



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI MEYVE SULARI İLE MARİNE EDİLMİŞ
TAVUK GÖĞÜS ETLERİNİN
FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ULTRASONİK
DALGALARIN ETKİLERİ**

**NAZLİCAN ÇİMEN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Mayıs-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Nazlıcan Çimen tarafından hazırlanan “**Bazı Meyve Suları ile Marine Edilmiş Tavuk Göğüs Etlerinin Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Ultrasonik Dalgaların Etkileri**” adlı tez çalışması 12/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SUBAPKonya, Türkiye) tarafından 20201078 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Nazlıcan ÇİMEN

Tarih:12/05/2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI MEYVE SULARI İLE MARİNE EDİLMİŞ TAVUK GÖĞÜS ETLERİNİN FİZİKOKİMYASAL VE TEKSTÜREL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ULTRASONİK DALGALARIN ETKİLERİ

NAZLİCAN ÇİMEN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL

2022, 64 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Kübra ÜNAL

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra Sultan TİSKE İNAN

Bu çalışmada ekonomik yumurta verimini tamamlamış (çıkma) tavuk göğüs etlerine ultrasonik ses dalgaları (sonikasyon) destekli marinasyon işlemi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan çıkma tavuk göğüs etleri kivi ve limon suyu ile marine edildikten sonra pişirme kaybı, sızıntı kaybı, su tutma kapasitesi gibi çeşitli teknolojik özellikleri, renk (L^* , a^* , b^*), pH gibi fizikokimyasal özellikleri, tekstürel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca etlerin diferansiyel taramalı kalorimetre özellikleri (DSC) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) altında görüntüleri belirlenmiştir. Marine edilen çıkma tavuk göğüs etleri Sous vide (SV) tekniği ile pişirilip 14 gün süre ile depolanmıştır. Depolanan örneklerde pH, renk ve Tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı analizleri yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilen grupta pişirme kaybı diğer örneklerle göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). Çıkma tavuk etlerine uygulanan ultrasonik ses dalgaları destekli marinasyon işlemi, tek başına uygulanan marinasyon işlemine göre örneklerin su tutma kapasitesi ve sızıntı kayıplarını artırmıştır ($p < 0.05$). Örneklerin marinat absorblama miktarları %0.05 ile %10.75 arasında değişim göstermiştir. Örneklerin L^* değerleri 53.47-65.52 arasında, a^* değerleri 0.33-2.70 arasında, b^* değerleri 1.39-5.28 arasında belirlenmiştir. DSC verilerine göre, ultrasonik ses dalgaları destekli marinasyon işlemi et proteinlerinin termal denatürasyon sıcaklıklarını düşürmüştür. Kesme kuvveti 0.30 ile 9.73 N arasında iken, sertlik değerleri 60.48 N ile 343.49 N arasında belirlenmiştir. Uygulanan marinasyon işleminin örneklerin duyuşsal özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$). SV yöntemi ile pişirilip depolanmış etlerin depolama süresince pH ve renk değerleri değişiklik göstermiştir. TBA miktarları 0.23 ile 1.65 mg malonaldehit/kg ürün arasında değişmiştir. Kullanılan kivi ve limon suları örneklerin lipid oksidasyon değerlerini düşürmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çıkma Tavuk Eti, Gevreklik, Kivi suyu, Limon suyu, Marinasyon, Ultrasonik ses dalgası, TBA

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF ULTRASONIC WAVES ON THE PHYSIOCHEMICAL AND TEXTURAL PROPERTIES OF CHICKEN BREAST MEATS MARINED WITH SOME JUICES

Nazlıcan ÇİMEN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Assist. Prof. Kübra ÜNAL
2022, 64 Pages**

**Jury
Assist. Prof. Kübra ÜNAL
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Assist. Prof. Sümeyra Sultan TİSKE İNAN**

In this study, ultrasound assisted (sonication) marination process was applied to chicken breast meat that has completed the economic egg production (chicken breast meat). After marinating with kiwi and lemon juice, various technological properties such as cooking loss, drip loss, water holding capacity, physicochemical properties such as color (L^* , a^* , b^*), pH, textural and sensory properties of the chicken breast used in the study examined. In addition, differential scanning calorimetry (DSC) and scanning electron microscopy (SEM) images of the meats were determined. Marinated chicken breast meats were cooked with the Sous vide (SV) technique and stored for 14 days. pH, color and thiobarbituric acid (TBA) number analyzes were performed on the samples.

According to the results, cooking loss were found to be lower in the group marinated in lemon juice assisted by ultrasound compared to the other samples ($p < 0.01$). Ultrasonic sound waves assisted marination applied to the breasted chickens increased the water holding capacity and drip loss of the samples compared to the marination process applied alone ($p < 0.05$). The marinade absorption amounts of the samples varied between 0.05% and 10.75%. The L^* values of the samples were determined between 53.47-65.52, a^* values between 0.33-2.70, b^* values between 1.39-5.28. According to DSC, ultrasound assisted marination process decreased the thermal denaturation temperatures of meat proteins. While the shear forces were between 0.30 and 9.73 N, the hardness values were between 60.48 N and 343.49 N. The effect of the applied marination process on the sensory properties of the samples was statistically insignificant ($p > 0.05$). The pH and color values of the SV cooked changed during the storage time. TBA amounts were found between 0.23 and 1.65 mg malonaldehyde/kg product. The kiwi and lemon juices decreased the lipid oxidation values of the samples.

Keywords: Chicken breast meat, Kiwi juice, Lemon juice, Marination, Tenderness, Ultrasound, TBA

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın başından sonuna kadar olan uzun ve meşakatli bir süreçte her daim bilgi birikimlerini bana aktaran, sürekli gelişmem için bana yardımcı olan, ilgisini, sevgisini ve manevi desteğini her zaman yakinen hissettiğim çok değerli ve kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Kübra Ünal'a sonsuz teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilimsel desteklerini, tecrübe ve görüşlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Mustafa Karakaya, Prof. Dr. Cemalettin Sarıçoban hocama teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar sürecimde bilgi ve birikimleriyle her zaman yanımda olan çok değerli hocam Dr. Ali Samet Babaoğlu'na, bu süreçte bana yardımcı olan Öğr. Gör. Hatice Berna Poçan'a, Zootekni Bölümü hocalarıma, sevgili yüksek lisans öğrenci arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her koşulda bana inanan ve yanımda olan, emeğini ve hakkını asla ödeyemeyeceğim ANNEM'e, bu günlere gelmem için azimle çalışmış, sevgisini ve ilgisini her zaman yakinen hissettiğim rahmetli BABAM'a ve kıymetli ABİM'e sonsuz teşekkür ederim.

Nazlıcan ÇİMEN
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal	12
3.2. Deneme Planı	12
3.3. Örneklerin Analize Hazırlanması	13
3.4. Analiz Yöntemleri.....	16
3.4.1. Renk analizi	16
3.4.2. pH tayini	16
3.4.3. Pişirme kaybı (PK) tayini	16
3.4.4. Su tutma kapasitesi (STK) tayini	17
3.4.5. Sızıntı kaybı (SK) tayini	17
3.4.6. Marinat absorblama (MA) tayini	17
3.4.7. Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi	17
3.4.8. Meulenet- Owens Razor Shear (MORS) analizi.....	18
3.4.9. Tekstür profil analizleri (TPA)	18
3.4.10. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi	18
3.4.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizi	18
3.4.11. Duyusal analizler	19
3.4.12. İstatistiksel Analizler	19
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	20
4.1. Hammadde analiz sonuçları	20
4.2. pH sonuçları	20
4.3. Su tutma kapasitesi (STK) sonuçları	22
4.4. Pişirme kaybı (PK) sonuçları	23
4.5. Sızıntı kaybı (SK) sonuçları.....	25
4.6. Marinat absorblama (MA) sonuçları.....	26
4.7. Renk analiz sonuçları.....	27
4.8. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analiz sonuçları	30
4.9. Tekstür analiz sonuçları	34
4.9.1. Meullenet owens razor (MORS) analiz sonuçları.....	34
4.9.2. Tekstür profil analizleri (TPA) analiz sonuçları	36

4.10. SEM analiz sonuçları	39
4.11. Duyusal analiz sonuçları	42
4.12. Sous-Vide (SV) ile Pişirilmiş Çıkma Tavuk Göğüs Etlerinin Depolama Sonuçları	43
4.12.1. pH sonuçları	43
4.12.2. Renk analizi sonuçları	45
4.12.3. Tiyoarbitürik asit (TBA) analiz sonuçları	47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
5.1. Sonuçlar	51
5.2. Öneriler	53
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

L^*	: Parlaklık
a^*	: Kırmızılık
b^*	: Sarılık
KO	: Kontrol Grubu (saf su ile marinasyon)
Lİ	: Limon Suyu ile marinasyon
Kİ	: Kivi suyu ile marinasyon
US	: Ultrasonik ses dalgası (sonikasyon) destekli saf su ile marinasyon
UL	: Ultrasonik ses dalgası (sonikasyon) destekli limon suyu içerisinde marinasyon
UK	: Ultrasonik ses dalgası (sonikasyon) destekli kivi suyu içerisinde marinasyon
g	: Gram
GB	: Genel beğeni
Kg	: Kilogram
Kkal	: Kilokalori
M	: Molar
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
PK	: Pişirme kaybı
MA	: Marinat absorblama
SK	: Sızıntı kaybı
STK	: Su tutma kapasitesi
SV	: Sous-vide
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
DSC	: Diferansiyel taramalı kalorimetre

1. GİRİŞ

Beslenme insanın büyüme, gelişme, sağlıklı ve dinç olarak uzun yıllar yaşamını sürdürmesi ve yaşam standartlarını arttırması için vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin kullanılmasıdır. Günlük ihtiyacımızda gerek duyulan önemli besin maddelerinden karbonhidrat, yağ, proteini yeterli ve ölçülü miktarda alınmış olması beslenme açısından önem arz etmektedir (Selin ve Ercoşkun, 2021). Ergin bir kişinin tüketmesi gereken protein miktarının yaklaşık 70 g ve bu miktarda minimum yarısı kadarının hayvansal kaynaklı olması gerektiği bildirilmiştir (Öztan, 2010). Et ve et ürünleri protein, demir, çinko, B₃, B₆, B₁₂ vitaminleri açısından oldukça zengindir. Et, yüksek değerli aminoasitlerden oluşması, hayvansal protein gereksinimini karşılaması, kendine özgü duyuşal özellikleri ile insan beslenmesinde önemli gıdalardan biridir. Sağlıklı beslenmenin temel şartı; vücudun ihtiyacı olan proteini, yağı, karbonhidratı ve kaloriyi dengeli bir şekilde sağlamaktır. Yeterli ve dengeli beslenme söz konusu olduğunda et ve et ürünlerinin yeri vazgeçilmezdir ve günlük yaşamda mutlaka yeterli miktarda tüketilmelidir. İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan kanatlı etleri, hayvansal kaynaklı protein tüketimi açığını kapatma konusunda özellikle son yıllarda ayrıcalıklı bir öneme sahiptir. Kırmızı etin maliyetinin ve satış fiyatının yüksek olması nedeniyle, beslenmede protein ihtiyacı tavuk eti ve diğer kanatlı hayvan etlerinden de karşılanmaya çalışılmaktadır. Tavuk eti; vitamin ve mineral maddece zengin besin içeriği, hazırlanışının ve çeşitli yemeklerle beraber tüketiminin kolay oluşu, kolesterol içeriğinin düşük olması gibi sebeplerle son yıllarda tüketimi artmakta olan, beyaz et kategorisinde en çok tercih edilen et çeşididir. Kırmızı et ve et ürünlerinde yaşanan fahiş fiyat artışlarının verdiği sıkıntılardan dolayı, beyaz et tüketimine bir yönelim olduğu söylenebilir.

Yumurta tavukçuluğunda kullanılmaya hazır olan tavuklar, 16-18 hafta büyütmek üzere kümeslerde bakımı yapılmakta, maksimum 18 haftalık yaşta kalacakları çok katlı kafesleri olan kümeslere transfer edilmektedir. Ortalama bir yıl süresince yumurta alımından sonra 65-70 haftalık yaşlarda elden çıkarılmaktadırlar. Bu tavuklara “çıkma tavuk” denilmektedir. Çıkma tavuk etlerinin tüketilmesinde herhangi bir sakınca olmamasına rağmen, alışlagelmiş tavuk eti kalitesi arayan insanlar tarafından çok tercih edilmemektedirler (Karahana, 2017). Çıkma tavuk etlerinin piyasaya daha fazla entegre olması ve kabul edilebilirliğinin artırılması için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Marinasyon; iğ etin yağ, tuz, fosfat, organik asitler, şeker, baharatlar ve aroma verici bileşenler gibi çeşitli bileşenlerle, eti gevrekletştirmek, besleyicilik değerini artırıp geliştirmek, sululuğunu ve lezzetini arttırmak için muamele edilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Ergezer ve Gökçe, 2003). Marinasyon için kullanılan bazı yöntemlerin etin mikrobiyolojik kalitesinin korunup iyileştirmesine de yardımcı olduğu bildirilmiştir (Vlakhova-Vangelova ve Dragoev, 2014; Ozturk ve Sengun, 2019). Asidik marinasyon, kas yapısını zayıflatmakta, kas fibrillerinin veya bağ dokusu proteinlerinin denatürasyonunda, proteoliz nedeniyle myofibriler proteinlerin degradasyonunda ve pişirme sırasında kolajenin çözünürlüğünün artmasında da rol oynayabilmektedir (Goli ve ark., 2014; Wongmaneepratip ve Vangnai, 2017). Bu açıdan düşünöldüğünde, marinasyon işleminin çıkma tavuk göğüs etlerinin daha gevrek hale gelmesine katkı sağlayacağı düşünölebilir.

Ultrasonik ses dalgası; insan kulağının işitemeyeceği aralıklarda frekansa sahip olan ses dalgalarına verilen isimdir. Ses dalgaları yayılmak için, 20 kHz ile 10 MHz arasındaki frekans aralığında çalışmaktadır. Ultrasonik ses dalgaları bir ortamda ilerlediğinde ortamdaki parçacıkların sıkışma ve genleşmesini sağlayarak ortamda yüksek oranda enerji salınımının olmasını gerçekleştirmektedirler (Dolatowski ve ark., 2007; Awad ve ark., 2012; Pingret ve ark., 2013).

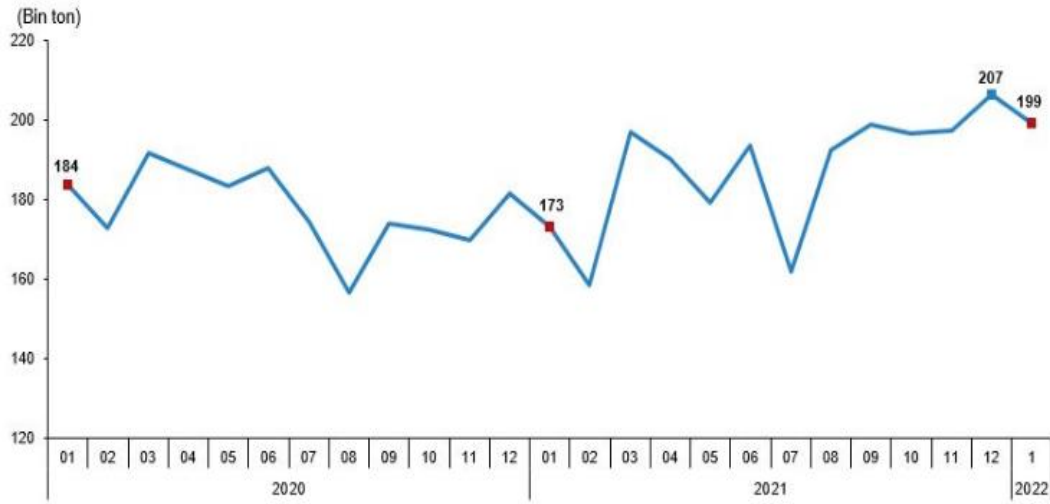
Bu çalışmada; 72 haftalık yumurtacı (ıkma) tavukların göğüs etlerinin bir kısmına sadece kivi ve limon suyu ile, diğer bir kısmına ise ultrasonik ses dalgası destekli kivi ve limon suyu ile marinasyon işleminin uygulanmıştır. Sert bir tekstüre sahip olan çıkma tavuk göğüs etlerine daha gevrek bir yapı kazandırmak ve tüketiciden açısından genel kabul edilebilirliği sağlamak amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile kivi ve limon suları ile marinasyon işleminin ultrasonik ses dalgası desteği ile etkinliğinin artacağı düşünölmüştür. Meyve suları ile marinasyon işleminin ve ultrasonik ses dalgası destekli marinasyon işleminin, çıkma tavuk göğüs etlerinin pH, renk, marinat absorplama, sızıntı kaybı, pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, tekstür profil analizi (TPA), etin diferansiyel kalorimetresi (DSC) tayini, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmesi gibi özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca Sous-vide yöntemi ile pişirilen çıkma tavuk göğüs etlerinin depolama sürecinde lipid oksidasyonu, pH ve renk değerlerinde meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesinde amaçlarımızın bir diğer kısmını oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hayvansal ve bitkisel orijinli kaynaklardan elde edilmiş gıdaların, insan vücuduna belirlenen oranlarda ve düzenli bir şekilde alınmış olması, insan beslenmesinin temelini oluşturmaktadır. Özellikle hayvansal orijinli gıdaların temelini oluşturan et ve et ürünlerinin tüketimi önem taşımaktadır (Öztan, 2005). Et, yüksek kaliteye sahip protein, yağ asitleri, B vitaminleri ve iz miktarda mineral maddelerin başlıca kaynağıdır. Et tüketimi, insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli bir role sahiptir (Vahmani ve ark., 2020). Bir insanın yeterli ve dengeli beslenmesinde; 70 kg ağırlığa sahip olan bir erkek bireyin 56 g/gün kadar, kadın bireyin ise 44 g/gün kadar proteini diyetine eklemesi gerekmektedir (Ünal, 2012). Tavuk etinin diğer et çeşitleri arasında daha çok tercih edilmesinin, düşük miktarda yağ içermesi, yüksek düzeyde vitamin ve mineral madde içermesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Lyon ve Lyon, 2001; Funaro ve ark., 2014). Tavuk göğüs eti diğer etlerle karşılaştırıldığında, özellikle sporla ilgilenen kişiler tarafından da protein alımını sürdürmek için daha fazla tercih edildiği ifade edilmiştir (Zhao ve ark., 2016).

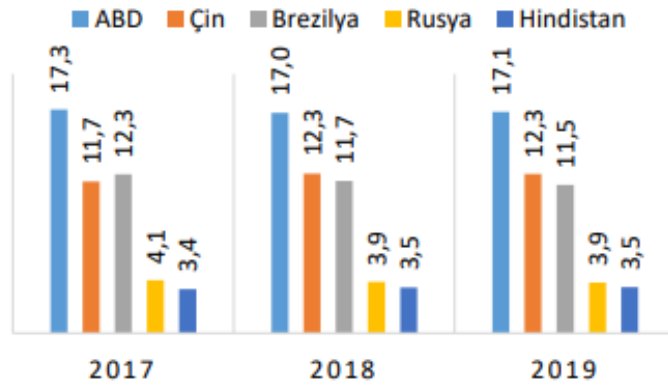
Kanatlı etinin besleyicilik değerinin yüksek olması sebebiyle tüketilmesi, gün geçtikçe artmaktadır. Bu artışın nedenlerinin çok çeşitli olduğu ancak asıl meselenin kanatlı etinin ucuz bir hayvansal protein kaynağı olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Magdelaine ve ark., 2008). Tavuk eti, düşük yağ içeriği ve düşük kolesterole sahip olmasının yanısıra ekonomik açıdan diğer et çeşitlerine göre uygun fiyatlı olması talep seviyesini artırmaktadır (Cao ve ark., 2020).

Son yıllarda kanatlı eti üretimi ve tüketiminin dünya çapında hızla artması kanatlı eti tedarik zincirlerinin büyüme hızını, yem verimliliğini, sürekli olarak artan tavuk eti talebine yetişmekte zorlamıştır (Funaro ve ark., 2014; Kuttappan ve ark., 2016). Dünya çapında kanatlı eti tüketimi güçlü bir şekilde artmıştır (Kearney, 2010). Türkiye’de son 15 yıldır tüketilen tavuk eti mercek altına alındığında, genel olarak düzenli bir artış görülmektedir. Tavuk eti tüketimi 2001 ve 2006 yılları haricinde düzenli olarak artış göstermiştir. Tavuk eti tüketimi kişi başına düşen oran 1995 yılında 6.6 kg/yıl iken; 2009 yılında 16 kg/yıl’ı geçmiştir (Keskin ve Demirbaş, 2012). Türkiye’de Ocak 2022’ de tavuk eti üretimi 199 bin 454 ton olarak kayıt edilmiştir (Anonim, 2022) (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Türkiye’de tavuk eti tüketim miktarı (Anonim, 2022).

FAO verilerine göre, 2019 yılına ait dünyada kesilen tavuk sayısı %2.2 artarak 72 milyar adetle en yüksek orana ulaştığı kayda geçmiştir. 2019 yılında tavuk eti üretimi bir önceki seneye göre %2.6 artarak 118 milyon ton olmuştur. Bu üretimin %17.1’ini ABD , %12.3’ünü Çin ve %11.5’ini Brezilya gerçekleştirmiştir. Toplam tavuk üretimin %40.8’ini bu 3 ülke karşılamıştır. Dünya tavuk üretiminde Türkiye %1.8’lik oranla 11. sırada yer almaktadır (Anonim, 2021a).



