasla daha düşük bulunmuştur (Stoilova vd. 2007).

Cordeiro vd. (2020) çalışmalarında kömürde ızgara edilmiş domuz etinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) oluşumunun engellenmesinde çeşitli sirkelerin (mürver sirkesi, beyaz şarap sirkesi, kırmızı şarap sirkesi, elma sirkesi, elma sirkesi+ahududu suyu) kullanımlarının etkisini araştırmışlardır. Muamele görmeyen örneklerin kontrol grubu olarak kullanıldığı çalışmada sirkeler et örneklerine püskürtülmüştür. En yüksek antioksidan aktivitesinin mürver sirkesine (DPPH-2238.2 µM TE, FRAP-2180.7 µM TE), ona en yakın ise kırmızı şarap sirkesine (DPPH-35.7 µM TE, FRAP- 43.0 µM TE) ait değerin olduğu görülmüştür. Örneklerde PAH4 inhibisyonu mürver sirkesi kullanımını ile %82; beyaz şarap sirkesi ile %79 kadar sağlanabilmiştir. Çeşitli mürver çiçek ve meyve ekstraktlarının kalorimetrik metotla belirlenen antioksidan aktiviteleri Çizelge 2.3'te sunulmuştur.

Krawitz vd. (2011) Rubini'nin (BerryPharma AG tarafından temin edilen standartlaştırılmış sıvı bir mürver ekstraktı) üst solunum yollarında enfeksiyona sebep olan *Streptococcus pyogenes*, *Streptococci* (C ve G grup) hem gram-pozitif hem de gram-negatif *Branhamella catarrhalis* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu göstermiş, ayrıca Rubini'nin enfeksiyonları tedavi etmek amacıyla kullanılabileceğini, insan patojenik influenza virüslerinin yayılmasını inhibe etmede etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2.3 Çeşitli mürver çiçek ve meyve ekstraktlarının kolorimetrik metotla belirlenen antioksidan aktiviteleri (Ferreria vd. (2020)'den modifiye edilmiştir)

Antioksidan aktivite yöntemi	Mürver çiçeği ekstraktı	Mürver meyvesi ekstraktı	Kaynak
ABTS	118.26±3.10 mM Trolox/kg DW	36.50±1.63 mM Trolox/kg FW	Mikulic-Petkovsek vd. (2016)
	327.7 ve 421.5 µmol Trolox/g DW	397.5 µmol ve 581.3 µmol Trolox/g DW	Młynarczyk vd. (2020)
	3832.30-7165.65 µmol Trolox/L		Uzlaşır vd. (2020)
	167.03-212.74 mg Trolox/g of extract		Vujanović vd. (2019)
DPPH		74.0±2.1 mmol/L Trolox Eq.	Căta vd. (2016)
	91.95-94.15 (1mg/mL SPE ekstraktında inhibisyon %)	50.25-67.69(1mg/mL SPE ekstraktında inhibisyon %)	Dawidowicz vd. (2006)
	0.57-0.92 mmol TE/g DW (5mg/mL)	0.28-0.55 mmol TE/g	Viapiana ve Wesolowski (2017)
		31.7±0.7 mmol/L Trolox Eq.	Căta vd. (2016)
FRAP	%14.8±1.2- %78.6±2.0		Topolska vd. (2020)
	947.98±21.75 µmol Trolox/g	597.46±17.97 µmol Trolox/g	Džugan vd. (2019)
		63.1±0.7 mmol/L Trolox Eq.	Căta vd. (2016)
	31.9±3.2 - 139.6±23.1 µmol TE/g d.m.		Topolska vd. (2020)
CUPRAC	208.52-383.78 mg Trolox/ g of extract		Vujanović vd. (2019)
	42±2 - 227±19 µmol TE/g d.m.		Topolska vd. (2020)

2.4 Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Marinasyon Yöntemleri

Daldırma (immersiyon), enjeksiyon ve tamburlama olmak üzere üç çeşit marinasyon yöntemi bulunmaktadır (Lemos vd. 1999, Smith 1999, Parks vd. 2000, Smith ve Acton 2001, Xargayó vd. 2001). Daldırma en eski marinasyon yöntemidir. Bu yöntemde et marinasyon sıvısı içerisine daldırılır ve ingrediyenlerin ete penetre olması beklenir (Xargayó vd. 2001). Çoklu enjeksiyon sistemi marinasyon sıvısının ete iğne ya da prob yardımıyla enjekte edilmesi ile oluşan marinasyon yöntemidir (Smith ve Acton 2001). Tamburlama marinasyon, mekanik bir kuvvet sonucu kas yapısını gevşeten ve böylece marinasyon sıvısının ete penetrasyonunu hızlandıran bir yöntemdir (Gao vd. 2015).

2.4.1 Daldırma marinasyon

Marinasyon yöntemleri içerisinde en eski ve en basit yöntem olan daldırma yöntemi, durgun marinasyon ya da geleneksel marinasyon ismiyle de bilinmektedir. Bu yöntemde etler, içerisinde marinat bulunan tanklara doldurulduktan sonra en az 24 saat olmak koşuluyla 4-7 °C’de bekletilir. Marinatın bileşimini oluşturan katkı maddeleri bu süreye bağlı olarak ete difüze olmaktadır (Smith ve Acton 2001). Daldırma yöntemi ev ortamında dahi uygulanabilmesi mümkün ve çok basit temel bir yöntemdir. Uygulamanın kolay ve ucuz oluşu, derili veya derisiz etlerde uygulanabilir olması ve küçük kapasitelerde çalışabiliyor olması bu yöntemi avantajlı kılan noktalardandır (Ergezer ve Gökçe 2004). Fakat bu yöntemde marinatların ete tek düze bir penetrasyonu sağlanmadığı için endüstriyel anlamda standardizasyon sağlanamamıştır (Lemos vd. 1999, Smith 1999, Xargayó vd. 2001).

2.4.2 Enjeksiyon yöntemi

Bir diğer yöntem olan enjeksiyon yöntemi çoklu iğne sistemlerinden oluşmaktadır. Özellikle hindi etlerinin marinasyonunda sık bir şekilde kullanılan bu yöntemde hindi karkasları hareketli bir taşıyıcı üzerinde ilerlerken enjeksiyon yatağına ulaşan karkaslara istenilen kompozisyon, doz ve basınçtaki marinat çoklu iğne sistemi kullanılarak enjekte edilmektedir. Böylece homojen bir son ürün elde edilirken diğer yöntemlerin olumsuz yanları da elimine edilmektedir (Smith ve Acton 2001). Fakat bu yöntem yüksek maliyetli olması, uygulanan basıncın yüzeyde bulunan patojen ve saprofit mikroorganizmaları etin iç kısmına taşıma riskine sahip olması, küçük boyuttaki et parçalarına uygulanamaması ve sızıntı kaybına sebep olması gibi olumsuz tarafları da beraberinde getirmektedir (Smith 1999).

2.4.3 Tamburlama yöntemi

Tamburlama yöntemi daha yeni ve kullanım alanı daha geniş olan bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan tamburlar, farklı kapasitelere sahip olup içerisinde şaşırtma levhaları bulunan ve kendi ekseni etrafında belirli hızlarda dönebilen paslanmaz çelikten oluşur (Yetim ve Gökalp 1988, Smith ve Acton 2001). Dönme esnasında tamburun

içinde bulunan etlere dövme, yüksekten düşme, çarpma gibi fiziksel etkiler uygulanarak marinatin et içerisine daha iyi penetre olması sağlanmaktadır. Fakat mekaniksel etkiye maruz kalan ette yapısal olarak bir bozulma, bir çeşit doku tahribatı meydana gelmektedir (Yetim ve Gökarp 1988).

2.5 Farklı Marinasyon Yöntemleri ve Marinat Kullanımlarıyla Et Ürünlerinin İşlenmesi

Marinasyon, antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşenleri içeren marinatların kullanılması ile gıdalarda mikrobiyal gelişimi kısıtlamaya katkıda bulunacak bir gıda hazırlama prosesidir. Gerçekleştirilen çalışmalarda marinat olarak şarap, soya sosu, uçucu yağlar, baharat karışımları kullanımının patojen popülasyonunu azaltmada (Rhoades vd. 2013; Pathania vd. 2010; Nisiotou vd. 2013) ya da raf ömrünü uzatmada etkili olduğu bildirilmiştir (Kargiotou vd. 2011; Karam vd. 2019). Daldırma marinasyon yönteminin kullanıldığı bir çalışmada nar suyunun tavuk etinin mikrobiyal özelliklerine etkisi araştırılmıştır (Lytou vd. 2018). Bu amaçla ticari olarak satılan %100 doğal nar suyu (PO) ve nar ile limon (PL) suyu karışımı marinat olarak kullanılmış, 3 saat daldırma marinasyon yöntemini uygulanmış, 4 ve 10°C’de 9 gün depolama yapılmıştır. Her iki marinat kullanımı da mikrobiyal inhibisyonda etkili olurken PL grup örneklerinde toplam canlı bakteri sayısında marinasyon işleminden hemen sonra önemli bir şekilde düşüş gözlenmiştir. *Pseudomonas* spp. hem kontrol grubunda hem de PO grubu örneklerinde baskın mikroorganizma olmasına rağmen PO örneklerinde kontrol grubuna (muamele görmeyen örnekler) göre daha düşük sayıda; PL grup örneklerinde ise depolamanın son gününde dahi yaklaşık 4.0 log KOB/g olarak saptanmıştır. *Brochothrix thermosphacta* ve *Enterobacteriaceae* gelişimi marine gruplarda baskılanmış, laktik asit bakterileri ve maya/küf gelişiminin 10 °C’de depolanan PO grup örnekleri haricinde marinasyon işleminden etkilenmediği bildirilmiştir.

Lytou vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada daldırma marinasyonda asetik asit ve sitrik asit kullanımının *Salmonella* inoküle edilmiş ve farklı sıcaklarda depolanmış tavuk göğüs filetosuna etkisini değerlendirmişlerdir. Marinasyonda asetik asit kullanımının *Salmonella* ve gelişimi üzerine sitrik aside göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber *Salmonella* inaktivasyonunun sadece asit konsantrasyonu, depolama

sıcaklığı ve süresine değil, aynı zamanda baskın mikrobiyota çeşidinin neden olduğu pH değişimlerine de bağlı olabileceği bildirilmiştir. Özellikle laktik asit bakterilerinin ana metabolitlerinin *Salmonella* inaktivasyonda etkili olabileceği yorumu yapılmıştır.

Kalahrodi vd. (2020) daldırma marinasyonunda marinat olarak kuşkonmaz suyu ve balzamik sirke kombinasyonu kullanımının dana biftek etinin gevrekliği, fizikokimyasal ve yapı özellikleri üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Dana biftek eti örnekleri muamele edilmeyen kontrol grubu (S0); 25 mL kuşkonmaz suyu ile marinasyon (S1); 25 mL kuşkonmaz suyu + 75 mL destile su marinasyonu (S2); 25 mL kuşkonmaz suyu, 10 mL balzamik sirkesi ve 65 mL destile su marinasyonu (S3) uygulanan gruplar olmak üzere 4 gruba ayrılmış; 4°C’de 4, 24 ve 48 saat marinasyon uygulamasın gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 4°C’de 48 saat marine edilen S3 grup örneklerinin en yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu, toplam protein çözünürlüğü, miyofibrilar parçalanma indeksi ve hidrokspirolin içeriğini önemli derecede artırdığı, pH ve Warner-Bratzler kesme kuvvetini de önemli derecede düşürdüğü görülmüştür. S1 ve S3 örneklerinin gevreklik değeri oldukça iyi bulunurken, kuşkonmaz suyu ve balzamik sirkenin miyofibrilar protein ve kollajen dokularını etkileyerek biftek etinin gevrekleşmesinde önemli etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Marinasyon genel olarak balıkların asit ve tuz çözeltisi içerisinde ısıtıl işlem uygulanmadan olgunlaştırılarak korunması esasına dayanmaktadır (Schenderyuk ve Bykokski 1990, Kılınç 2003). Marinasyon uygulamasında asit ve tuz kullanımı ile enzim ve bakteri faaliyeti yavaşlatılmakta ve böylece karakteristik lezzetin yanında raf ömrü daha uzun ve daha sağlam yapılı bir ürün elde edilmektedir (Özden ve Erkan 2005). Candoğan vd. (2008) çalışmalarında farklı konstrasyonlarda tuz ve asetik asit (%6 tuz+ %2 asetik asit, %6 tuz+ %4 asetik asit, %9 tuz+ %2 asetik asit, %9 tuz+%4 asetik asit) ile hazırlanan marinatlara kullanarak 4 °C’de farklı olgunlaştırma sürelerinde (0, 1, 3, 6 ve 9 gün) marine edilen hamsilerin mikrobiyolojik, duyu ve renk özelliklerini değerlendirmişlerdir. Marine hamsi gruplarının hiçbirinde koliform, *E. coli*, *Salmonella*, *S. aureus* varlığı saptanmamış olup toplam bakteri sayısında en büyük düşüşün %9 tuz+%4 asetik asit kullanılan grupta olduğu ve genel olarak marinasyon işleminin toplam bakteri sayısında önemli bir düzeyde azalma sağladığı bildirilmiştir.

Marinasyon uygulamasının balıkların L^* ve b^* değerlerinde artışa a^* değerinde azalışa ve örneklerde gri renk oluşumuna sebep olduğu belirtilmiştir.

Enjeksiyon marinasyon, büyük ve kompleks yapıli etlerin marinasyonunda kullanılan ve marinatin etin iç bölümlerine homojen bir şekilde dağılmasını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem endüstride genel olarak tamburlama yöntemi ile kombine halde kullanılmaktadır (Ergezer 2005). Bu amaçla yapılan bir çalışmada enjeksiyon marinasyon yönteminin soluk, yumuşak, sulu (PSE) tavuk göğüs etinde kullanımı değerlendirilmiştir (Alvarado ve Sams 2003). Çalışmada tavuk göğüs etleri normal ve soluk örnekler olarak iki gruba ayrılmış, örneklere 2 ve 24 saatlik postmortem sonrasında pH 9 (%0.54NaCl, %0.42 PO₄); pH 11 (%0.54 NaCl, %0.42 PO₄) ve pH 12 (0.3 M Sodyum bikarbonat) değerlerine sahip sıvılar enjekte edilmiştir. Örnekler enjeksiyon marinasyon işleminden önce ve sonra tartılmıştır. Tartılan örnekler daha sonra marinat eklenmeden tamburlama marinasyon işlemine tabi tutulmuştur. Tamburlama işleminden sonra da tartılan örnekler pişirilmiştir. Çalışmada 2 ve 24 saatlik posmortem sonrası enjeksiyon ve tamburlama marinasyon işlemi yapılan tüm soluk ve normal örnekler kıyaslandığında soluk örneklerin pH değerinin daha düşük; L^* , sızıntı ve pişirme kaybının ise daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. Yüksek pH değerine sahip fosfat marinatların kullanımının PSE tavuk etlerinin olumsuz etkilerini azaltılabileceğı bildirilmiştir.

Lawrence vd. (2003) enjeksiyon marinasyon uygulamasında marinat olarak kalsiyum laktat, fosfat ve tuz kullanımının dana etinin su bağlama yeteneğı ve lezzeti üzerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. *Semitendinosus* ve *longissimus* olmak üzere iki tür kastan oluşan örneklere enjeksiyon işlemi aşamalı olarak uygulanmış ve marinatlar örneklere enjeksiyonlar arasında 0, 1, 3 ve 5 saatlik bekleme süreleri olacak şekilde enjekte edilmiştir. Muamele görmeyen dana etlerinin kontrol grubu olarak kullanıldığı çalışmada 6°C’de uygulanan enjeksiyon marinasyon işlemi tamamlanan örnekler vakum paketlenmiş ve 7°C’de depolanmıştır. Her iki kas grubunda da PS (fosfat+tuz) ilavesinin verimi yükselttiğı, muamele gören tüm gruplarda ağırlık kaybının kontrole göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Nem değerleri kıyaslandığında *semitendinosus* kasının en düşük nem değerinin Ca0Ca (0.1 M kalsiyum laktat, 0 saat bekletme, 0.1 M kalsiyum laktat) grubunda; en yüksek nem değerinin Ca0PS (0.2 kalsiyum laktat, 0 saat

bekletme, %8.4 fosfat- %4.2 tuz) grubunda olduğu, *longissimus* kasının tüm PS ilaveli gruplarında sadece Ca ilavesi olan gruplara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tamburlama etin su tutma kapasitesi ve tekstürü üzerinde olumlu etkisi olan ve esas olarak marinatin et dokusuna tekdüze ve daha hızlı penetrasyonunu sağlayarak miyofibrillar proteinlerin çözünürlüğünü iyileştiren mekanik bir işlemdir (Boles ve Shand 2002; Kim vd. 2014). U-Chupaj vd. (2021) tavuk göğüs etinde oluşan beyaz şerit sorununa, tamburlama marinasyon işleminde fosfatsız düşük sodyumlu tuz (NPLS) kullanımının etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada gruplar normal görünümlü göğüs eti (NCB), beyaz şeritli tavuk göğüs eti (WSCB) olarak belirlenmiştir. WSCB örnekler iki eşit gruba ayrılmış, gruplardan biri bileşimini potasyum bikarbonat, potasyum klorit ve sorbitolün oluşturduğu marinat kullanılarak 0.95 bar altında 30 dk 20 rpm dönüş hızına sahip vakum tambur yöntemiyle marine edilirken, diğer grup marine edilmemiştir. Daha sonra örnekler vakum paketlenmiş 14 gün boyunca depolanmıştır. Marine edilen WSCB örneklerinin hem pişmiş hem çiğ olanlarında pH değerinin marine edilmemiş WSCB örneklerinininkilere göre önemli derecede daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Pişirme kaybının marine WSCB örneklerinde marine edilmeyen WSCB'ye göre daha düşük değerde olduğu ve NPLS marinasyonun su tutma kapasitesini, nem içeriği ve toplam pişirme verimini artırdığı bildirilmiştir. Pişmiş marine WSCB örneklerinin kesme kuvveti marine edilmeyen WSCB'ye göre önemli derece daha düşük bulunurken sertlik, bağlılık ve çiğnenebilirlik değerinin hem NCB hem de marine edilmemiş WSCB'ye göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Marine WSCB örneklerde nem içeriğinin depolamanın 10. gününde düştüğü, sonra ise değişmediği; TBARS değerinin depolamanın 3. ve 7.gününde önemli bir düşüş gösterdiği, fakat NPLS marinasyonun TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. NPLS marinasyonun psikrofilik bakterilerin gecikme fazını artırırken, LAB ve mezofilik bakteriler için etkili olmadığı belirtilmiştir.

Soya sosunun marinat olarak kullanıldığı tamburlama marinasyonda farklı marinasyon sürelerinin ve sıcaklıklarının domuz etine etkisi incelenmiştir (Kim vd. 2019). 48 saatlik daldırma marinasyon grup örnekleri kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Soya sosunun enjekte edildiği bir kısım domuz fileto örneği 1, 3 ve 5 saat 4 °C'de; kalan kısım ise -1°C ve 4°C'de 4 saat tamburlama işlemine maruz bırakılmıştır. Artan tambur

marinasyon süresinin örneklerin su tutma kapasitesini ve protein çözünürlüğünü artırırken kesme kuvvetini azalttığı, tambur marinasyonun 1 saatlik uygulamada bile nihai verimi artırdığı bildirilmiştir. -1°C’de uygulanan tambur marinasyonun 4 °C’de ki uygulamaya göre kesme kuvvetinde önemli bir düşüşe neden olduğu, bununla birlikte farklı sıcaklık uygulamalarının örneklerin pH değerleri üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir.

2.6 Gıda Endüstrisinde Farklı Amaçlarla Ultrases Uygulamaları

Günümüzde market raflarında yer alan, modern ve geleneksel yöntemlerle işlenmiş olan gıdaların üretim, işleme ve paketlenme teknolojileri son derece gelişmiştir. Bu teknolojilerin temel amacı işlem süresini azaltmak, enerji tasarrufu sağlamak, gıdanın raf ömrünü artırmak ve kalitesini iyileştirmektir. Isıl teknolojiler (mikrodalga ısıtma ve radyofrekans), yüksek basınç, vakumlu soğutma ve darbeli elektirik alan teknolojisi yüksek kalite ve güvenli gıda üretme potansiyele sahiptir. Ancak yatırım maliyetleri, tüketici kabulü gibi sorunlar bu teknolojilerin endüstriyel ölçekte geniş bir uygulama alanına sahip olmasının önünde bir engel teşkil etmektedir. Son zamanlarda ultrases uygulaması gıda endüstrisinde araştırma konusu olmuştur. Ultrases, sürekli bir gelişim içinde olup gıda işleme endüstrisindeki birçok işlemin hızını ve verimliliğini artıran, sürdürülebilir bir teknolojidir (Cóndon-Abanto vd. 2016).

