



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seyda ÇELİK

**SOĞAN SUYUNUN ET MARİNASYONUNDA
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OSMANİYE – 2019

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SOĞAN SUYUNUN ET MARİNASYONUNDA
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Seyda ÇELİK

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE
ARALIK – 2019**

TEZ ONAYI

SOĞAN SUYUNUN ET MARİNASYONUNDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Seyda ÇELİK tarafından Doç. Dr. Hande DEMİR danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hande DEMİR
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

Üye: Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ, Müh. ve Mim. Fak.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Levent Yurdaer AYDEMİR
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana ATÜ, Müh. Fak.

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Seyda ÇELİK



ÖZET

SOĞAN SUYUNUN ET MARİNASYONUNDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Seyda ÇELİK
Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Hande DEMİR

Aralık 2019, 61 sayfa

Bu çalışmanın amacı; soğan (*Allium cepa* L.) suyunun dana eti (*Longissimus dorsi*) marinasyonunda kullanılabilirliğinin incelenmesidir. Bu kapsamda ilk olarak geleneksel marinasyon yönteminin işlem koşulları optimize edilmiş ve etin yumuşatılması için en uygun koşulların 24 saat marinasyon süresi, pH 5,7 başlangıç marinasyon pH'ı ve % 9 (w/v) marinat tuzluluk oranı olduğu tespit edilmiştir. Bunun ardından 60 dakikalık ultrasonikasyon ya da 40 dakikalık vakumlu emdirim ön işlemlerini takip eden geleneksel marinasyon yapılarak ta etin sadece geleneksel marinasyon uygulamasına göre daha fazla yumuşaması sağlanmıştır. Marinasyon koşulları ve ön işlem koşulları optimize edilirken etin ve marinatin, nem oranı, sıkıştırılabilir nem içeriği, marinat alımı, renk değerleri, marinat son pH'ı, etin son pH'ı gibi birçok kalite özelliği de belirlenmiştir. Vakumlu emdirim ön işlemi, etteki lipit oksidasyonu değerinde önemli ($P<0,05$) bir düşüşe neden olmuştur. Soğan suyunda marine edilmiş olan etlerin pişirme işlemi sonrasında da marine edilmemiş olan örneklere göre daha yumuşak olduğu tekstürel profil analizi ile tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sonrası yapılan duyu analiz sonuçları ise işlem görmemiş etin marine edilmiş olan etlerden özellikle genel beğeni bakımından daha düşük skor aldığını göstermiştir. Bu çalışma, soğan suyunun, optimize edilen işlem koşullarında, dana etinin yumuşatılması ve aroma kazandırılması amaçlarıyla marinat olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği ve bu sayede potansiyel soğan suyu üreticilerine katma değer kazandırılmış bir ürün üretmeleri konusunda fikir vermiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Soğan suyu, marinasyon, vakum emdirme, ultrasonikasyon.

ABSTRACT

INVESTIGATION ON THE USE OF ONION JUICE FOR MEAT MARINATION

Seyda ÇELİK

M.Sc., Department of Food Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hande DEMİR

December 2019, 61 pages

The objective of this study is to investigate the use of onion (*Allium cepa* L.) juice for marination of beef (*Longissimus dorsi*). In this concept, traditional marination conditions were optimized and the optimum beef tenderizing conditions were determined as 24 hour of marination time, initial marinade pH of 5.7 and 9 % (w/v) of salt concentration in the marinade. After this part, it was determined that more tenderized meat could be obtained by applying 60 min of ultrasonication or 40 min of vacuum impregnation pretreatments followed by traditional marination compared to the only traditionally marinated beef. During the optimization of marination conditions, other quality parameters such as moisture contents of beef and marinade, expressible moisture content, marinade uptake, color properties, final pH of marinade and marinated beef were also monitored. Vacuum impregnation pretreatment resulted in a significant ($P<0.05$) reduction in the lipid oxidation value of beef. Texture profile analysis revealed that the hardness of unmarinated beef was more than the onion juice marinated ones after cooking. The sensorial analysis of cooked beef showed that unmarinated beef had lower scores than marinated beef with respect to general liking. The overall results of this study showed that under the optimized marination conditions, onion juice can be successfully used for its meat tenderizing power and aroma. Within this concept, an idea was given to the potential onion juice producers to produce a value-added product.

Key Words: Onion juice, marination, vacuum impregnation, ultrasonication.



Aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez alanımın ve konumun belirlenerek, çalışmamın yürütülmesine yardımcı olan ve çalışma sürecim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Hande DEMİR'e sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek Lisans tezime değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Levent Yurdaer AYDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez konum kapsamında yapılan deneylerde teknik destek sağlayan Yasemin ÇELEBİ SEZER'e teşekkürlerimi sunarım. Duyusal analiz paneline gönüllü panelist olan katılan OKÜ İİBF ve Mühendislik Fakültesi Lisans öğrencilerine değerli katılımlarından dolayı teşekkür ederim. Tez çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen aileme ayrıca sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İTHAF SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Soğan	19
3.1.2 Et	19
3.1.3 Kullanılan kimyasal malzemeler	19
3.2 Yöntem	19
3.2.1 Ham soğan suyu ve marinat üretimi.....	19
3.2.2 Marinasyon	20
3.2.3 Pişirme işlemi	22
3.2.4 Et ve marinatta pH ölçümü	23
3.2.5 Su tutma kapasitesi ve nem tayini	23
3.2.6 Renk ölçümü	24
3.2.7 Marinat alımı	24
3.2.8 Tekstürel profil analizi.....	25
3.2.9 Duyusal analiz	25
3.2.10 Lipit oksidasyon tayini	27
3.2.11 İstatistiksel analiz.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1 Marinasyon süresinin marine edilen etler üzerine etkisi	28

4.2 Marinat başlangıç pH'ının marine edilen etler üzerine etkisi	30
4.3 Marinat tuz oranının marine edilen etler üzerine etkisi	33
4.4 Ultrasonikasyon önışlem süresinin marine edilen etler üzerine etkisi	37
4.5 Vakumlu emdirim süresinin marine edilen etler üzerine etkisi	40
4.6 Lipit oksidasyonunun belirlenmesi	42
4.7 Pişirilmiş etlerin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi	45
4.8 Duyusal değerlendirme.....	48
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	62