Şekil 2.2. Tavuk eti üretiminde bazı ülkeler (Anonim, 2021b)

Tavuk etine yönelik artan talep, özellikle küresel kanatlı eti kesiminin %87'sine katkıda bulunan broiler tavukların (6 ila 8 haftalık) üretiminden daha fazladır (Kokoszynski ve ark., 2016). Artan küresel tavuk eti talebini karşılamaya yönelik potansiyel bir çözüm olarak; yumurta tavuklarının tavuk eti tedarik zincirine kaydırılması olabileceği yönündedir. Yumurta tavuğu eti, sert bir tekstüre sahip olduğu için kabul edilebilirliği fazla değildir. Örneğin Güney Afrika'daki ticari mezbahalar,

çıkma tavuk etinin piyasa değeri olmadığı için sadece etlik piliçleri tüketime hazır hale getirmektedirler. Yumurta tavukları, resmi olmayan pazarlarda çok uygun fiyatlarla satılmaktadır (Semwogerere ve ark., 2018; Theobald ve ark., 2019). Bununla birlikte, Fransa'da yaşlı tavuk etleri gastronomide kullanım alanı bulmuştur. Geleneksel tavuk bourride (haşlanmış tavuk) gibi özel tariflerin bir parçası olduğu rapor edilmiştir. Tavuk bourride, özellikle yumurta tavuğu etini kullanmışlar ve bu tarifi yerlilerin yanı sıra turistler tarafından da tercih edildiği bildirilmiştir (Child ve Beck, 1970; Hill, 2009).

Xiao ve ark. (2019), lezzetli tavuk etinin tavuğun yaşı ile ters orantılı olduğunu ifade etmiştir. Çıkma tavuk etinin sert doku ve zayıf duysal özellikler sunduğu, bu durumda daha az talep görmesi ve daha az tüketim oranına sahip olduğu bildirilmiştir (Choe ve Kim, 2020). Ekonomik verimini yitirmiş olan bu tavuklar yumurtlama özelliğini yitiren yaşlı tavuklar olduğu için bu tavuk etinin kolajen içeriği yüksektir ve bu yükseklik ete sert bir doku vermektedir (Lee ve ark., 2009; Kang ve Kim, 2015).

Et gevrekliği ve görünümü (renk); taze kanatlı etlerinin en önemli kalite kriterlerindendir. Özellikle et gevrekliği tüketicilerin ilk seçimini ve nihai memnuniyetini önemli ölçüde etkilemektedir (Bekhit ve ark., 2014b; Guo ve Greaser, 2017; Morton ve ark., 2018). Yapılan çalışmalarda et gevrekliğinin, esas olarak miyofibrillerin ve kas liflerini çevreleyen bağ dokusunun yapısal bütünlüğüne bağlı olduğunu göstermektedir (Terefe ve ark., 2016). Bağ dokusunun kimyasal bileşiminin, yapısı ve miktarının, hayvanın yaşıyla ve kas tipiyle alakalı olduğu bildirilmiştir (Bolumar ve ark., 2013). Gevreklik; hayvanın yaşına, türüne, cinsiyetine, beslenme durumuna, etin sahip olduğu bağ doku miktarına, kesim öncesi faktörlere ve etin olgunlaşması esnasında oluşan enzimatik değişiklikler tarafından etkilenmekte olup, bu durum etlerin tüketim kalitesi açısından çok önemli bir faktördür (Hou ve ark., 2014).

Tüketici memnuniyetini ve et ürünlerine yönelik olumlu algıyı etkileyen en önemli kalite parametrelerinden olan gevrekliğin; elektrik uyarım, yüksek basınçlı şok dalgaları, ultrasonik ses dalgaları, bitki proteazları gibi çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle geliştirilebileceği ifade edilmiştir (Jung ve ark., 2000; Hwang ve ark., 2003; Alvarado ve Sams, 2004; Naveena ve Mendiratta, 2004). Et gevrekleştirme işlemi, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini artırmak için enzimatik gevrekleştirme uygulaması da yıllardır kullanılmaktadır (Ashie ve ark., 2002; Terefe ve ark., 2016). Papain, bromelain ve ficin gibi proteolitik enzimlerin et gevrekleştirme amacıyla yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Ashie ve ark., 2002).

Bir başka gevrekleştirme yöntemi olan marinasyon işlemi ile; etin su tutma ve tekstürel özelliklerinin artacağı, et aromasının zenginleşeceği ve ürünün raf ömrünün uzayabileceği bildirilmiştir (Young ve ark., 1992). Marinat çözeltisi içerisine ilave edilen bileşenlere göre etin fonksiyonel özellikleri de değişebilmektedir.

Marinasyon, etin gevrekliğini ve lezzetini olumlu yönde değiştirmektedir (Aktaş ve ark., 2003; Goli ve ark., 2014). Son zamanlarda et endüstrisinde çıkma tavuk etinin kalitesini ve gevrekliğini artırmak için eksojen proteazların (papain, bromelain ve ficin gibi) kullanımına ilgi artmıştır (Fernández-Lucas ve ark., 2017). Yıllardır kullanılan bir yöntem olarak, enjeksiyon, infüzyon veya marinasyon işlemiyle gevrek bir eti daha hızlı elde etmek için bir takım çözeltiler, bitki proteazları ve bazı iyonlar kullanılmaktadır. Meyve türevli proteolitik enzimler, perimisyum myofibriler proteinler ayrıca kolajen de dahil olmak üzere kas hücresi elemanlarının hedeflenen bozulmasını sağlayarak gevrekleştirme üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Ashie ve ark., 2002; Bekhit ve ark., 2014a; Botinestean ve ark., 2016; Gagaoua ve ark., 2020). Marinasyonda kullanılan organik asitlerin kaslara nüfuz ederek etin pH'sını önemli ölçüde düşürdüğü, protein fraksiyonlarının hidrasyonunu sağladığı, miyofibriler ve bağ dokusu proteinlerini parçalayarak moleküller arası bağları zayıflattığı bildirilmiştir (Goli ve ark., 2011). Yaşlı hayvanlardan elde edilen etlerin gevrekleştirilmesi doğal olarak etin yapısında bulunan bağ doku proteinlerini doku sertliğini azaltmak, parçalamak, kırmak için papain (papaya), ficin (incir), ve bromelin (ananas) gibi bitkisel orjinli ve proteaz, rhyzome, hidrolaz, amilaz vb. mikrobiyal orijinli proteolitik enzimler de kullanılabilir (Forrest, 1975; Calkins ve Sullivan, 2007). Papaya lateksinden papain, ananas meyvesi ve sapından bromelain, kivi meyvesinden aktinidin ve bakteriyel kolajenaz gibi papain ailesinin sistein proteazları gibi bazı bitki enzimleri en yaygın kullanılan gevrekleştirme ajanlarındandır (Pietrasik ve Shand, 2011; Ha ve ark., 2012; Barekat ve Soltanizadeh, 2017).

Dünyada kivi üretimi, özellikle Akdeniz ülkelerinin yetiştiriciliğine başlamasından sonra hızlı bir artış göstermiştir (Anonim, 2021b). Kivi meyvesi (*Actinidia deliciosa*) yüksek düzeyde lif, mineral maddeler ve antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif bileşikler gibi duyuşal ve besleyici özellikleri nedeniyle dünya çapında popüler olmuştur. Bu fitokimyasalların, gıdaların bozulmasından sorumlu olan lipid oksidasyon reaksiyonlarının hızını yavaşlattığı, serbest radikalleri yok ettiği veya oluşumlarını engellediği bildirilmiştir (Shui ve Leong, 2006).

Kivi; C vitamini başta olmak üzere içerdiği bazı mineral maddelere sahip olmasının yanı sıra lezzeti ile dünya çapında ilgiyle tüketilmektedir. Kivi, aktinidin olarak adlandırılan çözünür proteinlerin yaklaşık %50-60'ını oluşturan proteazı oldukça fazla içermektedir. Kivi meyvesinden aktinidinin miyofibriler yapı üzerinde daha kontrollü bir gevreklik etkisi olduğu bildirilmiştir (Aminlari ve ark., 2009; Christensen ve ark., 2009). Aynı zamanda, taze kivi suyunun, bağ dokularını ekstrakte etmede etkili olduğu ifade edilmiştir (Ha ve ark., 2013).

Rutaceae familyasına ait olan limon (*Citrus limon* L. Burm.), başta tropikal ve subtropikal bölgelerde olmak üzere dünya çapında en çok üretilen narenciye türlerinden biridir (Sun ve ark., 2019; Shafqat ve ark., 2021). Limon (*Citrus limon*) Akdeniz havzası çevresinde büyük tarımsal öneme sahip bir meyve ağacıdır. (Pérez-Pérez ve ark., 2009). Limon meyvesi sitrik asit, C vitamini, mineraller ve bazı flavonoidler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir. Bu nedenle ferahlatıcı içeceklerin hazırlanmasında ve gıdaları süslemenin yanı sıra tat vermek için yaygın olarak kullanılır (González-Molina ve ark., 2010). Limon suyu, zengin bir sitrik asit kaynağıdır (Penniston ve ark., 2008). Limon suyu ayrıca yüksek miktarda C vitamini içerdiği (0.32-1.03 mg / g) ve gıdaların pH'sını düşürerek bakterilerin çoğalmasını engellediği ve çabuk bozulan maddelerin raf ömrünü uzatmada etkili olduğu bildirilmiştir (Hong ve ark., 2014).

Zhu ve ark. (2018), sığır göğüs etine kivi ekstraktı ilave edip vakumlu tamburlama işlemi sonrası örnekler sous-vide pişirme işlemi uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre etlerin gevreklik, sululuk ve lezzet parametrelerinin kontrol grubuna göre daha olumlu verilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kivi ekstraktının etteki miyofibriler proteinleri parçalayarak gevrekliği artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Burke ve Monahan (2003), narenciye suyu kullanarak sığır eti örneklerinin gevrekleştirilmesini sağlamışlar, narenciye suyunun kas proteinleri tarafından alınmasının kolaylaştığını bildirmişlerdir.

Christensen ve ark. (2009); aktinidinin domuz kasları üzerindeki gevreklik etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya göre, etin lezzeti ve sululuğu üzerinde herhangi bir etki olmamasına rağmen Warner- Bratzler (WB) kesme kuvvetinin azaldığı ve gevrekliğin arttığı bildirilmiştir.

Chen ve ark. (2012); kivi meyvesi proteazının domuz eti üzerindeki etkisini araştırmışlar ve kivi meyvesi proteazının, etin miyofibril parçalanma indeksi, viskozite, parçacık boyutu ve mikro yapıda önemli değişiklikler oluşturduğunu vurgulamışlardır.

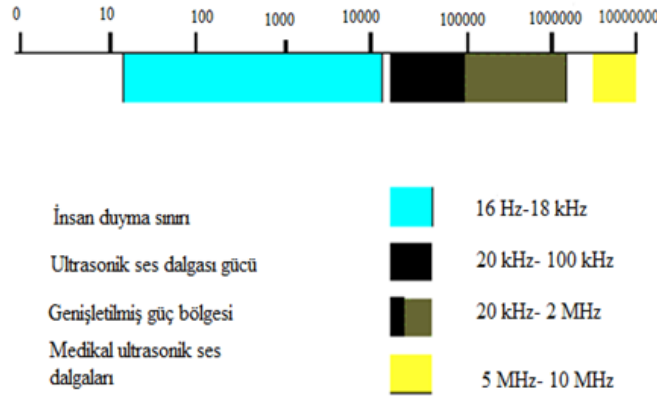
Gıda endüstrisi son yıllarda ürünlerin değerlendirilmesi ve işlenmesinde farklı uygulamalara sahip olan, ultrasonik ses dalgalarının kullanımını keşfetmiştir. Ultrasonik ses dalgalarının, kas proteinlerinin ekstrasyonunu artırdığı ve kürlenmiş jambonun tekstüründe de olumlu değişimler yaptığı görülmüştür.

Ultrasonik ses dalgası işlemi, gıda analizleri ve muhafazası konusunda oldukça fazla kullanım alanı bulan yenilikçi bir teknolojidir. Ultrasonik ses dalgaları; ürünlerin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini değiştirmektedir (Terefe ve ark., 2016). Ultrasonik ses dalgaları, kas hücreleri sıklığını kırarak veya enzimatik reaksiyonları daha da güçlendirerek et dokusunu olumlu yönde etkilediği için önemli bir teknik olduğu bildirilmiştir (Lyng ve ark., 1998a; Lyng ve ark., 1998b; Jayasooriya ve ark., 2004; Jayasooriya ve ark., 2007). Ultrasonik ses dalgalarının miyofibriler yapıyı bozduğu, tavuk etinin proteolizini artırdığı bildirilmiştir (Chen ve ark., 2015). Ultrasonik ses dalgaları etin gevreklik kazanımında uygulanan yöntemlerden biridir (Pohlman, 1994). Ultrasonik ses uygulamaları, ette mevcut olan özellikleri değiştirilebilir. Sonikasyon işlemi uygulandığında, hücre duvarları parçalanır. Hücre duvarının yıkımıyla birlikte hücre içerisinde bulunan sıvı ekstrakt hücre dışına daha kolay çıkabilmektedir. Ultrasonik ses dalgalarının uygulanmasıyla hücre duvarı kalktığı için, diğer ekstraksiyon işlemlerine oranla daha hızlı gerçekleşmektedir (Kim ve Zayas, 1989). Ayrıca ultrasonik ses dalgası uygulanmış etlerin, çok daha iyi bir pişirme verimine ve daha açık bir kas yapısına sahip olduğu ve miyofibriler protein ekstraksiyonunun ise daha kolay gerçekleştiği görülmüştür. Ultrasonik ses dalgası, kas proteinlerinin ekstrasyonunu artırdığı ve kürlenmiş-tütsülenmiş jambonun dokusunu da geliştirdiği görülmüştür (Pohlman, 1994). Ultrasonik ses dalgalarından meydana gelen akustik kavitasyon nedeniyle et tekstüründe hızlı büzülme ve genişleme yoluyla mekanik, kimyasal ve biyolojik dönüşümlere neden olabildiği ifade edilmiştir (Brasil ve ark., 2017).

Ultrasonik ses dalgalarının frekans aralıkları 3 gruba ayrılmaktadır (Mason ve Cordemans, 1996) Bunlar;

- 1.Düşük Frekans- Yüksek Güçlü Ultrasonik Ses Dalgası (20-100 kHz)
- 2.Orta Frekans- Düşük Güçlü Ultrasonik Ses Dalgası (300 kHz-1 MHz)
- 3.Yüksek Frekans- Düşük Güçlü Ultrasonik Ses Dalgası (2-10 MHz)

Ürünlere ultrasonik ses dalgası işlemi uygulamak için üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; doğrudan ürüne uygulama, cihaza bağlanma ile uygulama ve bir ultrason banyosuna daldırma uygulamalarıdır (Chemat ve Khan, 2011).



Şekil 2.3. Ses frekans aralıkları

Yenilikçi bir teknoloji olarak, son yıllarda et teknolojisinde kürlleme oranını arttırmak, tavuk eti miyofibriler proteinlerinin reolojik ve yapısal özelliklerini iyileştirmek ve etin gevrekliğini, su tutma kapasitesini artırmak için ultrasonik ses dalgalarının uygulandığı bildirilmiştir (Kang ve ark., 2016; Kang ve ark., 2017; Wang ve ark., 2017). Ayrıca ultrasonik ses dalgalarının kalsiyum salınımını artırarak gevrekliği artırdığı da ifade edilmiştir (Turantaş ve ark., 2015).

Li ve ark. (2018), aktin filamentlerinin ve miyofibriler fraksiyonunun ultrasonik ses dalgası desteğine bağlı olarak muamelesinin (300 ila 600 W, 30 dakika boyunca 40 kHz) kaz etinin daha gevrek yapı kazanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Barekat ve Soltanizadeh (2017), yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgalarını (2002 kHz) sığır etinin tekstürel parametrelerini geliştirmek için uygulamışlardır.

Lyng ve ark. (1998a), düşük yoğunluklu ultrasonik ses dalgaları uygulamasının (20 kHz) kuzu etlerinin gevrekliğini artırdığını bildirmişlerdir.

Ozuna ve ark. (2013), tuzlu su çözeltisindeki NaCl konsantrasyonunun etkinliğinin ultrasonik ses dalgası uygulaması (40 kHz, 37.5 W/dm³, 120 dak) ile arttığını, domuz etinin özelliklerinin değiştiğini ifade etmişlerdir.

Dickens ve ark. (1991), ultrasonik ses dalgası uygulamasının (40 kHz, 15 dakika) tavuk göğüs etinin tekstürü ve pişme kaybı üzerindeki etkisini belirlerken, ultrasonik ses dalgası muamelesinin örneklerin pişirme kaybını etkilemediğini, ancak tekstürü önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Rigor mortis sürecinde ultrasonik ses dalgası uygulamasının (45 kHz–2 W/cm² veya 25 kHz–2 W/cm²) etin tekstüründe iyileşme ve daha yüksek gevreklikle

sonuçlandığı çalışmalar rapor edilmiştir (Dolatowski ve Twarda, 2004; Dolatowski ve ark., 2007).

Jørgensen ve ark. (2008), kivi ile muamele sonrası ultrasonik ses dalgası uygulamasının domuz etinin hem miyofibriller hem de bağ dokusu bileşenlerini etkileyerek domuz etinin gevrekliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Turantaş ve ark. (2015), yüksek yoğunluklu ultrasonun, kasın Z-disk yapısının tahrip edilmesi sonucunda katepsin ve kalsiyum salınımını arttırdığını ve etlerin gevrekliğinin arttığını bulmuşlardır.

Zhang ve ark. (2020), farklı ultrasonik ses dalgası güçlerinin (125, 165, 205 ve 245W) tavuk göğüs eti miyofibriller proteini üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar, uygun ultrasonik gücün, tavuk myofibriller proteininin yapısının ve jel özelliklerinin bozulmasını azaltabileceği yönünde çıkmıştır.

Piştirme işlemi, aroma, lezzet, renk gibi tüketicinin tercihlerini olumlu yönde etkileyen bir işlemdir (Oz ve Seyyar, 2016). Pişirmenin etin tekstürü, gevrekliği üzerinde önemli bir etkisi vardır (Pietrasik ve ark., 2005). Kas proteinlerinde meydana gelen ısısal değişimler; ürün verimini, tekstürünü, nemini ve rengini önemli ölçüde etkilemektedir (Pathare ve Roskilly, 2016).

Piştirme yöntemlerinde birisi olan Sous-vide (SV), Fransızca'da "vakum altında" anlamına gelir ve 1975'te Fransa'da kullanılmaya başlanmıştır (Nyati, 2000). Sous-vide piştirme, "ısıya dayanıklı vakumlu poşetler içinde kontrollü sıcaklık ve süre şartları altında pişirilen gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Schellekens ve Martens, 1992).

2000'li yılların ortalarından bu yana Sous-vide piştirme yöntemi giderek daha fazla tanınmakta ve restoranlarda olduğu kadar evlerde de kullanımı artmaktadır. Sous-vide işlenmiş gıdaların popülerliği, birçok avantaja bağlanabilir. Düşük sıcaklıkta uzun süre piştirme işlemi, sıcaklığın tamamen kontrol edilmesini sağlar (Baldwin, 2012). Bu nedenle, piştirme sırasında protein, lipid gibi besin öğelerinin üzerindeki olumsuz etki en aza indirilmiş olur. Aynı zamanda, uçucu bileşiklerin kaybı önlenir veya en aza indirilir, bu da gıdaların daha iyi tat ve koku almasına neden olur (Díaz ve ark., 2008).

Sous-vide piştirme yönteminin neredeyse her tür gıdaya uygulanabildiği bildirilmiştir. SV piştirme yöntemi etin genellikle 55-80 °C'de uzun süre pişirildiği bu esnada lezzet ve gevrekliğin arttığı ifade edilmiştir (Aguilera, 2018). Etin çiğneme ve yapışkanlık gibi özellikleri piştirme süresi, sıcaklık gibi faktörlerinden büyük ölçüde etkilenirken, sertlik ve kesme kuvveti parametrelerinin piştirme süresi, zaman ve sıcaklık arasındaki etkileşimden daha fazla etkilendiği ifade edilmiştir (Roldán ve ark., 2013).

Ayub ve Ahmad (2019); SV yöntemiyle pişirilmiş etlerde gerek sululuk ve gerekse gevreklik özelliklerinde artışlar gözlemlenmiş ve et tekstürünün bu pişirme yönteminden olumlu yönde etkilendiğini kanıtlamışlardır. Geleneksel pişirme yöntemi ile SV yöntemini karşılaştırdıklarında; SV yönteminin, fizikokimyasal ve besleyicilik değerlerini koruma özelliği nedeniyle hemen hemen her tür gıdaya uygulanmasında bir sakınca olmadığını belirtmişlerdir.

Bongiorno ve ark. (2018), 3°C’de depolanmış midyenin, normal koşullarda pişirilen (95°C- 10dk) midyenin raf ömrü 14 gün iken, sous-vide ile pişirilmesi (85°C- 10dk) sonrasında raf ömrünün 21 güne kadar uzadığını tespit etmişlerdir.