Ultrases; titreşim frekansı saniyede 20.000’den fazla olan (20 kHz), insanlar için duyulabilir ses sınırının üzerinde yer alan ve boylamsal bir mekanik dalga tarafından üretilen enerji şekli olarak tanımlanabilmektedir (Kasaai 2013). Ultrases aralığı 20 kHz-10 MHz değişir. Ultrases; 1) yüksek yoğunluk ($>5 \text{ W/cm}^2$ ya da $10\text{-}1000 \text{ W/cm}^2$) - düşük frekans (20-100 kHz); 2) orta yoğunluk - orta frekans (100 kHz-1 MHz); 3) düşük yoğunluk ($<1 \text{ W/cm}^2$) - yüksek frekans (1-10 MHz) olmak üzere üç kategoriden oluşur (Ashokkumar ve Mason 2007). Ultrases; direkt uygulama, cihazla bağlantılı uygulama ve ultrasonik banyo uygulaması olmak üzere üç yöntemle uygulanmaktadır (Chemat vd. 2011)

Ultrases akustik bir enerjidir (Hoover 2000), bu sebeple mekanik enerjinin iyonize, invaziv ve kirlenici olmayan bir formudur (Chemat vd. 2011). Ultrases gıda kalitesine

zarar vermeden işleme sürecini kontrol etmek, iyileştirmek ve hızlandırmak konusunda yüksek bir potansiyel taşıyan yenilikçi bir teknoloji olarak düşünülmektedir (Awad vd. 2012, Gallego-Juarez 2010).

2.6.1 Depolimerizasyon

Depolimerizasyon ultrasesin en eski uygulamalarından birisidir (Schmid ve Rommel 1939). Güçlü ultrases uygulaması biyopolimerlerin fonksiyonel özelliklerini, temelde bozunma etkileri ve kavitasyon mekanizması tarafından depolimerizasyona bağlı değişikliklerle iyileştirmek için kullanılan umut verici bir teknolojidir. Bu uygulamanın jelleşme özelliklerini (jel sertliği, çapraz bağlama jelleri, su tutma kapasitesi, bağlılık, elastikiyet ve jel mukavemeti), yüzey çözünürlüğü ve hidrofobikliğini artırabileceği, tutarlılık katsayısını azaltılabileceği ve akış davranışları indeksini, emülsifiye kapasitesi, emülsiyon stabilitesi ve biyopolimerlerin biyoaktivitelerini artırabileceği bildirilmiştir (Wang vd. 2020). Kang vd. (2016c) yüksek güçlü ultrases uygulamasının farklı amiloz içeriklerine sahip mısır nişastalarının viskozite ve hidrodinamik yarıçaplarında azalma sağladığını belirtmişlerdir.

2.6.2 Ekstraksiyon

Ultrases destekli ekstraksiyon, kavitasyon etkisiyle bitkilerde bulunan aktif bileşiklerin solvante ekstrakte olmasını artırır. Ultrases banyo ya da prob kullanılarak oluşan ve çözücü yoluyla yayılan ultrases dalgaları sıkılıp seyrekleşen döngüler meydana getirmektedir. Seyrekleşen döngüler sırasında küçük kabarcıklar oluşur ve daha sonra bu küçük kabarcıklar sıkışan döngüler esnasında çökene kadar büyür. Artan sıcaklık, basınç ve hız bitki hücre yapılarına ciddi şekilde zarar verebilir ve bu tahribat bitkide bulunan aktif bileşiklerin hücreden salınmasına neden olabilir (Chuo vd. 2020). Segovia vd. (2016) avokado tohumunun özütünü elde etmek için yaptıkları ultrases destekli ekstraksiyon yöntemi kullandıkları çalışmalarında sıcaklık ve ultrases gücünün ekstraksiyon üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu; artan sıcaklık ve ultrases gücünün daha yüksek polifenol içeriği ve antioksidan kapasitesi ile doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Alifakı vd. (2018) fenolik bileşiklerin gilaburu meyvesinden ultrases destekli ekstraksiyonu ve maserasyon ile ekstraksiyonunda farklı süre ve

Çözücü oranlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, DPPH yöntemiyle belirlenen en iyi aktioksidan aktivite değerinin 5:100 çözücü oranı ve 60 dk süren ultrases destekli ekstraksiyon işleminde elde edildiğini bununla beraber ultrases destekli ekstraksiyon işleminin maserasyona kıyasla zamandan %90 tasarruf sağladığını bildirmişlerdir. Pudziuvelyte vd. (2018) *Elsholtzia cilitia* bitkisini ultrases destekli, ısı geri akışlı, sürekli karıştırma, maserasyon, perkolasyon, ultrases destekli perkolasyon ekstraksiyon yöntemlerini kullanarak ekstrakte etmişler ve genel olarak ultrases destekli ekstraksiyonun en iyi yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

2.6.3 Enzim ve mikroorganizma inaktivasyonu

Gıdaların bozulmasına öncelikle enzim ve mikroorganizmalar sebep olmaktadır (Bhargava vd. 2021). Ultrases, mikroorganizma ve istenmeyen enzim aktivelerini ortadan kaldıracak için kullanılan ve ısı olmayan yeni teknolojilerden biridir. Ultrasesin yeterince yüksek güç değerinde uygulandığı zaman hücre duvarlarını parçaladığı bilinmektedir (Huang vd. 2017, Li vd. 2018). Fakat ultrases uygulaması gıdada bulunan mikroorganizmaları özellikle sporları ve gram pozitif mikroorganizmaları inaktive etmek için tek başına yeterli değildir (Palanisamy vd. 2019, Silva ve Evelyn 2020). Bu sebeple ultrasesin ısı (termosonikasyon), basınç (monosonikasyon) ya da ısı+basınç (monotermosonikasyon) ile kombinasyon halinde kullanılması gıda bozulmasını veya gıda kaynaklı zehirlenmelerini önlemek için oldukça etkili bir yöntemdir (Perera vd. 2021). Chantapakul vd. (2020) monotermosonikasyon uygulamasını soya sütünde lipoksijenaz, peroksidaz ve tripsin enzimlerini inaktive etmek için kullanmışlardır. Bu uygulamanın doğal sıvı gıda ürünlerinde enzim inaktivasyonu için geçerliliği kanıtlanmış, sadece ultrases uygulamasına göre daha az zaman aldığı ve ürünü ticari pastörizasyon için daha uygun hale getirdiği belirtilmiştir. Ma vd. (2020) üzüm suyunda bulunan mikroorganizmaları inaktive etmek için termosonikasyon uygulamasında kullanıldığı farklı ultrases kombinasyonlarını denemişlerdir. Termosonikasyon ve termosonikasyon nisn kombininin üzüm suyunun mikrobiyal güvenliğinin sağlanması ve kalitesinin geliştirilmesinde en iyi yöntem olduğu bildirilmiştir.

2.6.4 Kurutma

Akustik destekli kurutma uzun yıllardır ilgi konusu olmuştur (Boucher 1959, Cohen ve Yang 1995). Titreşim enerjisinin dehidrasyonu tetikleyebileceği bilinmektedir. Ultrasonik bir alanda süspansiyon halindeki bir katı ile sıvı arasındaki difüzyon hızlanır ve ısı transferi ultrases yoğunluğuna bağlı olarak %30-60 oranında artar (Gallego Juarez 1998). Ultrasonik ozmotik dehidrasyon teknolojisi daha yüksek su kaybı ve çözünen madde kazancı sağlamak için daha düşük çözelti sıcaklıkları kullanır (Simal vd. 1997;1998). Dehidrasyon sırasındaki daha düşük sıcaklıklar ve daha kısa muamele süreleri gıdanın aromasını, rengini ve besin değerini korumaktadır. Kütle transferindeki artış tuzlu salamura içerisinde bulunan peynir ya da etin kurutulması konusunda iyileştirici bir etki yapar (Mulet vd. 2003). Bunun yanı sıra ultrases uygulaması bazı sebzelerin kurutulmasından önce ön işlem olarak kullanılmaktadır (Jambrak vd. 2007).

2.6.5 Pişirme

Geleneksel pişirme yöntemlerinde yiyecekler homojen bir şekilde pişmeyebilir ve dolayısıyla bu durum ürün kalitesinde düşüşe yol açabilir. Ultrases desteği bu tür sorunların çözümü olabilmek ve iyileştirilmiş bir ısı transferi sunarak pişirme işleminde bir alternatif olarak sunulmaktadır (Hausgerate 1978). Pohlman vd. (1997) sığır etini ultrases ve konveksiyonel yolla pişirmişlerdir. Çalışmanın sonunda ultrasesin geleneksel pişirmeye kıyasla pişirme hızı ve verimini artıran bir yöntem olabileceği fakat lezzet yoğunluğunda azalmalar gözlenebileceği, genel olarak ultrases pişirmenin hem ev hem endüstride alternatif bir pişirme yöntemi olarak sunulabileceği bildirilmiştir. Diğer yandan, pişirilen ürünlerin kalıptan kolay çıkarılması için de ultrases uygulaması kullanılmaktadır. Genel olarak gıdaların endüstriyel pişirilmesi sonrasında ürünler pişirme kabına yapışır. Kabın kolayca çıkarılması kabın temizlenmesi ve geri dönüştürülmesine imkân sağlar. Fakat pişirmeden sonra ürün kap arasındaki yapışmadan kaynaklı olarak pişmiş ürünü kalıptan uzaklaştırmak zor bir işlemdir. Bu sorunun çözmek için vurma (knocking) titreşimi gibi mekanik yöntemler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlere alternatif olan bu uygulamada kalıp bir ultrases kaynağına bağlanır ve böylece ürün kalıptan ayrılır (Scotto 1998).

2.6.6 Kesme

Ultrases uygulamasının gıdaların kesilmesinde kullanılması gıda işlemenin performansını artıran bir işlemdir. Ultrases gıda kesme ekipmanları, üretimi kolaylaştıran, ürün maliyetini en aza indiren, bakım maliyetini düşüren ve çeşitli gıda ürünlerini kesmek ya da dilimlemek için alternatif bir çözüm sağlamaktadır. Ultrases kesim işleminde bir şaft aracılığıyla ultrasonik bir kaynağa bağlanan bir bıçak kullanılarak gerçekleştirilir (Rawson 1998). Bu kesim işlemi düşük enerji gereksinimleri için sunulmuş bir uygulamadır (Schneider vd. 2008; 2009). Ultrases kesme işlemi yaygın olarak kırılğan ve heterojen ürünlerin (kek, hamur işleri, unlu mamüller), yağlı (peynirler) veya yapışkan ürünlerin kesimi için kullanılır (Arnold vd. 2009).

2.6.7 Dondurma/kristalizasyon

Ultrasesin uygulandığı süre boyunca çok sayıda çekirdeklenme bölgesi üreterek doymuş veya aşırı soğutulmuş bir ortamda hem çekirdeklenme oranını hem de kristal büyüme oranını artırdığı düşünülmektedir. Bu durum kristal büyümesi için çekirdek görevi gören kavitasyon kabarcıklarından ve/veya ortam içinde hali hazırda mevcut olan çekirdeklerin veya kristallerin bozulmasından ve böylece çekirdeklenme alanlarının artan sayısından kaynaklı olabilir (Chemat vd. 2011). Ultrases etkisi altında gerçekleşen soğutma geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı ve eşit çekirdeklenme sağlar. Bu durum soğutma işlemi için gereken süreyi kısaltır (Acton ve Morris 1992). Bu teknoloji süt yağı (Martini vd. 2008), bitkisel yağ (Arends vd. 2003), dondurma (Cox vd. 2002, Mortazavi ve Tabatabaie 2008) gibi ürünlerin kristalizasyonunda kullanılır.

2.6.8 Filtrasyon

Filtrasyon işleminde ultrases önemli etkiye sahip bir uygulamadır. Filtre işlemi sırasında katı maddeler filtre membranının yüzeyinde tortu halinde bir tabaka bırakarak filtre gözeneklerinin tıkanmasına neden olmaktadır. Bu durum filtrasyon işleminin devamlılığını etkilemektedir. Ultrases uygulaması, filtre membranının yüzeyinde oluşan kek ve polarize maddeleri kırarak akışı artırmaktadır (Chemat vd. 2011). Akustik

filtreleme olarak da adlandırılan ultrases destekli filtrasyon genellikle işlenmesi zor olduğu düşünülen endüstriyel atık suyun filtrasyonunda başarıyla kullanılan bir yöntem olmuştur (Kyllönen vd. 2006, Smythe ve Wakeman 2000).

2.6.9 Köpük, gaz/hava giderme

Gıda sektöründe köpük oluşumu, mekanik kırıcılar kullanılarak, ambalaj kabı sıcaklıkları ortam sıcaklığının altına düşürülerek ya da kimyasal köpük önleyiciler eklenerek kontrol edilmeye çalışılan bir durumdur (Mason vd. 2005, Morey vd. 1999). Köpükten arındırma konusunda ses enerjisi, potansiyel taşıyan fakat endüstriyel anlamda kullanımı olamayan bir uygulamadır. Yüksek yoğunluklu ultrases dalgaları yüksek hava akışı ihtiyacını ortadan kaldırdığı, kimyasal kontaminasyonu önlediği ve steril koşullar altında kullanılabilme imkanı sunduğu için özellikle gıda ve ilaç sektöründe köpük giderme konusunda çekici bir alternatif olarak görülmektedir (Gallego-Juarez vd. 2002). Ultrases destekli gaz giderme gıda endüstrisinde bira gibi gazlı içeceklerin şişelenmeden önce gazdan arındırılması için kullanılabilir. Gazlı içeceklerin işlenmesinde amaç ürünün bakteri ve oksijen nedeniyle organoleptik hasar görmesini önlemek için havanın sıvı yüzeyinden uzaklaştırılmasıdır. Bu yöntem bir dönüştürücünün şişenin dışına bağlanmasıyla şişe içeriğinin gazdan arındırılması esasına dayanır. Ultrases kullanımı mekanik çalkalama ile karşılaştırıldığında kırık şişe sayısını ve şişeden dışarı akan sıvı miktarını azaltmaktadır (Boistier-Marquis vd. 1999).

2.7 Et ve Et Ürünlerinde Farklı Amaçlarla Ultrases Uygulamaları

Ultrases uygulaması et endüstrisinde ilk olarak 1950’lerde canlı sığır yağ ve kaslarının değerlendirilmesi ile başlamıştır. Günümüzde düşük yoğunluklu ultrases, tüketici memnuniyetinde en çok rol oynayan kalite, lezzet ve gevrekliği geliştirmede kullanılmaktadır (Alarcon-Rojo vd. 2018).

Caraveo vd. (2015) yüksek yoğunluklu ultrases uygulamasından sonra 4°C’de 10 gün depolanan dana etinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla görünür yağ ve kas dokularından temizlenen etler vakum paketlenmiş ve ultrases banyosuna yerleştirilmiştir. 0 (kontrol grubu), 60 ve 90 dakika süre ile

uygulanan ultrases muamelesinin parametreleri 40 kHz, 11 W/cm² olacak şekilde ayarlanmıştır. Ultrases muamelesinin yapıldığı gruplarda pH değeri ve L* (açıklık-koyuluk) değerinin kontrol grubuna daha yüksek olduğu, fakat istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı; a* (kırmızılık) değerinin ise başlangıçta kontrol grubuna göre daha düşük olduğu, ancak depolamanın 8. gününden sonra fark görülmediği tespit edilmiştir. 90 dakikalık ultrases muamelesi gören grubun b* (sarılık) değerleri tüm periyot boyunca daha yüksek bulunmuştur. Ultrases işleminin koliform, mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısında azalma sağladığı; 90 dakika ultrases uygulamasının depolama boyunca mikrobiyal yük üzerinde en etkili düşüşü sağlayan grup olduğu, genel olarak koliform ve psikrofilik bakteriler üzerine ultrases uygulamasının en etkili yöntem olduğu bildirilmiştir.

Zhang vd. (2018) ultrases destekli daldırarak dondurma işleminin domuz longissimus kaslarının donma hızı ve kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada hava ile dondurma (AF), daldırarak dondurma (IF) ve ultrases destekli daldırarak dondurma (UIF) kıyaslanmıştır. Ultrases muamelesi 30 kHz frekansta 120, 180, 240 ve 300 W olacak şekilde 8 dk uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda belirli güçlerdeki UIF uygulamasının donma oranını artırdığı; 180 W'lık uygulamanın en kısa sürede donma sağladığı ve aynı zamanda çözülme kaybında en düşük değere sahip olduğu bildirilmiştir. Donmuş örneklerin mikroyapısı incelendiğinde en küçük ve en düzgün yapıya sahip buz kristallerinin 180 W muamelenin yapıldığı grupta görüldüğü belirtilmiştir.

Gambuteanu ve Alexe (2015) yaptıkları çalışmada, düşük yoğunluklu ultrases işlemi ile geleneksel ve daldırarak çözündürme işleminin domuz etinin teknolojik ve tekstürel değişimleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla, domuz karkasından elde edilen örnekler dondurma işlemi tamamlandıktan sonra 16°C'de geleneksel olarak; 15°C'de daldırma işlemiyle ve 25 kHz frekansta, yoğunluğu sırasıyla 0.2, 0.4 ve 0.6 W/cm² olan ultrases desteğiyle çözündürülmüştür. Çözünme prosesinde domuz etinin teknolojik ve tekstürel özellikleri etkilenmezken, düşük yoğunluklu ultrases işleminin çözünme sürecini hızlandığı bildirilmiştir.

Zou vd. (2018) ultrases destekli pişirmenin baharatlı dana etinin gevrekliği ve su tutma kapasitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Dana eti örnekleri ilk olarak, kaynar suya tuz, sodyum tripolifosfat, monosodyum glutamat, şeker, soya fasulyesi sosu ve çeşitli baharatın ilave edilmesiyle hazırlanan marinatta 18 saat süreyle bekletilmiştir. Aynı zamanda örnekler pişirme sırasında 20 kHz frekansa sahip bir ultrasonik tencere yardımıyla 0, 400, 600, 800 ve 1000 W'lık (PUS) güç uygulanmıştır. Pişirme süreleri 80, 100 ve 120 dk olacak şekilde ayarlanmıştır. 20 kHz frekansa sahip ultrases destekli pişirmenin yapıldığı bu çalışmada, farklı işlem sürelerinin NaCl geçirgenliğini önemli ölçüde hızlandırabileceği bildirilmiştir. Çalışmada artan ultrases gücünün jelleşmeyi teşvik ederek baharatlı dana etinin gevrekliğini olumlu bir şekilde etkilediği, bu nedenle ultrases destekli pişirmenin baharatlı dana etinin kalitesini iyileştirmek için potansiyel bir teknoloji olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Marinasyon sıvısının tuz, soya fasulyesi sosu, monosodyum glutamat, sodyum tripolifosfat, şeker ve çeşitli baharat kullanılarak hazırlandığı bir başka çalışmada, ultrases destekli pişirmenin soğuk depolama boyunca baharatlı dana etinin kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir (Zhang vd. 2021). Bu çalışmada ultrases banyosuna doldurulan marinasyonun sıvısının kaynamasından sonra çiğ haldeki dana etleri eklenmiş ve 120 dk pişirilmiştir. Pişirme prosesi boyunca ultrases banyosunun parametreleri 20 kHz ve 0, 400, 600 ve 800 W olacak şekilde ayarlanmıştır. Pişirme işleminin bitmesinin ardından vakum paketlenen örnekler 4°C'de depolanmıştır. Çalışmanın sonunda ultrases destekli pişirme işleminin, soğuk depolama yapılan dana etlerinde toplam canlı sayısı, lipid oksidasyonu ve protein degradasyonunda azalma sağladığı, aynı zamanda bu örneklerin pH, sertlik, çiğnenebilirlik değerlerindeki düşüşün ve aroma bozulma süresinin daha yavaş ilerlediği bildirilmiştir.

Wang vd. (2019) ultrases destekli kızartmanın kızarmış köftelerin mikroyapı ve fizikokimyasal özelliklerini nasıl etkilediğini inceledikleri çalışmalarında kıyma haline getirilmiş domuz eti kullanmışlardır. Tuz, şeker, sodyum tripolifosfat, karabiber, buzlu su ve nişasta kullanılarak hazırlanan köfteler ultrases fritöze yerleştirilmiş, 20 kHz frekans, 0, 200, 400, 600, 800 W'lık ultrases destekli kızartma işlemi 8, 12 ve 16 dk olmak üzere 120, 140 ve 160 °C'de uygulanmıştır. Çalışmada, ultrases uygulamasının kızartma süresini azaltmada, pişirme verimini artırmada olumlu bir etki yaptığı, su geri

kazanımını artırdığı, örnekler renk değerleri açısından değerlendirildiğinde ise L* değerlerinde artışa, buna karşın a* değerlerinde düşüşe neden olduğu bildirmiştir.

Peña-González vd. (2017) ultrases uygulamasının dana etinin kalite ve duyu özelliklerine olan etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla dana eti kullanılan çalışmada, 40 kHz, 11 W/cm²'lik ultrases muamelesi 60 dk süre ile bir ultrases banyosu kullanılarak uygulanmıştır. Ultrases muamelesi görmeyen grup kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Destile su kullanılarak gerçekleştirilen ultrases uygulamasından sonra etler vakum paketlenmiş ve 14 gün depolanmıştır. Depolamanın 0., 7. ve 14. periyodunda kesme kuvveti ve lipit oksidasyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm depolama boyunca ultrases muamelesi gören grupların kesme kuvveti kontrol grup örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Örneklerin lipit oksidasyonu özellikle muamele görmüş gruplarda depolamanın 14. gününden sonra önemli bir artış göstermiştir. Çalışmanın sonunda yüksek yoğunluklu ultrases uygulanan etlerin kesme kuvvetlerinde düşüş görülmesine rağmen lipit oksidasyon değerlerinde yükselme görüldüğü fakat bu yükselişin kaliteyi etkileyecek derecede olmadığı bildirilmiştir.

2.8 Et Ürünlerinin Marinasyonunda Yenilikçi Yaklaşım: Ultrases Destekli Marinasyon

Ultrases, etkisi kavitasyon oluşumuna bağlı olan fiziksel bir olaydır. Kavitasyon ise büyüyen ve patlayan kabarcıkların oluşumundan meydana gelerek etin kas ve mikrokanal yapısına zarar verir. Bu durumda etin gevreklik ve su tutma kapasitesi gibi fizikokimyasal özelliklerini etkiler (Kang vd. 2016a,b). Bu sebeple çalışmalar, geleneksel marinasyona yardımcı olmak için özellikle sığır eti ve kanatlı hayvanlarında ultrases destekli marinasyonun hem banyo hem de prob uygulaması tarafından sunulan potansiyel faydalarını değerlendirmeye odaklanmışlardır (Cruz-Garibaldi vd. 2020).