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan deney gruplarının özellikleri	22
Çizelge 4.1 Marinasyon süresinin marine edilen etler üzerine etkisi.....	29
Çizelge 4.2 Marinasyon süresinin pH üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.3 Marinasyon süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.4 Marinat başlangıç pH'ının marine edilen etler üzerine etkisi.....	32
Çizelge 4.5 Marinat başlangıç pH'ının pH üzerine etkisi	32
Çizelge 4.6 Marinat başlangıç pH'ının etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi.....	33
Çizelge 4.7 Marinat tuz oranının marine edilen etler üzerine etkisi	35
Çizelge 4.8 Marinat tuz oranının pH üzerine etkisi	36
Çizelge 4.9 Marinat tuz oranının etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi	37
Çizelge 4.10 Ultrasonikasyon önileme süresinin marine edilen etler üzerine etkisi..	38
Çizelge 4.11 Ultrasonikasyon önileme süresinin pH üzerine etkisi.....	39
Çizelge 4.12 Ultrasonikasyon önileme süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi	40
Çizelge 4.13 Vakumlu emdirim süresinin marine edilen etler üzerine etkisi	41
Çizelge 4.14 Vakumlu emdirim süresinin pH üzerine etkisi	42
Çizelge 4.15 Vakumlu emdirim süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi	42
Çizelge 4.16 Pişmemiş ve pişmiş et örneklerinde TBARS değerleri.....	44
Çizelge 4.17 Pişirilmiş etlerin çeşitli özellikleri	46
Çizelge 4.18 Pişirme işlemi uygulanmış örneklerin pH değerleri	47
Çizelge 4.19 Pişirilmiş etin tekstürel özellikleri	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 pH ile etin su tutma kapasitesi ve miyoflamentlerin yapısı üzerine etkisi....	4
Şekil 3.1 Et diliminin geleneksel yöntemle marinasyonu.....	20
Şekil 3.2 Et dilimine uygulanan ultrasonikasyon ön işlemleri.....	21
Şekil 3.3 Et dilimine uygulanan vakum emdirme ön işlemleri.....	22
Şekil 3.4 Et dilimlerinin pişirilmesi.....	23
Şekil 3.5 Duyusal analiz için hazırlanmış pişmiş et örnekleri.....	26
Şekil 3.6 Duyusal panel değerlendirme formu.....	26
Şekil 4.1 Pişirilmiş etlerin duyusal değerlendirme sonuçları.....	49



SİMGELER ve KISALTMALAR

a*	Kırmızılık, Yeşillik
ANOVA	Tek-Yönlü Varyans Analizi
BHA	Bütile Hidroksianisol
BHT	Bütile Hidroksitoluen
b*	Sarılık, Mavilik
dak	Dakika
GM	24 Saat Marine Edilmiş Et
HAA	Heterosiklik Aromatik Amin
İG	İşlem Görmemiş Et
İİBF	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
J	Joule
kHz	KiloHertz
L*	Aydınlık
MA	Malonaldehit
MPa	Mega Paskal
N	Newton
P	P-değeri
TBA	2-tiyobarbitürik Asit
TBARS	2-tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler Analizi [2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances Assay]
TPA	Tekstürel Profil Analizi
W ₁	Baskı Öncesi Tartım
W ₂	Baskı Sonrası Tartım
W _n	Örneğin Başlangıç Nem İçeriği
US30+GM	30 dak Ultrasonikasyon Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
US60+GM	60 dak Ultrasonikasyon Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
US90+GM	90 dak Ultrasonikasyon Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
VE20+GM	20 dak Vakumlu Emdirim Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
VE40+GM	40 dak Vakumlu Emdirim Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
VE60+GM	60 dak Vakumlu Emdirim Sonrası 24 Saat Marine Edilmiş Et
ΔE	Örneklerin Toplam Renk Değeri Farklılığı

1. GİRİŞ

Et tüketiminde en önemli faktörler etin yumuşaklığı, sululuğu ve lezzetliliğidir (Nowak, 2011; Fadiloğlu ve Serdaroğlu 2018). Son tüketici açısından göreceli olarak yüksek fiyata satın aldığı etten beklentisi çiğneme konusunda zorluk yaratmayacak kadar yumuşak ve kendine has bir lezzeti olmasıdır.

Etin sertlik derecesinin ise, bağ dokulardan, miyofibriller ve sarkoplasmik proteinlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Genç hayvanlarda miyofibriler proteinlerin sertliğe katkı yaptığı ve aktinomisin sertliği ya da miyofibriler sertlik şeklinde adlandırıldığı, yaşlı hayvanlarda ise etin sertliğinin bağ dokudan kaynaklandığı ve temel sertlik şeklinde adlandırıldığı bildirilmiştir. Sertlik kesim öncesi tür, soy, yaş, cinsiyet, beslenme, yönetim, stres etmenleri ve genetik miras gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Kesim sonrası ise postmortem glikolizi, saklama, işleme ve pişirme işlemleri sertliği belirler. Kesim sonrası yapılan bazı işlemler etin sertliğini düşürebilir (Maiti vd., 2008). Etin sertliğinin giderilmesi için birçok yöntem olup bunlardan en öne çıkanı marinasyon yöntemidir. Marinasyonun birkaç çeşit tanımı vardır. Marinasyon; pişirme işlemi öncesinde etin yumuşatılması ve tat kazandırılması amacıyla fonksiyonel bileşenler, baharatlar ya da tatlandırıcılar içeren bir sıvı ile birleştirilmesi şeklinde tanımlanmıştır (Williams, 2012). Alvarado ve McKee (2007)'e göre marinasyonun amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- lezzet gelişimi,
- tekstür gelişimi / yumuşama,
- raf ömrünün uzaması,
- çiğ ette verimin artması,
- etin sululuğunun artması ve
- pişme esnasında su kaybının azalması.