Park ve ark. (2020); tavuk göğüs etlerinin 60-70°C’ de 1-3 saat aralığında SV ile pişirilmesiyle örneklerin esneklik ve sakızimsılık değerlerinin değişmediğini saptamışlardır.

Silva ve ark. (2016), kurutulmuş tavuk göğüs etini SV, ızgara, fırın ve derin yağda kızartma gibi pişirme yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, SV ile pişirdikleri örneklerin en düşük sertlik değerine sahip olduğunu saptamışlardır. SV ile pişirme süresinin uzun olmasının (65 °C’ de 8 saat) etin kolajen çözünürlüğünü iyi yönde etkileyerek sertliğin azalmasını sağladığını bildirilmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan çıkma tavuk etleri Konya’da bir firmadan (Selet) temin edilmiştir. Kesimi gerçekleştirilen çıkma tavuk karkasları el ile kemiksizleştirilerek göğüs kısımları ayrılmıştır. Çalışmaya uygun hale getirilen çıkma tavuk göğüs etleri soğuk zincir kırılmadan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir ve +4°C’ deki buzdolabında 12-16 saat depolanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan limon ve kivi meyvelerinin temini Konya’da yer alan uluslararası bir marketten (Metro) gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1’de kesimi yapılmış ve çalışmaya uygun hale getirilmiş tavuk göğüs etleri görülmektedir.



Şekil 3.1. Çıkma tavuk karkasından elde edilen göğüs etleri

3.2. Deneme Planı

Çalışmada çıkma tavuk et dilimleri 6 grup olacak şekilde ayrılmıştır. İlk üç grup hazırlanan saf su (kontrol), kivi suyu, limon suyu gibi sadece marinat sıvılarında herhangi bir işleme tabi tutulmadan 12 saat süreyle marinasyona tabi tutulmak üzere buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir. Ön denemeler sonucu marinasyon işleminin 12 saat ve sadece marinat sıvıları ile yeterli olacağı tespit edilmiştir. Geri kalan üç grup ise hazırlanan 3 ayrı marinat sıvısı içerisinde her bir gruba önce 30’ar dk süre ile ultrasonik

ses dalgası uygulanmış, ardından 12 saat süreyle marinasyona tabi tutulmak üzere buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir. Denemeler iki tekerrürlü, üç paralel olacak şekilde tasarlanmıştır. Çizelge 3.1.'de çalışmaya ait deneme deseni görülmektedir.

Çizelge 3.1. Farklı meyve suları ile marine edilmiş ekonomik verimini yitirmiş yumurtacı (çıkma) tavuk göğüs etleri üzerine etkisinin deneme deseni

<u>Muamele</u>	<u>Marinasyon sıvısı</u>	<u>Marinasyon Süresi</u>	<u>I.Tekerrür</u>			<u>II. Tekerrür</u>		
Kontrol	Saf su	12 saat	-	-	-	-	-	-
Kontrol	Kivi suyu	12 saat	-	-	-	-	-	-
Kontrol	Limon suyu	12 saat	-	-	-	-	-	-
Ultrasound	Saf su	12 saat	-	-	-	-	-	-
Ultrasound	Kivi suyu	12 saat	-	-	-	-	-	-
Ultrasound	Limon suyu	12 saat	-	-	-	-	-	-

3.3. Örneklerin Analize Hazırlanması

Çalışmada kullanılan bazı meyveler ve çıkma tavuk göğüs etleri aşağıdaki basamaklar takip edilerek hazırlanmış ve analizler gerçekleştirilmiştir;

- 1- Çıkma tavukların göğüs etleri alınarak bir kısmında nem, yağ, kül, renk, pH özelliklerine ait analizler yapılmıştır.
- 2- Çıkma tavukların göğüs etlerinin diğer kısmı 6×3 cm boyutunda yaklaşık 20 gr ağırlığında dilimler şeklinde kesilerek farklı meyve suları ile marinasyona tabi tutulmak üzere ayrılmıştır. Marinasyonda kullanılacak olan meyvelerin (kivi, limon) suyunu elde etmek amacıyla katı meyve sıkacağı kullanılmıştır (Şekil 3.2). Ultrasonik ses dalgası destekli marinasyon işlemi için 12-260 µm aralığında genliğe, 12-600 W/cm² güç yoğunluğuna ve 24 kHz frekansa sahip Hielscher UP400S (Dr. Hielscher GmbH, Teltow, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Sonotrod olarak H40 başlığı (40 mm çap ve 12 W/cm² güç yoğunluğuna sahip) kullanılmıştır (Şekil 3.3). 6×3 dilimli kesilen her bir örnek grubu ayrı marinasyon sıvısı içerisinde 30 dk süreyle sonikasyona tabi tutulmuştur. Ardından kendi kapları içerisinde aynı marinasyon sıvılarında

12 saat buzdolabında kalması şartıyla marinasyon uygulanmıştır (Şekil 3.4). Geriye kalan diğer gruplar, ultrasonik ses dalgaları uygulanmaksızın her bir marinasyon sıvısı içerisinde 12 saat süreyle marinasyon işlemine bırakılmıştır.

- 3- Marinasyon işlemi tamamlanan örnekler üzerindeki marinasyon sıvısı uzaklaştırıldıktan sonra renk, pH, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, sızıntı kaybı, marinat absorblama, etin diferansiyel taramalı kalorimetresi (DSC), taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi gibi bazı fizikokimyasal ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir.
- 4- Marinasyon sıvısından alınan çıkma tavuk göğüs etlerinin bir kısmına vakum paketlenme (Original Henkelman Boxer 42 cihazı) işlemi uygulanarak Sous-vide cihazında (Tfa Dostmann Zum Ottersberg12, D-97877, Almanya) 70 °C’ de 40 dk pişirme işlemi uygulanmıştır. Pişirilen çıkma tavuk göğüs etlerinin bir kısmında tekstür profil analizi (TPA) ve duyu analizler yapılmıştır. Diğer bir kısmı ise 14 gün süreyle buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Pişirilip depolanan çıkma tavuk göğüs etlerinde 1.gün, 7.gün ve 14.günlerde TBA, renk ve pH analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.2. Meyve sıkma cihazı ve sıkıma hazırlanmış olan kivi ve limon meyveleri.



Şekil 3.3. Ultrasonikasyon cihazı



Şekil 3.4 Marinasyon işlemine bırakılmış olan örnekler

3.4. Analiz Yöntemleri

3.4.1. Renk analizi

Örneklerin renk yoğunlukları kromometre cihazı (CR-400 Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELab (Commision Internationale de l'Eclairage) tarafından verilen verilere göre yapılmıştır. Bu verilere göre; L^* ; $L^*=0$, mat - $L^*=100$, parlak (koyuluk-açıklık); a^* ; $+60$ =kırmızı, -60 =yeşil ve b^* ; $+60$ =sarı; -60 =mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Hunt ve ark., 1991).

3.4.2. pH tayini

Marinasyondan önce ve sonra, çıkma tavuk göğüs eti örneklerinin pH değerleri, pH metre (Testo 205, Almanya) ile belirlenmiştir.

3.4.3. Pişirme kaybı (PK) tayini

Araştırmada kullanılan etlerin pişirme kayıpları Kondaiah ve ark. (1985)'nın önerdiği yöntemle tespit edilmiştir. Pişirme kayıplarının tespiti için her bir farklı muamele uygulanmış gruptaki kıyma haline getirilmiş tavuk göğüs eti örneklerinden polietilen poşetler içerisine 20'şer g tartılıp, poşetlerin ağızları sıkıca kapatılmıştır. 80°C'lik su banyosu içerisinde 20 dakika süre ile ısıtılma işlemi tabi tutulup (pişirilen) örneklerin içerisindeki sıvı faz uzaklaştırıldıktan sonra kalan katı faz tartılıp hesaplamalar yapıldıktan sonra her bir gruptaki tavuk göğüs eti örneğine ait pişirme kayıpları (%) tespit edilmiştir.

3.4.4. Su tutma kapasitesi (STK) tayini

Su tutma kapasitesi (STK) Gómez-Guillén ve ark. (2000)'nın bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Çıkma tavuk göğüs eti tartıldıktan sonra önceden tartılmış filtre kağıdı (W1) (Scheilcher & Schuell, GmbH, Dassel, Almanya) bulunan bir tüpe yerleştirilmiştir. Tüpler daha sonra 10 dakika süreyle 500 g'de 10°C'de (Nüve, NF 800R, Türkiye) santrifüjlenmiştir. Daha sonra ıslak filtre kağıdının ağırlığı alınmış (W2) ve kağıt 60°C'de sabit ağırlığa (W3) gelene kadar bekletilmiştir. Çıkma tavuk etinin STK'si, santrifüjlemeden sonra kalan numune miktarı % STK olarak hesaplanmıştır.

3.4.5. Sızıntı kaybı (SK) tayini

Araştırmada kullanılan etlere ait sızıntı kayıpları (SK) Hu ve ark. (2008) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Yaklaşık 2x3x5 cm boyutlarında kesilen et örnekleri ayrı ayrı tartıldıktan sonra, kurutma kağıtları içerisine konularak polietilen poşetlere yerleştirilmiş ve daha sonra 24 saat süre ile buzdolabında (0-4°C'de) muhafaza edilmiştir. Bu süre sonunda örneklerde meydana gelen ağırlık kaybı dikkate alınarak her bir çıkma tavuk göğüs etine ait sızıntı kayıpları (%) tespit edilmiştir.

3.4.6. Marinat absorblama (MA) tayini

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerine ait marinat absorblama, Young ve Buhr (2000) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Marine edilmiş tavuk göğüs etlerine ait marinat absorblama şu şekilde hesaplanmıştır;

$$\text{Absorbsiyon} = 100 \times (\text{Marine Edilmiş Ağırlık} - \text{Başlangıç Ağırlığı}) / \text{Başlangıç ağırlığı}.$$

3.4.7. Tiyoarbitürük asit (TBA) analizi

Örneklerin oksidatif ransiditesi, spektrofotometrede belirlenen TBA ölçüm esasları kullanılarak hesaplanmıştır (Tarladgis ve ark., 1960).

3.4.8. Meulenet- Owens Razor Shear (MORS) analizi

Marine edilen örnekler SV pişirme işlemi uygulandıktan sonra oda sıcaklığına ulaşana kadar bekletilmiş ve 50 kg loadcell (yük hücresi)'e sahip tekstür analizi cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, UK) kullanılarak yapılan analizlerde The Meullenet-Owens Razor Shear (MORS) bıçağı ile örneklerin tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Tekstür cihazına ait yazılım programı kullanılarak örneklerin belirli bölgelerinden belirli sayıda okumalar yapılmıştır (Cavitt ve ark., 2004).

3.4.9. Tekstür profil analizleri (TPA)

Tekstür profili analizi için, marine edilmiş ve pişirilmiş et örneklerinin tekstürel özellikleri (sertlik, dış yapışkanlık, gamsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik), 50 kg'lık bir yük hücresine sahip tekstür cihazı (TA-HD Plus Texture Analyzer, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 3 x 3 x 1 cm boyutunda kesilen numuneler, 36 mm çapında (SMS P/36, 36 mm çap, TA.XT Plus Stable Micro Systems Ltd.) silindirik bir prob kullanılmıştır (Modi ve ark., 2009).

3.4.10. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi

10 mg tavuk göğüs eti (taze ağırlık), 10 °C / dak'lık bir hızda 30 °C'den 110 °C'ye ısıtılmıştır. Referans olarak boş bir tava kullanılmıştır (Zou ve ark., 2018).

3.4.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizi

Örneklerin SEM analizleri için çıkma tavuk göğüs et örnekleri taramalı elektron mikroskobu (EVO LS 10, ZEISS, UK) ile görüntülenmiştir. Örnekleri analiz için hazırlamak amacıyla örnek sabitleme, etanol dehidrasyonu, dondurarak kurutma ve püskürterek kaplama işlemleri, Banerjee ve ark. (2017)'nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Ardından iletkenliği artırmak ve görüntü kalitesini yükseltmek için numuneler altın kaplama cihazı ile (Cressington Sputter Coater, 7002, 7002-220, USA) altın kaplanarak SEM cihazına yerleştirilmiştir ve görüntüler alınmıştır.

3.4.11. Duyusal analizler

Duyusal değerlendirme için, Sous-vide ile pişirilmiş çıkma tavuk göğüs et örnekleri, yarı eğitimli panelistlere önceden kodlanmış şekilde sunulmuştur. Panelistlerden dokuz noktalı bir ölçek (1 = en düşük koku, en sert ve en düşük genel kabul edilebilirlik; 9 = en yüksek koku, en hassas ve en yüksek genel kabul edilebilirlik) kullanılarak et örneklerini koku, renk, tat, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir.

3.4.12. İstatistiksel analizler

Elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak hazırlanmış çizelgeler halinde MINITAB[®] release 16.0 programı kullanılarak Varyans Analizine tabi tutulmuş, grup ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığını kontrol etmek için Tukey oklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Çalışmamızda kullanılmış olan çıkma tavuk göğüs etlerine ait nem, protein, yağ, kül içerikleri ve renk değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çıkma tavuk göğüs etlerine ait nem, protein, yağ, kül içerikleri ve renk değerlerine ait sonuçlar

	Nem	Protein	Yağ	Kül	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
1. Tekerrür	72.77±0.43	24.50±0.27	0.85±0.23	1.95±0.36	54.70	10.0	18.80
2. Tekerrür	72.48±0.47	24.41±0.16	1.01±0.18	1.99±0.24	54.70	9.70	18.60

** Her bir tekerrür 3 paralelin ortalamasıdır.

Lee ve ark. (2003); çıkma tavuk etlerinin kuru madde içeriğini %32.54, kül içeriğini %1.04, yağ içeriğini %7.15, protein içeriğini ise %24.36 olarak bulmuşlardır.

Yetişir ve ark. (2008); tavuk etinin kuru madde içeriğinin %24.60-36.80 aralığında değiştiğini, protein %17.00- 23.30 ve yağ içeriğinin de %1.00-17.40 aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Anıl ve ark. (1995), kanatlı etlerinde bulunan yağ miktarının kasın bulunduğu bölgeye göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Çıkma tavuk göğüs eti örneklerimiz ile literatür bulguları karşılaştırıldığında daha az/fazla değerler olduğu görülmüştür. Bu farklılığın tavuk etinin kimyasal bileşiminin; yaş, ırk, cinsiyet, yetiştirme ortamı, kesim durumu gibi çeşitli faktörlerden etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir.

4.2. pH Sonuçları

Marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.2.’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.3.’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	5	1.757	36.61**
Hata	6	0.048	-
Genel	11	-	-

***p* <0.01 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı meyve sularıyla marinasyon işleminin pH değerlerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama pH değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Uygulama	n	pH
KO	2	6.39±0.04 ^a
Kİ	2	6.13±0.01 ^{ab}
Lİ	2	5.28±0.45 ^{bc}
US	2	6.20±0.01 ^a
UK	2	5.17±0.11 ^c
UL	2	3.90±0.24 ^d

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır. KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Çalışmamızda en yüksek pH; kontrol grubu (6.39) ve ultrasonik ses dalgası destekli marinasyon işlemi uygulanmış kontrol grubunda (6.20) belirlenmiştir. En düşük (3.90) pH ise; ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilmiş örnekte belirlenmiştir. Ultrasonik ses dalgası işleminin örneklerin pH değerlerini düşürdüğü görülmüştür (Çizelge 4.3). Asidik karakterli marinatlar, ultrasonik ses dalgası işlemi yardımı ile örneklerin pH değerlerinin düşmesine katkıda bulunmaktadır. Araştırmada kullanılan saf su, kivi ve limon suyu marinatlarının pH değerleri sırasıyla; 5.17, 3.42, 2.43'dür. Örnekler kendi grupları içerisinde karşılaştırıldığında ve sonikasyon işlemi uygulanmış gruplar kendi içlerinde daha düşük pH'ya sahiptirler. Uygulanan organik asidik karakterli marinasyon sıvıları sonikasyon desteği ile çıkma tavuk etlerinin pH değerlerinin düşmesine katkıda bulunmuşlardır.

Tänavots ve ark. (2018); beyaz şarap sirkesi, elma sirkesi, hardal-bal ve kefir kullanarak dört farklı marinasyon sıvısı hazırlamışlardır. Marinasyon sıvılarının pH değerleri sırasıyla; 3.0, 3.1, 3.9 ve 4.5 olarak belirlenmiştir.

Obuz ve Cesur (2009); nar suyunun tavuk göğüs etlerinin pH değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Klinhom ve ark. (2011), sığır *M.semimembranosus* kaslarını 0.05 M Sitrik asit ve % 15 limon suyu yardımıyla marine etmişlerdir. Marinasyon işleminin sığır etlerinin pH değerlerini düşürdüğünü gözlemlemişlerdir.

Kargiotou ve ark. (2011); soya sosu ve kırmızı şarap ile hazırladıkları marinasyon sıvılarının pH değerlerinin 3.60 ile 4.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalarda marinasyon sıvılarının ve muamele edilen et örneklerinin pH değerlerinin, marinat formülasyonuna bağlı olarak değişebileceği görülmüştür.

4.3. Su Tutma Kapasitesi (STK) Sonuçları

Etin en önemli kalite özelliklerinden birisi de su tutma kapasitesidir. Renk, tekstür, sertlik gibi çeşitli fiziksel özelliklerin su tutma kapasitesi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir (Sunantha ve Saroot, 2011). Marinasyon işlemi uygulanan çıkma tavuk göğüs etlerinin STK değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.4.'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge.4.4. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin su tutma kapasitelerine (STK) ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	5	38.86	18.78**
Hata	6	2.07	-
Genel	11	-	-

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli.

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgaları ile marinasyon işleminin su tutma kapasitesine (STK) etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin, ortalama su tutma kapasitelerine (STK) ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	STK (%)
KO	2	20.89±0.03 ^{bc}
Kİ	2	17.31±0.53 ^c
Lİ	2	21.85±1.24 ^{bc}
US	2	27.61±0.69 ^a
UK	2	24.99±0.61 ^{ab}
UL	2	20.94±3.11 ^{bc}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Saf su içerisinde sonikasyon işlemi ile marine edilmiş örneğimizin su tutma kapasitesi en yüksek (%27.61) bulunmuştur. Bu sırayı takip eden bir diğer örnek ise; %24.99 değere sahip ultrasonik destekli kivi suyu ile marine edilmiş örnektir. Çıkma tavuk göğüs etlerine uygulanan sonikasyon destekli marinasyon işlemi, tek başına uygulanan marinasyon işlemine göre örneklerin su tutma kapasitelerini genellikle artırmıştır.

McClements (1995); ultrasonik ses dalgaları ile muamelenin et ve et ürünlerinde su tutma kapasitesini arttırdığını tespit etmiştir.

Reynolds ve ark. (1978); etin su bağlama özelliğinin ve su tutma kapasitesinin sonikasyon işlemi ile artabileceğini gözlemlemişlerdir.

Gonzalez-Gonzalez ve ark. (2020), üç farklı sığır kasına (*Longissimus lumborum*, *Infraspinatus* ve *Eleidooccipitalis*) 0, 40, 60 ve 80 dakika süreyle ultrasonik ses dalgaları (40 kHz frekans ve 11 W.cm² yoğunluk) uygulamışlardır. Üç kastan herhangi birine 40 dakika süreyle ultrasonik ses dalgası uygulanmasının, su tutma kapasitesini artırdığına dair sonuçları rapor etmişlerdir.

Ünal (2012), çıkma tavuk göğüs ve but etlerine 150 s sonikasyon işlemi uygulamanın, çıkma tavuk etlerinin su tutma kapasitesini çok önemli düzeyde artırdığını tespit etmiştir

4.4. Pişirme Kaybı (PK) Sonuçları

Marinasyon işlemine tabi tutulmuş çıkma tavuk göğüs etlerinin pişirme kayıplarına (PK) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin pişirme kaybı (PK) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	5	275.07	137.38**
Hata	6	2.00	-
Genel	11	-	-

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli.

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı meyve suları ve sonikasyon ile muamelesi sonrasında pişirme kayıpları üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama pişirme kaybı (PK) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	PK
KO	2	45.66±1.18 ^a
Kİ	2	36.40±1.40 ^{bc}
Lİ	2	39.43±1.98 ^b
US	2	33.43±1.91 ^c
UK	2	23.10±0.53 ^d
UL	2	13.43±0.87 ^e

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

En yüksek (%45.66) pişirme kaybına uğrayan saf su içerisinde sonikasyon işlemi ile marine edilmiş örnekte belirlenmiştir. En düşük pişirme kaybına uğramış olan örnek ise limon suyu içerisinde sonikasyon işlemi ile marine edilmiş örnek olup pişirme kaybı (%13.43) PK şeklinde belirlenmiştir. Uygulanan sonikasyon, örneklerimizin pişirme kayıplarını azaltmıştır.

Ma ve ark. (2019); yak etinin papain ile muamelesinde pişirme kaybının azaldığını ve su tutma kapasitesinin %9.93 düzeyinde arttığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, enzim konsantrasyonunun ve enzim reaksiyon süresinin, yak etinin pişirme kaybı üzerinde belirli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır.