Kang vd. (2016a) kütleme boyunca güçlü ultrases uygulamasın sığır eti proteinlerinin oksidasyon durumuna ve yapısına etkisini değerlendirmişlerdir. Marinat farklı oranlarda sükröz, sodyum tripolifosfat, sodyum pirofosfat, sodyum heksametafosfat ve NaCl ile hazırlanmıştır. Ultrases prob 20 kHz frekans, 2.39, 6.23, 11.32 ve 20.96 W/cm² olacak şekilde ayarlanmış olup muamele süresi 30, 60, 90 ve 120 dk olacak şekilde

düzenlenmiştir. Muamele görmeyen grup kontrol grubu olarak kullanılmış, muamele gören grupların TBARS değerleri kontrol grup örneklerine göre önemli derece yüksek bulunmuş, yüksek güçlü ultrases uygulamasının protein oksidasyonunu teşvik ettiği ve kavitasyonun mekanik etkilerinin protein yapılarındaki değişikliği etkilediği belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada, Kang vd. (2016b) farklı yoğunluk ve tuz konsantrasyonlarının inek etinden elde edilen *longissimus dorsi* kasının kütle transfer hızına etkisini değerlendirmişlerdir. Sodyum nitrit, sükröz, sodyum tripolifosfat, sodyum pirofosfat, sodyum heksametafosfat ve %3, %4, %5 ve %6 olmak üzere farklı konsantrasyonlarda NaCl ilavesiyle hazırlanan marinatlara, ultrases muamelesi bir prob yardımıyla 20 kHz frekansta, 150, 200, 250, 300 W gücünde ve 30, 60, 90, 120 dk olacak şekilde uygulanmıştır. Ultrases destekli marinasyon işleminin ete NaCl ve su alımını artırdığı belirtilmiş, ultrases yoğunluğunun NaCl ve suyun difüzyon katsayısını önemli ölçüde artırabildiği, bu nedenle ultrases muamelesinin et ürünlerinde marinasyon süresinin hızlandırmak amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.

Ozuna vd. (2013) yüksek yoğunluklu ultrases uygulamasının (40 kHz, 37.5/dm³) salamura dan domuz etine NaCl geçişinde kütle transferine, domuz etinin mikroyapısı ve tekstürel özelliklerine olan etkisini incelemişlerdir. Ultrases uygulamasının daldırma marinasyon muamelesine göre örneklerin NaCl kazanımını önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir. Fakat, kullanılan NaCl'nin konsantrasyonunun arttıkça (sırasıyla 50 kg NaCl/m³, 200 kg NaCl/m³, 280 kg NaCl/m³) ultrases uygulaması gören grupların sertlik (N) değerlerinin (sırasıyla 1.65 N, 1.94 N, 2.08 N) kontrol grup örneklerine göre (sırasıyla 1.27 N, 1.78 N, 1.69 N) istatistiki açıdan önemli fark bir oluşturacak şekilde arttığı bildirilmiştir.

Ojha vd. (2016) ultrases destekli difüzyon işleminde NaCl ve ticari NaCl ikamesinin (SR) domuz etinin fizikokimyasal özelliklerine etkisini değerlendirmişlerdir. Marinatların % 5 NaCl ve %5 SR kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışmada ultrases muamelesi bir prob yardımıyla 20 kHz frekans, 9 ve 54.9 W/cm² yoğunlukta 0, 30, 60, 90 ve 120 dk uygulanmıştır. Statik marinasyon muamelesi grup örneklerinin kontrol olarak kullanıldığı çalışmanın sonunda, hem NaCl hem de SR kullanılan ve 54.9 W/cm²

muameleli grup örneklerinde Warner-Bratzler kesme kuvveti değerlerinin her iki gruba göre önemli derece daha düşük olduğu gözlenmiştir. En yüksek pişirme kaybının (%27.48) 30 dk+9 W/cm² ultrases muamelesi gören SR grubunda olduğu, en düşük pişirme kaybının ise %14.10 ile 120 dk statik marinasyon mualemesi gören %5 NaCl grubunda olduğu gözlenmiştir. Tekstürü daha iyi ürünler elde edilebilmek için daha uzun muamele sürelerinde daha yüksek yoğunluklu ultrases işleminin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Zou vd. (2019) ultrases destekli sodyum bikarbonat marinasyonunun tavuk göğüs etinin gevrekliğine ve moleküler yapısına etkisini değerlendirmişler. Bu amaçla 5 gruba ayırdıkları örnekleri kontrol (muamele görmeyen), DW (60 dk deiyonize su ile statik marinasyon), UDW (deiyonize su ile 5 dk 20 kHz ultrases prob marinasyon, 55 dk statik marinasyon) SB (60 dk sodyum bikarbonat ile statik marinasyon) ve USB (sodyum bikarbonat ile 5 dk 20 kHz ultrases prob marinasyon, 55 dk statik marinasyon) şeklinde gruplandırmışlardır. USB grubunun en düşük pişirme kaybı ve kayma gerilimi değerine sahip olduğu; et gevrekliği ile doğrudan ilişkisi olan miyofibril kırılma indeksi değerinde kontrol grubuna kıyasla %87.7 daha fazla iyileşme sağladığı belirtilmiştir.

3. MATERİYAL YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etleri Beypiliç A.Ş.'den temin edilmiştir. Marinasyon işleminde kullanılmak üzere görünür yağ ve bağ dokularından ayrılan etler 50 ± 1 g olacak şekilde kesilmiştir. Mürver çiçeği ise kurutulmuş olarak Ankara piyasasından temin edilmiştir. Mürver çiçeği 100°C 'deki destile su içinde %5 (w/v) oranında hazırlanarak, 30 dk ekstraksiyon işlemi uygulanmış, daha sonra süzülerek marinasyonda kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Marinasyon sıvılarının hazırlanışı

Mürver çiçeği ekstraktı ve destile su kullanılarak hazırlanan tüm sıvılara %1.5 sitrik asit (w/v) (Merck, Almanya) ve %2 NaCl (w/v) (Merck, Almanya) eklenerek marinatlar hazırlanmıştır.

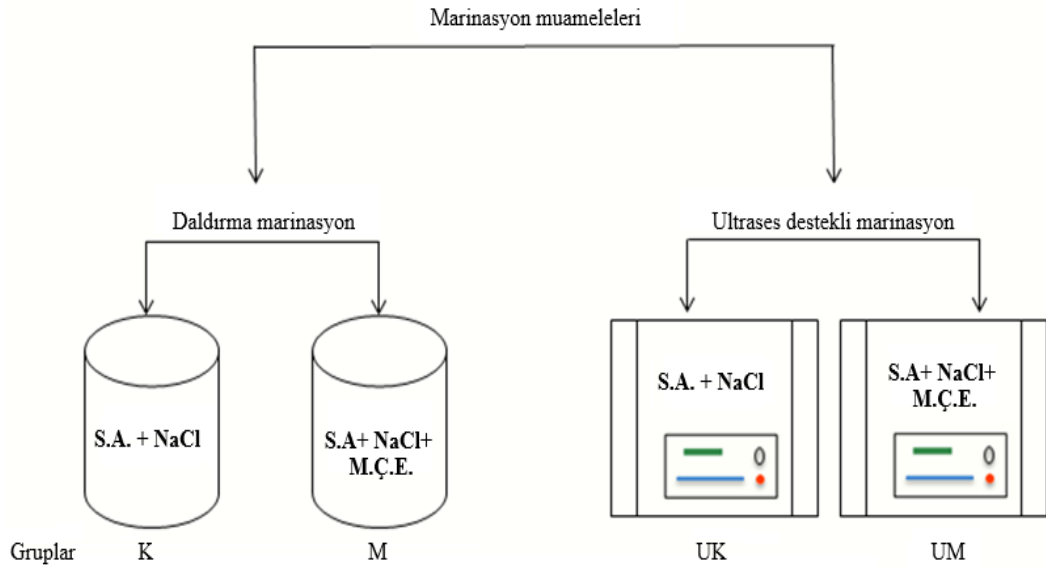
3.2.2 Marinasyon muamelesi

Marinasyon muamelesi et/marinat 1:2 olacak şekilde uygulanmıştır. Marinatlar, boyutları 26x28 cm olan Koroplast marka (polietilen) kilitli poşetlere aktarılmıştır. Daldırma marinasyon 4°C 'de 1 saat uygulanmış ve bu uygulamanın yapıldığı gruplar kontrol (K), mürver çiçeği ekstraktı marinasyonu (M) şeklinde belirlenmiştir. Ultrases destekli marinasyon uygulaması 40 kHz frekansta 1 saat süreyle ultrases banyosu (Wisd, WUC-D06H, Kore) kullanılarak uygulanmış olup bu süre içinde sıcaklık kontrolünün sağlanması amacıyla cihaz 15 dakikada bir kapatılıp açılmış ve buz kalıplarıyla düşük sıcaklık sağlanmıştır. Ultrases banyosu yeterli hacimde destile su ile doldurulmuş ve örneklerin içinde bulunduğu marinat dolu torba hazneye yerleştirilmiştir. Ultrases banyosunun taşıma kapasitesi dikkate alınmış bu sebeple işlem seanslar halinde uygulanmıştır. Bu süre içerisinde diğer örnekler 4°C 'de bekletilmiştir. Bu uygulamanın yapıldığı gruplar ultrases destekli marinasyon kontrol grubu (UK) ve

ultrases destekli mürver çiçeği marinasyon grubu (UM) olarak belirlenmiştir. Kullanılan ultrases banyosu Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Şekil 3.2’de uygulanan marinasyon yöntemleri ve marinatlara göre deneme planı verilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan ultrases banyosu

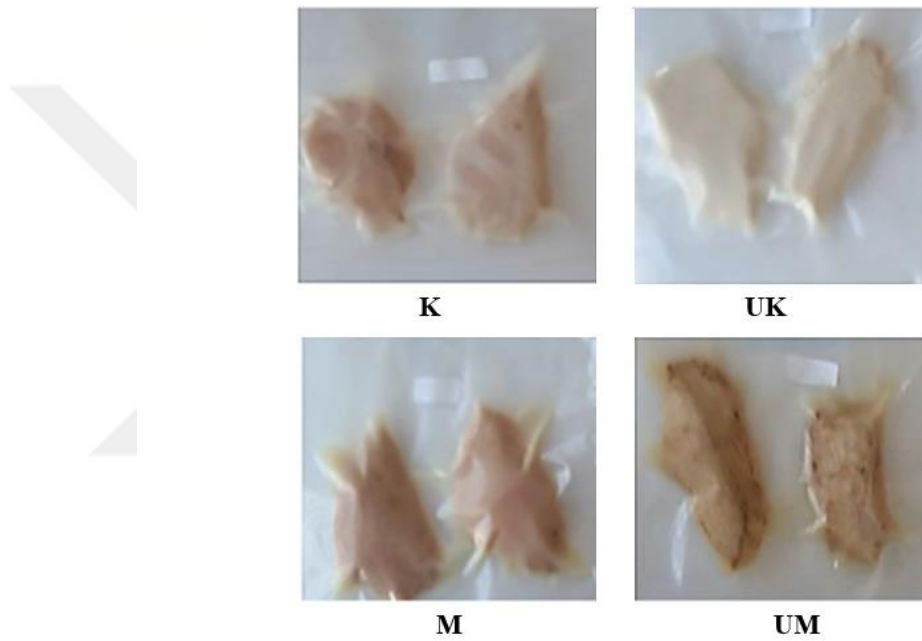


Şekil 3.2 Tavuk göğüs etine marinasyonunda kullanılan marinatlara ve marinasyon yöntemleri

(S.A.: sitrik asit, M.Ç.E: mürver çiçeği ekstraktı)

3.2.3 Vakum paketlenme

Marinasyon muamelesinden sonra örnekler bir filtre kağıdı üzerine alınarak fazla miktardaki marinasyon sıvısının uzaklaşması sağlanmıştır. Daha sonra örnekler vakum poşetlerine yerleştirmiş ve bir vakum cihazı (BASELINE P 200, MULTIVAC, Türkiye) kullanılarak vakum paketlenmiştir (Şekil 3.3). Vakum paketlenen örnekler analiz yapılıncaya kadar 4 °C’de 15 gün depolanmış, 1., 3., 6., 9., 12. ve 15. günlerde analize alınmıştır.



Şekil 3.3 Marinasyon muamelesi sonrası vakum paketlenen örnekler

3.2.4 Nem içeriği

Nem içeriği tayini için kullanılacak kuru madde kapları, sıcaklığı 105 °C’ye ayarlanmış etüvde 2 saat süreyle sabit ağırlığa gelene kadar tutulmuştur. Daha sonra kuru madde kapları kapakları ile beraber hassas terazide (0.0001 g hassasiyet) tartılmış ve kapların darası kaydedilmiştir. Kaplara yaklaşık 3 g örnek tartılarak 105 °C’deki etüv içerisinde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kuru madde kaplarının ağırlıkları arasındaki farktan yararlanılarak örnek içerisindeki % nem miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.2.5 Yağ içeriği

Örneklerin toplam yağ miktarının hesaplanmasında Soxhlet düzeneği kullanılarak sıcak ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Kuru madde tayininde kullanılan örnekler Soxhlet düzeneğinde bulunan kartuşlar içerisine alınmıştır. Çözgen yardımıyla (petrol eteri) örnekte bulunan yağ ekstrakte edilmiş miktar % olarak kaydedilmiştir (Anonymous 2000).

3.2.6 Kül içeriği

Kül içeriğinin belirlenmesinde kullanılacak olan kül krozeleri 105 °C sıcaklıktaki etüv içerisinde tutularak sabit ağırlığa getirilmiştir. Yaklaşık 3 gram ağırlığındaki örnekler sabit ağırlığa getirilen kül krozeleri içine yerleştirilmiştir. Kül fırınının sıcaklığı kademeli bir şekilde artırılarak 550 °C'ye getirilmiş ve krozeler içerisinde örnekler gri-beyaz renk alana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Oluşan ağırlık farkından % kül miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.2.7 Protein içeriği

Protein miktarı, Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Örneklerin öncelikle % azot miktarı belirlenmiş daha sonra belirlenen bu değer 6.25 faktörü ile çarpılarak ham protein miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 2000).

3.2.8 pH değeri

10 g örnek tartılıp üzerine 100 mL saf su ilave edilerek ultraturax (MicraD-9, Almanya) yardımıyla homojenize edilmiştir pH metre (Orion-A211), pH değeri 4.0 ve 7.0 olan tampon çözeltiler ile kalibre edilmiş ve örneklerin pH değerleri ölçülmüştür (Anonymous 2000).

3.2.9 Enstrümental Renk Değerleri

Örneklerin CIE* açıklık-koyuluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri CR-400 Minolta Kromamerte (CR-300, Japonya) ile belirlenmiştir. Cihaz $Y=92.7$, $x=0.3133$,

y=0.3193 verilerini verecek şekilde beyaz renkli cihaz tablası kullanılarak kalibre edilmiştir. Tüm örneklerden 6 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

3.2.10 Tiyoarbutirik asit reaktif madde (TBARS) değerinin belirlenmesi

10 g et örneği 30 mL %7,5'lik trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi içerisinde ultraturax (MicraD-9, Almanya) kullanarak homojenize edilmiştir. Homojenizat süzölerek süzüntüden 5 mL alınıp vidalı cam tüplere aktarılmıştır. Üzerine 5 mL 0.02 M tiyoarbutirik asit (TBA) çözeltisi eklenerek vortekslenmiştir (Velp Scientifica, İtalya). 5'er mL saf su ve TBA çözeltisi eklenerek hazırlanan şahit çözelti ile beraber tüpler 100 °C'deki su banyosunda 35 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda su banyosundan alınan tüpler hızlı bir şekilde soğutulmuş ve soğutulan tüplerin absorbans değerleri 532 nm dalga boyunda şahit çözeltiye karşı sıfırlanan spektrofotometrede (Jasco V-730 UV-Vis Spektrofotometre, Almanya) okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri kullanılarak sonuçlar mg malondialdehit (mg MDA/kg et) şeklinde hesaplanmıştır (Mielnik vd. 2006).

3.2.11 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB)

Mikrobiyolojik analiz için 10 gram örnek aseptik koşullarda tartılıp içerisinde 90 mL steril Fizyolojik Tuzlu Su (FTS, Merck, Almanya) (%0.85 NaCl) aktarılan steril stomacher poşetlerine alınmıştır. Stomacher (Seward 400, İngiltere) kullanılarak örnekler 230 devir/dakika hızında 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Yayma sayım kültürel yöntemi kullanılarak Plate Count Agar (PCA) besiyerine uygun dilüsyonlardan ekim yapılmıştır. Ekim yapılan steril petriler 28 °C'de 48 saat aerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar log₁₀ koloni oluşturma birimi (log KOB/g) olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

3.2.12 Tekstür profil analizi

Örnekler 200 °C'de 20 dk fırında (Bosch, Almanya) pişirilmiştir. Tekstür profil analizi (TPA) ile örneklerin sertlik (hardness-N), elastikiyet (springiness), bağlılık (cohesiveness) ve çiğnenebilirlik (chewiness-J) özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla bir

tekstür analiz cihazı (TA.XT plus Texture Analyzer Stable Micro System Ltd. Surrey, İngiltere) kullanılmıştır. Ölçümlerde analiz parametreleri ön test hızı 3 mm/s, test hızı 1 mm/s, test sonrası hızı 3 mm/s, uzaklık 3.0 mm, trigger kuvvet 0.5 N, iki sıkıştırma arasındaki süre 3 saniye ve %50 kompresyon olacak şekilde seçilmiş ve analiz silindirik alüminyum prob (model P/25) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. TPA eğrisinden otomatik olarak elde edilen veriler tekstürel özelliklerin hesaplamasında kullanılmıştır (Meilgaard vd. 2007).

3.2.13 Pişirme verimi

Yaklaşık 15-20 g ağırlığında tartılan örnekler 200°C’de 20 dk süreyle pişirilmiştir. 1 nolu eşitlik kullanılarak pişirme verimi hesaplanmıştır (Smith 2011).

$$\text{Pişirme verimi} = \frac{\text{Pişmiş örnek ağırlığı}}{\text{Pişmemiş örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.14 Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesinin belirlenebilmesi için örnekler yaklaşık 10x10x10 mm boyutlarında kesilmiştir. İçerisine pamuk yerleştirilen santrifüj tüplerine alınan örnekler 15 dk 1000 rcf 4°C’de santrifüj edilmiştir (Hermle Z 360K, Germany). 2 nolu eşitlik kullanılarak su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Hashizawa vd. 2013).

$$\text{Su tutma kapasitesi} = \frac{\text{Santrifüj sonrası ağırlık}}{\text{Santrifüj öncesi ağırlık}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.15 İstatistiksel analiz

Üç tekerrürlü gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen bulgular için Minitab 17 programı kullanılarak öncelikle varyans analizi (ANOVA) yapılmış, farklılık görüldüğü durumlarda Tukey çoklu testi kullanılarak farklılığın önemli olup olmadığı belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Tavuk Göğüs Etinin Kimyasal Bileşimi

Çalışmada hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etinin kimyasal bileşimi çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Tavuk göğüs etinin kimyasal bileşimi (%)*

Kimyasal Bileşim (%)	Tavuk göğüs eti
Nem	73.68±0.40
Yağ	5.71±0.64
Kül	1.30±0.04
Protein	21.73±0.40

*Ortalama ± standart hata

Hammaddenin nem, yağ, kül ve protein (%) içerikleri sırasıyla %73.68, %5.71, %1.30, %21.73 olarak bulunmuştur. Benzer bir şekilde Çapan ve Bağdatlı (2021) çalışmalarında farklı yöntemlerle üretilmiş ve farklı markalara ait tavuk göğüs etlerinin nem, yağ, kül ve protein içeriklerine dair en düşük değerler sırasıyla % 72.83, %1.11, % 1.17, %21.73; en yüksek değerler ise %75.49, %2.56, %1.35, %22.91 olarak belirlemişlerdir.

4.2 Marine Tavuk Göğüs Etlerinin Nem, Yağ ve Kül İçerikleri

Marine tavuk göğüs etlerinin belirlenen nem, yağ ve kül içerikleri çizelge 4.2’de verilmiştir. Nem, yağ, kül içerikleri sırasıyla K grubu için %66.39, %5.87, %1.50; M grubu için %70.69, %4.36, %1.57; UK için %71.57, %5.89, %1.67 ve UM için %68.16, %4.81, %1.48 olarak belirlenmiştir. Marine tavuk göğüs etlerinin nem, yağ, kül içerikleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.2 Marine tavuk göğüs etlerinin nem, yağ ve kül içerikleri (%)*

Grup	Nem	Yağ	Kül
K	66.99±2.01	5.87±0.95	1.50±0.07
M	70.69±1.16	4.36±0.72	1.57±0.08
UK	71.57±1.40	5.89±0.97	1.67±0.15
UM	68.16±2.75	4.81±0.76	1.48±0.10

*Ortalama ± standart hata

Inguglia vd. (2020) çalışmalarında NaCl çözeltisi kullanarak 4 saat statik salamura ve 1 saat ultrases destekli [ultrases prob (20 kHz) + ultrases banyo (33 kHz)] salamura uyguladıkları domuz eti örneklerinin nem içeriklerini sırasıyla %72.02 ve %71.47; NaCl+KCl çözeltisi kullanarak 4 saat statik salamura ve 1 saat ultrases destekli (ultrases prob+ ultrases banyo) salamura uyguladıkları örneklerin sırasıyla %71.53 ve %72.87 olan nem içerikleri arasında bir fark gözlenmediğini belirtmişlerdir.