Marinasyon yöntemleri genel olarak; daldırma (immersion), enjeksiyon (injection) ve tamburlama (tumbling) şeklinde üç yaygın yöntemle yapılır. Diğer marinasyon yöntemleri de masajlama ve kıyma vb. ürünlere uygulanabilen karıştırma (blending) şeklinde sıralanabilir (Williams, 2012). Bunlardan en eskisi, etin marinata daldırıldığı ve zamanla marinat içeriğinin etin içerisine difüzyon yoluyla penetre edildiği daldırma

yöntemidir (Alvarado ve McKee, 2007). Bu işlem genellikle evlerde ve yemek servis edilen restoran vb. işletmelerde etin pişirilmesi öncesinde uygulanır. Ülkemizde bu işlem döner üreticileri tarafından etin marinasyonu esnasında büyük çaplı olarak tercih edilmektedir. Tekdüze bir tat elde edilmesi ve verimin artırılabilmesi için diğer yöntemlerin yanında en uzun süreyi gerektiren bu yöntem genellikle 1 ilâ 4 gün arasında sürmektedir (Williams, 2012). Geniş bir alan/hacim kaplamasına rağmen bu metot düşük maliyetli olması, mekanik bilgi ve altyapıya ihtiyaç duyulmaması nedeniyle çoğu işletmede tercih edilmektedir. Araştırmacılar için ise laboratuvar ortamında çalışma açısından kolaylık sağlaması nedeniyle yüksek oranda tercih edilen bir marinasyon yöntemidir (Erge vd., 2018; Lytoug vd., 2018; Şengün vd., 2019). Marinasyon her ne kadar etin lezzetini arttırmayı hedeflese de özellikle bağ doku bakımından zengin olan etlerin yumuşatılması konusunda önemli bir rolü vardır. Bağ doku bakımından zengin olan etler genellikle karkasın en düşük fiyatlı dilimleridir. Marinasyon sonucunda gerçekleşen yumuşama işlemi söz konusu ucuz karkas dilimlerine ekonomik değer kazandırır (Burke ve Monahan, 2003).

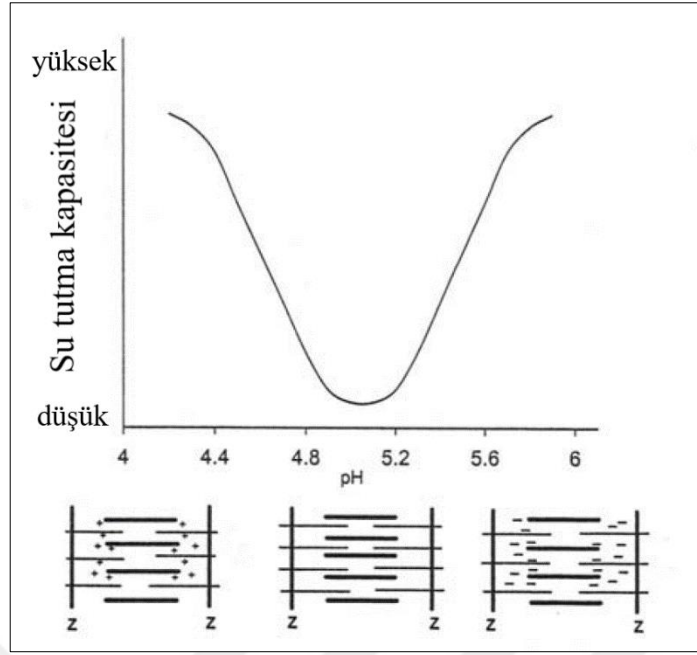
Diğer bir yöntem ise çok iğneli enjeksiyon yöntemidir ki bilinen miktarda marinatin ete dozajlanabildiği ve zamandan tasarruf edilen bir yöntemdir (Alvarado ve McKee, 2007). Bu yöntem genellikle kanatlı etlerinin marinasyonunda başvurulmaktadır. Taşıyıcı bant üzerinde bütün şekilde aktarılan karkas, enjeksiyon yatağına geldiğinde istenilen bileşim, doz ve basınç değerinde marinat çoklu iğneler aracılığıyla uygulanır. Tekdüze bir son ürün üretebilme avantajının yanında yüksek maliyetli olması, etin yüzeyinde bulunan patojen mikroorganizmaları etin iç kısmına taşıma olasılığı, ekipman kullanımı için kalifiye personele ihtiyaç duyulması, etlerin büyük parçalar halinde işlenmesi zorunluluğu ve fazla sızıntı yaratması gibi dezavantajları vardır (Ergezer ve Gökçe, 2004).

Tamburlama işlemi ise çoğunlukla kanatlı etlerine ve vakumla birlikte uygulanır (Uchupaj vd., 2017). Tamburlama işlemi, bir tambur içerisinde et parçalarının dönmesi, sürtünmesi ve bu sayede etin parçalarını bir arada tutan miyofibriller proteinlerin ekstrakte olması şeklinde gerçekleşir. Tamburlar 10 kg ilâ 9000 kg arasında bir kapasiteye sahip olabilir. Genellikle tamburlara vakum işlemi uygulanarak oksijenin et üzerindeki olumsuz etkisi minimum seviyeye indirilebilir (Williams, 2012).

Et kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biri, taze etin su tutma kapasitesidir. Etin su tutma kapasitesi marinasyon yoluyla geliştirilebilir. Etin yapısındaki suyun çoğunluğu serbest su olup, taze etin ortalama nem içeriği olan % 75 nem, uygun işlem koşulları uygulanmadığı durumda taşıma, depolama ve pişirme esnasında büyük çoğunlukla kaybedilir. Etin su tutma özelliğinin geliştirilmesi için öncelikle marinatın ete düzgün bir şekilde nüfuz etmesi gerekmektedir. Marinatın ete absorplanması ve etin su tutma kapasitesi arasında önemli bir etkileşim vardır. Proteinler ve onlara bağlı yapıların suyu bağlama ve hapsedme özelliği, tuzda çözünebilen, aktin ve miyosinden oluşan miyofibriler proteinler etrafında gelişir. Suda düşük oranda çözünebilen, iyonik kuvveti düşük olan sarkoplazmik proteinlerin ise su tutma kapasitesi oldukça sınırlıdır (Yusop vd., 2019).

Genel olarak marinasyon sıvılarına aroma verici bir çok bileşenin yanında tuz da eklenir. Tuzun iyonik karakteri gereği yüklü bölgelerin sayısı çoğalır ve kısmi olarak protein yapısında açılmalar veya proteinler arası boşluğun artması ve suyun tutulması için gerekli hacmin oluşması söz konusu olur. Açılan bu boşluklara marinatın girmesiyle birlikte miyofibrillerin şişmesi ve ardından miyofibriler proteinlerin çözünmesi ve ekstrakte olması işlemi gerçekleşir. Bunu takiben, çözünen proteinler ve sarkoplazmik sıvı karışımı ortamda yüksek protein konsantrasyonu ile birlikte suyun hapsedilmesini sağlar. Aynı zamanda et yüzeyinde viskoz bir bariyer görevi görerek içeride hapsedilen suyun dışarı sızmasında engel olur (Yusop vd., 2019). Fakat ortamda gereğinden fazla tuz konsantrasyonu proteinlerin çözünmesini negatif yönde etkileyerek su tutma kapasitesinin düşmesine neden olabilir (Ozuna vd., 2013).