Cao ve ark. (2021), çıkma tavuk göğüs etlerine enzim ilave ettikleri çalışmalarında, enzim ilavesi işleminin örneklerin pişirme kayıplarını önemli ölçüde azalttıklarını bildirmişlerdir ($p < 0.05$). Bunun nedeninin, enzimin miyofibrilleri parçalamasından, tuzda çözünen proteinlerin çökmesini katalize etmesinden ve fibrillerin suyu tutma yeteneğini arttırmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.5. Sızıntı Kaybı (SK) Sonuçları

Farklı meyve suları ve sonikasyon desteği ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerine ait SK verilerine ait Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.8.'de görülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin sızıntı kayıplarına (SK) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	5	30.852	35.44*
Hata	6	0.870	-
Genel	11	-	-

* $p < 0.05$ seviyesinde önemli.

Çıkma tavuk etlerine uygulanan marinasyon işleminin, örneklerin sızıntı kayıpları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli düzeyde ($p < 0.05$) bulunmuştur

Çizelge 4.9. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama sızıntı kayıplarına (SK) ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	SK (%)
KO	2	10.98±0.09 ^b
Kİ	2	9.12±0.21 ^b
Lİ	2	10.95±0.77 ^b
US	2	17.37±2.01 ^a
UK	2	16.43±0.36 ^a
UL	2	7.73±0.60 ^b

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Limon suyu içerisinde sonikasyon işlemi destekli marine edilen örnek % 7.73, kivi suyu ile muamele grubunda ise % 9.12'lik en düşük düzeyde sızıntı kayıpları tespit edilmiştir. Sonikasyon işlemi uygulanmış kontrol grubunda, sonikasyon uygulanmamış kontrol grubuna göre, daha fazla sızıntı kaybı meydana gelmiştir.

Li ve ark. (2015), tavuk etine kısa süreli (10-20 dakika) ultrasonik ses dalgası uygulamasının örneklerin sızıntı kayıplarını artırdığını, uygulama süresinin zaman üzerine ters etkisinin oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Maqsood ve ark. (2018), bitkisel proteolitik enzim (bromelain, ficin ve papain) uygulamasının, deve etinin sızıntı kaybını artırdığını ve sızıntı kaybının uygulamaya bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda ultrasonik ses dalgası uygulama süresinin, marinasyonun bileşimine göre değişik etkiler göstereceği bildirilmiştir.

4.6. Marinat Absorblama (MA) Sonuçları

Bu çalışmada farklı meyve suları ve sonikasyon desteği ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin MA verilerine ait Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin marinat absorblama (MA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	5	271.6	20.25
Hata	6	13.4	-
Genel	11	-	-

$p > 0.05$ seviyesinde önemli.

Çizelge 4.11. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama marinat absorblama (MA) verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	MA (%)
KO	2	2.32±0.03 ^a
Kİ	2	0.05±0.02 ^a
Lİ	2	6.66±1.10 ^a
US	2	1.36±1.68 ^a
UK	2	3.32±0.55 ^a
UL	2	10.75±8.72 ^a

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p > 0.05$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Marinat absorblama değerleri üzerine farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgalarının etkisi istatistiki açıdan önemli düzeyde ($p > 0.05$) bulunmamıştır. Limon suyu ile marine edilen ve limon suyu içerisinde sonikasyon işlemi uygulanan örnekte marinasyon sıvısı absorbe etme yeteneğinin en yüksek olduğu belirlenmiş olmasına karşın, istatistiki açıdan gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Kaewthong ve Wattanachant (2018), dekstrozu, nişasta, NaCl ve fosfat içeren çözeltiler kullandıkları broyler tavuk göğüs etinde marinat absorblama düzeylerini %2.90 - 9.12 arasında bulmuşlardır.

McDonnell ve ark. (2014b), domuz *Longissimus* kasına uyguladıkları sonikasyon işleminin marinat absorblama düzeylerini artırabileceğini bildirmişlerdir.

Xiong ve ark. (2020), sodyum bikarbonat ile hazırladıkları marinatları tamburlama yöntemiyle uygulamışlar ve uyguladıkları bu işlemin tavuk göğüs etlerinin marinat absorblama düzeylerinin % 6.13 ile % 11.10 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar tarafından belirlenen bu değerler bu çalışmada kişniş ve sarımsak oleoresinleri ile marine edilen tavuk eti gruplarına göre oldukça yüksektir. Bu farklılık tamburlama işlemi ve sodyumbikarbonat kullanımına bağlı olarak marinat absorbsiyon oranını yükseltmesinden kaynaklanmış olabilir.

Yapılan başka bir çalışmada, marinat absorblama değerlerinin % 5.75 ile % 15.41 arasında değiştiği bulunmuş, limon suyu ile marine edilmiş tavuk eti örneklerinin diğer gruplara göre en yüksek marinat absorblama sonuçlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Unal ve ark., 2021).

Çalışmamızın, yapılan diğer çalışmalar arasındaki farklılığı marinasyon işlemindeki meyve sularının özelliklerinden ve uygulanan ultrasonik ses dalgaları teknolojisinin kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.7. Renk Analizi Sonuçları

Farklı meyve suları ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerinin renk değerlerine; L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.12.'de ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları; Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin renk verilerine ait Varyans Analiz sonuçları*

Varyasyon kaynağı	SD	L^*		a^*		b^*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Muamele	5	19.63	7.77**	1.53	11.85**	4.80	12.62**
Hata	18	2.53		0.13		0.38	
Genel	35						

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı meyve suları ile marine edilmesi; L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) renk değerlerini çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkilemiştir.

Çizelge 4.13. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama renk verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	L^*	a^*	b^*
KO	6	61.21±2.07 ^a	1.00±0.28 ^b	2.04±0.72 ^{bc}
Kİ	6	53.47±0.65 ^b	1.07±0.10 ^b	1.39±0.44 ^c
Lİ	6	65.52±1.51 ^a	0.47±0.27 ^b	5.28±0.19 ^a
US	6	60.35±1.42 ^a	2.70±0.65 ^a	4.02±0.38 ^{ab}
UK	6	59.56±2.40 ^{ab}	1.69±0.40 ^{ab}	4.91±1.16 ^a
UL	6	59.41±0.58 ^{ab}	0.33±0.11 ^b	3.52±0.07 ^{abc}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

L^* (parlaklık) değeri en yüksek limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinde belirlenmiştir. a^* (kırmızılık) değeri en yüksek saf su içerisinde sonikasyon işlemi ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinde belirlenmiştir. b^* (sarılık) değeri en yüksek limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinde belirlenmiştir.

Ultrasonik enerjinin yayılım göstermesiyle meydana gelen ısınma sonucu, ultrasonik ses dalgalarının renk parametreleri üzerine bazı değişimler oluşturabileceği belirtilmiştir (Pohlman ve ark., 1997; Lopp ve Weber, 2005).

Klinhom ve ark. (2011); artan asitliğin kas proteinlerinin ışık yansımısını değiştirdiğini, bu nedenle daha yüksek L^* değerlerinin görüldüğünü bildirmişlerdir.

Von Lengerken ve ark. (2002), göğüs etlerinin % 90 beyaz fibrillerden meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Barretto ve ark. (2020), azaltılmış sodyum içeriğine sahip pişmiş jambonun işlenmesinde ultrasonik ses dalgası kullanımının, a^* ve b^* renk parametrelerinin üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını, L^* değerlerinde ise belirli artışın meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Sanches ve ark. (2021), farklı NaCl konsantrasyonlarında salamurada sığır etine sonikasyon (600 W; 20 kHz) uygulamasını incelemişlerdir. Et, %10 NaCl salamura çözeltisi içerisinde sonikasyona tabi tutulduğunda L^* değerlerinde bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Örnekler %20 NaCl salamura içerisinde sonikasyona tabi tutulduğunda

ise a^* değerlerinde artış olduğunu, b^* parametresi üzerinde ise hiçbir etki gözlemlenemediklerini ifade etmişlerdir.

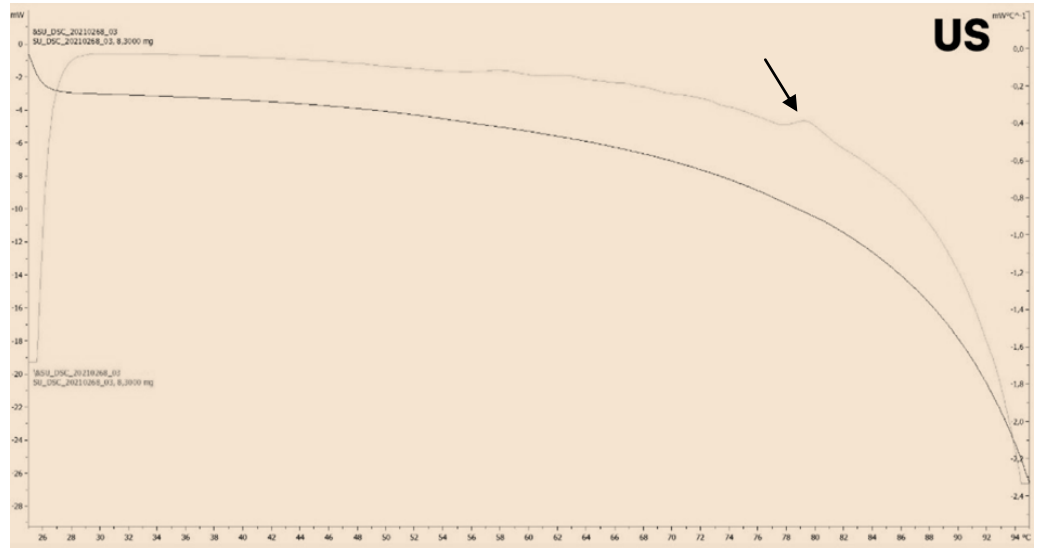
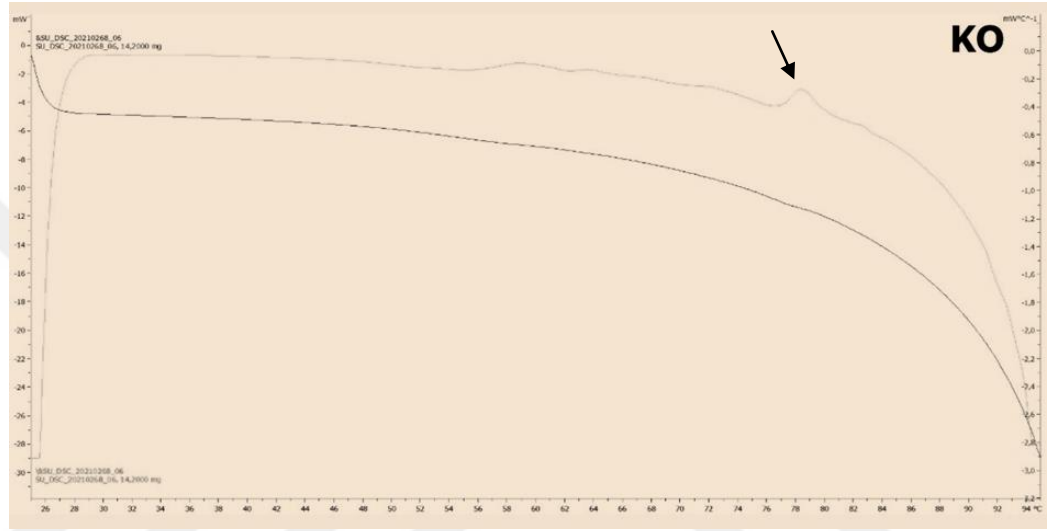
Lima Alves ve ark. (2018), italyan salamı üretimi çalışmalarında 500 W ve 25 kHz'de 0, 3, 6 ve 9 dakika süreyle ultrasonik ses dalgası işlemine tabi tutulan italyan salamlarının L^* , a^* , b^* renk parametrelerinde herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir.

Ferrentino ve Spilimbergo (2016), pişmiş jambonun ultrasonik ses dalgası işlemi ile yüksek basınçlı karbondioksit uygulamanın örneklerin L^* değerini değiştirmedığını, a^* değerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

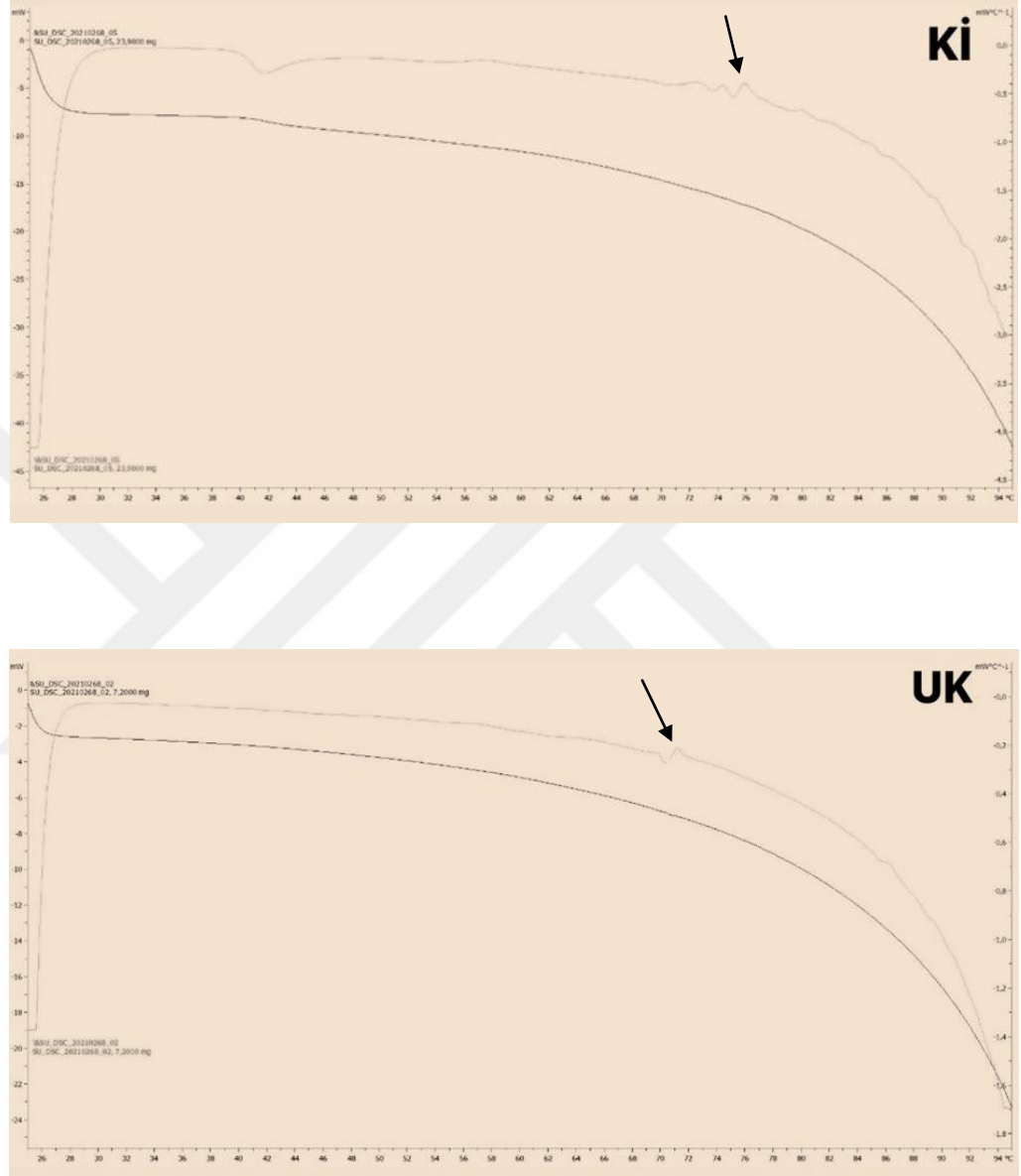
Literatür bulguları ve çalışmamızdaki renk değerlerindeki farklılıkların muhtemelen meyve sularından, pigment ve asitlik farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.8. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) Analiz Sonuçları

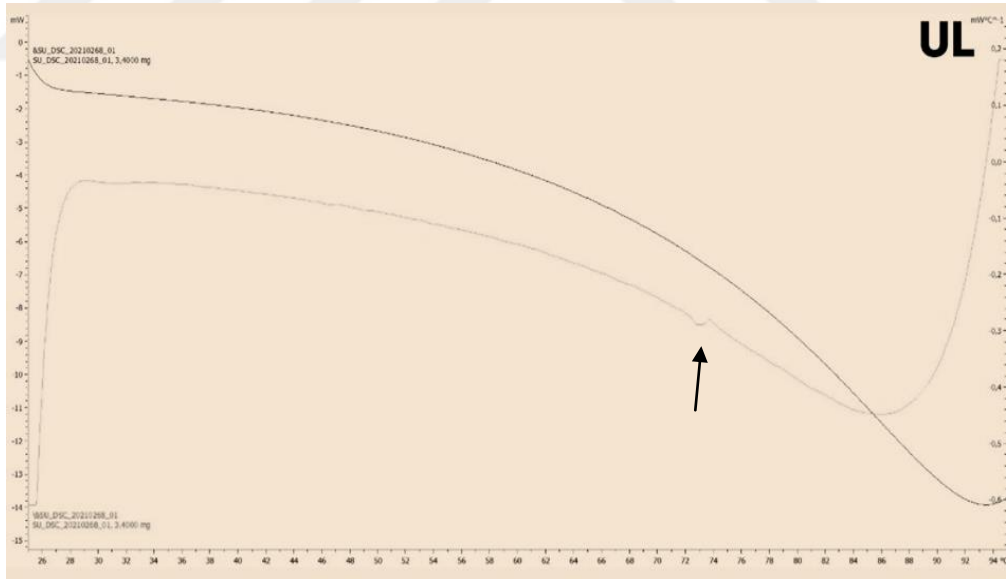
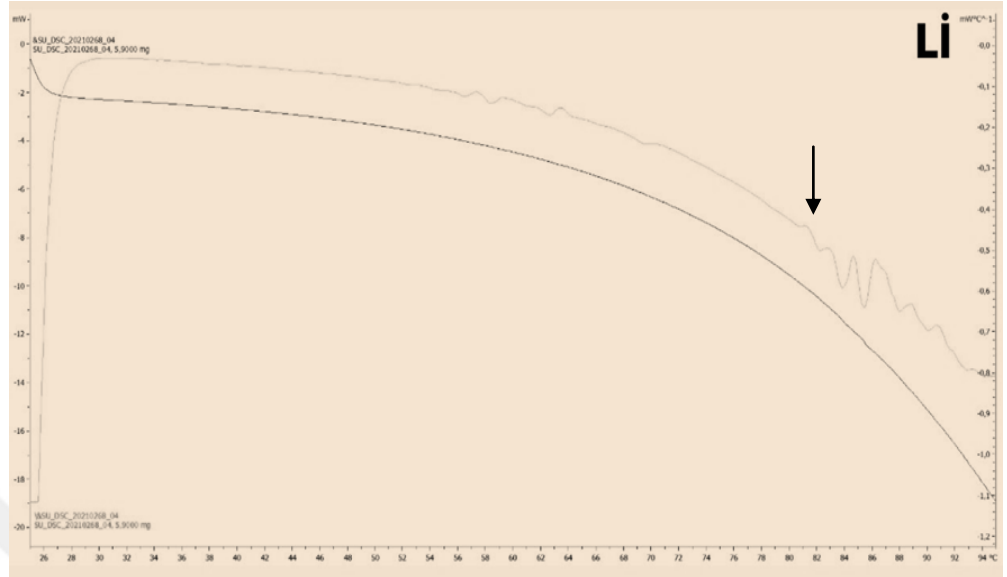
Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3.'de marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin DSC sonuçlarına ait grafikler verilmiştir.



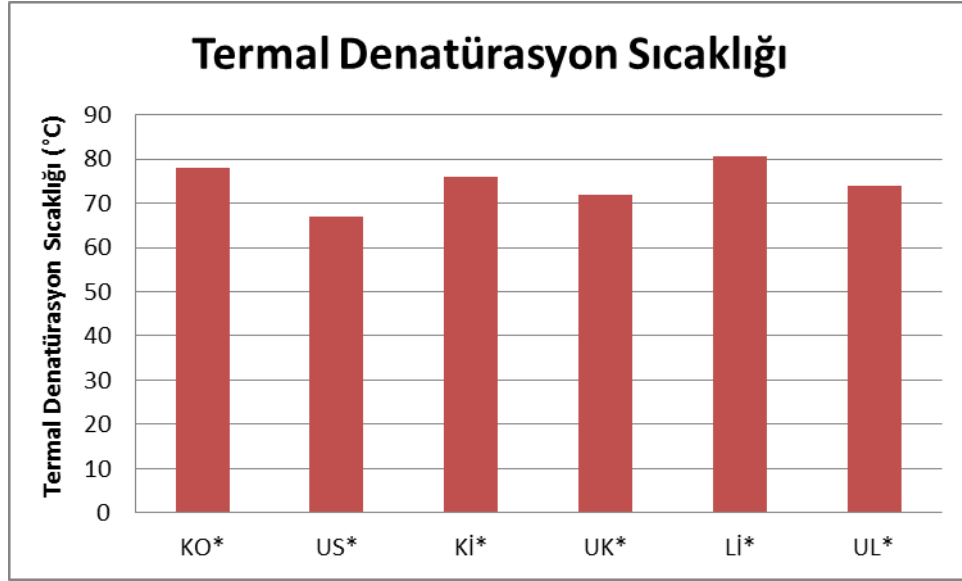
Şekil 4.1. Kontrol / Saf su ile marine edilen örnek (KO); Saf su içerisinde Ultrasonik ses dalgası destekli marine edilmiş örnek (US)'lere ait DSC grafiği.