Turhan vd. (2013) hamsi balıklarına %8 tuz ve % 4 asetik asit marinatı kullanarak farklı sürelerde (10 dk, 20 dk, 30 dk) statik marinasyon ve farklı sürelerde (10dk, 20 dk, 30 dk), farklı yoğunluklarda (20 W/cm², 25 W/cm², 30 W/cm²) ultrases marinasyon (20 kHz) uyguladıkları çalışmalarında başlangıç nem içeriğinin marine edilen tüm gruplarda düştüğünü, en çok düşüş görülen grubun 30 dk-30 W/ cm² ultrases uygulanan grup olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu durumun yüksek yoğunluklu ultrases uygulaması tarafından üretilen kavitasyondan kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Sánchez vd. 1999,2000).

4.3 pH Değeri

Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen pH değerleri çizelge 4.3 ve şekil 4.1’de verilmiştir.

Çalışmada hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etinin başlangıç pH değeri 6.05 olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında tavuk göğüs eti için pH değerinin 5.62-6.05 aralığında olduğu görülmüştür (Kolsarıcı ve Candoğan 1995, Santos vd. 2004, Perlo vd. 2006, Al-Dughaym ve Altabari 2010, Gregoy 2010, Yaman 2015). Yürütülen tez çalışmasında tavuk göğüs etinin başlangıç pH değeri literatür ile uyum içerisinde.

Depolamanın 12. günü hariç gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). 12. gün pH değerleri kıyaslandığında en düşük ve en yüksek pH değerinin sırasıyla UK ve M gruplarında olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.3 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen pH değerleri*

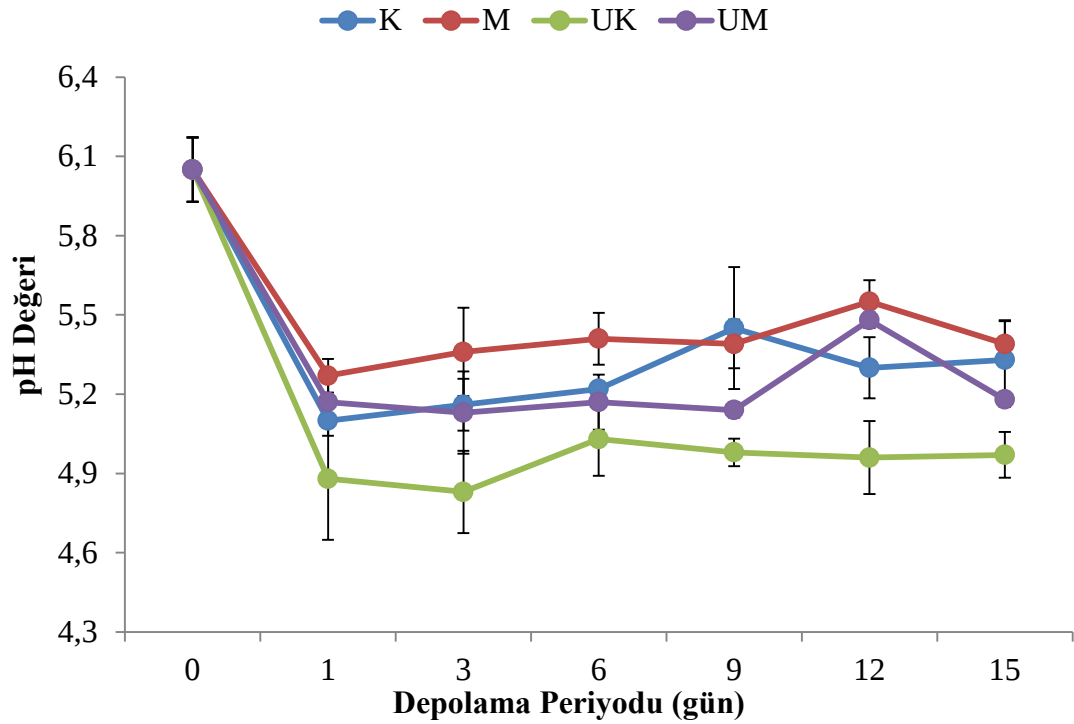
Depolama Periyodu (gün)	K	M	UK	UM
0**	6.05±0.12 ^a	6.05±0.12 ^a	6.05±0.12 ^a	6.05±0.12 ^a
1	5.10±0.06 ^b	5.27±0.06 ^b	4.88±0.09 ^b	5.17±0.23 ^b
3	5.16±0.10 ^b	5.36±0.17 ^b	4.83±0.16 ^b	5.13±0.16 ^b
6	5.22±0.02 ^b	5.41±0.10 ^b	5.03±0.10 ^b	5.17±0.14 ^b
9	5.45±0.23 ^{ab}	5.39±0.09 ^b	4.98±0.03 ^b	5.14±0.05 ^b
12	5.30±0.12 ^{ABb}	5.55±0.08 ^{Aab}	4.96±0.03 ^{Bb}	5.48±0.14 ^{Aab}
15	5.33±0.15 ^b	5.39±0.09 ^b	4.97±0.03 ^b	5.18±0.09 ^b

*Ortalama ± standart hata.

** Hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etlerinde belirlenmiştir.

^{A-B}: Aynı satırda, aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

^{a-b}: Aynı sütunda, aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.1 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen pH değerleri*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata.

Benzer olarak Contreras-Lopez vd. (2019) %2 NaCl içeren marinat kullanarak statik marinyasyon ve ultrases marinyasyon (37 kHz) uyguladıktan sonra vakum paketlenip 4°C’de 7 gün depolanan domuz eti örneklerinde depolama süresince ultrases marinyasyonun pH değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir.

González-González vd. (2017) %2 sitrik asit ve NaCl içeren marinat ile farklı sürelerde (20, 40, 60 dk) ultrases (40 kHz) destekli ve geleneksel marinyasyon ile muamele ettikleri sığır etinin 5.8 olan başlangıç pH’sının depolamadan 7 gün sonra her iki marinyasyon uygulanan örneklerinde 6.2 olduğunu belirtmişlerdir. Farklı süre ve marinyasyon yöntemlerinin pH değeri üzerindeki etkisinin düşük olduğu, depolamanın 0. gününde statik marinyasyon uygulanan örneklerde pH değerinin 5.5’ten 5.9’a; ultrases muamelesi gören örneklerde ise 6.0’a yükseldiği bildirilmiştir.

Shi vd. (2020) %0.4'lük potasyum aljinat marinatının 5 dakika ultrases uygulaması (20 kHz) ile beraber kullandıkları çalışmalarında yaşlı tavuk göğüs etlerinin pH değerinin 6.15 olduğunu bildirmişleridir. Bu pH değerinin deiyonize su ve potasyum aljinat marinatının kullanıldığı statik marinasyon grubundan ve deiyonize su ile ultrases muamelesi gören gruptan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

4.4 Enstrümental Renk Değerleri

Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE açıklık-koyuluk (L^*), kırmızılık-yeşillik (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri çizelge 4.4 ve şekil 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

Yürütülen tez çalışmasında depolama süresince L^* değerinde gruplar arası oluşan fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Başlangıç L^* değeri depolamanın 1. gününde sadece UM grubunda düşüş gösterirken, diğer gruplarda yükselme göstermiş ve genel olarak depolama boyunca en düşük L^* değeri UM grubunda, en yüksek L^* değeri ise UK grubunda gözlenmiştir.

Depolama süresince a^* değerinde gruplar arası oluşan farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Başlangıç a^* değeri UM grubunda en yüksek artışı göstermiş, genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek a^* değeri UM grubunda gözlenmiştir. K ve UK grubunun a^* değerlerinin oldukça yakın olduğu ve bu iki grubun a^* değerinin diğer gruplara nispeten daha düşük olduğu saptanmıştır.

Depolama süresince b^* değerinde gruplar arası oluşan farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Başlangıç b^* değeri UM grubunda en yüksek artışı göstermiş, genel olarak en yüksek b^* değerinin UM grubunda ait olduğu gözlenmiştir. En düşük b^* değerine sahip grubun K grubu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE L*, a* ve b* değerleri*

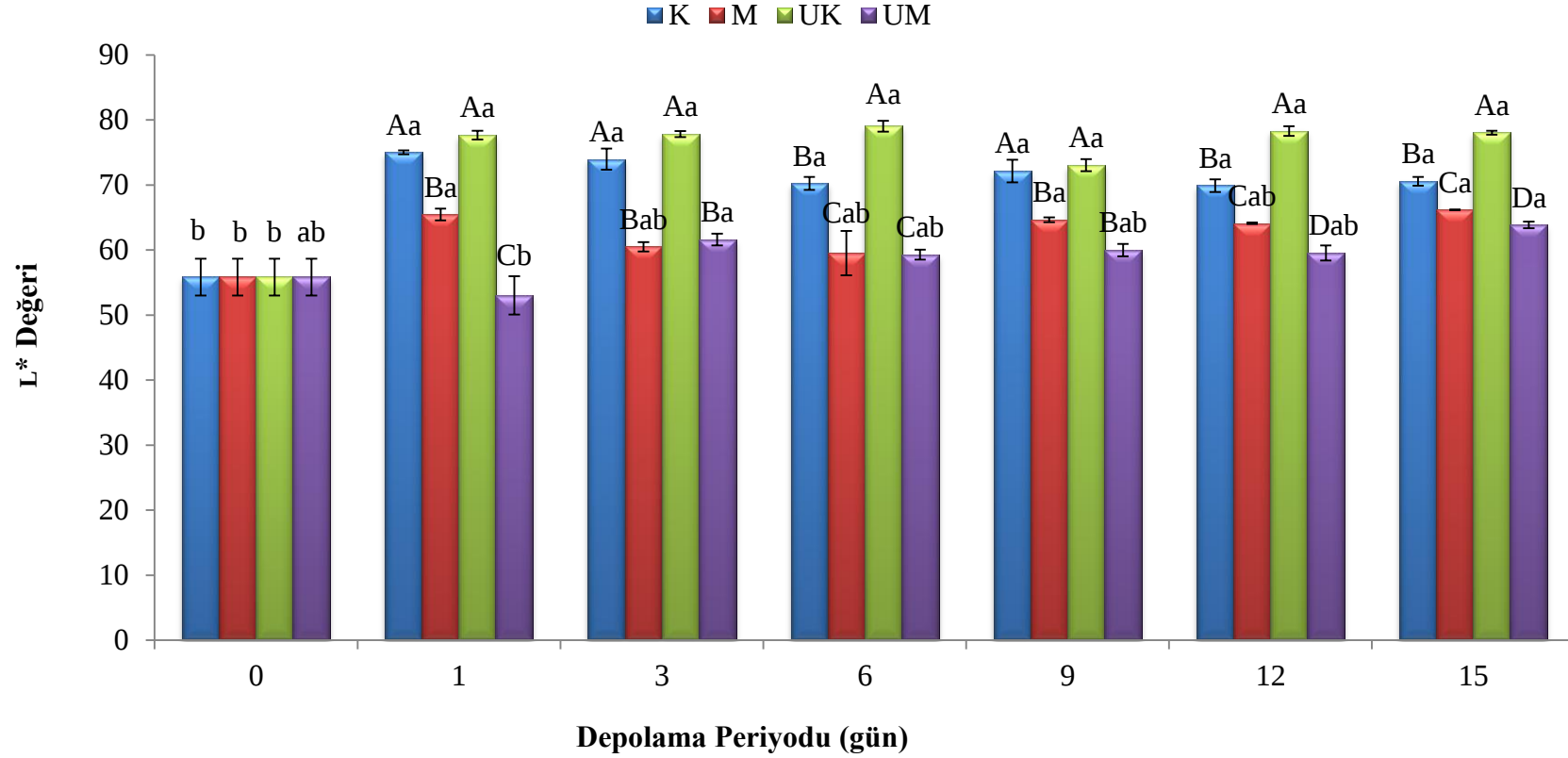
Renk Değerleri	Depolama Periyodu (gün)	K	M	UK	UM
L*	0**	55.84±2.85 ^b	55.84±2.85 ^b	55.84±2.85 ^b	55.84±2.85 ^{ab}
	1	75.04±0.31 ^{Aa}	65.47±0.89 ^{Ba}	77.66±0.66 ^{Aa}	53.04±2.94 ^{Cb}
	3	73.97±1.63 ^{Aa}	60.49±0.72 ^{Bab}	77.82±0.46 ^{Aa}	61.61±0.91 ^{Ba}
	6	70.24±1.00 ^{Ba}	59.52±3.39 ^{Cab}	79.05±0.83 ^{Aa}	59.29±0.76 ^{Cab}
	9	72.16±1.74 ^{Aa}	64.67±0.37 ^{Ba}	73.04±0.92 ^{Aa}	59.98±0.95 ^{Bab}
	12	69.91±0.97 ^{Ba}	64.12±0.12 ^{Cab}	78.29±0.74 ^{Aa}	59.54±1.17 ^{Dab}
	15	70.57±0.68 ^{Ba}	66.19±0.06 ^{Ca}	78.05±0.29 ^{Aa}	63.85±0.50 ^{Da}
a*	0**	1.99±0.27 ^a	1.99±0.27	1.99±0.27 ^a	1.99±0.27 ^e
	1	-0.06±0.38 ^{Cb}	2.44±0.20 ^B	0.64±0.39 ^{Cbc}	4.21±0.38 ^{Abc}
	3	0.74±0.35 ^{Bab}	1.71±0.06 ^B	0.86±0.23 ^{Bbc}	5.32±0.24 ^{Aab}
	6	0.45±0.11 ^{Cab}	2.88±0.47 ^B	0.28±0.06 ^{Cc}	5.32±0.20 ^{Aab}
	9	0.62±0.36 ^{Cab}	2.11±0.25 ^B	0.85±0.13 ^{Cbc}	5.50±0.13 ^{Aa}
	12	1.79±0.53 ^{Aa}	1.64±0.13 ^A	0.13±0.10 ^{Bc}	2.90±0.33 ^{Ade}
	15	0.80±0.18 ^{Bab}	1.74±0.58 ^B	1.36±0.10 ^{Bab}	3.86±0.25 ^{AcD}
b*	0**	7.87±1.64 ^{ab}	7.87±1.64 ^c	7.87±1.64 ^c	7.87±1.64 ^c
	1	10.57±0.17 ^{Ca}	15.89±1.02 ^{Ba}	14.02±0.59 ^{BCa}	23.94±1.10 ^{Aa}
	3	7.92±0.65 ^{Bab}	10.50±0.87 ^{Bbc}	9.75±0.57 ^{Bbc}	19.91±0.50 ^{Aab}
	6	6.56±0.10 ^{Cb}	12.50±0.74 ^{Bab}	11.96±0.38 ^{Bab}	19.12±1.26 ^{Ab}
	9	4.80±0.23 ^{Cb}	12.17±0.44 ^{Babc}	12.69±0.43 ^{Bab}	20.60±0.79 ^{Aab}
	12	5.66±0.35 ^{Cb}	10.17±0.89 ^{Bbc}	9.75±0.02 ^{Bbc}	16.83±0.24 ^{Ab}
	15	4.94±1.05 ^{Db}	14.11±0.48 ^{Bab}	9.97±0.08 ^{Cbc}	18.47±0.56 ^{Ab}

*Ortalama ± standart hata.

** Hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etlerinde belirlenmiştir.

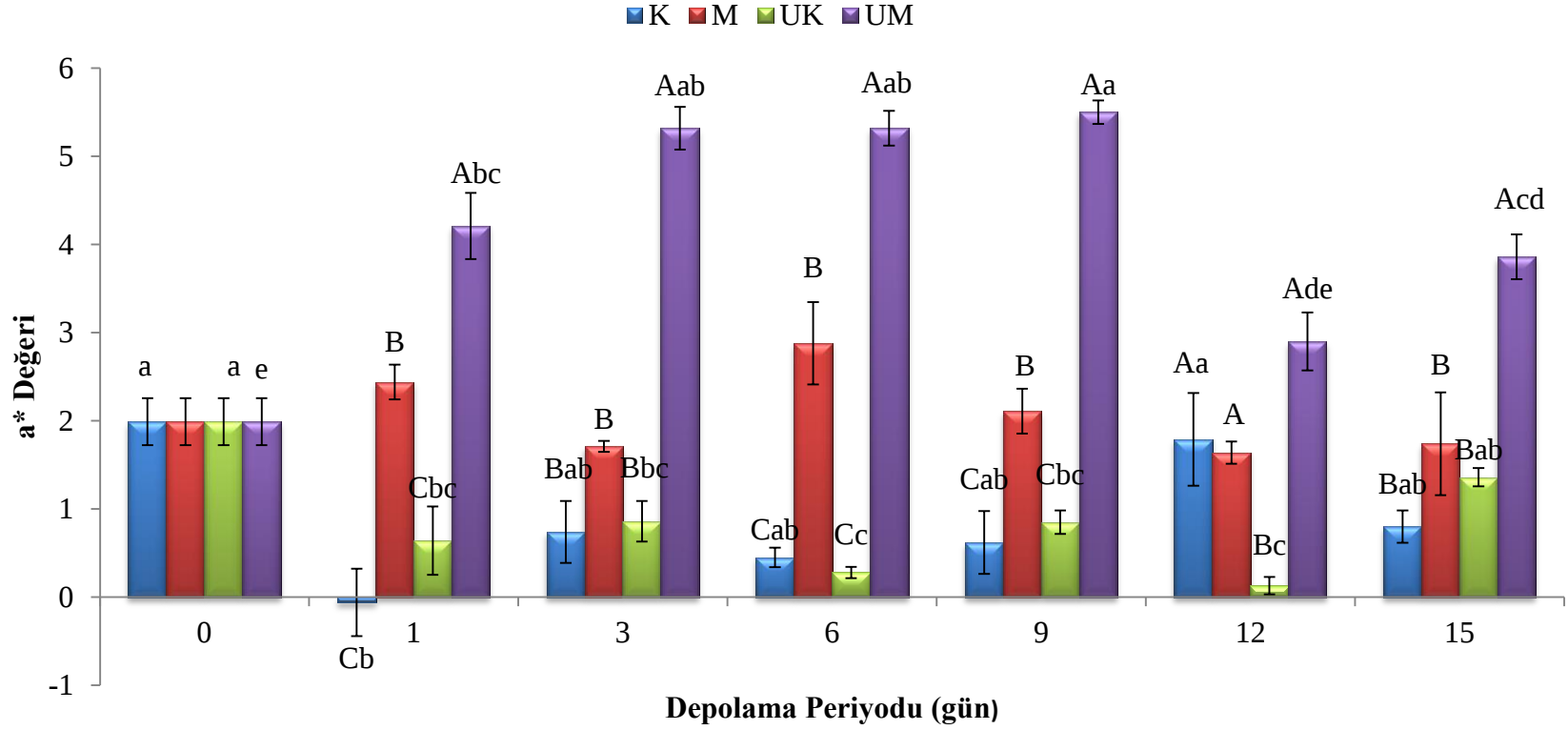
^{A-D}: Aynı satırda, aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