Marinasyonun asidik pH bölgesinde gerçekleştirilmesi de yine iyonik gücün artması, miyofibriler proteinler arasındaki bağın zayıflaması nedeniyle su tutma kapasitesi üzerinde olumlu etki yapar (Goli vd., 2014). Fakat izoelektrik nokta (pH 5,2-5,4) civarında proteinlerin net yükleri minimum düzeyde olduğu için lifler arasındaki boşluk da minimum düzeydedir dolayısıyla etin su tutma kapasitesi düşer (Ergezer ve Gökçe, 2004). Söz konusu durum Şekil 1.1’de özetlenmektedir.



Şekil 1.1 pH ile etin su tutma kapasitesi ve miyoflamentlerin yapısı üzerine etkisi (Ramirez Bernabe, 2006)

Sodyum laktat, potasyum laktat, sodyum sitrat ya da bunların kombinasyonlarından oluşan bileşenler, tüketime hazır gıdalardaki *Listeria monocytogenes* riskini düşürmeleri nedeniyle, son yıllarda asidik marinatlarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Alvarado ve McKee, 2007). Daha önce de bahsedildiği gibi etin pH'ının değişmesi ve dolayısıyla proteinlerin net yükünün pozitif ya da negatif olarak değişmesi ile birlikte proteinlerin de su bağlama özellikleri değişir. Bu durum ise etin sululuğu ve yumuşaklığı gibi tüketici açısından çok önemli iki faktörü doğrudan etkiler (Miller, 2002). Düşük pH'lı marinatların kullanımı çeşitli mikroorganizmaların büyümesini yavaşlatır, etin su tutma kapasitesini ve yumuşaklığını yükseltirken lipid oksidasyonuna da engel olur (Ke vd., 2009; Lytton vd., 2018). Bunun yanında, tüketicilerin gün geçtikçe daha sağlıklı ve doğal olan gıdalara olan eğilimi, araştırmacıları asidik marinatlara alternatif doğal marinatlar bulmaya yönlendirmiştir. Fakat bu marinatların doğal olmalarının yanı sıra, hem tüketici hem de üreticinin beklentisi olan ette sululuk, yumuşaklık, lezzet ve uzun raf ömrü gibi kriterlerini de karşılaması gerekecektir. Ayrıca, doğal marinatların pişirme işlemi esnasında oluşan kanserojen bileşenlerin oluşumunu azalttığı ve daha sağlıklı et ve et ürünleri üretilmesine imkan sağladığı yapılan deneylerle ispatlanmıştır (Skog vd., 1998; Weiss

vd., 2010). Bu minvalde, çalışmamızda doğal bir marinat olan soğan suyu ile çalışılmıştır.

Soğan (*Allium cepa* L.) dünyada en çok yetiştirilen önemli bir sebzedir. Sadece 2017 yılında tüm dünyada 93 milyon ton soğan üretilmiştir (FAOSTAT, 2019). Son yıllarda soğanın yapısında bulunan polisakkaritler antikanserojen, antioksidan ve antimikrobiyal, bağışıklık sistemi düzenleyici özelliklerinden kaynaklı iyileştirici etkileri nedeniyle araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Zhu vd., 2018). Soğan suyu ise soğan işleyen birçok prosesin atığı ya da yan üründür. Soğan suyunun tek başına ya da GRAS özelliği bulunan sitrik asit ile asitlendirildiğinde doğal bir marinat olarak kullanım potansiyelinin bulunduğu birçok çalışma ile raporlanmıştır (Dhillon vd., 2011; Demir ve Oral 2018; Demir vd., 2018). Ayrıca, soğan suyunun hammaddesi olan soğanın bünyesinde, etin yumuşamasında rol oynayabilecek bazı proteolitik enzimleri barındırdığı bilinmektedir (Lin ve Yao, 1995). Diğer bir konu ise etin lezzetinin artmasında rol oynayacak, *Allium* cinslerinin bünyesinde yer alan sülfürlü bileşiklerle, şekerlerin arasında, pişirme işlemi esnasında ısıl uygulama sonucu gerçekleşen Maillard reaksiyonlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerdir (Kimura vd., 1990; Villière vd., 2015). Bu durumda etin soğan suyunda marine edilmesinin ısıl işlem ile pişirilen etlerde lezzeti geliştirmesi muhtemeldir.

Tüketici ve üreticiler, sağlıklı ve katma değer kazandırılmış aynı zamanda lezzetli et ve et ürünleri elde edebilmek için yeni marinat arayışında oldukları kadar yeni teknolojiler de ilgilerini çekmektedir. Birçok gıdanın iki fazlı olduğu söylenebilir: katı matris ve bunun içinde hapsedilmiş boşluk. Söz konusu ortamlar ise karmaşık bir üçboyutlu mikroyapı oluşturur (Derossi vd., 2011). Vakumla emdirim yöntemi, dıştaki sıvının, hücresel bir matris olan hayvansal ya da bitkisel dokuya, basınç farkından yararlanılarak emdirilmesi işlemidir (Fito ve Chiralt, 2000; Zhao ve Xie, 2004). Vakumla emdirim uygulamalarının, dıştaki çözelti ile bitki/sebze dokusu arasındaki yüzey alanını arttırdığı ve böylece enfüzyon hızını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Derossi vd., 2011). Vakumlu emdirim işlemi, ardarda gelen vakum ve atmosferik basınç basamaklarında oluşur. Bu sayede emdirilecek olan çözelti, gıdanın gözeneklerine deformasyon-rahatlama esnasında ve hidrodinamik bir mekanizma yardımıyla dolar. Vakumlu emdirim işleminin bazı meyvelerin fiziksel ve yapısal

özellikleri üzerindeki etkisi, hipotonik, izotonik ve hipertonic çözeltiler emdirilerek birçok bitki dokusunda çalışılmıştır. Et dokundan bahsedildiğinde ise etin kapiler gözeneklerini oluşturan miyosin ve aktin miyoflamentlerinin arasındaki boşluğu doğrudan etkilediği bilinen tuz çözeltilerinin emdirimi söz konusudur. Vakumlu emdirim üzerinde etkili olan faktörler; dıştaki sıvının akış özellikleri, baskı oranı (p_2/p_1 , p_1 : katı gıda-sıvı çözelti sistemi üzerine uygulanan vakum basıncı, p_2 : atmosferik basınç), vakum süresinin uzunluğu, atmosferik basınç basamağı ve sıcaklığı, katı gıdanın matris yapısındaki gözeneklilik, gözenek çapı ve şekli, gözeneklerde bulunan gaz ya da sıvı, viskoelastik karakter gibi özelliklerdir (Leal-Ramos vd., 2018).