Şekil 4.2. Kivi suyu ile marine edilen örnek (Kİ); Kivi suyu içerisinde Ultrasonik ses dalgası destekli marine edilmiş örnek (UK)’lere ait DSC grafiği



Şekil 4.3. Limon suyu ile marine edilen örnek (Li); Limon suyu içerisinde Ultrasonik ses dalgası destekli marine edilmiş örnek (UL)'lere ait DSC grafiği.



Şekil 4.4. Farklı meyve suları ve sonikasyon desteği ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerinin termal denatürasyon sıcaklıkları

*: KO: Saf su ile marinasyon; Kİ: Kivi suyu ile marinasyon; Lİ: Limon suyu ile marinasyon; US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon; UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon; UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Literatür bulgularına göre; elde edilen pik sıcaklıklarının, aktin proteinini gösterdiği tespit edilmiştir (Lőrinczy ve ark., 1998; Zou ve ark., 2018).

Şekil 4.4'e göre, ultrasonik ses dalgası uygulamasıyla termal denatürasyon pik sıcaklıklarının, sonikasyon işlemi uygulanmamış gruplara göre düştüğü görülmektedir. Bu durum sonikasyon işleminin, myofibriler proteinlerin termodinamik özelliklerini etkilediğini göstermektedir. Benzer şekilde Zou ve ark. (2018), ultrasonikasyon işleminin myofibriler proteinlerin konformasyonel yapılarında değişikliklere neden olabileceğini, sonikasyon işleminin neden olduğu hidrofobik etkileşimlerin ve hidrojen bağlarının yok edilmesi yoluyla protein molekülleri arasındaki etkileşimin, daha kolay denatürasyon durumuna yol açacağını ifade etmişlerdir.

Shi ve ark. (2020), myofibriler proteinlerin termodinamik özelliklerini DSC ölçümü ile araştırmışlardır. Çalışmada DSC spektrumuna göre ısı akışı eğrisinde miyosinin değişikliklerini karakterize eden pik olduğunu bildirmişlerdir. Ultrasonik ses dalgaları muamelesi ile miyosinin termal denatürasyon sıcaklığının, ultrasonik ses dalgaları ile muamele edilmeyen kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu vurgulamışlardır.

Levitsky ve ark. (2008), uzun polar filamentlerle bağlı olarak monomerik yapının, uygulanan muamelelere göre farklı denatürasyon sıcaklıklarına sahip olabileceğini ve bu yapıların termal davranışlardan etkilendiğini bildirmişlerdir.

4.9. Tekstür Analiz Sonuçları

4.9.1. Meullenet owens razor (MORS) analiz sonuçları

Farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgaları ile muamele edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin kesme kuvveti verilerine ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.14’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise; Çizelge 4.15.’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin kesme kuvveti ve kesme enerji verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Kesme Kuvveti		Kesme Enerjisi	
		KO	F	KO	F
Muamele	5	21.4857	467.30**	138.932	209.14**
Hata	6	0.0460		0.664	
Genel	11				

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre; çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgaları ile marınasyonun kesme kuvvetine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama kesme kuvveti ve kesme enerjisi verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

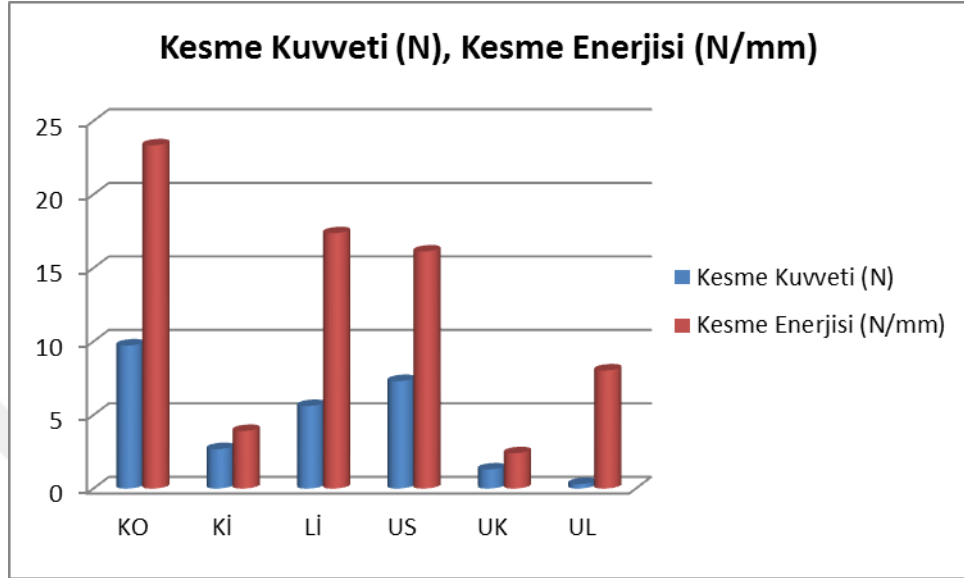
Uygulama	N	Kesme Kuvveti (N)	Kesme Enerjisi (N/mm)
KO	2	9.73±0.29 ^a	23.34 ±1.01 ^a
Kİ	2	2.68±0.31 ^d	3.92±0.36 ^d
Lİ	2	5.61±0.14 ^c	17.36±1.08 ^b
US	2	7.31±0.26 ^b	16.12±1.28 ^b
UK	2	1.30±0.01 ^e	2.40±0.06 ^d
UL	2	0.30±0.06 ^d	8.03±0.12 ^c

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marınasyon, Kİ: Kivi suyu ile marınasyon, Lİ: Limon suyu ile marınasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marınasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marınasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marınasyon.

Çizelge 4.15’e göre; Kontrol grubundaki çıkma tavuk örneklerinin en yüksek kesme kuvvetine ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Uygulanan sonikasyon işlemi ile kontrol grubunun kesme kuvveti değerinde bir azalma olduğu görülmüştür. Aynı şekilde tek başına kivi ve limon suyu muamelesi kontrol grubuna göre kesme kuvveti değerlerini düşürmüştür, uygulanan sonikasyon işlemi ile kesme kuvveti değerlerinin daha da fazla düştüğü belirlenmiştir. Böylece uygulanan sonikasyon işleminin, çıkma tavuk göğüs

etlerinin gevrekleştirme özelliği üzerine olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.5.'de; farklı meyve suları ile marinasyon uygulamasının oluşturduğu değişen kesme kuvveti ve kesme enerjisi sonuçları verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin kesme kuvveti (N) ve kesme enerjisi (N/mm) sonuçları.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Kang ve ark. (2016), ultrasonik ses dalgası destekli sodyum bikarbonat ile muamele edilen tavuk etinin sadece sodyum bikarbonat ile muamele edilen tavuk etinden daha düşük kesme kuvveti gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumda ultrasonik dalgalarının lizozomları yok ederek katepsin ve kalpaini, yani protein çözünürlüğünü artıracak enzimleri serbest bırakabilmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Önenç ve ark. (2004), asidik marinasyondan sonra pişirme işlemi sırasında proteolitik enzim aktivitesine ve kollajenin jelatine dönüşümünün artmasına bağlı olarak et yapısının zayıfladığını tespit etmişlerdir.

Shi ve ark. (2020), uygun bir potasyum aljinat konsantrasyonunun, proteinlerin mikro yapısını değiştirebildiğini ve doku özelliklerini iyileştirebildiğini, bu durumun da gevrekliği olumlu ölçüde etkilediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, ultrasonik ses dalgası işleminin enzimleri serbest bırakmak için lizozomları yok edebileceğini ve bunun sonucunda da protein çözünürlüğünü artıracabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ultrasonik ses dalgası destekli potasyum aljinat ilaveli grubun sadece potasyum aljinat

ilaveli gruptan daha düşük bir kesme kuvveti değeri göstermesini bu ifadelerle açıklamışlardır.

Alarcon-Rojo ve ark. (2015), ultrasonik ses dalgası muamelesinin etin kesme kuvvetini azaltabileceğini rapor etmişlerdir. Ayrıca ultrasonik ses dalgalarının neden olduğu genişleyen miyofibriler alanının, potasyum aljinat çözeltisinin daha fazla etkili olmasına yol açtığı da bildirilmiştir (McDonnell ve ark., 2014a).

Vaudagna ve ark. (2002); Sous-vide pişirme yöntemiyle pişirilmiş sığır etlerinin kesme kuvveti parametresini incelemişler ve sıcaklığın 50 °C'den 65 °C'ye yükseltilmesiyle kesme kuvvetinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Botinestean ve ark. (2016), Sous-vide yöntemiyle 60 °C'de 270 dakika pişirmenin, 70 °C'lik su banyosunda pişirilen etlere kıyasla kesme kuvvetinde 5N'lik bir azalma meydana getirdiğini tespit etmişlerdir.

4.9.2. Tekstür profil analizleri (TPA) sonuçları

Bazı meyve suları ve ultrasonik ses dalgaları ile muamele edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analiz verilerine ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.16'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise; Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.16' ya göre Varyans Analiz Sonuçları incelendiğinde uygulanan marinasyon işlemi ve sonikasyonun, çıkma tavuk göğüs etlerinin hardness (sertlik), adhesiveness (iç yapışkanlık), springiness (elastikiyet), gumminess (gamsılık) ve chewiness (çiğnenenbilirlik) parametreleri üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunurken, cohesiveness (dış yapışkanlık) ($p > 0.05$) ve resilience (geri dönüşüm/esneklik) ($p > 0.01$) parametreleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli düzeyde etkisi olmuştur.

Çizelge 4.16 Farklı meyve suları ve sonikasyon desteği ile muamele edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analizleri değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	SD	Hardness (sertlik)		Adhesiveness (iç yapışkanlık)		Springiness (elastikiyet)		Cohesiveness (dış yapışkanlık)		Gumminess (gamsılık)		Chewiness (çiğnenebilirlik)		Resilience (esneklik)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Muamele	5	25244	13.06**	78882	34.90**	0.04930	7.55*	0.00717	3.57	3995	28.02**	2077.7	135.20**	0.002043	2.80
Hata	6	1933	-	2260	-	0.00653	-	0.00201	-	143	-	15.4	-	0.000729	-
Genel	11														

** : Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$; 0.05) birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.17. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analizleri verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	Hardness (Sertlik/N)	Adhesiveness (İç yapışkanlık)	Springiness (Elastikiyet/mm)	Cohesiveness (Dış yapışkanlık)	Gumminess (Gamsılık/N)	Chewiness (Çiğnenebilirlik/N×mm)	Resilience (Esneklik)
KO	2	343.49 ± 95.8 ^a	-119.59±36.10 ^a	0.88±0.12 ^a	0.57±0.05 ^a	34.65±6.35 ^{bc}	22.05±2.37 ^d	0.18±0.03 ^a
Kİ	2	94.36±7.63 ^c	-154.55 ± 46.76 ^a	0.51±0.03 ^b	0.49 ±0.00 ^a	54.21±4.34 ^{bc}	28.21±4.39 ^d	0.19±0.00 ^a
Lİ	2	110.73±5.17 ^{bc}	-83,85±8.68 ^a	0.44±0.01 ^b	0.43±0.00 ^a	57.90 ±1.70 ^{bc}	25.84±0.22 ^d	0.14±0.00 ^a
US	2	270.03±46.52 ^{ab}	-36,17±24.62 ^a	0.71±0.04 ^{ab}	0.48±0.00 ^a	161.63±27.87 ^a	102.04±4.61 ^a	0.21±0.01 ^a
UK	2	127.48±6.14 ^{bc}	-557,78±96.75 ^b	0.69±0.00 ^{ab}	0.49±0.00 ^a	75.82 ±4.50 ^{bc}	52.34±3.00 ^c	0.17±0.01 ^a
UL	2	60.48±11.09 ^c	-32,42±5.48 ^a	0.72±0.00 ^{ab}	0.59±0.09 ^a	90.06 ±0.66 ^b	75.44±6.09 ^b	0.23±0.04 ^a

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$, $p < 0.05$) birbirinden farklıdır. KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarına göre; en yüksek (343. 49N) sertlik (hardness) değeri kontrol grubunda belirlenmiştir. Uygulanan sonikasyon işlemi kontrol grubu örneklerinin sertlik değerlerini (270.03 N) düşürmüştür. Sadece limon suyu ile marine edilmiş grupların sertlik değeri (110.73 N) , limon suyu içerisinde sonikasyon destekli gruplardan daha yüksek (60.48 N) çıkmıştır. Ancak bu durum sadece kivi suyu ile marine edilen örnekler (94.36 N) için söylenemez. Uygulanan sonikasyon işlemi kivi suyu ile marine edilen örneklerin sertlik değerlerini (127.48 N) az da olsa arttırmıştır.

Unal ve ark. (2021), sitrik asit, limon ve greyfurt suyu ile kanatlı etlerini marine etmişlerdir. Limon suyu ile marine edilen örneklerin en düşük (45.62 N) sertlik değerine sahip olduğunu kontrol grubunun ise en yüksek (149.12 N) sertlik değerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

García-Segovia ve ark. (2007), uygulanan sıcaklık ve sürenin artışıyla birlikte, Sous-vide yöntemiyle pişirilen etlerin sertlik değerlerinin azaldığını / düştüğünü bildirmişlerdir.

Ionescu ve ark. (2008); bromelinin, bağ dokusu üzerinde hidrolitik aktivite gösterdiğini, sert yapıya sahip olan etin daha iyi yumuşamasını sağladığını tespit etmişlerdir. Ancak bu enzimin zaman zaman aşırı yumuşamaya yol açacağı ve macunsu bir yapıya sahip bir ürün elde edilebileceğini de vurgulamışlardır (Miller ve ark., 1995).

Kumar ve ark. (2015), % 20 limon suyu ve % 50 zencefil ekstraktını tavuk etinin kalite özelliklerini artırmak için kullanmışlar ve limon suyu ile marinasyonun tavuk etinin sertliğini azalttığını tespit etmişlerdir.

Żochowska-Kujawska ve ark. (2012); marinasyon yöntemlerini karşılaştırmışlar, hem tekstür hem de duyusal parametrelerde en düşük puanı hiçbir katkı maddesi içermeyen soğukta muhafaza edilen örneklerde belirlemişlerdir. Bu parametrelerdeki etkiye marinasyon çözeltisinde bulunan şarap, limon suyu ve kefir ilavesinin yol açtığını, tekstür parametreleri üzerinde en önemli etkiye ise ananas suyunun yol açtığını bildirmişlerdir. 7 günlük olgunlaştırma işlemi sonrasında şarap ilave edilmiş etlerin sertliği yaklaşık % 28-24 düzeyinde azalmıştır. Limon suyu ve kefir ilavesi ise kontrol grubuna kıyasla sırasıyla; % 30-36 ve % 35-41 düzeyinde sertliğin azalmasına etkili olmuşlardır. Aynı zamanda, herhangi bir katkı maddesi kullanmadan etin sadece olgunlaşmasına bağlı olarak bir karşılaştırma yaptıklarında; sertlik verilerindeki değişiklikler yaklaşık % 14-19 seviyesinde olmuştur.

Zou ve ark. (2019), ultrasonik işlemle destekli sodyum bikarbonat kullanımının, kesme gerilimi üzerinde sinerjist etkiye sahip olduğunu ve etlerin gevrekliğini artırmada kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Kivi (*Actinidia deliciosa*) suyundaki aktif enzim, aktinidaindir (Barrett ve ark., 2012). Han ve ark. (2009); kuzu karkaslarını kivi suyu ekstraktı ile muamele etmişlerdir. Bel bölgesi ve arka but bölgesindeki etlerin daha yumuşak yapıya sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Klinhom ve ark. (2011); sığır eti için uygulanan % 15 limon suyu ile marinasyonun etlerin tekstürel özelliklerini azalttığını bildirmişlerdir.

Kumar ve ark. (2015) , % 20 limon suyu ile marine edilen tavuk etlerinin elastikiyet, dış yapışkanlık, gamsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinin sırasıyla; 0.3 cm/mm, 0.4, 6.4 N/cm², 2.8 N/cm ve 0.1 olduğunu rapor etmişlerdir.

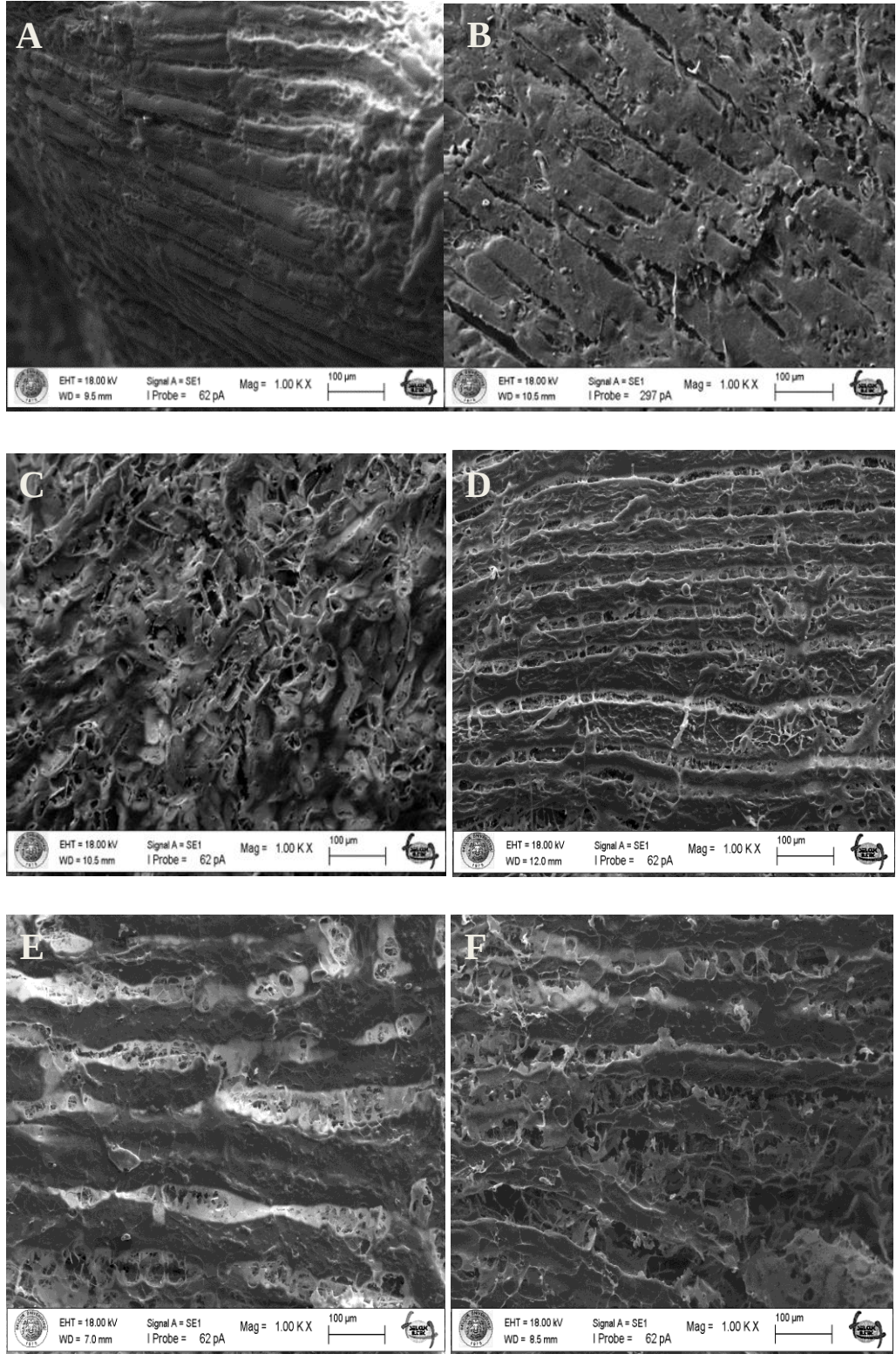
McClements (1995); ultrasonik ses dalgaları ile muamelenin, et ve et ürünlerinin yapışkanlığını arttırdığını tespit etmiştir. Inguglia ve ark. (2018), domuz etinin kürlenmesinde ultrasonik dalgaları uygularken, et sertliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Xiong ve ark. (2020); sodyum bikarbonat ve ultrasonik ses dalgası destekli sodyum bikarbonat ile muamele edilmiş tavuk etinin gevrekliğinin kas liflerinin yapısının ultrasonik ses dalgası ile zarar gördüğünü ve tavuk göğüs etinin daha yumuşak bir yapıda olmasını sağlamada kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Et gevrekliğinin iyileştirilmesi ile bu tür gıdaların tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinin artacağı bildirilmiştir (Gagaoua ve ark., 2020).

4.10. SEM Analiz Sonuçları

Mikroyapının belirlenmesinde; 1.00 K × büyütme kullanılarak gözlemlenen görüntüler; Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6. Marinasyona tabi tutulan ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri.

A (KO): Saf su ile marinasyon; B (US): Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon; C (Kİ): Kivi suyu ile marinasyon; D (UK): Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon; E (Lİ): Limon suyu ile marinasyon limon suyu, , F (UL): Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon görüntüleri. Görüntüler $1.00 \times$ hedefli SEM kullanılarak elde edilmiştir.

Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri incelendiğinde saf su ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinin ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etine göre daha sıkı/kompakt bir yapıda olduğu görülmüştür. Ultrasonik ses dalgalarının kontrol grubundaki göğüs etinde myofibriller arası boşluk oluşumunu artırdığı; Şekil 4.6.A ve Şekil 4.6.D’de görülmektedir.

Limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs eti ile ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marine edilmiş örnekler karşılaştırıldığında sadece limon suyu ile marinyasyon uygulanan örnekteki yapıda bozulmaların olduğu görülmektedir (Şekil 4.6.C). Fibriller arası bağların kopmasına ultrasonik ses dalgalarının etkili olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 4.6.F).

Kivi suyu ile marine edilmiş ve ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etleri karşılaştırıldığında yukarıda belirtilenlerin tersine bir durum gözlemlenmiştir. Sadece kivi suyu ile muamele edilen örneklerde bağlar tamamen iç içe geçmiş bir görüntü oluşmuştur (Şekil 4.6.B). Kivi suyu ile marinyasyona ultrasonik ses dalgasının dahil olması durumunda myofibriller arası boşluklar birbirlerine daha fazla yakınlaşmış ve oldukça sıkı bir görüntü elde edilmiştir.

Dolatowski ve ark. (2007), çeşitli sürelerde olgunlaştırılmış sığır *M. semimembranosus* kasının mikroyapısı üzerine ultrasonik ses dalgaları uygulamasının etkisini gözlemlemek için yaptıkları çalışmada, sonikasyon uygulanmış ve 24 saat süreyle depolanmış örneklerin miyofibrilleri arasında boşlukların meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Kim ve ark. (2013), sığır etini sodyum klorür, soya sosu çözeltileri ve bunların farklı oranda karışımları ile marinyasyon işlemine tabi tutmuşlar, kullandıkları çözeltilerin fibrilleri çevreleyen kısımlara, bağ dokuya ve kas fibrillerine etkili olduğunu ettiğini bildirmişlerdir.

Naveena ve Mendiratta (2004); SEM görüntülerine bakarak zencefil ekstraktının kas fibrillerini kırdığını ve fibriller arasında boşlukları oluşturduğunu vurgulamışlardır.

Reynolds ve ark. (1978), ultrasonik ses dalgalarının kas fibrillerinin yapısını tahrip edebileceklerini de ifade etmişlerdir.

Yapılan diğer bazı çalışmalarda, proteaz muamelesinin tavuk göğüs etinden ekstrakte edilen miyofibrillerin kılınmasına yol açtığını ve et kesme kuvveti ile ilişkisi olduğunu (Zou ve ark., 2019) ve ultrasonik ses dalgası destekli muamelenin fibrillerin kırılmasını hızlandırdığını göstermişlerdir.

Literatür bulguları, çalışmamızda bulunan sonuçları desteklemektedir.

4.11. Duyusal Analiz Sonuçları

Marinasyon işlemi ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin duyusal özelliklerine ait verilerin Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.18’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise; Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin duyusal analiz verilerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Koku		Renk		Tat		Tekstür		Genel Beğeni	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Muamele	5	1.26	1.80	2.77	3.52	2.07	3.64	1.49	2.91	2.14	4.88
Hata	6	0.70		0.78		0.56		0.51		0.44	
Genel	11										

$p > 0.05$ seviyesinde önemsiz

Çizelge 4.18’de görüldüğü gibi, tüm muamele grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 4.19. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin duyusal analiz değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	Koku	Renk	Tat	Tekstür	Genel Beğeni
KO	2	7.35±0.21 ^a	7.92±0.45 ^a	6.67±0.10 ^a	7.32±0.10 ^a	7.35±0.21 ^a
Kİ	2	5.85±0.91 ^a	6.12±1.94 ^a	5.35±0.21 ^a	5.32±1.30 ^a	5.20±0.28 ^a
Lİ	2	6.27±0.67 ^a	6.70±0.42 ^a	5.42±1.16 ^a	6.00±0.84 ^a	6.37±0.53 ^a
US	2	7.35±0.21 ^a	8.02±0.31 ^a	6.87±1.23 ^a	6.92±0.45 ^a	7.32±1.30 ^a
UK	2	6.22±1.44 ^a	7.50±0.35 ^a	4.70±0.42 ^a	5.12±0.17 ^a	5.37±0.53 ^a
UL	2	5.40±0.84 ^a	5.00±0.56 ^a	4.37±0.53 ^a	6.05±0.63 ^a	5.15±0.49 ^a

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarına bakıldığında, yapılan marinasyon işlemi çıkma tavuk göğüs etleri üzerine olumlu veya olumsuz herhangi bir etki oluşturmamıştır.

Unal ve ark. (2021); greylift ve limon suyu ile marine edilen et örneklerinin tekstür açısından; sitrik asit ve kontrol gruplarına göre daha yüksek puanlara sahip

olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca genel beğeni de en iyi sonucu greyfurt suyu ile yapılan marinasyondaki örnekler almışlardır. Ancak puanlar arası değişkenlik görülmesine karşın, aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Bu farklılıklar kullanılan etin çeşidinden, marinasyon sıvısı bileşiminden, konsantrasyonundan veya marinasyonda bırakılma sürelerinden kaynaklanmış olabilir.

4.12. Sous-Vide (SV) Yöntemi ile Pişirilmiş Çıkma Tavuk Göğüs Etlerinin Depolama Sonuçları

4.12.1. pH sonuçları

Farklı meyve suları ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin Sous-vide (SV) yöntemi ile pişirilip depolanması sonucu elde edilen pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.20’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge.4.20 Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin pH verilerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	5	5.3716	44.01**
Depolama süresi (B)	2	0.0510	0.42
A x B	10	0.1162	0.95
Hata	18	0.1220	
Genel	35		

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Farklı meyve suları ve meyve sularına ultrasonik ses dalgası desteği ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin pH verileri üzerine muamelenin etkisi çok önemli ($p < 0.01$) seviyesinde bulunmuştur. Depolama süresi ve Muamele×depolama süresi interaksiyonunda önemli bir farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.21. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin pH verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	pH
Muamele (A)		
KO	6	6.39±0.05 ^a
Kİ	6	5.70±0.10 ^b
Lİ	6	4.52±0.78 ^c
US	6	6.37±0.06 ^a
UK	6	5.61±0.24 ^b
UL	6	4.11±0.07 ^c
Depolama süresi (B)		
1.gün	12	5.37±1.10 ^a
7.gün	12	5.49±0.83 ^a
14.gün	12	5.48±0.91 ^a
A x B		
KOx1.gün	2	6.39±0.04 ^a
KOx7.gün	2	6.44±0.01 ^a
KOx14.gün	2	6.34±0.01 ^a
Kİx1.gün	2	5.76±0.00 ^a
Kİx7.gün	2	5.57±0.02 ^a
Kİx14.gün	2	5.78±0.01 ^a
Lİx1.gün	2	4.00±1.44 ^a
Lİx7.gün	2	4.97±0.04 ^a
Lİx14.gün	2	4.58±0.02 ^a
USx1.gün	2	6.40±0.01 ^a
USx7.gün	2	6.41±0.49 ^a
USx14.gün	2	6.29±0.01 ^a
UKx1.gün	2	5.55±0.09 ^a
UKx7.gün	2	5.42±0.07 ^a
UKx14.gün	2	5.85±0.28 ^a
ULx1.gün	2	4.15±0.08 ^a
ULx7.gün	2	4.16±0.04 ^a
ULx14.gün	2	4.03±0.02 ^a

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Piştirme işlemi uygulanmış pH değerleri en yüksek kontrol grubunda belirlenmiştir (6.39). Bu değeri ultasonik ses dalgası destekli kontrol grubu örneği takip etmektedir (6.37). Sadece kivi suyu ile marinasyon sonucu etlerin değeri pH 5.70 iken, ultason destekli kivi suyu ile marine edilen etlerin pH değeri 5.61 olarak belirlenmiştir. Limon suyu ile yapılan marinasyon sonrası ise pH değeri 4.52 iken, ultasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon sonrası pH 4.11'e inmiştir.

Çoğu araştırmacı kullanılan marinasyon yönteminin etin tekstürü üzerindeki olumlu etkisi konusunda hemfikirdir. Etin asidik bir çözelti ile marine edilmesi pH'nın

düşmesine neden olur ve bu işlemle beraber proteinlerin önemli ölçüde hidrasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Goli ve ark., 2011).

Saf su ile muamele edilen gruplar (kontrol) depolama süresince en yüksek değere sahip olmuşlardır. Ultrasonik ses dalgası desteğinin örneklerin pH değerlerinde düşüşe neden olduğu görülmüştür. 1.gün sonunda düşen pH değerleri ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyuyla marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etine ve sadece limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etine ait olduğu görülmüştür. 7.günde ise pH değerleri genel olarak artış gösterirken, kivi suyu ile marine edilen ve sonikasyon destekli kivi suyu ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etinde düşüş meydana geldiği görülmüştür. 14.günde ise kivi sularında pH değerleri artmış olup saf su ile marine edilen gruplarda az da olsa azalma görülmüştür.

Kivi (pH=3.43) suyu ve limon (pH=2.37) suyu organik asitliği değerleri yüksek olan meyve türlerindendir. İçerdikleri bileşenler farklı olduğu için depolama sırasında çıkma tavuk göğüs etine gösterdikleri etkilerin farklı olacağı düşünülmektedir.

4.12.2. Renk analiz sonuçları

Farklı meyve suları ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerinin farklı sürelerle depolanmasına ait verilerin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.22.'de ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları; Çizelge 4.23'de verilmiştir. Renk değişimlerini tespit etmek için L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) değerleri ölçülmüştür.

Çizelge.4.22. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin renk verilerine ait Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	L^*		a^*		b^*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Muamele (A)	5	299.282	568.68**	3.7553	75.01**	10.1574	26.95**
Depolama süresi (B)	2	8.246	15.67**	1.4039	28.04**	13.5128	35.85**
A x B	10	7.788	14.80**	0.1843	3.68**	1.9458	5.16**
Hata	18	0.526		0.0501		0.3769	
Genel	35						

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.23. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama renk değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	L^*	a^*	b^*
Muamele (A)				
KO	6	79.33±0.85 ^a	1.91±0.36 ^{ab}	11.42±0.45 ^{ab}
Kİ	6	73.27±1.45 ^b	1.96±0.31 ^a	11.68 ±0.60 ^{ab}
Lİ	6	71.29±2.76 ^c	0.84±0.49 ^d	11.01±1.74 ^b
US	6	79.18±0.56 ^a	1.53±0.20 ^{bc}	10.87±0.66 ^b
UK	6	72.14±0.26 ^{bc}	1.37±0.54 ^c	12.44±1.30 ^a
UL	6	60.01±3.14 ^d	-0.13±0.54 ^e	8.61±2.20 ^c
Depolama süresi (B)				
1.gün	12	71.77±8.20 ^b	0.85±0.93 ^b	9.78±1.93 ^b
7.gün	12	73.42±5.93 ^a	1.48±0.68 ^a	11.54±1.11 ^a
14.gün	12	72.43±6.44 ^b	1.40±0.79 ^a	11.69±1.42 ^a
A x B				
KOx1.gün	2	79.45±0.37 ^a	1.48±0.21 ^{ab}	11.41±0.07 ^{bc}
KOx7.gün	2	80.0±1.09 ^a	2.11±0.28 ^{ab}	10.97±0.40 ^{bcd}
KOx14.gün	2	78.53±0.33 ^a	2.13±0.08 ^{abc}	11.90±0.12 ^{ab}
Kİx1.gün	2	73.20±0.83 ^{bc}	1.75±0.36 ^{abc}	11.05±0.44 ^{bcd}
Kİx7.gün	2	71.84±0.65 ^{cde}	2.28 ±0.16 ^a	12.04±0.60 ^{ab}
Kİx14.gün	2	74.77±0.97 ^b	1.84±0.12 ^{ab}	11.95±0.28 ^{ab}
Lİx1.gün	2	70.11±0.12 ^{de}	0.25±0.08 ^{de}	8.86±0.29 ^d
Lİx7.gün	2	74.69±1.40 ^{be}	1.33±0.14 ^{bc}	12.57±0.53 ^{ab}
Lİx14.gün	2	69.09±0.85 ^e	0.93±0.01 ^{cd}	11.60±0.14 ^{abc}
USx1.gün	2	79.61±0.86 ^a	1.53±0.31 ^{abc}	10.21±0.28 ^{bcd}
USx7.gün	2	78.93±0.12 ^a	1.55±0.27 ^{abc}	11.01±0.62 ^{bcd}
USx14.gün	2	79.00±0.50 ^a	1.53±0.21 ^{abc}	11.40±0.50 ^{bc}
UKx1.gün	2	72.08±0.36 ^{bcd}	0.86±0.15 ^{cde}	11.07±0.09 ^{bcd}
UKx7.gün	2	72.21±0.43 ^{bcd}	1.26±0.11 ^{bc}	12.29±0.06 ^{ab}
UKx14.gün	2	72.15±0.01 ^{bcd}	2.00±0.28 ^{ab}	13.97±0.11 ^a
ULx1.gün	2	56.17±0.88 ^g	-0.75±0.09 ^f	6.12±0.13 ^e
ULx7.gün	2	62.84±1.02 ^f	0.33±0.21 ^{de}	10.34±2.12 ^{bcd}
ULx14.gün	2	61.03±0.19 ^f	0.01±0.40 ^{ef}	9.36±0.51 ^{cd}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marınasyon, Kİ: Kivi suyu ile marınasyon, Lİ: Limon suyu ile marınasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marınasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marınasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marınasyon.

Farklı meyve suları ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine muamelenin, depolama süresinin ve muamele×depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur. L^* (parlaklık) değeri en yüksek (80.0) 7.gün kontrol grubunda, en düşük (56.17) 1.gün ultasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinde tespit edilmiştir. a^* (kırmızılık) değeri en yüksek (2.28) 7. günde kivi suyu ile marine edilmiş grupta belirlenirken, en düşük (-0.75) değeri ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etinde belirlenmiştir. b^* değeri, en yüksek 14. günde ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marine edilmiş grupta

belirlenirken, en düşük (6.12) b^* değeri 1. gün ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerinde belirlenmiştir.

Unal ve ark. (2020); çeşitli meyve suları ile marine ettikleri tavuk ve hindi etlerinde en yüksek L^* ve b^* değerlerini nar suyu ile marine ettikleri tavuk göğüs etlerinde belirlenmişler ve bu değerlerin sırasıyla 51.21 ve 16.01 olduğunu bildirmişlerdir. Marinasyonda kullanılan organik asit bileşimi farklı olan meyve sularının etlerin renk değerlerinde farklılığa neden olabileceği düşünülebilir.

García-Segovia ve ark. (2007), SV yöntemiyle pişirilen etlerin, geleneksel yöntemlerle pişirilen etlerden daha kırmızı renge sahip olduğu ve kahvemsigri rengin daha az olduğunu rapor etmişlerdir.

4.12.3. Tiyoarbitürük asit (TBA) analiz sonuçları

Farklı meyve suları ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerinin değişik sürelerle depolanmasına ait tiyoarbitürük asit (TBA) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları; Çizelge 4.24.'de ve Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları; Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin TBA verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	5	1.65583	12.947**
Depolama (B)	2	0.09519	744.28**
A x B	10	0.06568	515.55**
Hata	18	0.00013	-
Genel	35	-	-

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgası destekli marinyasyon uygulamasının çıkma tavuk göğüs etlerinin TBA miktarlarına etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur. Muamele x depolama interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur. TBA (mg malonaldehit/kg) miktarları sırasıyla; UK(0.25) < Kİ(0.30) < UL(0.35) < Lİ(0.49) < KO(1.17) < US(1.49)'dır. Depolama sonrasında özellikle Kİ (kivi suyu ile marinyasyon) örneklerinin TBA içeriklerinde hiçbir değişiklik olmadığı görülmüştür. UK (Kivi suyu içerisinde sonikasyon işlemi ile marinyasyon) grubunda 7.günde (0.26) çok az

da olsa bir artış gözlemlenirken 14.günde (0.23) azalma görülmüştür. Lİ (Limon suyu ile marinasyon) grubunda 1.günde (0.40) azalma gözlemlenirken 7. gün (0.50) ve 14. gün (0.57)'de artış olduğu tespit edilmiştir. UL (Limon suyu içerisinde sonikasyon işlemi ile marinasyon) grubunda ise 1. gün (0.31) ve 7. gün (0.30)'de azalma gözlemlenirken 14.gün (0.42) sonunda artış meydana gelmiştir. KO (saf su ile marinasyon) 1.günde (0.93) azalma, 7.günde (1.65) ise artış tespit edilmiştir. Bu artış 14.gün (0.93) sonunda tekrar azalma eğilimi göstermiştir. US (saf su içerisinde sonikasyon işlemi ile marinasyon) grubunda ise 1.gün (1.31) azalma gözlemlenirken 7.gün (1.58) ve 14. Gün (1.59)'de artış belirlenmiştir.

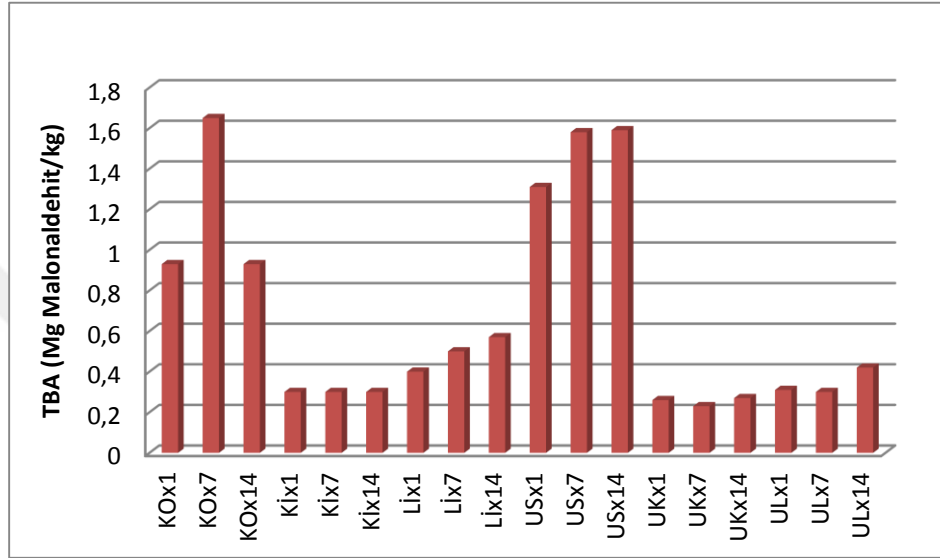
Çizelge 4.25. Farklı meyve suları ve sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin TBA miktarlarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Uygulama	n	TBA (mg malonaldehit/ kg)
Muamele (A)		
KO	6	1.17±0.37 ^b
Kİ	6	0.30±0.01 ^e
Lİ	6	0.49±0.07 ^c
US	6	1.49±0.14 ^a
UK	6	0.25±0.01 ^f
UL	6	0.35±0.05 ^d
Depolama süresi (B)		
1.gün	12	0.58±0.41 ^c
7. gün	12	0.76±0.63 ^a
14. gün	12	0.68±0.48 ^b
A x B		
KOx1.gün	2	0.93±0.04 ^d
KOx7.gün	2	1.65±0.01 ^a
KOx14.gün	2	0.93±0.01 ^d
Kİx1.gün	2	0.29±0.01 ^{hi}
Kİx7.gün	2	0.30±0.01 ^{hi}
Kİx14.gün	2	0.31±0.01 ^h
Lİx1.gün	2	0.40±0.00 ^g
Lİx7.gün	2	0.50±0.02 ^f
Lİx14.gün	2	0.57±0.01 ^e
USx1.gün	2	1.31±0.01 ^c
USx7.gün	2	1.58±0.01 ^b
USx14.gün	2	1.59±0.01 ^b
UKx1.gün	2	0.26±0.01 ^{ij}
UKx7.gün	2	0.23±0.01 ^j
UKx14.gün	2	0.27±0.01 ^{ij}
ULx1.gün	2	0.31±0.01 ^h
ULx7.gün	2	0.30±0.01 ^{hi}
ULx14.gün	2	0.42±0.01 ^g

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Bekhit ve ark. (2007) kivi suyu ekstraktı ile önceden muamele edilen kuzu karkaslarının, enjekte edilmemiş ete benzer bir raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. 21 gün olgunlaştırılmasının ardından etlerin lipid oksidasyonunda azalma olduğuna dair sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 4.7. Farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgası desteği uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinin depolama sürecinde ortalama TBA miktarlarındaki değişim

KO: Saf su ile marinasyon, Kİ: Kivi suyu ile marinasyon, Lİ: Limon suyu ile marinasyon, US: Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marinasyon, UK: Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyon, UL: Ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marinasyon.

Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi kontrol gruplarındaki örnekler en yüksek TBA içeriğine sahip olmuşlardır. Kivi suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etlerindeki TBA miktarı oldukça düşük seviyelerde kalırken, limon suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs eti ultrasonik ses dalgası uygulanması durumunda daha düşük değerlere sahip olmuştur. Bu durumun muhtemelen ultrasonik ses dalgalarının, limon ve kivi suyunun etkinliğinin daha çok artmasına yardımcı olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Lipid oksidasyonunu özellikle kivi suyu ile marinasyon işlemi daha fazla yavaşlatmışken, limon suyunun da etkisi fazla olmuştur. Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etleri kendi içerisinde mukayese edildiğinde 14. günde en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresi uzadıkça kivi suyunun etkinliği azalmış olabilir. Narenciye kabuklarının ve tohumlarının yüksek seviyelerde fenolik bileşikler, özellikle fenolik asitler ve flavonoidler içerdiği

bildirilmiştir (Yusof ve ark., 1990). Wang ve ark. (1996); kivi'nin ORAC yöntemiyle belirledikleri antioksidan kapasitesi, yaş ağırlıkta 6.02 $\mu\text{mol TE/g}$ 'dır. ORAC yöntemiyle yapılan çalışmada portakalın antioksidan miktarı 7.50 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak bulunmuştur. Tavarini ve ark. (2008), kivi'nin antioksidan etkisinin depolama süresince değiştiğini bildirmişlerdir.

Rimini ve ark. (2014), kekik ve portakal yağı karışımı ile marine edilmiş taze ve dondurulmuş etin (12 ve 90 gün süreyle) göğüs ve hem de kanat etlerinde oksidasyona karşı daha düşük lipid duyarlılığı gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu veriler çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Rasinska ve ark. (2019), sous-vide yöntemiyle pişirilen etlerde lipid oksidasyonun, ürünlerin haşlama ve fırında pişirme gibi geleneksel yöntemlerle pişirilenlere göre daha az olduğunu rapor etmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada 70 haftalık yumurtacı tavuk (çıkma tavuk) karkaslarından ayrılan göğüs etleri farklı meyve suları ve ultrasonik ses dalgası destekli farklı meyve suları ile marinasyon işlemine tabi tutulmuştur. Ayrıca marine edilen örnekler vakum paketlenerek sous-vide yöntemiyle pişirilip 14 gün süre ile buzdolabı şartlarında depolanmıştır. Marinasyon ve depolama sonrasında çıkma tavuk göğüs etlerinde meydana gelen bazı fiziksel, fizikokimyasal ve duyusal sonuçların değişimleri belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerinin nem, protein, yağ, kül içerikleri sırasıyla; % 72.77, 24.50, 0.85, 1.95 'dir. Ayrıca pH değeri 5.99 ve L^* , a^* , b^* değerleri sırasıyla; 54.7, 10.0, 18.8 'dir. Kullanılan limon suyu, kivi suyu ve saf sunun pH değerleri sırasıyla; 2.43, 3.42, 5.1 'dir.

Renk parametrelerinin değerlendirilmesinde çıkma tavuk göğüs eti üzerine farklı meyve suları ile marinasyonun etkisinin çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çıkma tavuk göğüs etlerine uygulanan marinasyon işlemi sonrasında en yüksek (65.52) L^* değeri limon suyu ile marinasyon sonrasında, a^* değeri en yüksek (2.70) saf su içerisinde sonikasyon işlemi ile marinasyon sonrasında, b^* değeri ise en yüksek (5.28) limon ile marinasyon sonrasında belirlenmiştir. Marinasyon sonrası pişirilip depolanan çıkma tavuk göğüs etlerinde en yüksek (80.0) L^* değeri 7.gün saf su ile marinasyonda, a^* değeri 7.gün kivi suyu ile marinasyonunda (2.28), b^* değeri ise 14.gün kivi suyu içerisinde sonikasyon işlemi ile marinasyonunda (13.97) tespit edilmiştir. Pişirilip depolanan örneklerde b^* değerleri artış göstermiştir.

Çalışmada kullanılan asidik değeri yüksek farklı meyve sularının kullanılması örneklerin pH değerlerini düşürmüştür. Marinasyon işlemine ultrasonik ses dalgası desteğinin ilave edilmesi ile örneklerin pH değerleri azalmıştır. Marinasyon sonrası en düşük (3.90) pH değerine sahip olan grup, ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu ile marine edilmiş grup iken, depolama sonrasında en düşük (4.11) değer yine aynı grupta saptanmıştır.

Ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile marine edilmiş örneğin su tutma kapasitesinin en fazla (% 27.61) olduğu belirlenmiştir. Bu sırayı takip eden bir diğer örnek ise (% 24.99) ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu içerisinde marine edilmiş gruptur. En yüksek PK değerini (% 45.66) ultrasonik ses dalgası destekli saf su ile

marine edilmiş grup vermiştir. En düşük (% 13.43) pişirme kaybına uğramış örnek ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilmiş grup olmuştur. Marinat absorblama değerleri incelendiğinde kontrol grubu ve diğer örneklerin marinat absorblama özelliklerinde istatistiki olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Kesme kuvveti açısından en yüksek (9.73 N) değere sahip olan grup kontrol grubu (9.73 N) olarak belirlenmiştir. Uygulanan sonikasyon işlemi ile kontrol grubunun kesme kuvvetinde (7.31 N) azalma olduğu görülmüştür. En yüksek (23.34 N/mm) kesme enerji değerine sahip kontrol grubu olmuştur. Kontrol grubuna sonikasyon işlemi uygulandığında kesme enerjisinde (16.12 N/mm) azalma olduğu görülmüştür. Kivi suyu ile marinasyon işleminde kesme kuvveti 2.68 N iken, ultrasonik ses dalgası desteği ile bu değer 1.30 N'a düştüğü görülmüştür. Kesme enerjisi bakımından ise 3.92 N/mm değerine sahip iken sonikasyon işlemi ile 2.40 N/mm'e indiği belirlenmiştir. Limon suyu ile marinasyon işleminde kesme kuvveti değeri 5.61 N iken, bu değerlerin ultrasonik ses dalgası destekli marinasyon ile 0.30 N'a düştüğü görülmüştür. Ayrıca limon suyu ile marinasyonunda kesme kuvveti enerjisi 17.36 N/mm iken sonikasyon işlemi uygulamasıyla bu değer 8.03 N/mm'e indiği tespit edilmiştir. Uygulanan ultrasonik ses dalgalarının çıkma tavuk göğüs etlerini gevreklettiği düşünülmektedir.

Çıkma tavuk göğüs etlerinde sertlik değeri en yüksek kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Kivi suyu ile marine edilmiş ve ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilen grupta ise sertlik azalmıştır. Sadece kivi suyu ile marinasyon işlemi uygulanan ve ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerinin en yumuşak yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum kivi suyu ile marine edilen örnekler için söylenemez. Ultrasonik ses dalgası destekli kivi suyu ile marinasyonun, örneklerin sertliğini kısmende olsa artırdığı belirlenmiştir.

Marinasyon işlemi sadece meyve sularının içerisinde ve meyve suları içerisinde sonikasyon işlemi uygulanmasıyla çıkma tavuk göğüs etlerinde meydana gelen TBA (mg malonaldehit/kg) miktarları sırasıyla; UK(0.25) < Ki(0.30) < UL(0.35) < Lİ(0.49) < KO(1.17) < US(1.49)'dır. 1.gün depolama sonrası TBA (mg malonaldehit/kg) miktarları karşılaştırıldığında ise sırasıyla; UK (0.26) < Kİ(0.30) < UL(0.31) < Lİ(0.40) < KO(0.93) < US(1.31)'dir. 7. gün depolama sonrasında TBA (mg malonaldehit/kg) miktarları sırasıyla; UK(0.23), Kİ(0.30), UL(0.30), Lİ(0.50), US(1.58), KO(1.65)'dir. 14. gün depolama sonrasında ise TBA (mg malonaldehit/kg) miktarları sırasıyla; UK(0.27) < Kİ (0.30) < UL(0.42) < Lİ(0.57) < KO(0.93) < US(1.59)'dir.

SEM analiz sonuçlarına göre, çıkma tavuk göğüs etlerine uygulanan farklı meyve suları ve meyve suları içerisinde sonikasyon işlemi uygulanarak marine edilen örnekler saf su ve ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilen örnek grupları normal marinasyon gruplarına göre myofibriller arası boşlukların daha belirgin olduğu görülmüştür. Kivi suyu uygulanmış çıkma tavuk göğüs etlerinde bağlar iç içe geçerek karmaşık görüntü vermişlerdir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre koku parametresi için en yüksek puanı yalnızca saf su ile marine edilmiş ve ultrasonik ses dalgası destekli saf su içerisinde marine edilmiş çıkma tavuk göğüs etleri alırken, en düşük puanı ultrasonik ses dalgası destekli limon suyu içerisinde marine edilmiş çıkma tavuk göğüs eti almıştır. Tekstür, renk, tat ve genel beğeni açısından da en yüksek puanları kontrol grubunda ki örnekler almıştır. Asidik meyve suları ile marinasyon, çıkma tavuk etlerinin tekstüründe olumlu yönde bir etkiye neden olmamıştır.

5.2. Öneriler

Çalışmamızda kivi ve limon suyu ile marine edilen çıkma tavuk göğüs etlerine ultrasonik ses dalgası desteği uygulayarak meydana gelen olumlu değişimler incelendiğinde, sert bir tekstüre sahip çıkma tavuk göğüs etlerine gevrek bir yapı ve kabul edilebilir özellikler kazandırmanın mümkün hale gelebileceği belirlenmiştir. Bu fizikokimyasal analizler ve tekstürel özellikler göz önüne alındığında, çıkma tavuk göğüs etlerinin piyasaya arz edilmesinde artışın olabileceği, farklı kullanım alanı olarak değerlendirilebileceği düşünülebilir.

Marinasyon işlemi sonrasında çeşitli baharat ilavesi ile çıkma tavuk göğüs etlerinin tüketileceği tavsiye edilebilir. Böylece değerlendirme konusunda kullanım alanı olmayan hayvansal protein kaynaklarından biri olan çıkma tavuk göğüs etlerinin yapılan bu tip bilimsel çalışmalarla daha çok tercih edilebilir hale gelebileceği söylenebilir. Bu alanda yeni çalışmaların yapılmasına gereksinim olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilera, J. M., 2018, Relating food engineering to cooking and gastronomy, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 17 (4), 1021-1039.
- Aktaş, N., Aksu, M. ve Kaya, M., 2003, The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef, *Journal of Muscle Foods*, 14 (3), 181-194.
- Alarcon-Rojo, A., Janacua, H., Rodriguez, J., Paniwnyk, L. ve Mason, T. J., 2015, Power ultrasound in meat processing, *Meat science*, 107, 86-93.
- Alvarado, C. ve Sams, A., 2004, Early postmortem injection and tumble marination effects on broiler breast meat tenderness, *Poultry Science*, 83 (6), 1035-1038.
- Aminlari, M., Shekarfroush, S., Gheisari, H. ve Golestan, L., 2009, Effect of actinidin on the protein solubility, water holding capacity, texture, electrophoretic pattern of beef, and on the quality attributes of a sausage product, *Journal of food science*, 74 (3), C221-C226.
- Anıl, N., Doğruer, Y. ve Gürbüz, U., 1995, Tavuk etinin beslenmedeki yeri ve önemi, VI, *Hayvancılık ve Beslenme Sempozyumu*, 23 (25), 167-174.
- Anonim, 2021a, Tavuk Eti, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Haziran%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Tavuk%20Eti,%20Haziran-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu,%20TEPGE.pdf>: [Ziyaret Tarihi: 5 Nisan 2022].
- Anonim, 2021b, Kivi, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>: [Ziyaret Tarihi 5 Nisan 2022].
- Anonim, 2022, Kümes hayvancılığı üretimi, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kumes-Hayvanciligi-Uretimi-Ocak-2022-45690>:
- Ashie, I., Sorensen, T. ve Nielsen, P., 2002, Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness, *Journal of food science*, 67 (6), 2138-2142.
- Awad, T., Moharram, H., Shaltout, O., Asker, D. ve Youssef, M., 2012, Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review, *Food research international*, 48 (2), 410-427.
- Ayub, H. ve Ahmad, A., 2019, Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 17, 100145.
- Baldwin, D. E., 2012, Sous vide cooking: A review, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1 (1), 15-30.
- Banerjee, R., Jayathilakan, K., Chauhan, O., Naveena, B., Devatkal, S. ve Kulkarni, V., 2017, Vacuum packaged mutton patties: Comparative effects of high pressure processing and irradiation, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (1), e12880.
- Barekat, S. ve Soltanizadeh, N., 2017, Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment, *Innovative food science & emerging technologies*, 39, 223-229.
- Barrett, A. J., Woessner, J. F. ve Rawlings, N. D., 2012, Handbook of Proteolytic Enzymes, Volume 1, Elsevier, p.

- Barretto, T. L., Bellucci, E. R. B., Barbosa, R. D., Pollonio, M. A. R., Romero, J. T. ve da Silva Barretto, A. C., 2020, Impact of ultrasound and potassium chloride on the physicochemical and sensory properties in low sodium restructured cooked ham, *Meat science*, 165, 108130.
- Bekhit, A., Han, J., Morton, J. ve Sedcole, R., 2007, Effect of kiwifruit juice and water pre-rigor infusion on lamb quality, *Proceedings 53rd International Congress of Meat Science and Technology*, 377-378.
- Bekhit, A. A., Hopkins, D. L., Geesink, G., Bekhit, A. A. ve Franks, P., 2014a, Exogenous proteases for meat tenderization, *Critical reviews in food science and nutrition*, 54 (8), 1012-1031.
- Bekhit, A. E.-D. A., Carne, A., Ha, M. ve Franks, P., 2014b, Physical interventions to manipulate texture and tenderness of fresh meat: a review, *International Journal of Food Properties*, 17 (2), 433-453.
- Bolumar, T., Enneking, M., Toepfl, S. ve Heinz, V., 2013, New developments in shockwave technology intended for meat tenderization: Opportunities and challenges. A review, *Meat science*, 95 (4), 931-939.
- Bongiorno, T., Tulli, F., Comi, G., Sensidoni, A., Andyanto, D. ve Iacumin, L., 2018, Sous vide cook-chill mussel (*Mytilus galloprovincialis*): evaluation of chemical, microbiological and sensory quality during chilled storage (3 C), *LWT*, 91, 117-124.
- Botinestean, C., Keenan, D. F., Kerry, J. P. ve Hamill, R. M., 2016, The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers, *LWT*, 74, 154-159.
- Brasil, C. C. B., Barin, J. S., Jacob-Lopes, E., Menezes, C. R., Zepka, L. Q., Wagner, R., Campagnol, P. C. B. ve Cichoski, A. J., 2017, Single step non-thermal cleaning/sanitation of knives used in meat industry with ultrasound, *Food research international*, 91, 133-139.
- Burke, R. ve Monahan, F., 2003, The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade, *Meat science*, 63 (2), 161-168.
- Calkins, C. R. ve Sullivan, G., 2007, Adding enzymes to improve beef tenderness, *Beef facts product enhancement, National cattleman's beef association. Centennial Colorado: Cattlemen's Beef Board*.
- Cao, C., Xiao, Z., Ge, C. ve Wu, Y., 2020, Application and research progress of proteomics in chicken meat quality and identification: a review, *Food Reviews International*, 1-22.
- Cao, C., Xiao, Z., Tong, H., Tao, X., Gu, D., Wu, Y., Xu, Z. ve Ge, C., 2021, Effect of ultrasound-assisted enzyme treatment on the quality of chicken breast meat, *Food and Bioproducts Processing*, 125, 193-203.
- Cavitt, L., Youm, G., Meullenet, J., Owens, C. ve Xiong, R., 2004, Prediction of poultry meat tenderness using razor blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length, *Journal of food science*, 69 (1), SNQ11-SNQ15.
- Chemat, F. ve Khan, M. K., 2011, Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction, *Ultrasonics sonochemistry*, 18 (4), 813-835.
- Chen, L., Feng, X.-C., Zhang, Y.-y., Liu, X.-b., Zhang, W.-g., Li, C.-b., Ullah, N., Xu, X.-l. ve Zhou, G.-h., 2015, Effects of ultrasonic processing on caspase-3, calpain expression and myofibrillar structure of chicken during post-mortem ageing, *Food Chemistry*, 177, 280-287.

- Chen, Y., Zhang, Q., Lin, X. Y. ve Liao, X. Y., 2012, Valuation and Characterization of Actinidin Treatment to Pork, *Advanced Materials Research*, 1258-1261.
- Child, J. ve Beck, S., 1970, Mastering the Art of French Cooking, Revised (Volume 2), Alfred. A. Knopf Inc., New York, NY.
- Choe, J. ve Kim, H.-Y., 2020, Physicochemical characteristics of breast and thigh meats from old broiler breeder hen and old laying hen and their effects on quality properties of pressed ham, *Poultry Science*, 99 (4), 2230-2235.
- Christensen, M., Tørngren, M. A., Gunvig, A., Rozlosnik, N., Lametsch, R., Karlsson, A. H. ve Ertbjerg, P., 2009, Injection of marinade with actinidin increases tenderness of porcine M. biceps femoris and affects myofibrils and connective tissue, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (9), 1607-1614.
- Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D. ve Bañón, S., 2008, Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method, *Meat science*, 80 (2), 287-292.
- Dickens, J., Lyon, C. ve Wilson, R., 1991, Effect of ultrasonic radiation on some physical characteristics of broiler breast muscle and cooked meat, *Poultry Science*, 70 (2), 389-396.
- Dolatowski, Z. J. ve Twarda, J., 2004, Einfluss von Ultraschall auf das Wasserbindungsvermögen von Rindfleisch, *Fleischwirtschaft*, 84 (12), 95-99.
- Dolatowski, Z. J., Stadnik, J. ve Stasiak, D., 2007, Applications of ultrasound in food technology, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6 (3), 88-99.
- Ergezer, H. ve Gökçe, R., 2003, The use of marination technique in poultry meat processing, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 10 (2), 227-233.
- Fernández-Lucas, J., Castañeda, D. ve Hormigo, D., 2017, New trends for a classical enzyme: Papain, a biotechnological success story in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 68, 91-101.
- Ferrentino, G. ve Spilimbergo, S., 2016, A combined high pressure carbon dioxide and high power ultrasound treatment for the microbial stabilization of cooked ham, *Journal of Food Engineering*, 174, 47-55.
- Forrest, J., 1975, ea Principles of meat science San Francisco, Freeman and Co.
- Funaro, A., Cardenia, V., Petracci, M., Rimini, S., Rodriguez-Estrada, M. ve Cavani, C., 2014, Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens, *Poultry Science*, 93 (6), 1511-1522.
- Gagaoua, M., Troy, D. ve Mullen, A. M., 2020, The extent and rate of the appearance of the major 110 and 30 kDa proteolytic fragments during post-mortem aging of beef depend on the glycolysing rate of the muscle and aging time: An LC-MS/MS approach to decipher their proteome and associated pathways, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (1), 602-614.
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. ve Martínez-Monzó, J., 2007, Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis), *Journal of Food Engineering*, 80 (3), 813-821.
- Goli, T., Bohuon, P., Ricci, J., Trystram, G. ve Collignan, A., 2011, Mass transfer dynamics during the acidic marination of turkey meat, *Journal of Food Engineering*, 104 (1), 161-168.
- Goli, T., Ricci, J., Bohuon, P., Marchesseau, S. ve Collignan, A., 2014, Influence of sodium chloride and pH during acidic marination on water retention and mechanical properties of turkey breast meat, *Meat science*, 96 (3), 1133-1140.

- Gómez-Guillén, M., Montero, P., Hurtado, O. ve Borderias, A., 2000, Biological characteristics affect the quality of farmed Atlantic salmon and smoked muscle, *Journal of food science*, 65 (1), 53-60.
- Gonzalez-Gonzalez, L., Alarcon-Rojo, A. D., Carrillo-Lopez, L. M., Garcia-Galicia, I. A., Huerta-Jimenez, M. ve Paniwnyk, L., 2020, Does ultrasound equally improve the quality of beef? An insight into longissimus lumborum, infraspinatus and cleidooccipitalis, *Meat science*, 160, 107963.
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. ve García-Viguera, C., 2010, Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health, *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 51 (2), 327-345.
- Guo, W. ve Greaser, M., 2017, Muscle structure, proteins, and meat quality, In: *New Aspects of Meat Quality*, Eds: Elsevier, p. 13-31.
- Ha, M., Bekhit, A. E.-D. A., Carne, A. ve Hopkins, D. L., 2012, Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibain protease preparations and their activities toward meat proteins, *Food Chemistry*, 134 (1), 95-105.
- Ha, M., Bekhit, A. E.-D., Carne, A. ve Hopkins, D. L., 2013, Characterisation of kiwifruit and asparagus enzyme extracts, and their activities toward meat proteins, *Food Chemistry*, 136 (2), 989-998.
- Han, J., Morton, J., Bekhit, A. ve Sedcole, J., 2009, Pre-rigor infusion with kiwifruit juice improves lamb tenderness, *Meat science*, 82 (3), 324-330.
- Hill, S., 2009, *The Cook's Book: Step-by-Step Techniques and Recipes for Success Every Time from the World's to Chefs.*, Poultry and game birds, p. 211-250.
- Hong, P., Hao, W., Luo, J., Chen, S., Hu, M. ve Zhong, G., 2014, Combination of hot water, *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest decay of mandarin fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 88, 96-102.
- Hou, X., Liang, R., Mao, Y., Zhang, Y., Niu, L., Wang, R., Liu, C., Liu, Y. ve Luo, X., 2014, Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle M. Longissimus dorsi, *Meat science*, 96 (1), 640-645.
- Hu, Y., Guo, K., Suzuki, T., Noguchi, G. ve Satake, T., 2008, Quality evaluation of fresh pork using visible and near-infrared spectroscopy with fiber optics in interactance mode, *Transactions of the ASABE*, 51 (3), 1029-1033.
- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Olson, D., Salm, C., Savell, J. ve Shivas, S., 1991, *Guidelines for Meat Color Evaluation*. Chicago. Am, *Meat Science, Association and National Live Stock and Meat Board*.
- Hwang, I., Devine, C. ve Hopkins, D., 2003, The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness, *Meat science*, 65 (2), 677-691.
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Burgess, C., Kerry, J. P. ve Tiwari, B. K., 2018, Influence of extrinsic operational parameters on salt diffusion during ultrasound assisted meat curing, *Ultrasonics*, 83, 164-170.
- Ionescu, A., Aprodu, I. ve Pascaru, G., 2008, EFFECT OF PAPAIN AND BROMELIN ON MUSCLE AND COLLAGEN PROTEINS IN BEEF MEAT, *Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI--Food Technology*, 1 (31).
- Jayasooriya, S., Bhandari, B., Torley, P. ve D'arcy, B., 2004, Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: a review, *International Journal of Food Properties*, 7 (2), 301-319.