^{a-e}: Aynı sütunda, aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



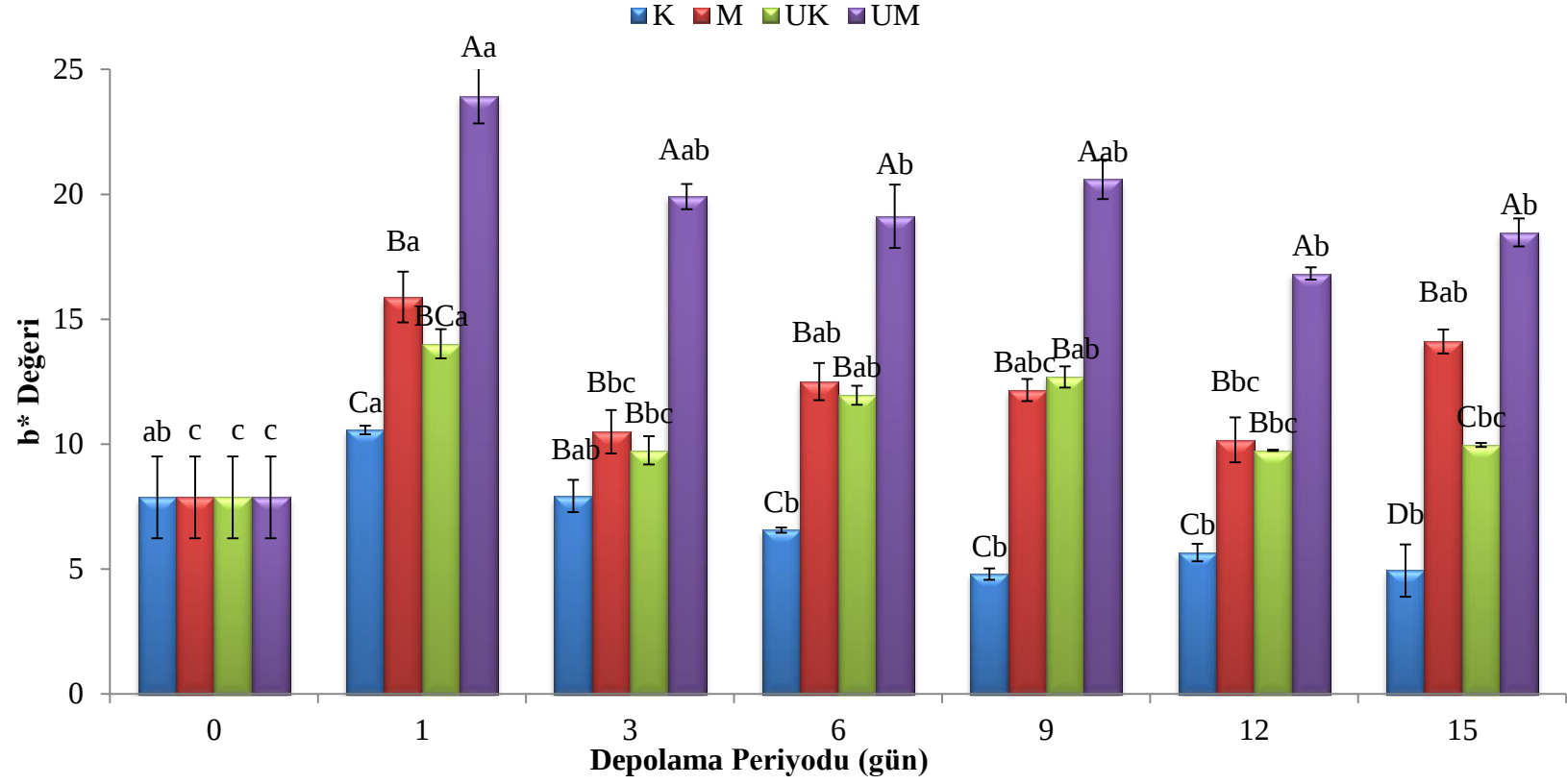
Şekil 4.2 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE L*değerleri*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata. A-D: Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).
a-b: Aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.3 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE a*değerleri*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata. A-C: Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).
a-e: Aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.4 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen CIE b* değerleri*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata. A-D: Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). a-c: Aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Gómez-Salazar vd. (2018) marinasyon sıvısında farklı konsantrasyonlarda NaCl (70 g/L, 140 g/L, 200 g/L) ve %1.5 oranında sitrik asit bulunan 120 dk'lık daldırma marinasyon ve 40 kHz-ultrases destekli (US) asit marinasyonunun tavşan etinin L*, a* ve b* değerlerinde istatistiksel olarak önemli farka sebep olduğunu bildirmişlerdir (p<0.05). Genel olarak artan NaCl konsantrasyonun US ile beraber kullandığında L* ve b* değerinde artış sağlarken, a* değerinin düşmesine sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Cruz-Garibaldi vd. (2020) 3 cm³ ve 5 cm³ boyutunda parçalara ayrılan ve içeriğinde sodyum klorür+sodyum fosfat bulunan marinasyon sıvısı kullanarak daldırma marinasyon (24 sa), ultrases banyo (37 kHz-20 dk), %50 ve %100 amplitüd ile ultrases prob (24 kHz-20 dk) yöntemleri kullanılarak marine ettikleri domuz but etlerini 4°C'de 7 gün depolamışlardır. Genel olarak ultrases uygulamalarının 3 cm³ boyutundaki örneklerin L* ve b* değerlerini düşürdüğü; en yüksek a* değerinin banyo uygulamasında görüldüğü; 5 cm³ boyutundaki örneklerin b* değerini düşürürken L* değerini etkilemediği ve en yüksek a* değerinin %100 amplitüd-prob grubunda olduğu gözlenmiştir. Ultrases uygulamasının renk parametrelerini hem olumlu hem de olumsuz yönde etkileyebildiği ve en iyi renk özelliklerinin banyo uygulaması ile elde edildiği bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada ise Contreras-Lopez vd. (2019) daldırma marinasyon ve ultrases marinasyon uygulamasının domuz etinin L*, a* ve b* değerlerinde önemli bir farka sebep olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu tez çalışmasında depolama süresi boyunca gruplar arasında L*, a* ve b* değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu saptanmıştır (p<0.05). Et örneklerinde renk parametrelerinde meydana gelen değişimin nedeninin kavitasyon olabileceği bildirilmiştir (Gómez-Salazar vd. 2018).

4.5 Tiyobarbütirik Asit Reaktif Madde (TBARS) Değerleri

Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen TBARS değerleri çizelge 4.5 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

Çalışmada başlangıç TBARS değeri 0.611 mg MDA/kg et olarak bulunmuştur. TBARS değerinin depolamayla birlikte arttığı, depolamanın 1., 3., 6. ve 9. günlerinde gruplar arası istatistiki olarak bir fark gözlenmezken (p>0.05), 12. ve 15. günlerinde TBARS değerlerinde gruplar arası farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır

($p<0.05$). Genel olarak değerlendirildiğinde, depolama boyunca M ve UM gruplarının MDA içeriklerinin K ve UK grubundan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber 12. ve 15. günde en düşük TBARS değerine sahip olan grubun UM, en yüksek TBARS değerine sahip olan grubun ise UK olduğu gözlenmiştir. Mürver çiçeğinin antioksidan aktivitesinin depolamanın son günlerinde etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TBARS değerleri (mg MDA/kg et)*

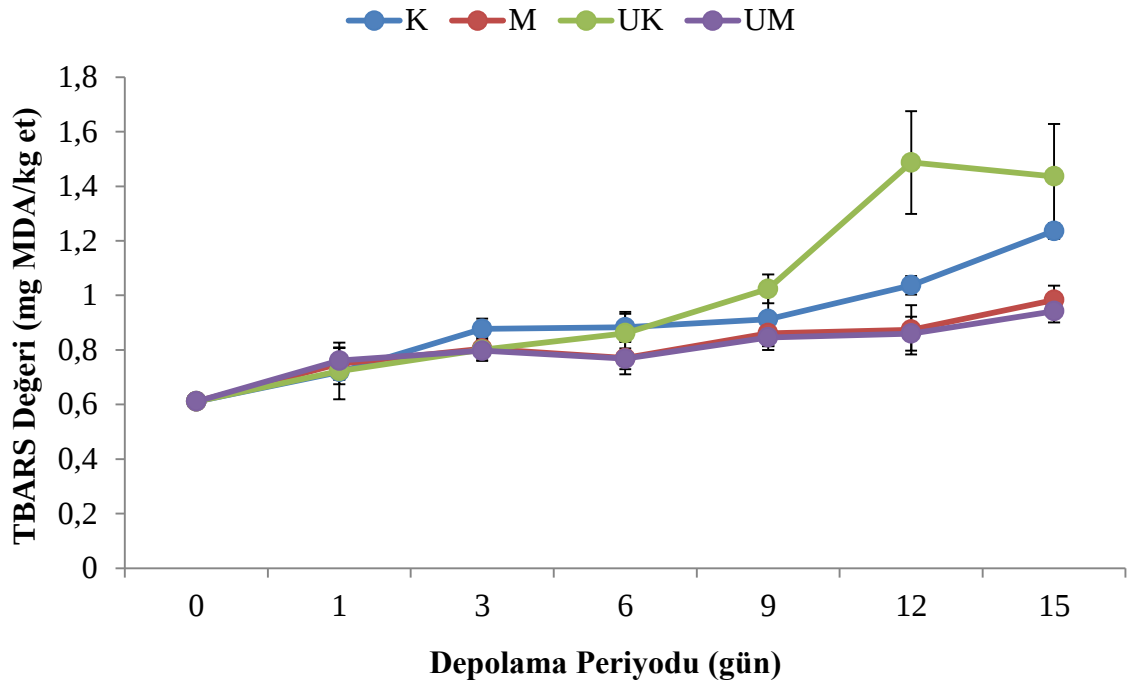
Depolama Periyodu (gün)	K	M	UK	UM
0**	0.611±0.018 ^d	0.611±0.018 ^b	0.611±0.018 ^b	0.611±0.018 ^b
1	0.719±0.044 ^{cd}	0.749±0.058 ^{ab}	0.723±0.104 ^b	0.761±0.048 ^{ab}
3	0.877±0.038 ^{bc}	0.805±0.043 ^{ab}	0.801±0.042 ^b	0.797±0.016 ^{ab}
6	0.883±0.049 ^{bc}	0.770±0.059 ^{ab}	0.861±0.078 ^b	0.768±0.038 ^{ab}
9	0.913±0.099 ^{bc}	0.861±0.061 ^{ab}	1.024±0.053 ^{ab}	0.846±0.032 ^a
12	1.037±0.034 ^{ABab}	0.874±0.090 ^{Bab}	1.487±0.189 ^{Aa}	0.860±0.062 ^{Ba}
15	1.236±0.029 ^{ABa}	0.983±0.053 ^{ABa}	1.436±0.192 ^{Aa}	0.942±0.042 ^{Ba}

*Ortalama ± standart hata.

** Hammade olarak kullanılan tavuk göğüs etlerinde belirlenmiştir.

A-B: Aynı satırda, aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

a-b: Aynı sütunda, aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir($p<0.05$).



Şekil 4.5 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TBARS değerleri (mg MDA/kg et)*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata.

McDonnell vd. (2014) çalışmalarında domuz etinin bir kısmını içerisinde nitrit tuzu bulunan torbalarda 10.7 W/cm², 17.1 W/cm², 25.4 W/cm² yoğunluğa sahip ultrases banyo (US) muamelesine tabi tuttıkları çalışmada, örneklerin 1, 7 ve 14. gün TBARS değerleri kıyaslandığında 7. ve 14. gün TBARS değerlerinin 4 grup içinde 1. gün değerlerinden yüksek olduğu, 1. günde en yüksek lipid oksidasyonunun 10.7 W/cm²'lik grupta görüldüğünü, 7. ve 14. günün TBARS değerleri arasında ise istatistiksel olarak bir fark gözlenmediğini belirtmişlerdir. Genel olarak US uygulamasının yağ asitlerinin oksidatif stabilitesi üzerinde etkili olmadığı gözlenmiştir.

Inguglia vd. (2019) tavuk göğüs etlerini içeriğinde %8 NaCl+%4 sitrik asidinde bulunduğu marinatla farklı sürelerde daldırma marinasyona (1, 3, 6, 16, 24 sa) ve farklı sürelerde (1, 3, 6 sa), farklı frekanslarda (25, 45, 130 kHz) ultrases destekli (US) marinasyona tabi tutmuşlar ve 1 saatlik US uygulamalarının pişmiş örneklerde TBARS değerini yükselttiğini, bununla birlikte en yüksek artışın 25 kHz grubunda olduğunu bildirmişlerdir (p<0.05). Çiğ örneklerde farklı sürelerin ve marinasyon uygulamalarının grupların TBARS değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadığı ve

genel olarak US uygulamasının standart sodyum içeriğiyle marine edilen örneklerin lipit oksidasyonu profilinde değişikliğe neden olmadığı belirtilmiştir.

Shi vd. (2019) yaptıkları çalışmalarında çim sazan balığına 30 dk süren statik marinyasyon işlemi ile 40 kHz frekansta ve farklı yoğunluklarda (0.30, 0.38, 0.48 ve 0.60 W/cm²) ultrases destekli marinyasyon uygulamışlar ve tüm ultrases uygulamalarının MDA içeriğini statik marinyasyona göre önemli derecede artırdığını tespit etmişlerdir (p<0.05). Statik marinyasyon uygulaması sonrası 0.41 olan MDA içeriğinin 0.60 W/cm² yoğunlukla beraber %29.3 artış göstererek 0.53 olduğu genel olarak uygulanacak ultrases destekli marinyasyon işlemlerinde ultrases yoğunluğunun 0.38 W/cm²'i geçmemesi gerektiği bildirilmiştir.

Soğukta depolama, doğrama, pişirme ve diğer işleme koşulları, kasın hücre zar yapısını bozarak doymamış yağların “heme” olmayan demir ile katılımını kolaylaştırmakta ve dolayısıyla lipit oksidasyonunu artırarak etin bozulmasına sebep olmaktadır (Tichivangana ve Morrissey 1985). Gıdalarda bulunan lipitler oksidatif reaksiyonlara oldukça duyarlıdır ve dahası NaCl eklenmesi lipit oksidasyonunu destekleyerek tatta istenmeyen değişikliklere ve dolayısıyla et kalitesinde azalmaya sebep olabilir (Siró vd. 2009, Mariutti ve Bragagnolo 2017). Sulu bir ortamda ultrases kullanımının oksidatif reaksiyonları başlatabilen veya artırabilen OH radikalleri, H₂O₂ ve ozon gibi oksitleyici ajanların oluşumunu indüklediği bilinmektedir (Siró vd. 2009). Yürütülen tez çalışmasında marinat olarak mürver çiçeği ekstraktı kullanımının hem uzun süreli depolama sonucunda hem de ultrases uygulamasının neden olduğu kavitasyon etkisi ile lipit oksidasyonunda meydana gelen artışı yavaşlatmak konusunda başarılı olduğu gözlenmiştir.

4.6 Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayım Sonuçları

Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince belirlenen TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları çizelge 4.6 ve şekil 4.6’da sunulmuştur.

Yapılan tez çalışmasında depolama boyunca TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları kıyaslandığında gruplar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı saptanmıştır (p>0.05).

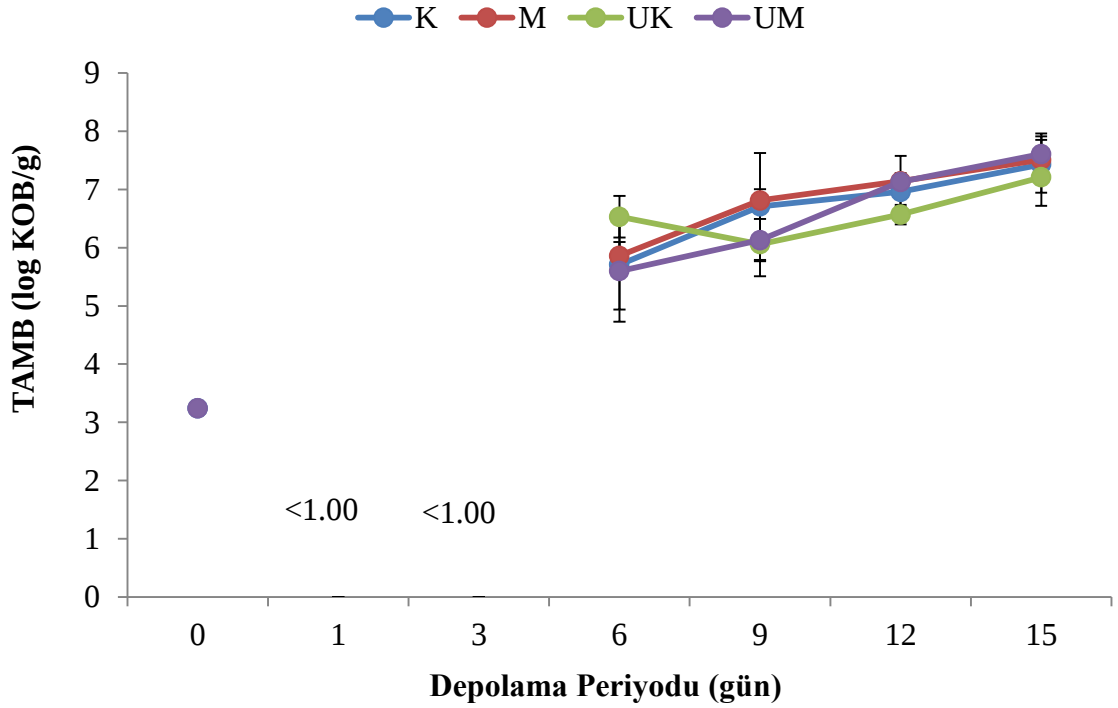
Çizelge 4.6 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları*

Depolama Periyodu (gün)	K	M	UK	UM
0**	3.24±0.025 ^b	3.24±0.025 ^c	3.24±0.025 ^b	3.24±0.025 ^b
1	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
3	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
6	5.71±0.77 ^{ab}	5.86±0.24 ^b	6.53±0.36 ^a	5.60±0.87 ^a
9	6.71±0.92 ^a	6.81±0.20 ^{ab}	6.06±0.55 ^a	6.13±0.36 ^a
12	6.96±0.28 ^a	7.14±0.44 ^{ab}	6.57±0.17 ^a	7.13±0.15 ^a
15	7.43±0.48 ^a	7.51±0.34 ^a	7.21±0.49 ^a	7.61±0.35 ^a

*Ortalama ± standart hata

** Hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etlerinde belirlenmiştir.

^{a-c}: Aynı sütunda, aynı grup içinde farklı harfleri taşıyan periyot ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir(p<0.05)



Şekil 4.6 Marine tavuk göğüs etlerinin depolama süresince TAMB (log KOB/g) sayım sonuçları*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata.

Birk ve Knöchel (2009) ultrases uygulaması, kırmızı şarap ve yoğurt marinasyonunun domuz etine inoküle edilen *B. thermosphata*, *C. maltaomaticum*, *L. monocytogenes* ve *C. jejuni* sayıları üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, ultrases uygulamasının kırmızı şarap ile beraber kullanımında tek başına ultrases uygulaması ile kıyasla antibakteriyal etkiyi artırdığını ve *B.thermosphata*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni* sayısında 10 dk sonra 1 log azalma sağladığını, fakat *C. maltaomaticum* üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Smith (2011) içeriğinde %4.5 sodyum klorür ve %4.5 sodyum tripolifasfat yer alan marinasyon sıvısını kullanarak *Salmonella* ve *E. coli* inoküle ettiği broiler göğüs etini statik marinasyon ve ultrases marinasyon muamelelerine tabi tutmuştur. Marinasyon türünün örneklerin bakteri yüklerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığı ($p>0.05$), bu durumun kullanılan ultrases yoğunluğunun düşük olmasından ve marinat olarak antimikrobiyal etki gösterecek bir ingrediyen kullanılmamış olmasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir.

Cruz-Garibaldi vd. (2020) statik marinasyon, ultrases banyo ve ultrases prob destekli marinasyon uygulamasının 4°C’de 7 gün depolanan domuz but etlerinde toplam mezofilik aerobik bakteri yükü üzerine etkisini incelemişlerdir. Farklı marinasyon uygulamaları 3cm³ boyutundaki örneklerin mezofilik bakteri sayılarını etkilemezken, 5cm³ boyutunda kesilen örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları arasında fark olduğu belirtilmiş ve en düşük sayım sonucunun statik marinasyon uygulamasında, en yüksek sayım sonucunun ise %50 amlitüdüli ultrases prob uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Yüksek yoğunluklu ultrases uygulamasının mezofilik bakteriler tarafından kullanılabilen gıda bileşenlerinin ekstraksiyonunu ürettiği ve depolama sırasında bu bakterilerin çoğalmalarına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Vilkhu vd. 2008, Pinon vd. 2020).

4.7 Tekstür Profil Analizi

Marine tavuk göğüs etlerinin depolamanın 1. gününde belirlenen tekstür profil analizi sonuçları çizelge 4.7 ve şekil 4.7’de verilmiştir.