Et sağlama zincirinde son basamak tüketici olup, tüketicinin beklentilerinin karşılanması bu anlamda önemlidir. Tüketicinin etten beklentisi yumuşaklık, sululuk ve lezzettir. Bu noktada yumuşaklığın sağlanabilmesi için kesim sonrası uygulanan işlemlerden birisi marinyasyon olup bir diğeri de ultrasonikasyondur (Warner vd., 2017). Ultrasonikasyon işlemi ultrases dalgaları yardımı ile gerçekleştirilir. Ultrases, frekansları insanların duyma eşliğinden yukarıda olan (>16 kHz) ve 20 kHz ve daha yüksek basınç dalgaları şeklinde açıklanabilen ses dalgalarıdır. Genel olarak ultrasonikasyon ekipmanlarının frekansları 20 ilâ 100 kHz arasında değişir. Düşük frekanslı, yüksek enerjili ultrases dalgaları yayıldıkları ortamda kavitasyona neden olurlar. Kavitasyon gaz baloncuklarının patlamasıdır. Düşük enerjili ultrases gıdaların fizikokimyasal özellikleri hakkında bilgi toplamaya yararken, yüksek enerjili ultrases gıdaların fiziksel ve kimyasal yapısında değişime yol açan emülsiyon yapımı, hücre parçalama, kimyasal reaksiyonları başlatma, enzimleri inhibe etme, eti yumuşatma ve kristalizasyon işlemini modifiye etmek gibi uygulamalarda kullanılır (Demirdöven ve Baysal, 2009). Et yumuşatma işleminde ultrasesin rolünün üç şekilde olduğu öne sürülmektedir. Birincisi, kavitasyon nedeniyle doku hücrelerinin fiziksel olarak hasar görmesi, ikincisi enzimlerin açığa çıkarılması ya da aktivasyonu, üçüncüsü ise kalsiyumun açığa çıkmasını sağlayarak metabolizmayı değiştirmesidir. Ultrasonikasyon işlemi süresince oluşan ve patlayan baloncuklar ortamda fiziksel ve kimyasal değişimlere yol açabilir. Yaşanan basınç dalgalanmaları ortamı sıkıştırır ve genişletir ve baloncukların salınımıyla birlikte çalkalama ve mikrokariştirme işlemleri gerçekleşir. Patlayan baloncuklar mikrojet etkisi yapar ve katı bir yüzeye

yönlendirilirse fiziksel bir hasar verebilirler. Etin yumuşatılması durumunda bu hasar miyofibrillere verilir. Bunun yanında, kavitasyon bazı molekülleri koparabilir ve serbest radikallerin açığa çıkmasına ya da istenmeyen reaksiyonların hızlanmasına sebep olabilir. Bu durumda et yumuşatılması işlemi için ultrasonikasyon kullanıldığında optimum işlem koşullarının sağlanması oldukça büyük önem taşır (Warner vd., 2017). Çalışmamızda ultrasonikasyon işlemi, marinasyon öncesi bir ön işlem şeklinde değerlendirilmiş olup, yukarıda da işlem koşullarının öneminden bahsedildiği gibi ultrasonikasyon süresi koşulu optimize edilmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı; dana etinin su tutma kapasitesinin geliştirilmesi, renginin ve tekstürünün iyileştirilmesi için doğal bir marinat olarak soğan suyunun kullanımını incelemektir. Bu amaca yönelik olarak, bu tez çalışması kapsamında et dilimlerinin geleneksel daldırma yöntemi ile marinasyonu için incelenen işlem koşulları; marinasyon süresi, soğan suyunun başlangıç pH'ı ve soğan suyuna eklenecek olan tuzun konsantrasyonudur. Geleneksel marinasyon işleminin optimizasyonunun ardından, etteki tekstürel iyileşmenin bir başka deyişle yumuşamanın daha fazla geliştirilebilmesi için ön işlem olarak ultrasonikasyon ve vakumlu emdirim işlemleri incelenmiştir. Bu kapsamda en uygun ultrasonikasyon süresi ve vakumlu emdirim süresi belirlenmiştir. Söz konusu bağımsız değişkenlerin, tekstür, renk, et pH'ı ve etin su tutma kapasitesi gibi bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edilerek belirlenmiştir. Çalışmanın optimizasyon kısmını takiben, marinasyon işleminin en önemli kalite kriterlerinden biri olan lipit oksidasyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ardından, pişirme işleminin marine edilen ya da edilmeyen etler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Son olarak ta tüketicinin görüşü konusunda fikir verecek olan duyusal değerlendirme yapılmış, optimum koşullarda marine edildikten sonra pişirilen etlerin duyusal özellikleri, marine edilmemiş ve pişirilmiş etler ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarının, ev tipi tüketicilere, restoranlara, yemek üreticilerine, atık soğan suyunu değerlendirmek isteyen üreticilere ve et ürünleri üreten firmalara, soğan suyunun et marinasyonunda kullanılabilirliği konusunda fikir vereceğine inanılmaktadır. Ayrıca bu sayede yerli bir ürün olan soğana katma değer kazandırılması için et marinasyonu alanında bir potansiyel olduğu açığa çıkarılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların motivasyonunu oluşturmuş ve soğan suyu üzerinde yapılan çalışmalardan birisi Demir ve Oral (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada sürekli sistem UV-C reaktöründe muamele edilmiş ve asitlendirilmiş olan soğan suyunun raf ömrü üzerinde yoğunlaşmış olup, çalışma kapsamında UV-C işlem görmüş soğan suyunda marine edilen et dilimi ile marine edilmemiş et diliminin tekstürel profil analizleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, soğan suyu ile marine edilmiş olan etin sertlik değerinin marine edilmemiş olana göre oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Söz konusu çalışma soğan suyunun et marinasyonunda, etin yumuşatılması hususundaki potansiyelini sergilemekle birlikte, farklı marinasyon koşulları test edilmemiştir. Yıldız (2016)'ın yapmış olduğu çalışmada ise UV-C işlem görmüş ve ham soğan suyunda marine edildikten sonra ızgara yöntemi ile pişirilmiş olan etler marine edilmemiş (ve pişirilmiş) etler ile duyu özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucunda marine edilmiş olan etlerin marine edilmemiş olanlara göre biraz daha fazla skor elde ettiği raporlanmıştır. Bu durumun ise pişirme yönteminden kaynaklanmış olabileceği, ızgara işleminin marinasyondan kaynaklı sululuk, lezzet, tat gibi faktörleri maskeleyebileceği belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında bu tez kapsamındaki çalışmalarda soğan suyunun et marinasyonunda kullanılabilirliğinin kapsamlı olarak incelenebilmesi için marinasyon koşullarının optimize edilmesi gerektiğine ve pişirme işlemi olarak ızgara işleminin dışında daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşen bir pişirme tekniğinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Soğan suyunun marinasyon amaçlı kullanıldığı önceki çalışmalardan birisi Gibis (2007) tarafından yapılmış olup, bu çalışmada, et dilimleri kızartma işlemi öncesi, sarımsak, soğan ve limon suyu ve yemeklik yağdan oluşan bir marinat karışımında marine edilmiştir. Söz konusu karışım içerisindeki soğan ya da sarımsak suyu konsantrasyonu arttırıldıkça, pişirilen etlerdeki heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumunun azaldığı bildirilmiştir. Benzer şekilde limon suyunun konsantrasyonu arttırıldığında ise HAA oranı çok hafif şekilde düşüş göstermiştir. Bu düşüş, sarımsak ve soğanın, parçalanması sonucu gerçekleşen enzimatik reaksiyonlar sonucu yüksek oranda açığa çıkan sülfidril grupların varlığına bağlanmıştır. Sistein, asetilsistein,