- Jayasooriya, S., Torley, P., D'arcy, B. ve Bhandari, B., 2007, Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles, *Meat science*, 75 (4), 628-639.
- Jørgensen, A., Christensen, M. ve Ertbjerg, P., 2008, Marination with kiwifruit powder followed by power ultrasound tenderizes porcine m. biceps femoris, *International Conference of Meat Science and Technology, Cape Town. Sudafrica*.
- Jung, S., Ghoul, M. ve de Lamballerie-Anton, M., 2000, Changes in lysosomal enzyme activities and shear values of high pressure treated meat during ageing, *Meat science*, 56 (3), 239-246.
- Kaewthong, P. ve Wattanachant, S., 2018, Optimizing the electrical conductivity of marinade solution for water-holding capacity of broiler breast meat, *Poultry Science*, 97 (2), 701-708.
- Kang, D.-c., Zou, Y.-h., Cheng, Y.-p., Xing, L.-j., Zhou, G.-h. ve Zhang, W.-g., 2016, Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing, *Ultrasonics sonochemistry*, 33, 47-53.
- Kang, D.-c., Gao, X.-q., Ge, Q.-f., Zhou, G.-h. ve Zhang, W.-g., 2017, Effects of ultrasound on the beef structure and water distribution during curing through protein degradation and modification, *Ultrasonics sonochemistry*, 38, 317-325.
- Kang, H. K. ve Kim, C. H., 2015, Effects of Regulate in Feed Intakes on Performance and Meat Quality in Old Laying Hens, *Korean Journal of Poultry Science*, 42 (3), 205-214.
- Karahan, G. K., 2017, Afyonkarahisar ilinde üretilen bir grup dondurulmuş beyaz yumurtacı çıkma tavuk karkasında kimi karkas özelliklerinin saptanması.
- Kargiotou, C., Katsanidis, E., Rhoades, J., Kontominas, M. ve Koutsoumanis, K., 2011, Efficacies of soy sauce and wine base marinades for controlling spoilage of raw beef, *Food Microbiology*, 28 (1), 158-163.
- Kearney, J., 2010, Food consumption trends and drivers, *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365 (1554), 2793-2807.
- Keskin, B. ve Demirbaş, N., 2012, Türkiye'de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: Sorunlar ve öneriler, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 117-130.
- Kim, H.-W., Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Hwang, K.-E., Song, D.-H., Lim, Y.-B. ve Kim, C.-J., 2013, Tenderization effect of soy sauce on beef M. biceps femoris, *Food Chemistry*, 139 (1-4), 597-603.
- Kim, S. ve Zayas, J., 1989, Processing parameters of chymosin extraction by ultrasound, *Journal of food science*, 54 (3), 700-703.
- Klinhom, P., Klinhom, J., Senapa, J. ve Methawiwat, S., 2011, Influence of citric acid, lemon and porcupine fruit juice on the tenderness and sensory properties of bovine meat, *Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart University, Thailand, 1-4 February, 2011. Volume 4. Subject: Agricultural Extension and Home Economics*, 1-10.
- Kokoszynski, D., Bernacki, Z., Steczny, K., Saleh, M., Wasilewski, P., Kotowicz, M., Wasilewski, R., Biegniewska, M. ve Grzonkowska, K., 2016, Comparison of carcass composition, physicochemical and sensory traits of meat from spent broiler breeders with broilers, *Eur Poult Sci*, 80, 781-793.
- Kondaiah, N., Anjaneyulu, A., Rao, V. K., Sharma, N. ve Joshi, H., 1985, Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats, *Meat science*, 15 (3), 183-192.

- Kumar, Y., Singh, P., Tanwar, V. K., Ponnusamy, P., Singh, P. K. ve Shukla, P., 2015, Augmentation of quality attributes of chicken tikka prepared from spent hen meat with lemon juice and ginger extract marination, *Nutrition & Food Science*.
- Kuttappan, V., Hargis, B. ve Owens, C., 2016, White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review, *Poultry Science*, 95 (11), 2724-2733.
- Lee, S., Min, J., Kim, I. ve Lee, M., 2003, Physical evaluation of popped cereal snacks with spent hen meat, *Meat science*, 64 (4), 383-390.
- Lee, Y.-J., Kim, C.-J., Park, B.-Y., Seong, P.-N., Kim, J.-H., Kang, G.-H., Kim, D.-H. ve Cho, S.-H., 2009, Warner-Bratzler shear force, sarcomere length, total collagen contents and sensory characteristics of Hanwoo beef (Korean native cattle) quality grade, *Food Science of Animal Resources*, 29 (6), 726-735.
- Levitsky, D. I., Pivovarov, A. V., Mikhailova, V. V. ve Nikolaeva, O. P., 2008, Thermal unfolding and aggregation of actin: Stabilization and destabilization of actin filaments, *The FEBS Journal*, 275 (17), 4280-4295.
- Li, K., Kang, Z.-L., Zou, Y.-F., Xu, X.-L. ve Zhou, G.-H., 2015, Effect of ultrasound treatment on functional properties of reduced-salt chicken breast meat batter, *Journal of food science and technology*, 52 (5), 2622-2633.
- Li, X., Wang, Y., Sun, Y., Pan, D. ve Cao, J., 2018, The effect of ultrasound treatments on the tenderizing pathway of goose meat during conditioning, *Poultry Science*, 97 (8), 2957-2965.
- Lima Alves, L., da Silva, M. S., Flores, D. R. M., Athayde, D. R., Ruviano, A. R., da Silva Brum, D., Batista, V. S. F., de Oliveira Mello, R., de Menezes, C. R. ve Campagnol, P. C. B., 2018, Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami, *Food research international*, 106, 363-373.
- Lopp, A. ve Weber, H., 2005, Research into the optimising the tenderness of beef from parts of the forequarter, *Fleischwirtschaft*, 85 (3), 111-116.
- Lőrinczy, D., Könczöl, F., Gaszner, B. ve Belagyi, J., 1998, Structural stability of actin filaments as studied by DSC and EPR, *Thermochimica acta*, 322 (2), 95-100.
- Lyng, J. G., Allen, P. ve McKenna, B., 1998a, The effects of pre-and post-rigor high-intensity ultrasound treatment on aspects of lamb tenderness, *LWT-Food science and technology*, 31 (4), 334-338.
- Lyng, J. G., Allen, P. ve McKenna, B. M., 1998b, The effect on aspects of beef tenderness of pre-and post-rigor exposure to a high intensity ultrasound probe, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78 (3), 308-314.
- Lyon, B. G. ve Lyon, C. E., 2001, Meat quality: sensory and instrumental evaluations, *Poultry meat processing*, 7, 97-120.
- Ma, Y., Yuan, Y., Bi, X., Zhang, L., Xing, Y. ve Che, Z., 2019, Tenderization of yak meat by the combination of papain and high-pressure processing treatments, *Food and Bioprocess Technology*, 12 (4), 681-693.
- Magdelaine, P., Spiess, M. ve Valceschini, E., 2008, Poultry meat consumption trends in Europe, *World's Poultry Science Journal*, 64 (1), 53-64.
- Maqsood, S., Manheem, K., Gani, A. ve Abushelaibi, A., 2018, Degradation of myofibrillar, sarcoplasmic and connective tissue proteins by plant proteolytic enzymes and their impact on camel meat tenderness, *Journal of food science and technology*, 55 (9), 3427-3438.
- Mason, T. ve Cordemans, E., 1996, Ultrasonic Intensification of Chemical-Processing and Related Operations-A Review, *Chemical engineering research & design*, 74 (5), 511-516.

- McClements, D. J., 1995, Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing, *Trends in Food Science & Technology*, 6 (9), 293-299.
- McDonnell, C., Allen, P., Morin, C. ve Lyng, J., 2014a, The effect of ultrasonic salting on protein and water-protein interactions in meat, *Food Chemistry*, 147, 245-251.
- McDonnell, C., Lyng, J. ve Allen, P., 2014b, The use of power ultrasound for accelerating the curing of pork, *Meat science*, 98 (2), 142-149.
- Modi, V., Yashoda, K. ve Naveen, S., 2009, Effect of carrageenan and oat flour on quality characteristics of meat kofta, *International Journal of Food Properties*, 12 (1), 228-242.
- Morton, J. D., Lee, H. Y.-Y., Pearson, R. G. ve Bickerstaffe, R., 2018, The physical and biochemical effects of pre-rigor high pressure processing of beef, *Meat science*, 143, 129-136.
- Naveena, B. ve Mendiratta, S., 2004, The tenderization of buffalo meat using ginger extract, *Journal of Muscle Foods*, 15 (4), 235-244.
- Nyati, H., 2000, An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products, *Food Control*, 11 (6), 471-476.
- Obuz, E. ve Cesur, E., 2009, Effects of marinating on different properties of chicken breast meat: treatment of samples with sour cherry, pomegranate, orange, grape or apple juice, *Fleischwirtschaft*, 89 (3), 95-99.
- Oz, F. ve Seyyar, E., 2016, Formation of heterocyclic aromatic amines and migration level of bisphenol-A in sous-vide-cooked trout fillets at different cooking temperatures and cooking levels, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64 (15), 3070-3082.
- Ozturk, B. ve Sengun, I. Y., 2019, Inactivation effect of marination liquids prepared with koruk juice and dried koruk pomace on Salmonella Typhimurium, Escherichia coli O157: H7 and Listeria monocytogenes inoculated on meat, *International journal of food microbiology*, 304, 32-38.
- Ozuna, C., Puig, A., García-Pérez, J. V., Mulet, A. ve 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 (1), 84-93.
- Önenç, A., Serdaroğlu, M. ve Abdramov, K., 2004, Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat, *European Food Research and Technology*, 218 (2), 114-117.
- Öztan, A., 2005, Et Bilimi ve Teknolojisi,(4. Baskı), TMMOB Yayınları Kitaplar Serisi, Yay.
- Öztan, A., 2010, Et bilimi ve teknolojisi, Ankara, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, 7, Baskı, Yayın, 1, 361-369.
- Park, C., Lee, B., Oh, E., Kim, Y. ve Choi, Y., 2020, Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat, *Poultry Science*, 99 (6), 3286-3291.
- Pathare, P. B. ve Roskilly, A. P., 2016, Quality and energy evaluation in meat cooking, *Food Engineering Reviews*, 8 (4), 435-447.
- Penniston, K. L., Nakada, S. Y., Holmes, R. P. ve Assimos, D. G., 2008, Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products, *Journal of Endourology*, 22 (3), 567-570.

- Pérez-Pérez, J., Robles, J., Tovar, J. ve Botía, P., 2009, Response to drought and salt stress of lemon 'Fino 49' under field conditions: water relations, osmotic adjustment and gas exchange, *Scientia Horticulturae*, 122 (1), 83-90.
- Pietrasik, Z., Dhanda, J., Pegg, R. ve Shand, P. J., 2005, The effects of marination and cooking regimes on the waterbinding properties and tenderness of beef and bison top round roasts, *Journal of food science*, 70 (2), S102-S106.
- Pietrasik, Z. ve Shand, P., 2011, Effects of moisture enhancement, enzyme treatment, and blade tenderization on the processing characteristics and tenderness of beef semimembranosus steaks, *Meat science*, 88 (1), 8-13.
- Pingret, D., Fabiano-Tixier, A.-S. ve Chemat, F., 2013, Degradation during application of ultrasound in food processing: A review, *Food Control*, 31 (2), 593-606.
- Pohlman, F., Dikeman, M. ve Kropf, D., 1997, Effects of high intensity ultrasound treatment, storage time and cooking method on shear, sensory, instrumental color and cooking properties of packaged and unpackaged beef pectoralis muscle, *Meat science*, 46 (1), 89-100.
- Pohlman, F. W., 1994, Ultrasound uses for cookery, and to improve cooking, textural, sensory and shelf life stability properties of beef muscle, *Kansas State University*.
- Rasinska, E., Rutkowska, J., Czarniecka-Skubina, E. ve Tambor, K., 2019, Effects of cooking methods on changes in fatty acids contents, lipid oxidation and volatile compounds of rabbit meat, *LWT*, 110, 64-70.
- Reynolds, J., Anderson, D., Schmidt, G., Theno, D. ve Siegel, D., 1978, Effects of ultrasonic treatment on binding strength in cured ham rolls, *Journal of food science*, 43 (3), 866-869.
- Rimini, S., Petracci, M. ve Smith, D. P., 2014, The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat, *Poultry Science*, 93 (8), 2096-2102.
- Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I. ve Ruiz, J., 2013, Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins, *Meat science*, 93 (3), 572-578.
- Sanches, M. A. R., Silva, P. M. O. C., Barretto, T. L., Darros-Barbosa, R., da Silva-Barretto, A. C. ve Telis-Romero, J., 2021, Technological and diffusion properties in the wet salting of beef assisted by ultrasound, *LWT*, 149, 112036.
- Schellekens, W. ve Martens, T., 1992, Sous vide: State of the art (Publication EUR 15018 EN), *Leuven, Belgium: Alma Sous Vide Competence Centre*.
- Selin, Ö. ve Ercoşkun, H., 2021, Et ve Sağlıklı Beslenme, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi* (25), 15-29.
- Semwogerere, F., Neethling, J., Muchenje, V. ve Hoffman, L., 2018, Effects of production systems on the carcass and meat quality characteristics of spent laying hens, *Poultry Science*, 97 (6), 1990-1997.
- Shafqat, W., Naqvi, S. A., Maqbool, R., Haider, M. S., Jaskani, M. J. ve Khan, I. A., 2021, Climate change and citrus, *Citrus: Research, Development and Biotechnology*, 147.
- Shi, H., Zhang, X., Chen, X., Fang, R., Zou, Y., Wang, D. ve Xu, W., 2020, How ultrasound combined with potassium alginate marination tenderizes old chicken breast meat: Possible mechanisms from tissue to protein, *Food Chemistry*, 328, 127144.

- Shui, G. ve Leong, L. P., 2006, Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals, *Food Chemistry*, 97 (2), 277-284.
- Silva, F. A., Ferreira, V., Madruga, M. S. ve Estévez, M., 2016, Effect of the cooking method (grilling, roasting, frying and sous-vide) on the oxidation of thiols, tryptophan, alkaline amino acids and protein cross-linking in jerky chicken, *Journal of food science and technology*, 53 (8), 3137-3146.
- Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V. Y. ve Heather, B., 2019, Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality, *Scientia Horticulturae*, 249, 322-328.
- Sunantha, K. ve Saroat, R., 2011, Application of bromelain extract for muscle foods tenderization, *Food and Nutrition Sciences*, 2011.
- Tänavots, A., Põldvere, A., Kerner, K., Veri, K., Kaart, T. ve Torp, J., 2018, Effects of mustard-honey, apple vinegar, white wine vinegar and kefir acidic marinades on the properties of pork, *Veterinarija ir Zootechnika*, 76 (98).
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. ve Dugan Jr, L., 1960, A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37 (1), 44-48.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R. ve Guidi, L., 2008, Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit, *Food Chemistry*, 107 (1), 282-288.
- Terefe, N., Sikes, A. ve Juliano, P., 2016, Ultrasound for structural modification of food products, In: *Innovative food processing technologies*, Eds: Elsevier, p. 209-230.
- Theobald, S., Etter, E. M. C., Gerber, D. ve Abolnik, C., 2019, Antimicrobial resistance trends in *Escherichia coli* in South African poultry: 2009–2015, *Foodborne Pathogens and Disease*, 16 (9), 652-660.
- Turantaş, F., Kılıç, G. B. ve Kılıç, B., 2015, Ultrasound in the meat industry: General applications and decontamination efficiency, *International journal of food microbiology*, 198, 59-69.
- Unal, K., Alp, H., Babaoglu, A. S. ve Karakaya, M., 2020, Different properties of chicken and turkey breast fillets marinated with fruit juices, *Fleischwirtschaft*, 100 (2), 88-93.
- Unal, K., Alagöz, E., Çelik, İ. ve Sarıçoban, C., 2021, Marination with citric acid, lemon, and grapefruit affects the sensory, textural, and microstructure characteristics of poultry meat, *British Poultry Science*, 1-8.
- Ünal, K., 2012, Ekonomik verim dönemini tamamlamış yumurta tavuğu göğüs ve but etleri üzerine ultrasonik dalgaların etkileri, *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Vahmani, P., Ponnampalam, E. N., Kraft, J., Mapiye, C., Bermingham, E. N., Watkins, P. J., Proctor, S. D. ve Dugan, M. E., 2020, Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review, *Meat science*, 165, 108114.
- Vaudagna, S. R., Sánchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M. ve Lasta, J. A., 2002, Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability, *International journal of food science & technology*, 37 (4), 425-441.
- Vlakhova-Vangelova, D. ve Dragoev, S., 2014, Marination: Effect on meat safety and human health, *Bulgarian Journal of Agricultural Science (Bulgaria)*.
- Von Lengerken, G., Maak, S. ve Wicke, M., 2002, Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry, *Veterinarija ir Zootechnika*, 20 (42), 82-86.

- Wang, H., Cao, G. ve Prior, R. L., 1996, Total antioxidant capacity of fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (3), 701-705.
- Wang, J.-y., Yang, Y.-l., Tang, X.-z., Ni, W.-x. ve Zhou, L., 2017, Effects of pulsed ultrasound on rheological and structural properties of chicken myofibrillar protein, *Ultrasonics sonochemistry*, 38, 225-233.
- Wongmaneepratip, W. ve Vangnai, K., 2017, Effects of oil types and pH on carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled chicken, *Food Control*, 79, 119-125.
- Xiao, Z., Ge, C., Zhou, G., Zhang, W. ve Liao, G., 2019, ¹H NMR-based metabolic characterization of Chinese Wuding chicken meat, *Food Chemistry*, 274, 574-582.
- Xiong, G., Fu, X., Pan, D., Qi, J., Xu, X. ve Jiang, X., 2020, Influence of ultrasound-assisted sodium bicarbonate marination on the curing efficiency of chicken breast meat, *Ultrasonics sonochemistry*, 60, 104808.
- Yetişir, R., Karakaya, M., İlhan, F., YILMAZ, M. T. ve Özalp, B., 2008, Tüketici tercihini etkileyen bazı piliç eti kalite özellikleri üzerine farklı aydınlatma programları ve cinsiyetin etkileri, *Hayvansal Üretim*, 49 (1).
- Young, L., Papa, C., Lyon, C. ve Wilson, R., 1992, Moisture retention and textural properties of ground chicken meat as affected by sodium tripolyphosphate, ionic strength and pH.
- Young, L. ve Buhr, R., 2000, Effect of electrical stimulation and polyphosphate marination on drip from early-harvested, individually quick-frozen chicken breast fillets, *Poultry Science*, 79 (6), 925-927.
- Yusof, S., Ghazali, H. M. ve King, G. S., 1990, Naringin content in local citrus fruits, *Food Chemistry*, 37 (2), 113-121.
- Zhang, C., Li, X.-a., Wang, H., Xia, X. ve Kong, B., 2020, Ultrasound-assisted immersion freezing reduces the structure and gel property deterioration of myofibrillar protein from chicken breast, *Ultrasonics sonochemistry*, 67, 105137.
- Zhao, X., Chen, X., Han, M.-y., Qian, C., Xu, X.-l. ve Zhou, G.-h., 2016, Application of isoelectric solubilization/precipitation processing to improve gelation properties of protein isolated from pale, soft, exudative (PSE)-like chicken breast meat, *LWT-Food science and technology*, 72, 141-148.
- Zhu, X., Kaur, L., Staincliffe, M. ve Boland, M., 2018, Actinidin pretreatment and sous vide cooking of beef brisket: Effects on meat microstructure, texture and in vitro protein digestibility, *Meat science*, 145, 256-265.
- Żochowska-Kujawska, J., Lachowicz, K. ve Sobczak, M., 2012, Effects of fibre type and kefir, wine lemon, and pineapple marinades on texture and sensory properties of wild boar and deer longissimus muscle, *Meat science*, 92 (4), 675-680.
- Zou, Y., Zhang, K., Bian, H., Zhang, M., Sun, C., Xu, W. ve Wang, D., 2018, Rapid tenderizing of goose breast muscle based on actomyosin dissociation by low-frequency ultrasonication, *Process Biochemistry*, 65, 115-122.
- Zou, Y., Shi, H., Xu, P., Jiang, D., Zhang, X., Xu, W. ve Wang, D., 2019, Combined effect of ultrasound and sodium bicarbonate marination on chicken breast tenderness and its molecular mechanism, *Ultrasonics sonochemistry*, 59, 104735.