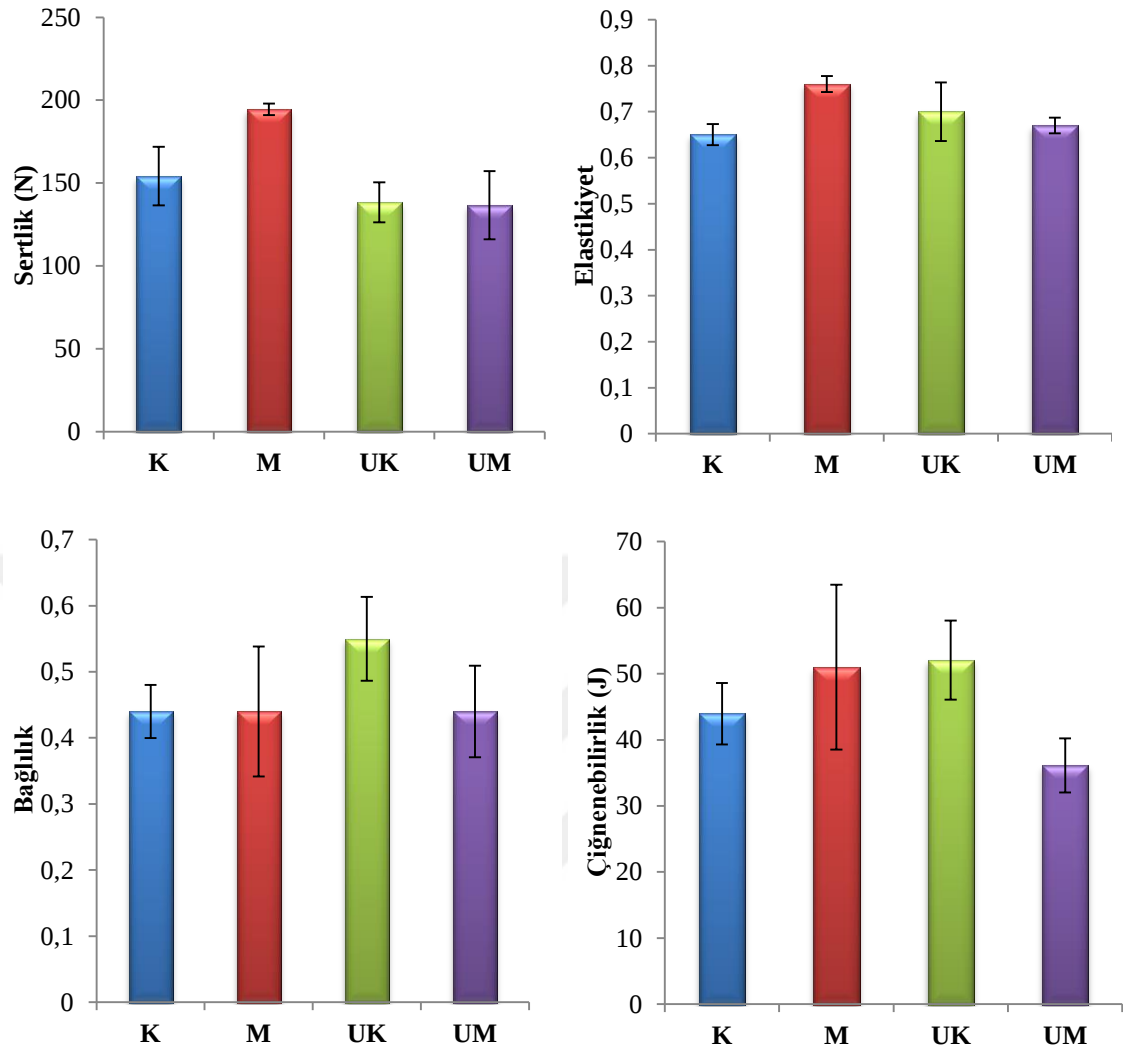
Etlerin tekstürel özellikleri arasında en önemli parametre sertlik değeridir (Deng vd. 2014). Marine örneklerin sertlik (N) değerleri K, M, UK ve UM grupları için sırasıyla 154.1 N, 194.5 N, 138.3 N ve 136.6 N olarak bulunmuş, ultrases muamelesi gören örneklerde sertlik değerinin daha düşük olduğu fakat genel olarak gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Çiğnenebilirlik, gıdayı çiğnemek için uygulanması gereken maksimum gücü tanımlamakta ve sertlik, esneklik ve bağlılık değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır (Chong vd.2008). Yapılan çalışmada örneklerin çiğnenebilirlik (J) değerleri K, M, UK ve UM grupları için sırasıyla 43.97 J, 51.00 J, 52.08 J, 36.12 J olarak belirlenmiş, en düşük çiğnenebilirlik (J) değerinin UM grubunda olduğu tespit edilmiş, fakat gruplar arasında oluşan farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Elastikiyet değerleri K, M, UK ve UM grupları için sırasıyla 0.65, 0.76, 0.70 ve 0.67 olarak bulunmuştur. Bağlılık değerleri ise K, M, UM grupları için 0.44; UK grupları için 0.55 olarak belirlenmiştir. Farklı marinyasyon muamelesi gören örneklerin elastikiyet ve bağlılık değerlerinde de gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farkın oluşmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.7 Marine tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analizi sonuçları*

Grup	Sertlik(N)	Elastikiyet	Bağlılık	Çiğnenebilirlik(J)
K	154.1±17.67	0.65±0.02	0.44±0.04	43.97±4.65
M	194.5±3.45	0.76±0.02	0.44±0.10	51.00±12.47
UK	138.3±12.12	0.70±0.06	0.55±0.06	52.08±6.00
UM	136.6±20.50	0.67±0.02	0.44±0.07	36.12±4.10

*Ortalama ± standart hata



Şekil 4.7 Marine tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analiz sonuçları

*Hata çubukları: ortalama±standart hata.

Benzer bir şekilde Inguglia vd. (2019) çalışmalarında daldırma ve ultrases marinasyon uygulamalarının örneklerin sertlik (N), elastikiyet, bağlılık ve çiğnenebilirlik (J) değerleri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Örneklerin sertlik (N) değerleri 7.64 N-13.90 N arasında bulunmuş, seçilen işlem koşullarının protein denatürasyonuna sebep olmadığı için et üzerinde yumuşatıcı bir etkisinin olmadığından bahsedilmiştir. Et sertliğinin ultrases prosesinden etkilenmesi için ultrases işleminin daha yüksek yoğunluklarda ve daha uzun sürelerde uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Alarcon-Rojo vd. 2015, Jayasooriya vd. 2007, Jambrak ve Herceg 2014). Bağlılık değerleri kıyaslandığında ise 6 sa-45 kHz frekanslık muamelenin, statik marinasyon ve 25 kHz ile

130 kHz frekanslık ultrases destekli marinasyon uygulamasına göre etin bağıllık değerinde düşüşe neden olduğu gözlenmiştir (Inguglia vd. 2019).

Gómez-Salazar vd. (2018) çalışmalarında penetrasyon testi sonucunda tavşan etinin sertlik değerinin hem farklı NaCl konsantrasyonlarından ve hem de ultrases (US) uygulamasından etkilendiğini bildirmişlerdir. Genel olarak daldırma marinasyonun etin sertliğini düşürmede US uygulamasına göre daha etkili olduğu, her ne kadar başlangıç sertlik değerinden daha düşük olsa da her iki uygulamada da kademeli olarak artan NaCl konsantrasyonun sertlik değerinin yükselttiği, fakat NaCl konsantrasyonu 200 g/L olduğunda sertliğin her iki uygulama için de başlangıç değerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Etin sertlik değerindeki artışın, daha yüksek NaCl konsantrasyonu ile paralel olarak marinattan ete daha fazla miktarda NaCl geçişinden kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Ozuna vd. 2013)

Yeung ve Huang (2017) çalışmalarında marine domuz filetolarının sertlik değerini (g) kontrol grubunda 254.3 g bulurken, farklı güçlerde ve farklı sürelerde ultrases uygulamalarının sertlik değerinde düşüş sağladığı ve en büyük düşüşün 2200W-2dk 'lık uygulama ile 210.4 g olduğunu gözlemlemişlerdir. Ultrasesin neden olduğu kavitasyon etkisinin ve ürettiği titreşimin, gıdaların yapısını fiziksel olarak zayıflatabileceği ve böylece etin sertliğini azaltabileceği belirtilmiştir (Smith vd. 1991, Got vd. 1999, Jayasooriya vd. 2007).

4.8 Pişirme Verimi

Marine tavuk göğüs etlerinin depolamanın 1.gününde belirlenen pişirme verimi sonuçları çizelge 4.8 ve şekil 4.8'de sunulmuştur.

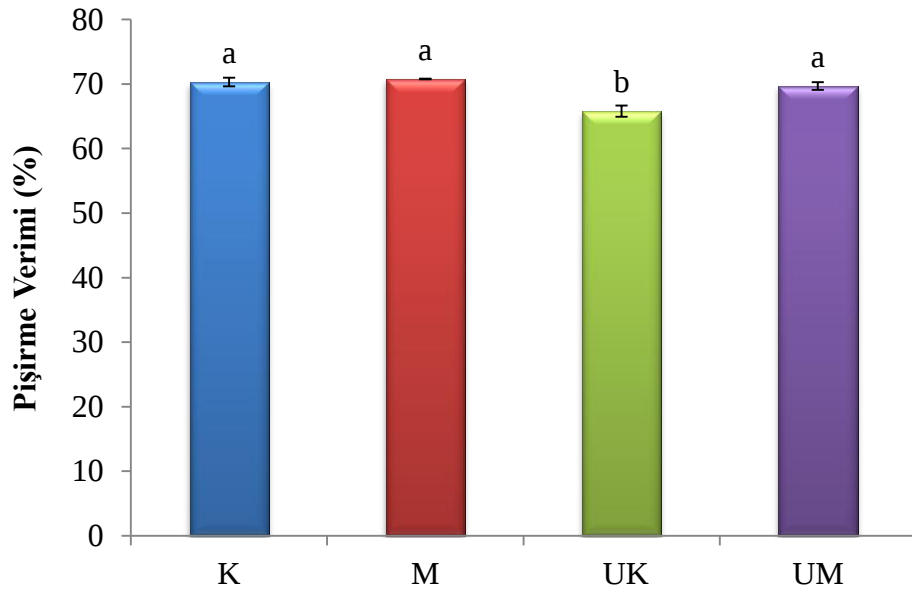
Yapılan tez çalışmasında pişirme verimi sonuçları K, M, UK ve UM grupları için sırasıyla %70.32, %70.79, %65.80 ve % 69.70 olarak bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde UK grubu hariç diğer gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark gözlenemezken ($p>0.05$), UK grubun pişirme veriminin diğer gruplara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8 Marine tavuk göğüs etlerinin pişirme verimi sonuçları (%)*

Grup	Piştirme verimi (%)
K	70.32±0.66 ^a
M	70.79±0.05 ^a
UK	65.80±0.85 ^b
UM	69.70±0.58 ^a

*Ortalama ± standart hata.

^{a-b}: Aynı sütunda, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir(p<0.05).



Şekil 4.8 Marine tavuk göğüs etlerinin pişirme verimi sonuçları (%)

*Hata çubukları: ortalama±standart hata. a-b: Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Benzer olarak Smith (2011) çalışmasında da gözlenmiş, %6 sodyum klorür ve %3 sodyum triploifosfat kullanılarak 20 dk ultrasases marinasyon ve 2 sa statik marinasyon uygulanan broiler göğüs etlerinde piştirme verimi statik marinasyon grubu için %88.7 bulunurken, ultrasases destekli marinasyon grubu için %84.3'e düştüğü gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan ultrasases banyosunun yoğunluğunun düşük olduğu için performansında yeterli olmadığı bildirilmiştir.

Naeli vd. (2017) NaCl ve NaCl+polifosfat marinatlarını kullanarak farklı sürelerde (20, 25, 30 dk) ve farklı sıcaklıklarda (30°C, 40°C, 50°C), ultrases banyosu (37 kHz) ve ultrases prob (20 kHz) uyguladıkları sığır eti örneklerinin pişirme kaybı değerlerinin ultrases uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. İki farklı ultrases uygulaması ve farklı çözeltilerin kullanıldığı çalışmada tüm grupların en düşük ve en yüksek pişirme kaybı değerlerinin sırasıyla 20 dk ve 30°C ile 30 dk ve 50°C koşulunda olduğu belirlenmiştir. Ultrases muamelesi gören örneklerde artan süre ve sıcaklığın pişirme kaybını artırdığı, bunun nedeninin ise kavitasyon olayının etin miyofibrillar proteinlerinde denatürasyona, dolayısıyla da su tutma kapasitesi ve su bağlama kapasitesinde azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir.

Xiong vd. (2020) 3 gruba ayırdıkları tavuk göğüs etlerine 4°C’ de %6 tuz (WC), % 6 tuz+ %2 sodyum bikarbonat (SC) ile 90 dk daldırma marinasyon; %6 tuz + %2 sodyum bikarbonat marinatı ile 10 dk daldırma marinasyon+ 50 dk ultrases marinasyon (20 kHz, 300 W) + 30 dk daldırma marinasyon (USC) uygulamışlardır. USC ve SC muamelelerinin WC ile kıyaslandığında pişirme kaybında önemli derecede düşüş sağladığı gözlenmiş, fakat SC ve USC gruplarının pişirme kaybı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir ($p>0.05$). Ultrases işleminin kas liflerini tahrip ederek lifler arasındaki boşluğu artırabileceği, etteki gazı uzaklaştırabileceği bildirilmiş böylece lifler arasında oluşan boşluğun suyu hapsedip tuzlu suyun daha kolay emilebileceği belirtilmiştir. SC tavuğuna kıyasla USC tavuğunun pişirme kaybındaki hafif artışın ise yüksek yoğunluklu ultrases kullanımı ile protein-su interaksiyonunun zayıflamasından kaynaklı olabileceği ifade edilmiştir.

4.9 Su Tutma Kapasitesi

Marine tavuk göğüs etlerinin depolamanın 1. gününde belirlenen su tutma kapasitesi sonuçları çizelge 4.9 ve şekil 4.9’da sunulmuştur.

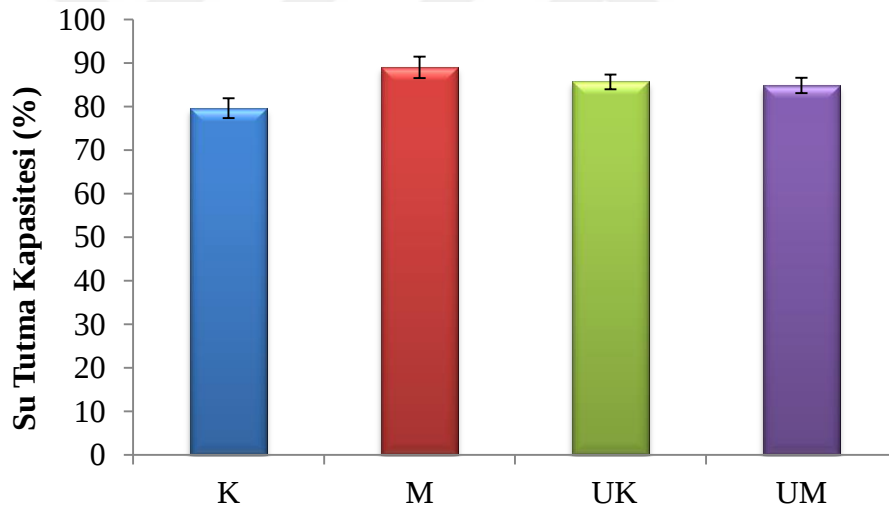
Etin doğal olarak sahip olduğu suyu bünyesinde tutabilme becerisi su tutma kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik ve teknolojik sebeplerden ötürü suyun mümkün olduğunca yapıda kalması istenir. Suyun dokudan uzaklaşması etin duyuşal özellikleri için negatif bir durumdur (Hamm 1986). Etin renk, tekstür, sululuk ve gevreklik gibi

bazı özellikleri su tutma kapasitesi ile bağlantılıdır (Honikel 1998). Yapılan tez çalışmasında grupların su tutma kapasiteleri K, M, UK ve UM grubu için sırasıyla % 79.64, %89.04, %85.70, %84.87 olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.9 Marine tavuk göğüs etlerinde belirlenen su tutma kapasitesi sonuçları (%)*

Grup	Su tutma kapasitesi(%)
K	79.64±2.27
M	89.04±2.48
UK	85.70±1.71
UM	84.87±1.77

*Ortalama ± standart hata



Şekil 4.9 Marine tavuk göğüs etlerinde belirlenen su tutma kapasitesi sonuçları (%)*

*Hata çubukları: ortalama±standart hata.

Benzer şekilde Siró vd. (2009) NaCl ile farklı sürelerde (30, 90, 180 dk) ultrases marinasyon (20 kHz, 2-4 /cm²), statik marinasyon ve tamburlama marinasyon maumelesi gösterdikleri domuz etinin su tutma kapasitesini değerlendirmişler, en yüksek su tutma kapasitesinin tamburlama marinasyon uygulaması ile elde edildiğini gözlemlemişlerdir. Ultrases uygulamasının statik marinasyon uygulamasına göre önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Gerek ultrasonik yoğunluğun gerekse farklı

sürelerdeki muamelenin su tutma kapasitesini etkilemediği belirtilmiştir. Contreras-Lopez vd. (2019) %2'lik NaCl marinatı kullanıldıkları çalışmalarında ultrases destekli marinyasyon ve daldırma marinyasyonun 30 ve 90 dk olmak üzere iki farklı sürede uygulanmasının domuz etinin su tutma kapasitesi üzerine etki etmediğini tespit etmişlerdir.

Naeli vd. (2017) yaptıkları çalışmada ultrases banyo (37 kHz) ve prob (20 kHz) ile 20 dk-30°C'de gerçekleşen uygulamaların sığır etinin su tutma kapasitesini kontrol grubuna göre önemli dercede artırdığını, fakat her iki uygulama için parametreler 30 dk-50°C olduğunda değerin düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu sonucun artan ultrases süresinin et proteinlerinin denatürasyonu ve etin su tutma kapasitesini azaltabilen yüksek sıcaklıkla ilgili olduğu bildirilmiştir.

Cruz-Garibaldi vd. (2020) çalışmalarında daldırma marinyasyon, ultrases banyo ve ultrases prob (%50amplitüd , %100 amplitüd) ile muamele ettikleri domuz but etlerinin su tutma kapasitesi değerlerini kıyasladığında, sonuçların NaCl içeriği ile ters orantılı olduğunu, en yüksek tuz transferinin olduğu örneklerin dehidrasyon yaşadığını, bu durumun osmoz olayı ile açıldığını belirtmişlerdir. Stratik ve ultrases banyo mualemesi gören grupların su tutma kapasitelerinin düşük NaCl içeriğine (%5-8) sahip 5 cm³ boyutundaki örnekler için %80; NaCl içeriği %10-%12 arasında olan 3 cm³ boyutunda olan örnekler için ise %70 olduğu bildirilmiş, en düşük değere sahip grubun ise %50 amplitüdlü ultrases prob uygulaması gören 3 cm³ boyutundaki örnekler olduğu gözlenmiştir.

5. SONUÇ

Bu tez kapsamında, marinat olarak mürver çiçeği ekstraktı ve marinasyon çeşidi olarak daldırma marinasyonun yanı sıra yenilikçi bir teknoloji olan ultrases destekli marinasyon kullanımının soğukta depolanan (4°C) tavuk göğüs etlerinin, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite özelliklerinde oluşan değişimler üzerine etkisi incelenmiş ve marinasyon uygulamalarının ürün raf ömrüne olan etkisi belirlenmiştir.

Çok büyük bir fark gözlenmemekle birlikte depolamanın 12. günü hariç marinasyon muamelelerin pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılığa sebep olmadığı saptanmıştır.

Hem farklı marinat içeriklerinin kullanılması hem de farklı marinasyon yöntemlerinin kullanılması marine tavuk göğüs etlerinin enstrümental L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde önemli derecede farklılığa sebep olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde hem farklı marinasyon muamelelerinin hem de farklı marinat kullanımının tüm grup örneklerinin L^* değerinde artışa sebep olduğu gözlenmiştir. Ultrases işleminin mürver çiçeği ekstraktı ile kombin halde kullanılmasının a^* ve b^* değerinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak, depolama süresi boyunca hem daldırma marinasyon hem de ultrases destekli marinasyon işleminde mürver çiçeği ekstraktı kullanılan gruplarda TBARS değerlerinin diğer gruplara göre daha düşük seviyelerde olduğu ve bu farkın depolamanın 12. ve 15.gününde istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir. En düşük TBARS değerinin UM grubunda olduğu tespit edilmiştir. Mürver çiçeği ekstraktının antioksidan aktivitesi daldırma marinasyon uygulanan M grubunun TBARS sonucunda gözleniliyorken, mürver çiçeği ekstraktı ile ultrases destekli marinasyon muamelesinin kombine kullanımının antioksidan aktiviteye sahip bir sıvının ürüne daha iyi penetre olmasıyla ürünün MDA içeriğindeki artış hızının daha da azaltılabileceği kanıtlanmıştır. Çalışmada marinatta mürver çiçeği ekstraktı kullanımının ve ultrases destekli marinasyon uygulamasının depolama süresi boyunca toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan tekstür profil analizi sonunda marine örneklerin sertlik(N), elastikiyet, bağlılık ve çiğnenebilirlik (J) değerlerinin marinat içeriğinden ve marinasyon yönteminden etkilenmediği tespit edilmiştir. Yürütülen tez çalışmasında marinasyon işlemleri sonucunda grupların su tutma kapasiteleri arasında bir fark gözlenememiştir.