glutasyon gibi birçok sülfür içerikli bileşiğin, et matrisinde HAA oluşumunu inhibe ettiği bilinmektedir (Gibis, 2007).

Soğan suyunun marinyasyon amaçlı kullanıldığı bir diğer çalışmada ise domuz eti (*semimembranosus* kası), % 3 ve 6 oranlarında soğan suyu içeren marinatlarda 24 saat marine edildikten sonra buzdolabı sıcaklığında depolanmış ve depolama esnasında meydana gelen değişimler Kim vd. (2010) tarafından izlenmiştir. Bu çalışmada 7 günlük depolama esnasında marine edilmemiş olan kontrol grubunun TBARS değerlerinin, marine edilmiş olan etlere göre önemli oranda yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın bu sonucunda lipit oksidasyonunun yavaş seyretmesi, soğanda yüksek oranda bulunan ve antioksidan olduğu bilinen, kuersetin ve sülfürlü bileşiklerin varlığına bağlanmıştır. Ayrıca, yapılan duyuusal değerlendirme sonucunda soğan ya da sarımsak suyunda marine edilmiş olan etlere, yumuşaklık ve lezzet özellikleri bakımından kontrol grubuna göre daha yüksek skor verilmiştir (Kim vd., 2010).

Soğan ve sarımsak sularında bekletilen kuzu etinden elde edilen kıyma ise pişirme işlemi sonrası depolandığında, soğan suyunun ette acılaşıma konusunda sarımsak suyundan daha başarılı olduğu görülmüştür (Jurdi-Haldeman vd., 1987). Yine TBA değerleri soğan suyunda marine edilmiş olan etten yapılan ve pişirilen kıymalarda daha düşüktür. Duyusal panelde ise soğan suyu ile muamele edilmiş olan örneklerde depolama sonunda çok daha kabul edilebilir bir tat oluştuğu sonucu çıkmıştır (Jurdi-Haldeman vd., 1987).

Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005) ise soğan suyunu biberiye yağı ile birlikte sardalye kıymasına eklemiş ve dondurarak depolanan örnekler lipit oksidasyonu bakımından kontrol ile kıyas edilmiştir. Depolamanın 3. ayında soğan suyu ile muamele edilen örneklerde lipit oksidasyonunun oldukça düşük olduğu bildirilmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalara bakıldığında, soğan suyunun, dana etinin *L. dorsi* kası marinyasyonu için henüz kullanılmadığı, marinyasyon formülasyonlarının optimize edildiği fakat marinyasyon koşullarının optimize edilmediği ve tekstürel özellikler bakımından detaylı bir incelemenin henüz yapılmadığı görülmüştür.

Soğan suyunun dışında farklı meyve ve sebze suları da marinasyon çalışmalarında kullanılmıştır. Gök ve Bor (2016) hindi göğüs etini kara havuç suyu, karadut suyu, kırmızı üzüm suyu, nar suyu ve karışık sebze suyunda marine etmişlerdir. Bu çalışmada, 24 saatlik marinasyon sonrasında karadut, kırmızı üzüm ve nar suyunda marine edilmiş olan örneklerin sertlik değerleri kontrol (saf su ile marine) örneğine göre daha düşük olarak elde edilmiştir. Fakat bu üç meyve suyu ile marine edilmiş olan örneklerin parlaklık değerleri kontrole göre düşüktür. Bunun yanında yapılan duyusal değerlendirmede meyve ev sebze suları ile marine edilen tüm örnekler, genel kabul edilebilirlik bakımından kontrol örneğinden yüksek skor almıştır.

Şengün vd. (2019) ise tavuk etinin marinasyonu için koruk suyunu değerlendirmişlerdir. 1, 2 ve 18 saatlik marinasyonlar sonucunda, marinat sıvısındaki koruk suyu konsantrasyonu arttıkça, toplam mezofilik aerobik canlı sayısı, pH değeri ve pişme kaybı değerlerinin düştüğü raporlanmıştır. Bunun yanında bu çalışmada marinasyon sonrasında parlaklık değerinin arttığı da bildirilmiştir. Ayrıca, 1:1 koruk suyu: içme suyu içinde 18 saatlik marine edilen örnekler duyusal değerlendirmede en beğenilen örnekler olmuştur.

Zochowska-Kujawska vd. (2012) yaban domuzu (*endomysium* ve *perimysium*) ve geyik (*longissimus*) etlerini kefir, limon suyu, şarap ve ananas suyu gibi doğal marinatlarda marine ettikleri örnekleri olgunlaştırmaya bırakmışlardır. Marine edilmemiş ve olgunlaştırılmamış örneklerin sertlik değerleri, diğer örneklere göre oldukça yüksek çıkmıştır. Duyusal değerlendirmede ise genel kabul edilebilirlik bakımından en düşük skorları ananas suyunda marine edilmiş olan örnekler almıştır. Bunun sebebi olarak, ananasın bünyesinde bulunan bromelin enziminin bağ dokular üzerinde hidrolitik aktivitesi nedeniyle ette yumuşama elde edilmesi, fakat aşırı bir yumuşama ve macunumsu bir tekstür elde edilmesi gösterilmiştir.

İncik etinin yumuşatılması için ise Burke ve Monahan (2003) turunçgil suyunu kullanmışlardır. Bu çalışmada marine edilen örneklerin yumuşaklık değeri, marine edilmemiş olan örneklere göre oldukça yüksek olup, duyusal değerlendirmede de aynı şekilde marine edilmiş olan örnekler sululuk ve yumuşaklık bakımından daha yüksek

skorlar almıştır. Söz konusu yumuşamanın sebebi olarak marinat alımındaki başarı ve kolajen çözünürlüğü gösterilmiştir.

Erge vd. (2018), tavuk etinin marinasyonu için farklı briks değerlerine ayarlanmış, dolayısıyla pH değerleri de farklı farklı olan erik ve elma suyundan yararlanmışlardır. Söz konusu çalışma tavuk eti marinasyonunda sektörel üretimde sıklıkla kullanılan fosfatların yerine doğal olan bir alternatif geliştirilmeye çalışılmıştır. Marine edilen tavuk etleri duyuşsal, fiziksel, teknolojik ve tekstürel kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada elma suyu ile marine edilen örneklerin çözünme kaybı, pişme kaybı ve duyuşsal değerlendirmede, erik suyu ya da sodyum tripolifosfat çözeltisine göre daha üstün ölçümler vermiştir.

Hindi göğüs etinin greyfurt ve sitrik asitte marine edildiği bir çalışmada ise sıkıştırılabilir nem oranı, kontrole (suda marine) göre greyfurt suyunda marine edilen örneklerde daha düşüktür (Serdaroğlu vd., 2007). Bu da greyfurt suyunda marinasyon yapılması ile etlerin su tutma kapasitelerinin arttığı şeklinde yorumlanmıştır. Marine edilen tüm örneklerde parlaklık değeri kontrole göre daha yüksektir. Yine greyfurt ile marine edilmiş etlerin sertlik değerleri kontrole ve sitrik asitle muamele edilenlere göre oldukça düşüktür. Bunun bir yansıması olarak duyuşsal değerlendirmede greyfurt suyu ile marine edilmiş olan örneklerin sululuk özellikleri diğer örneklere göre daha yüksek skor almıştır.

Marinasyon çalışmalarının büyük bir çoğunluğu ise asidik marinatlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Asidik marinatlar yukarıda verilen çalışmalarda olduğu gibi doğal kaynaklardan oluştuğu gibi çeşitli organik asitlerle de elde edilmiştir. Örneğin Fadıoğlu ve Serdaroğlu (2018) Holstein ineğinden elde edilen *Longissimus dorsi* kaslarını sodyum klorür varlığında, laktik asit ve sodyum laktat ile enjeksiyon yöntemi kullanarak marine etmiştir. Araştırmacılar, 24 saat laktik asit ve sodyum laktat ile marine ettikleri örneklerin pişme kaybı değerlerinin yalnızca tuzlu suda marine ettikleri örneğe göre daha düşük olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca laktik asit ile yapılan marinasyon işleminin parlaklığı arttırdığı gözlemlenmiştir.

Asidik marinatlar üzerine yapılan bir başka çalışmada ise Goli vd. (2014), küp şeklindeki hindi göğüs etlerini tuz ihtiva eden ve etmeyen asetik asit çözeltisinde marine etmişlerdir. Literatürdeki tuz – et proteini ilişkisini açıklayan diğer çalışmaların tersine, bu çalışmada tuz ihtiva etmeyen marinat sıvısında sertlik değeri tuz ihtiva edene ve kontrole göre yaklaşık 4-5 kat düşük çıkmıştır. Bu durum ise protein çözünürlüğünün artması nedeniyle birim kesit alandaki liflerin seyrelmesi şeklinde açıklanmıştır. Bu çalışmada ayrıca ölçüm yapılan tüm parametrelerde marinasyon süresinin etkili olduğu görülmüştür.

Sığır etinin *Longissimus dorsi* kası üzerindeki bir başka çalışmada marinat olarak sodyum tripolifosfat, dikalsiyum hidrojen fosfat ve sitrik asit kullanılmış ve bu işlemler tuzlu çözeltide marine edilen etler ile karşılaştırılmıştır (Önenç vd., 2004). Sodyum tripolifosfat ve dikalsiyum hidrojen fosfat ile marine edilen etlerin pişme kayıplarının daha düşük ve marinat alımlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında bu iki marinat sıvısı etin renginin diğerlerine göre daha koyu olmasına sebep olmuştur. Oysaki yukarıda özetlenmiş olan çalışmalarda doğal marinatlarda marine edilen etlerde parlaklık değerleri olumlu yönde geliştiği görülmektedir. Bu da çalışmamızda doğal bir marinat sıvısı kullanmış olmamıza zemin oluşturmuştur. Bunun yanında beklenildiği şekilde Önenç vd. (2004)'nin çalışmasında marine edilen tüm etler kontrole göre daha düşük sertlik değerine sahiptir.

Aktaş ve Kaya (2001), danadan elde edilen *Longissimus dorsi* üzerinde yaptıkları çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda sodyum klorür, kalsiyum klorür, laktik asit ve sitrik asidi marinat olarak kullanmışlardır. Bu çalışmada hemen hemen tüm marine edilen etlerin parlaklık değerleri kontrole göre daha yüksektir. Özellikle laktik asitte marine edilen etlerin parlaklık değerleri pişme işlemi sonrası artmıştır. Ayrıca sodyum klorür ve laktatta marine edilen etler panelistler tarafından genel kabul edilebilirlik bakımından daha üstün bulunmuştur.