Fenolik bileşikler yönüyle zengin olmakla beraber bünyesinde biyolojik olarak birçok aktif bileşik bulunduran mürver çiçeği gıda sektöründe birçok alanda, farklı ürünlerde farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Eski zamanlardan bu yana alternatif tıpta çok önemli yeri olan mürver çiçeğinin birçok hastalığın tedavisinde adı geçmektedir. Hem hayvansal proteinin iyi bir kaynağı olan hem de sosyoekonomik açıdan geniş bir kesime hitap eden tavuk göğüs etinin mürver çiçeği ekstraktı ile işlenerek kalite parametrelerinin iyileştirilmesi amaçlanan bu çalışmada, marinasyon uygulamasında yenilikçi bir alternatif olarak ultrases teknolojisinin kullanılması; ultrases destekli marinasyonla hem klasik marinasyon süresinin kısaltılması hem de daha homojen bir penetrasyon sağlanması hedeflenmiştir. Fakat literatürde ultrases destekli marinasyon teknolojisinde bitki kökenli ekstraktların marinasyon sıvısında kullanımına ve mürver çiçeği ekstraktının et sektöründe kullanıma nerdeyse hiç rastlanılmamıştır. Elde edilen bulguların gelecek çalışmalar adına, özellikle iyi bir antioksidan aktiviteye sahip mürver çiçeği ekstraktı oranının ve ultrases destekli marinasyonun optimum koşullarının belirlenip kombine halde kullanması için iyi bir referans noktası olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acton, E. and Morris, G.J. 1992. WO 99/20420
- Akbay, R., Yalçın, S., Ceylan, N. ve Olhan, E. 2000. Türkiye Tavukçuluğunda Gelişmeler ve Hedefler, Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, 795-810, Ankara.
- Alarcon-Rojo, A.D, Janacua, H., Rodriguez, J.C., Paniwyk, L. and Mason, T.J. 2015. Power ultrasound in meat processing. Meat Science. 107, 86-93.
- Alarcon-Rojo, A.D., Carillo-Lopez, L.M., Reyes-Villagrana, R., Huerta-Jimenez, M. and Garcia-Galicia, I.A. 2018. Ultrasound and meat quality: A Review. Ultrasonics Sonochemistry.
- Al-Dughaym, A.M. and Alatabari, G.F. 2010. Safety and quality of some chicken meat products in Al Ahsa markets Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 17, 37-42.
- Alifakı, Y.Ö., Şakıyan Demirkol, Ö. ve İşçi Yakan, A. 2018. Gilaburu (*Viburnum Opulus* L.) meyvesinden fenolik bileşiklerin ultrason destekli ekstraksiyonu. Gıda, 43(5), 846-855.
- Alonso, M.Z., Sanz, M.E., Padola, N.L. and Luchessi, P.M.A. 2014. Caracteriación de cepas de *Escherichia coli* enteropatogénico (EPEC) aisladas durante el proceso de faena de pollos. Rev Argent Microbiol, 46(2), 122-125.
- Alvarado, C. and McKee, S. 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. Journal of Applied Poultry Research, 16(1), 113-120.
- Alvarado, C.Z. and Sams, A.R. 2003. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. Poultry Science, 82, 1332-1336.
- Anonim. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2. Baskı, Ankara.
- Anonim. 2010. Kanatlı Hayvancılık Sektör Raporu.
- Anonim. 2011. TCR1 Bölgesi Hayvancılık Durum Raporu. Gaziantep.
- Anonim. 2018. Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi.
- Anonymus. 2000. "Official methods of analysis" (16th Edition). Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Washington, DC.
- Arends, B.J., Blindt, R.A., Janssen, J. and Patrick, M. 2003. US 6,630,185

- Arnold, G., Leiteritz, L., Zahn, S. and Rohm, H. 2009. Ultrasonic cutting of cheese: Composition affects cutting work reduction and energy demand. *International Dairy Journal*, 19, 314-320.
- Ashokkumar, M. and Mason, T.J. 2007. Sonochemistry, In: *Kirk-Othmer Encycl. Chem. Technol.* 353-372.
- Awad, T.S., Moharram, H.A., Shaltout, O.E., Asker, D. and Youssef, M.M. 2012. Application of ultrasound in analysis, processing and quaity control of food: A review. *Food Research International*, 48, 410-427.
- Baltić, T., Baltić, Ž.M., Mišić, D., Ivanović, J., Janjić, J., Bošković, M. and Dokmanovic, M. 2015. Influence of marination on *Salmonella* spp. growth in broiler bresat fillets. *Acta Veterinaria-Beograd*, 65(3), 417-428.
- Bekhit, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D. and Bickerstaffe, R. 2003. The effects of natural antioxidants on oxidative process and metmyoglobin reducing acticity in beef patties. *Food Chemistry*, 18, 175-187.
- Bhargava, N., Mor, R.S., Kumar, K. and Sharanganat, V.S. 2021. Advances in application of ultrasound in food proseccing: A review. *Ultrasonics-Sonochemistry*, 70, 1-12.
- Bhat, Z.F., Morton, J.D., Mason, S.L. and Bekhit, A.E.D.A. 2018. Applied and emerging methods for meat tenderization: A comparative perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 841-859.
- Birk, T. and Knøchel, S. 2009. Fate of food-associated bacteria in pork as affected by marinade, temperature and ultrasound. *Journal of Food Protection*, 72(3), 549-555.
- Birk, T., Grønlund, C.A., Christensen, B.B., Knøchel, S., Lohse, K. and Rosenquist, H. 2010. Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. *Journal of Food Protection*, 73 (2), 258-265.
- Boistier-Marquis, E., Lagsir-Oulahal, N. and Callard, M. 1999. Applications des ultrasons de puissance en industries alimentaires. *Industries Alimentaires & Agricoles*, 116, 23-31.
- Boles, J.A. and Shand, P.J. 2002. Tumbling regime effects on the processing characteristic and tenderness of cooked roast beef. *Journal of Muscle Food*, 13, 25-35.
- Boucher, R.M.G. 1959. Drying by airborne ultrasonics. *Ultrason*.

- Bowker, B. and Zhuang, H. 2017. Freezing-thawing and sub-sampling influence the marination performance of chicken breast meat. *Poultry Science*, 96, 3482-3488.
- Brandt, L.A. 2001. Marinades 'Meat' Challenges, *Prepared Foods*, 28-32.
- Burke, R.M. and Monahan, F.J. 2003. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Science*, 63, 161-168.
- Candoğan, K., Kolsarıcı, N., Özöğretmen, D. ve Akoğlu, İ. 2008. Salmura Konsantrasyonu ve Olgunlaştırma Süresinin Marine Hamsilerin Mikrobiyolojik, Duyusal ve Renk Kalitesine Etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Caraveo, O., Alarcon-Rojo, A.D., Renteria, A., Santellano, E. and Paniwyk, L. 2015. Physicochemical and microbiological characteristic of beef treated with high-intensity ultrasound and stored 4°C. *J Sci Food Agric*, 95, 2487-2493.
- Cárcel, J.A., Benedito, J., Bon, J. and Mulet, A. 2007. High intensity ultrasound effects of meat brining. *Meat Science*, 76, 611-619.
- Căta, A., Ștefănuț, M.N., Pop, R., Tănăsie, C., Moșoarcă, C. and Zamfir, A.D., 2016. Evaluation of antioxidant activities of some small fruits containing anthocyanins using electrochemical and chemical methods. *Croat. Chem. Acta*, 89(1), 1-12.
- Chantapakul, T., Tao, W., Chen, W., Liao, X., Ding, T. and Liu, D. 2020. Manothermosonication: Inactivation and effects on soy milk enzymes. *Ultrasonics-Sonochemistry*, 64, 1-9.
- Chemat, F. and Ashokkumar, M. 2017. Preface: Ultrasound in the processing of liquid foods, beverages and alcoholic drinks. *Ultrasonics Sonochemistry*, 38, 753.
- Chemat, F., Huma, Z. and Khan, M.K. 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.
- Chong, C.H., Law, C.L., Cloke, M., Hii, C.L., Abdullah, L.C. and Daud, W.R.W. 2008. Drying kinetics and product quality of dried Chempedak. *Journal of Food Engineering*, 88(4), 522-527.
- Chuo, S.C., Nasir, M.H., Mohd-Stepar, S.H., Mohamed, S.F., Ahmad, A. Wani, W.A. Muddassir, M. and Alarifi, A. 2020. A glimpse into the extraction methods of active compounds from plants. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1-30.
- Cohen, S.J. and Yang, T.C.S. 1995. Progress in food dehydration. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 20-25.

- Cóndon-Abanto, S., Aroyyo, C., Álvarez, I., Condón, S. and Lyng, J.G. 2016. Application of ultrasound in combination with heat and pressure for the inactivation of spore forming bacteria isolated from edible crab (*Cancer pagurus*). *International Journal of Food Microbiology*, 223, 9-16.
- Contreras-Lopez, G., Carnero-Hernandez, A., Huerta-Jimenez, M., Alarcon-Rojo, A.D., Garcia-Galicia, I. and Carrillo-Lopez, L.M. 2019. High-intensity ultrasound applied on cured pork: Sensory and physicochemical characteristics. *Food Science & Nutrition*, 8, 786-795.
- Cordeiro, T., Viegas, O., Silva, M., Martins, Z.E., Fernandes, I., Ferreira, I.M., Pinho, O., Mateus, N. and Calhau, C. 2020. Inhibitory effect of vinegars on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled pork. *Meat Science*, 167.
- Cox, D.R., Heeney, L.O. and Moore, S.R. 2002. US 6 436 454
- Cruz-Garibaldi, B.Y., Alarcon-Rojo, A.D., Huerta-Jimenez, M., Garcia-Galicia, I.A. and Carrillo-Lopez, L.M. 2020. Efficacy of ultrasonic-assisted curing is dependent on muscle size and ultrasonication system. *Processes*, 8, 1-15.
- Czechowska-Biskup, R., Rokita, B., Lofty, S., Ulanski, P. and Rosiak, J.M. 2005. Degradation of chitosan and starch by 360-kHz ultrasound. *Carbohydrate Polymers*, 60, 175-184.
- Çakmakçı, S. 1994. Gıda katkı maddesi olarak fosfatlar. *Gıda*, 19(1), 63-71.
- Çapan, B. and Bağdatlı, A. 2021. Investigation of physicochemical, microbiological and sensorial properties for organic and conventional retail chicken meat. *Food Science and Human Wellness*, 10, 183-190.
- Da Silva, R.F.R., Barreira, J.C.M., Heleno, S.A. Barros, L., Calhalha, R.C. and Ferreria, I.C. F.R. 2019. Anthocyanin Profile of Elderberry Juice: A Natural-Based Bioactive Colouring Ingredient with Potential Food Application. *Molecules*, 24, 1-13.
- Dawidowicz, A.L., Wianowska, D. and Baraniak, B. 2006. The antioxidant properties of alcoholic extracts from *Sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts). *LWT*, 39, 308-315.
- Demiröz, B. 2013. Çiftlikten Sofraya Güvenilir Piliç Eti Üretimi, 2. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 24-28 Nisan, Antalya.
- Deng, Y., Luo, Y., Wang, Y., Yue, J., Liu, Z., Zhong, Y. and Yang, H. 2014. Drying-induced protein and microstructure damages of squid fillets affected moisture

- distribution and rehydration ability during rehydration. Journal of Food Engineering, 123, 23-31.
- Dulf, F.V., Oroian, I., Vodnar, D.C., Socaciu, C. and Pintea, A. 2013. Lipid classes and fatty acid redistribution in triacylglycerols of seed oils of two *Sambucus* species (*S.nigra* L. and *S.ebulus* L.). Molecules, 18, 11768-11782.
- Duymuş, H. G., Göger, F. and Başer, K.H.C. 2014. In vitro antioxidant properties and anthocyanin compositions of elderberry extracts. Food Chemistry, 155, 112-119.
- Dżugan, M., Piżon, A., Tomczyk, M. and Kapusta, I. 2019. A new black elderberry dye enriched in antioxidants designed for healthy sweets production. Antioxidants, 8(257), 1-10.
- Ercan, S.Ş. and Soysal, Ç. 2013. Use of ultrasound in food preservation. Natural Science, 5, 5-13.
- Ergezer, H. 2005. Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyu özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 101, Denizli.
- Ergezer, H. ve Gökçe, R. 2004. Kanatlı etlerinin marinasyon tekniği ile işlenmesi. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 227-233.
- Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X. and Maté, J.I. 2014. Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. Food Control, 36, 69-75.
- Ferreira, S.S., Silva, A.M. and Nunes, F.M. 2020. *Sambucus nigra* L. Fruits and Flowers: Chemical Composition and Related Bioactivities. Food Reviews International, 1-30.
- Field, D., Ross, R.P. and Hill, C. 2018. Developing bacteriocins of lactic acid bacteria into next generation biopreservatives. Food Science, 20, 1-6.
- Fletcher, D.L. 2004. Further processing of poultry, In: Poultry Meat Processing and Quality. Mead, G.C. (eds), CRC Press, 108-135, Boca Roton.
- Gallego Juarez, J.A. 1998. Some applications of air-bone power ultrasound to food processing, In: Ultrasound in Food Processing. Povey, M.J.W. ve Mason, T.J. (eds), 127-143, Glasgow.
- Gallego-Juarez, J.A. 2010. High-power ultrasonic processing: recent developments and prospective advances. Physics Procedia, 3, 35-47.

- Gallego-Juarez, J.A., Rodriguez-Corral, G., Acosta-Aparicio, V.M., Andres-Gallego, E., Blanco-Blanco, A. and Montouya-Vitini, F. 2002. ES 2 212 896
- Gambuteanu, C. and Alexe, P. 2015. Comparison of thawing assisted by low-intensity ultrasound on technological properties of pork Longissimus dorsi muscle. J Food Sci Technol, 52(4), 2130-2138.
- Gao, T., Li, J., Zhang, L., Jiang, Y., Ma, R., Song, L., Gao, F. and Zhou, G. 2015. Effect of different tumbling marination treatments on the quality characteristics of prepared pork chops. Asian Australasian Journal of Animal Science, 28(2), 260-267.
- Ghollasi-Mood, F., Mohsenzadeh, M., Hoseindokht, M.R. and Varidi, M. 2016. Quality changes air-packaged chicken meat stored under different temperature conditions and mathematical modelling for predicting the microbial growth and shelf life. Journal of Food Safety, 37(3), 1-9.
- Gómez-Salazar, J.A., Ochoa-Montes, D.A., Ceron-Garcia, A., Ozuna, C. and Sosa-Morales, M.E. 2018. Effect of acid marination assisted by power ultrasound on the quality of rabbit meat. Journal of Food Quality, 2018,1-6.
- González-González, L., Luna-Rodriguez, L., Carrillo-Lopez, L.M., Alarcon-Rojó, A.D., Garcia-Galicia, I. and Reyes-Villagrana, R. 2017. Ultrasound as an alternative to conventional marination: Acceptibility and mass transfer. Journal of Food Quality, 2017, 1-8.
- Got, F., Culioli, J., Berge, P., Vignon, X., Astruc, T., Quideau, J.M. and Lethiecq, M. 1999. Effects of high-intensity high-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. Meat Science, 51, 35-42.
- Gou, P., Comaposada, J. and Arnau, J. 2003. NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the *Gluteus medius* muscle of pork ham. Meat Science, 63, 29-34.
- Grau, R., Sánchez, A.J., Girón, J., Iborra, E., Fuentes, A. and Barat, J.M. 2011. Nondestructive assesment of freshness in packaged sliced chicken breasts using SW-NIR spectroscopy. Food Research International, 44, 331-337.
- Gregoy, N.G. 2010. How climatic changes could affect meat quality. Food Research International, 43, 1866-1873.
- Hamm, R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measumerements, In: Muscle as Food, Becthel (eds), Academic Press Inc., 135-192.

- Hashizawa, Y., Kubota, M., Kadowaki, M. and Fujimura, S. 2013. Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, color, water-holding capacity and shear force, under heat stress conditions. *Animal Science Journal*, 84, 732-736.
- Hausgerate, B.S. 1978. GER DE 2950-384
- Ho, G.T.T., Zou, Y-F., Aslaksen, T.H., Wagensteen, H. and Barsett, H. 2016. Structural characteriation of bioactive pectic polysaccharides from elderflowers (*Sambuci flos*). *Carbonhydrate Polymers*, 135, 128-137.
- Honikel, K.O. 1998. Refrence methods for the assesment of physical chracteristic of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457.
- Hoover, D.G. 2000. Special supplement kinetics of microbial inactivation for alternative food prossing technologies (ultrasound). *J. Food Sci*, 93-95.
- Huang, G., Chen, S., Dai, C., Sun, L., Sun, W., Tang, Y., Xiong, F., He, R. and Ma, H. 2017. Effects of ultrasound on microbiological growth and enzyme activity. *Ultrasonics Sonochemsitry*, 37, 144-149.
- Inguglia, E.S., Burgees, C.M., Kerry, J.P. and Tiwari, B.K. 2019. Ultrasound-asisted marination: Role of frequencies and treatment time on the quality of sodium-reduced poultry meat. *Foods*, 8(473), 1-11.
- Inguglia, E.S., Granato, D., Kerry, J.P., Tiwari, B.K. and Burgeess, C.M. 2020. Ultrasound for meat processing: Effects of salt reduction and storage on meat quality parameters. *Applied Sciences*, 11, 1-14.
- ITIS. 2016. *Sambucus L.* Taxonomic serial no: 3515. Intagrated taxonomic information system. Taxxonomy and Nomenclature.
- İncili, G.K., Akgöl, M., Aydemir, M.E., Alan, S., Mutlu, M., İlhak, O.İ. and Öksüztepe, G. 2020. Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium in homemade marinade and on marinated chicken drumstickes, wings and breast meat. *LWT-Food Science and Technology*, 134, 1-7.
- Jambrak, A.R. and Herceg, Z. 2014. Application of ultrasound in food preservation and processing. In: *Conventional and Advanced Food Processing Technology*. Bhattacharya, S. (eds), Wiley Online Library: Hoboken, 515-536, USA.
- Jambrak, A.R., Mason, T.J., Paniwnyk, L. and Lelas, V. 2007. Accelerated drying of button mushrooms, Brusells sprouts and cauliflower by applying power ultrasound and its rehydration properties. *Journal of Food Engineeering*, 81, 88-97.

- Jayasooriya, S.D., Bhandari, B.R., Torley, P. and D'Arcy, B.R.D. 2004. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review. *International Journal of Food Properties*, 7(2), 301-319.
- Jayasooriya, S.D., Torley, P.J., D'Arcy, B.R. and Bhandari, B.R. 2007. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine *Semitendinosus* and *Longissimus* muscles. *Meat Science*, 75, 628-639.
- Kaack, K., Christensen, L.P., Hughes, M. and Eder, R. 2006. Relationship between sensory quality and volatile compounds of elderflower (*Sambucus nigra* L.) extracts. *Eur Food Res Technol*, 223, 57-70.
- Kalahrodi, M.M., Baghaci, H., Emadzadeh, B. and Bolandi, M. 2020. The combined effect of asparagus juice and balsamic vinegar on the tenderness, physicochemical and structural attributes of beefsteak. *J Food Sci Technol*, 58(8), 3143-3153.
- Kang, D., Zou, Y., Cheng, Y., Xing, L., Zhou, G. and Zhang, W. 2016a. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. *Ultrasonics Sonochemistry*, 33, 47-53.
- Kang, D., Wang, A., Zhou, G., Zhang, W., Xu, S. and Guo, G. 2016b. Power ultrasonic and mass transport of beef: Effects of ultrasound intensity and NaCl concentration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 35, 36-44.
- Kang, N., Zuo, Y.J., Hilliou, L., Ashokkumar, M. and Hemar, Y. 2016c. Viscosity and hydrodynamic radius relationship of high-power ultrasound depolymerised starch pastes with different amylose content. 52, 183-191.
- Karam, L., Roustom, R., Abiad, M.G., El-Obeid, T. and Savvaidis, I.N. 2019. Combined effects of tyhmol, carcavol and packaging on the shelf life of marinated chicken. *International Journal Food of Microbiology*, 291, 42-47.
- Kargiotou, C., Katsanidis, E., Rhoades, J., Kontominas, M. and Koutsoumanis, K. 2011. Efficacies of soy sauce and wine base marinades for controlling spoilage of raw beef. *Food Microbiology*, 28, 158-163.
- Kasaai, M.R. 2013. Input-power mechanism relationship ultrasonic irradiation: Food and polymer application. *Natural Science*, 5(8A2), 14-22.
- Keeton, J.T. 2001. Formed and emulsion products. In: *Poultry Meat Processing*. Owens, C.M., Alvarado, C.Z. ve Sams, A.R. (eds), CRC Press, 195-226, Florida.
- Kılınç, B. 2003. Sardalya balığından (*Sardina pilchardus* W.1972) marinat üretimi ve raf ömrü bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 139, İzmir.

- Kim, H.W., Hwang, K.E., Song, D.H., Kim, Y.J., Lim, Y.B., Choi, J.H., Choi, Y.S., Kim, H.Y. and Kim, C.J. 2014. Effects of soy sauce on physicochemical and textural properties of tumbled chicken breast. *Poultry Science*, 93, 680-686.
- Kim, H-Y., Kim, K-J., Lee, J-G., Kim, G-W., Choe, J-H., Kim, H-W., Yoon, Y. and Kim, C-J. 2015. Quality characteristics of marinated chicken breast as influenced by the methods of mechanical processing. *Korean J. Food Sci. A.*, 35(1), 101-107.
- Kim, S.Y., Song, D.H., Ham, Y.K., Choi, Y.S., Choi, J.H. and Kim, H.W. 2019. Efficacy of tumbling in soy sauce marination of pork loins: effects of tumbling time and temperature. *J Food Sci Technol*, 56(12), 5282-5288.
- Kołodziej, B. and Drożdżał K. 2011. Właściwości przeciwutleniające kwiatów i owoców bzu czarnego poyskiwanego ze stanu naturalnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(77), 36-44.
- Kolsarıcı, N. and Candoğan, K. 1995. The effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf life of vacuum-packed chicken meats. *Processing and Products*, 1884-1893.
- Kolsarıcı, N., Turhan, K., Çakmakçı, L. ve Elibol, O. 1993. Kanatlı Et Ürünleri Üretim Teknolojileri, Uluslararası Tav. Kong., 137-154, İstanbul.
- Krawitz, C., Mraheil, M.A., Stein, M., İmirzalioglu, C., Domann, E., Pleaschka, S. and Hain, T. 2011. Inhibitory activity of a standardized elderberry liquid extract against clinically-relevant human respiratory bacterial pathogens and influenza A and B viruses. *Complementary and Alternative Medicine*, 11(16), 1-6.
- Kumar, Y., Yadav, D.N., Ahmad, T. and Narsaiah, K. 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 796-812.
- Kyllönen, H., Pirkonen, P., Nyström, M., Nuortila-Jokinen, J. and Grönroos, A. 2006. Experimental aspects of ultrasonically enhanced cross-flow membrane filtration of industrial wastewater. *Ultrasonics Sonochemistry*, 13, 295-302.
- Lawrence, T.E., Dikeman, M.E., Hunt, M.C., Kastner, C.L. and Johnson, D.E. 2003. Staged injection marination with calcium lactate, phosphate and salt may improve beef water-binding ability and palatability traits. *Meat Science*, 65, 967-972.
- Lawrie, R.A. 1998. The conversion of muscle to meat. In: *Lawrie's Meat Science*. Lawrie, R.A. (eds), Woodhead Publishing Limited, 219-230, Cambridge.

- Leighton, T.G. 1998. The principles of cavitation, In: Ultrasound in Food Processing. Povey, M.J.W. ve Mason, T.J. (eds), Blackie Academic & Professional, 151-178, London.
- Lemos, A.L.S.C., Nunes, D.R.M. and Viana, A.G. 1999. Optimization of still-marinating process of chicken parts. Meat Science, 52, 227-234.
- Li, J., Ma, L., Liao, X., Liu, D., Lu, X., Chen, S., Ye, X. and Ding, T. 2018. Ultrasound-induced *Escherichia coli* O157:H7 cell death exhibits sphysical disruption and biochemical apoptosis. Frontiers in Microbiology, 9, 1-10.
- Llull, P., Simal, S., Benedito, J. and Rosselló, C. 2002. Evaluation of textural properties of a meat-based product (sobrassada) using ultrasonic techniques. Journal of Food Engineering, 53, 279-285.
- Louisnard, O. and González-García, J. 2011. Acoustic cavitation. In: Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Feng, H., Barbosa-Canovas, G.V. ve Weiss, J. (eds), Springer, 13-64, New York.
- Lytou, A.E., Nychas, G-J.E. and Panagou, E.Z. 2018. Effect of pomegranate based marinades on the microbiological, chemical and sensory quality of chicken meat: A metabolomics approach. International Journal Food of Microbiology, 267, 42-53.
- Lytou, A.E., Tzortzinis, K., Skandamis, P.N., Nychas, E.G.J. and Panagou, E.Z. 2019. Investivating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation of *Salmonella* on chicken breast fillets. International Journal of Food Microbiology, 299, 47-57.
- Ma, T., Wang, J., Wang, L., Yang, Y., Yang, W., Wang, H., Lan, T., Zhang, Q. and Sun, X. 2020. Ultrasound-combined strelization technology: An effective strelization tecnique ensuring the microbial safety of grape juice and significantly improving its quality. Foods, 9, 1-19.
- Mandrone, M., Lorenzi, B., Maggio, A., La Mantia, T., Scordino, M., Bruno, M. and Poli, F. 2014. Polyphenols pattern and correlation with antioxidant activities of berries extracts from four different populations of Sicilian *Sambucus nigra* L. Natural Product Research, 28, 1246-1253.
- Mariutti, L.R.B. and Bragagnolo, N. 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. Food Reserch Inrenational, 94, 90-100.
- Martini, S., Suzuki, A.H. and Hartel, R.W. 2008. Effect of high intensity ultrasound on crystallization behavior of anhydrous milk fat. J Am Oil Chem Soc, 85, 621-628.

- Mason, T.J., Riera, E., Vercet, A. and Lopez-Busea, P. 2005. Application of ultrasound, In: Emerging Technologies for Food Processing, Sun, D-W. (eds), Elsevier, 323-352, Amsterdam.
- Mc Evoy, J.H. 2003. The Might of Marinades, Prepared Foods, 12-14.
- McCarthy, T.L., Kerry, J.P., Kerry, J.F., Lynch, P.B. and Buckley, D.J. 2001. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidant and vitamin E in raw and cooked pork patties. Meat Science, 57, 45-52.
- McDonnell, C.K., Lyng, J.G., Arimi, J.M. and Allen, P. 2014. The acceleration of pork curing by power ultrasound: A pilot-scale production. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 26, 191-198.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 2007. Sensory Evaluation Techniques 4th Edition. Florida, USA: CRC Press, 1-464.
- Mielnik, M.B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D. and Skrede, G. 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked cold stored turkey meat. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie-Food Science and Technology, 39, 191-198.
- Mikulic-Petkovsek, M., Ivancic, A., Schmitzer, V., Veberic, R. and Stampar, F. 2016. Comparison of major taste compounds and antioxidative properties of fruits and flowers different *Sambucus* species and interspecific hybrids. Food Chemistry, 200, 134-140.
- Młynarczk, K., Ealkowiak-Tomczak, D. and Łysiak, G.P. 2018. Biactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. Journal of Functional Foods, 40, 377-390.
- Młynarczyk, K., Wałkowiak-Tomczak, D., Staniek, H., Kidoń, M. and Łysiak, G.P. 2020. The content of selected minerals, bioactive compounds, and the antioxidant properties of the flowers and fruit of selected cultivars and wildy growing plants of *Sambucus nigra* L. Molecules, 25 (876), 1-11.
- Morey, M.D., Deshpande, N.S. and Barigou, M. 1999. Foam destabilization by mechanical and ultrasonic vibrations. Journal of Colloid and Interface Science, 219, 90-98.
- Mortazavi, A. and Tabatabaie, F. 2008. Study of ice cream freezing process after treatment with ultrasound. World Applied Sciences Journal, 4(2), 188-190.
- Moutiq, R., Misra, N.N., Mendonça, A. and Keener, K. 2020. In-package decontamination of chicken breast using cold plasma technology: Microbial, quality and storage studies. Meat Science, 159, 1-9.

- Mulet, A., Cárcel, J.A., Sanjuán, N. and Bon, J. 2003. New food drying technologies-use of ultrasound. *Food Sci Tech Int*, 9(3), 215-218.
- Naeli, M.H. and Kenari, R.E. 2017. Effect of ultrasound bath and probe combined to brine and brine-polyphosphate solutions on the qualitative and textural properties of beef meat. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 13(6), 117-130.
- Nisiotou, A., Chorianopoulos, N.G., Gounadaki, A., Panagou, E.Z. and Nychas, G-J.E. 2013. Effect of wine-based marinades on the behavior of *Salmonella* Typhimurim and background flora in beef fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 164,119-127.
- NRCS. Natural Resources Conservation Service. 2016. Classification for Kingdom Plantae Down Family Caprifoliaceae.
- Ojha, S.K., Keenan, D.F., Bright, A., Kerry, J.P. and Tiwari, B.K. 2016. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect of physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 37-45.
- Ozuna, C., Puig, A., García-Pérez, J.V., Mulet, A. and Cárcel, J.A. 2013. Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural properties of pork meat (*Longissimus dorsi*) brined at different NaCl concentrations. *Journal of Food Engineering*, 119, 84-93.
- Özden, Ö. And Erkan, N. 2005. Biogenic amines as hygiene and quality criteria in marinated fish. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 56, 41-44.
- Palanisamy, N., Seale, B., Turner, A. and Hemar, Y. 2019. Low frequency ultrasound inactivation of thermophilic bacilli (*Geobacillus* spp. and *Anoxybacillus flavithermus*) in the presence of sodium hydroxide and hydrogen peroxide. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 51, 325-331.
- Parks, S.S., Reynolds, A.E. and Wicker, L. 2000. Aqueous apple flavoring in breast muscle has physical, chemical, and sensory properties similar to those of phosphate-marinated controls. *Poultry Science*, 79, 1183-1188.
- Pathania, A., McKee, S.R., Bilgili, S.F. and Singh, M. 2010. Antimicrobial activity of commercial marinades against multiple strains of *Salmonella* spp. *International Journal of Food Microbiology*, 139, 214-217.
- Peña-González, E.M., Alarcón-Rojo, A.D., Rentería, A., García, I., Santellano, E., Quintero, A. and Luna, L. 2017. Quality and sensory profile of ultrasound-treated beef. *Ital. J. Food Sci.*, 29, 463-475.

- Perera, C.O. and Alzahrani, M.N.J. 2021. Ultrasound as a pre-treatment for extraction of bioactive compounds and food safety: A review. *LT-Food Science and Technology*, 142, 1-6.
- Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., Fanbre, R. and Kueider, S. 2006. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets with washed mechanically deboned chicken meat: Research note. *Meat Science*, 72, 785- 788.
- Picouet, P.A., Sala, X., Garcia-Gil, N., Nolis, P., Colleo, M., Parella, T. and Arnau, J. 2012. High pressure processing of dry-cured ham: Ultrastructural and molecular changes affecting sodium and water dynamics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 16, 335-340.
- Pinon, M., Paniyk, L., Alarcon-Rojo, A.D., Renteria, A.L. and Carillo-Lopez, L.M. 2020. Microbiological properties of poultry breast meat treated with high-intensity ultrasound. *Ultrasonics*, 102, 1-6.
- Pliszka, B., Waźbińska, J., Puczel, U. and Huszcza-Ciołkowska, G. 2005. Biologicznie czynne związki polifenolowe zawarte w owocach różnych odmian hodowlanych i dziko rosnącego bzu czarnego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 507, 443-449.
- Pohlman, F.W., Dikeman, M.E., Zayas, J.F. and Unruh, J.A. 1997. Effects of ultrasound and convection cooking to different end point temperatures on cooking characteristics, shear force and sensory properties, composition and microscopic morphology of beef longissimus and pectoralis muscles. *J. Ani. Sci.*, 75, 386-401.
- Pudziuvelyte, L., Jakštas, V., Ivanauskas, L. Laukevičiene, A., Ibe, C.F.D., Kursvietiene, L. and Bernatoniene, J. 2018. Different extraction methods for phenolic and volatile compounds recovery from *Elsholtzia ciliata* fresh and dried herbal materials. *Industrial Crops & Products*, 120, 286-294.
- Rawson, F.F. 1988. An introduction to ultrasonic food cutting, In: *Ultrasound in Food Processing*, Povey, M.J.W. ve Mason, T.J. (eds), Blackie Academic & Professional, Glasgow.
- Rhoades, J., Kargiotou, C., Katsanidis, E. and Koutsoumanis, K.P. 2013. Use of marination for controlling *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in raw beef. *Food Microbiology*, 36, 248-253.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. and Paganga, G. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine*, 20(7), 933-956.

- Riener, J., Noci, F., Cronin, D.A., Morgan, D.J. and Lyng, J.G. 2009. Characterisation of volatile compounds generated in milk by high intensity ultrasound. *International Dairy Journal*, 19, 269-272.
- Riesz, P., Berdahl, D. and Christman, L. 1985. Free radical generation by ultrasound in aqueous and nonaqueous solutions. *Environmental Health Perspectives*, 64, 233-252.
- Rodriguez, H., Curiel, J.A., Landete, J.M., las Rivas, B., De Felipe, F.L., Gómez-Cordovés, C., Mancheño, J.M. and Muñoz, R. 2009. Food phenolics and lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 132, 79-90.
- Sánchez, E.S., Simal, S. Fermentia, A., Benedito, J. and Rosello, C. 1999. Influence of ultrasound on mass transport during cheese brining. *Eur. Food. Res. Technol.* 209, 215-219.
- Sánchez, E.S., Simal, S. Fermentia, A. and Rosello, C. 2000. Effect of acoustic brining on the transport of sodium chloride and water in Mahon cheese. *Eur. Food. Res. Technol.* 212, 39-43.
- Santos, H.C., Brandelli, A. and Ayub, M.A.Z. 2004. Influence of postmortem aging in tenderness of chicken breast fillets. *Ciencia Rural Santa Maria*, 34(3), 905-910.
- Sayılı, M. 2006. Kuş Gribinin Tüketicilerin Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıklarının Etkisi (Tokat İli Örneği). *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 25-31.
- Schenderlyuk, V. and Bykowski, P.J. 1990. Salting and marinating of fish, In: *Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation*. Sikorski, E.Z. (eds), CRC Press, 142-162.
- Schmid, G. ve Rommel, O. 1939. Rupture of macromolecules with ultrasound. *Z. Phys. Chem. A*. 185, 97-139.
- Schneider, Y., Zahn, S. and Rohm, H. 2008. Power requirements of the high-frequency generator in ultrasonic cutting of foods. *Journal of Food Engineering*, 86, 61-67.
- Schneider, Y., Zahn, S., Schindler, C. and Rohm, H. 2009. Ultrasonic excitation affects friction interactions between food materials and cutting tools. *Ultrasonics*, 49, 588-593.
- Scotto, A. 1988. FR 2 604 063
- Segovia, F.J., Corral-Pérez, J.J. and Almajano, M.P. 2016. Avocado seed: Modeling extraction of bioactive compounds. *Industrial Crops and Products*, 85, 213-220.

- Senica, M., Stampar, F., Veberic, R. and Mikulic-Petkovsek, M. 2016. Processed elderberry (*Sambucus nigra* L.) products: A beneficial or harmful food alternative?. LWT- Food Science and Technology, 72, 182-188.
- Shi, H., Zhang, X., Chen, X., Fang, R., Zou, Y., Wang, D. and Xu, W. 2020. How ultrasound combined with potassium alginate marination tenderizes old chicken breast meat: Possible mechanism from tissue to protein. Food Chemistry. 328, 1-8.
- Shi, Z., Zhong, S., Yan, W., Liu, M., Yang, Z. and Qiao, X. 2019. The effects of ultrasonic treatment on the freezing rate, physicochemical quality, and microstructure of the back muscle of grass carp. LWT- Food Science and Technology, 111, 301-308.
- Sidor, A. and Gramza-Michałowska, A. 2015. Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food- a review. Journal of Functional Foods, 18, 941-958.
- Silva, F.V.M. and Evelyn. 2020. Resistant moulds as pasteurization target for cold distributed high pressure processed fruit products. Journal of Food Engineering, 282, 1-8.
- Silva, P., Ferreira, S. and Nunes, F.M. 2017. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) by-products a source of anthocyanins and antioxidant polyphenols. Industrial Crops and Products, 95, 227-234.
- Simal, S., Benedito, J., Sánchez, E.S. and Roselló, C. 1998. Use of ultrasound to increase mass transport rates during osmotic dehydration. Journal of Food Engineering, 36, 323-336.
- Simal, S., De Mirabó, F.B., Deyá, E. and Roselló, C. 1997. A simple model to predict mass transfer in dehydration by osmosis. Z. Lebensm Unters Forsch A. 204, 210-214.
- Siró, I., Vén, Cs., Balla, Cs., Jónás, G., Zeke, I. and Fredich, L. 2009. Application of an ultrasonic assisted curing technique for improving the diffusion sodium chloride in porcine meat. Journal of Food Engineering, 91, 353-362.
- Smith, D.P. 1999. Marination: tender the bottom line. Broiler Industry, 62(6), 24-27.
- Smith, D.P. 2011. Effect of ultrasonic marination on broiler breast meat quality and *Salmonella* contamination. International Journal of Poultry Science, 10(10), 757-759.

- Smith, D.P. and Acton, J.C. 2001. Marination, cooking and curing of poultry products, In: Poultry Meat Processing. Owens, M. C., Alvarado, C.Z. ve Sams, A.R. (eds), CRC Pres, 257-279, Boca Raton.
- Smith, N.B., Cannon, J.E., Novakofski, J.E., McKeith, F.K. and O'Brien, W.D. Jr. 1991. Tenderization of semitendinosus muscle using high intensity ultrasound. Ultrasonics Symposium. 1371-1373, USA.
- Smythe, M.C. and Wakeman, R.J. 2000. The use of acoustic fields as a filtration and dewatering aid. Ultrasonics, 38, 657-661.
- Stadnik, J., Dolatowski, Z.J. and Baranowska, H.W. 2008. Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (m.semimembranosus) during ageing. LWT-Food Science and Technology, 41, 2151-2158.
- Stoilova, I., Wilker, M., Stoyanova, A., Krastanov, A. and Stanchev, V. 2007. Antioxidant activity of extract from elder flower (*Sambucus nigra* L.). Herba Polonica, 53(1), 45-54.
- Tan, F.J. 2002. Microbiological, physical, and sensory characteristics of marinated chicken drumsticks treated with nisin, thermal treatment, tumbling, and the lactoperoxidase system. Doktora Tezi, The Ohio State University, Department of Animal Science, 261, USA.
- Tan, F.J. and Ockerman, H.W. 2005. Applicability of nisin and tumbling to improve the microbiological quality of marinated chicken drumsticks. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 19(2), 292-296.
- Tan, M.S., de Kock, H.L., Dykes, G.A., Coorey, R. and Buys, E.M. 2018. Enhancement of poultry meat: Trends, nutritional profile, legislation and challenges. South African Journal of Animal Science, 48(2), 199-212.
- Taşkın, A. 2003. Gaziantep İli Nizip İlçesinde Tüketicilerin Tavuk Eti ve Yumurta Tüketim Düzeyleri İle Tüketim Alışkanlıklarının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 60, Şanlıurfa.
- Tichivangana, J., and Morrissey, P.A. 1985. Metmyoglobin and inorganic metals as pro-oxidants in raw and cooked muscle system, Meat Science, 15(2), 107-116.
- Topolska, J., Kostecka-Gugała, A., Ostachowicz, B. and Latowski, D. 2020. Selected metal content and antioxidant capacity of *Sambucus nigra* flowers from the urban areas versus soil parameters and traffic intensity. Environmental Science and Pollution Research, 27, 668-677.

- Turhan, S., Sarıcaoglu, F.T. and Oz, F. 2013. The effect marinating on the transport of acetic acid and salt in anchovy marinades. *Food Sci. Technol. Res.*, 19(5), 849-853.
- U-Chupaj, J., Malila, Y., Giozzi, G., Vannini, L., Dellarosa, N., Laghi, L., Petracci, M., Benjakul, S. and Visessanguan, W. 2021. Influence of non-phosphate and low-sodium salt marination in combination with tumbling process on properties of chicken breast meat affected by striping abnormality. *Journal of Food Science*, 86(2), 319-326.
- Uzlaşır, T., Kadiroğlu, P., Selli, S. and Kelebek, H. 2020. LC-DAD-ESI-MS/MS characterization of elderberry (*Sambucus nigra*) phenolic compounds in ethanol, methanol, and aqueous extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1-10.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., Vasiliadou, S. 1997. Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmanirus officinalis*) extract on the stability of filette and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205, 93-96.
- Vazgeçer, B., Ulu, H. ve Öztan, A. 2005. Et ve et ürünlerden baharatın antioksidan ve antimikrobiyal etkisi. *Gıda*, 30(2), 75-81.
- Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F. and Schmitzer, V. 2009. European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acid, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry*, 114, 511-515.
- Viapiana, A. and Wesolowski, M. 2017. The phenolic contents and antioxidant activities of infusions of *Sambucus nigra* L. *Plants Foods Hum Nutr*, 72, 82-87.
- Vilkhu, K., Mason, R., Simons, L. and Bates, D. 2008. Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-A review. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 9, 161-169.
- Vujanović M., Majkić, T., Zengin, G., Beara, I., Cvetanović, A., Mahomoodally, F.M. and Radoković, M. 2019. Advantages of contemporary extraction techniques for the extraction of bioactive constituents from black elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers. *Industrial Crops & Products*, 136, 93-101.
- Wang, W., Weng, X. and Cheng, D. 2000. Antioxidant activities of natural phenolic components from *Dalbergia odorifera* T.Chen. *Food Chemistry*. 71, 45-49.
- Wang, X., Majzoobi, M. and Farahnaky, A. 2020. Ultrasound-assisted modification of functional properties and biological activity of biopolymers: A review. *Ultrasonics-Sonochemistry*, 65, 1-15.

- Wang, Y., Zhang, W. and Zhou, G. 2019. Effects of ultrasound-assisted frying on the physicochemical properties and microstructure of fried meat. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 2915-2926.
- WHO. 2007. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. 265, Singapur.
- Xargayó, M., Largares, J., Fernández, E., Ruiz, D. and Borell, D. 2001. Marination of fresh meats by means of spray effect: Influence of spray injection on the quality of marinated products. *Fleischwirtschaft International*, 81(2), 93-98.
- Xiong, G., Fu, X., Pan, D., Qi, J., Xu, X., and Jiang, X. 2020. Influence of ultrasound-assisted sodium bicarbonate marination on the curing efficiency of chicken breast meat. *Ultrasonics-Sonochemistry*, 60, 1-7.
- Yaman, A. 2015. Kanatlı etlerinde PSE oluşumu ve PSE'li etlerin teknolojik ve biyokimyasal özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 223, Ankara.
- Yang, J., Lee, D., Afaisen, S. and Gadi, R. 2013. Inactivation by lemon juice of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Enteridis*, and *Listeria monocytogenes* in beef marinating for the ethnic food kelaguen. *International Journal of Food Microbiology*, 160, 353-359.
- Yetim, H. ve Gökalp, Y. 1998. Et teknolojisinde tumbling ve massaging I. Genel prensipleri, teknikleri ve ön işlemleri. *Gıda*, 13(6), 431-437.
- Yeung, C.K. and Huang, S.C. 2017. Effects of ultrasound pretreatment and ageing processing on quality and tenderness of pork loin. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(11), 809-816.
- Young, L.L. and Buhr, R.J. 2000. Effect of electrical stimulation and polyphosphate marination on drip from early-harvested, individually quick-frozen chicken breast fillets. *Poultry Science*, 79, 925-927.
- Young, L.L. and Lyon, C.E. 1997. Effect of postchill aging and sodium tripolyphosphate on moisture binding properties, color, and Warner-Bratzler shear values of chicken breast meat. *Poultry Science*, 76, 1587-1590.
- Yusop, M.S., O'Sullivan, M.G., Kerry, J.F. ve Kerry, J.P. 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. *Meat Science*, 85, 657-663.
- Zhang, J., Zhang, Y., Zou, Y. and Zhang, W. 2021. Effects of ultrasound-assisted cooking on quality characteristics of spiced beef during cold storage. *LWT-Food Science and Technology*, 136, 1-9.

- Zhang, M., Niu, H., Chen, Q., Xia, X. and Kong, B. 2018. Influence of ultrasound-assisted immersion freezing on the freezing rate and quality of porcine longissimus muscle. *Meat Science*, 136, 1-8.
- Zheng, M., Detienne, N.A., Barnes, B.W. and Wicker, L. 2000. Tenderness and yields of poultry breast are influenced by phosphate type and concentration of marinade. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 82-87.
- Zheng, W. and Wang, S.Y. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blubberies, cranberries, chokeberries, and lingonberries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(2), 502-509.
- Zou, Y., Shi, H., Xu, P., Jiang, D., Zhang, X., Xu, W. and Wang, D. 2019. Combined effect of ultrasound and sodium bicarbonate marination on chicken breast tenderness and its molecular mechanism. *Ultrasonics- Sonochemistry*, 59, 1-8.
- Zou, Y., Zhang, W., Kang, D. and Zhou, G. 2018. Improvement of tenderness and water holding capacity of spiced by the application of ultrasound during cooking. *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 828-836.