Lipit oksidasyonu, çiğ veya pişmiş et ve et ürünlerinde buzdolabı ve dondurulmuş şartlardaki bozulma derecesini gösteren ve tüketicinin memnuniyetini etkileyen en önemli kalite göstergelerinden birisidir. Bu yüzden, doymamış yağ asitleri oranı bakımından zengin olan et ve et ürünlerinde sıkça rastlanan lipit oksidasyonu et

endüstrisinin en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Lipitler serbest radikaller aracılığı ile ilk olarak hidroperoksitlere daha sonra ikincil ürün olarak aldehitlere, ketonlara ve karbonil bileşenlerine dönüşmektedir. Oksidasyon sonucunda oluşan bu bileşenler, protein ve folik asit gibi gıda bileşenleriyle reaksiyona girerek, kandaki kolesterol seviyesini yükselterek, kalp-damar hastalıklarına neden olduğu rapor edilmiştir. Diğer taraftan oluşan bu aldehitlerin kanser gibi pek çok hastalığın öncüsü olduğu da düşünülmektedir. Toksik etkiye sahip olan malonaldehitler (MA), oksidasyon sonucunda oluşan ikincil aldehitlerdir (Min ve Ahn, 2005). Lipit oksidasyonunu belirleyebilmek amacıyla pek çok metot kullanılmakla birlikte Tiyobarbiturik Asit (TBA) test çok hızlı sonuç vermesi ve kolay olması sebebiyle et ve et ürünlerinde oksidasyon seviyesini belirleyebilmek amacıyla en çok kullanılan yöntemdir. Bu test malonaldehit ile TBA'nın reaksiyona girmesiyle oluşan bileşenin absorbandsının ölçüldüğü kolorimetrik bir metottur (Jadhav vd., 1995).

Parçalanmış et ürünlerinin havayla temas oranı daha yüksek olduğu için lipit oksidasyonu ve acılık oluşumu tüm haldeki ete göre daha yüksek oranda görülmektedir. Lipit oksidasyonuna neden olan başlıca etkenlerin yağ asidi kompozisyonu, enzimler ve sıcaklık olduğu rapor edilmiştir. Oksidasyon, gıdaların renk, tat, aroma, tekstür gibi kalite özelliklerini bir reaksiyon zinciridir (Min ve Ahn, 2005). Demirkaya (2014) yapmış oldukları çalışmada, kıyma örneklerinde ortalama TBA sayısını $0,61 \pm 0,22$ $\mu\text{gMA/g}$ olarak tespit etmişlerdir. Cheah ve Ledward (1997) domuz eti kıymasına oda sıcaklığında 300 MPa'nın üzerinde uygulanan basıncın lipit oksidasyonunu önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Yapılan diğer çalışmada kıyma numunelerinin TBA değerleri et ve ürünlerinde kötü tat ve kokuya neden olan sınır TBA değerinden düşük bulmuşlardır (Greene ve Cumuze, 1982). İşlem görmemiş et, pişirilerek depolandığında bozulma hızının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. "Isıtma sonrası tat bozulması", pişmiş etin buzdolabında 48 saat gibi kısa bir süre içerisinde oksidasyonun gerçekleştiğini ifade etmektedir. Oluşan bu oksidasyonlar, pişmiş dana eti ve suyunda istenmeyen tat ve koku oluşumuna sebep olmaktadır (Gray vd., 1996). Yapılan birçok çalışmada pişmiş et ürünlerinde meydana gelen tat ve koku değişimlerine lipit oksidasyonu ve Maillard reaksiyonları arasındaki etkileşimler olduğu rapor edilmiştir (Gray vd., 1996).

Lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla, BHA, BHT, sodyum nitrat, sodyum nitrit, potasyum sorbat gibi birçok sentetik antioksidan kullanılmaktadır. Ancak, tüketicilerin sağlık konusundaki endişelerinden dolayı biberiye, adaçayı, turunçgil kabuğu, susam tohumu, zeytin, keçiboynuzu kabuğu ve üzüm gibi bitkilerden ekstrakte edilen doğal antioksidanları et endüstrisi daha çok tercih etmeye başlamışlardır (Ahn vd., 2002; Fernández-Ginés vd., 2005). Kontrol (antioksidan yok), kekik (kekik esansiyel yağı %3 w/w) ve adaçayı (adaçayı esansiyel yağı %3 w/w) ile muamele edilen domuz ve sığır kıymaları çiğ ve pişmiş halde (30 °C'de 85 dakika) 4°C'de 12 gün depolanmış ve depolama sonunda uçucu yağ ilavesinin oksidasyonu önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır (Fasseas vd., 2008). Pişmiş keçi eti köftesine uygulanan Mandalin kabuğu ve nar kabuğu ekstrelerinin antioksidan etkileri üzerine yapılan çalışmada buzdolabında (4 ± 1°C) depolama sırasında nar kabuğu ekstresi uygulanan örneklerin TBARS değerleri (mg/kg et) kontrol ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır (Devatkal vd., 2010). Çiğ kıyılmış kırmızı ete (sığır eti ve domuz eti), kümes hayvanlarına (tavuk, ördek ve devekuşu) ve balıklara (mezigit ve uskumru) çay kateşinlerinin ve α-tokoferolün lipit oksidasyonuna etkisini inceleyebilmek amacıyla örnekler 4°C'de 12 gün depolanmıştır. Depolama sonunda çay kateşini eklenmiş tüm et örneklerinde kontrole göre TBA değerlerinin daha az görüldüğü tespit edilmiştir (Tang vd., 2001). Farklı oranlarda kekik ekstraktı ilave edilerek yapılan köftelerde kekik ekstraktının lipit oksidasyonunu engellediğini gözlemlemişlerdir (Sağdıç vd., 2008). Yapılan diğer çalışmada kıyma içine %3, %6 ve %9 oranlarında domates tozu ve %1,8 oranında tuz eklenmiş ve -18 °C'de 1 aylık depolanarak TBA değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda %6 ve %9 oranında domates tozu içeren örneklerde oksidasyonun sabit kaldığını gözlemlemişlerdir (Eyiler ve Öztan, 2006). Sucuk üzerine yapılan diğer bir çalışmada değişik konsantrasyonlarda kullanılan kızılılık ekstraktının lipit oksidasyonunu engellediği görülmüştür (Ergezer vd., 2018). Yeşil çay özütü ve *Thymbra spicata* yağı eklenerek üretilen sucuklarda TBA değerlerinin fermentasyon süresince azaldığı gözlenmiştir (Bozkurt, 2006). Susam, *Thymbra spicata* yağı ve BHT (bütil hidroksitoluen)'nin olgunlaşma süresince sucukların kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda TBA değerleri kontrol > BHT > susam yağı > *Thymbra spicata* yağı şeklinde bulunmuştur (Bozkurt, 2007). Sucuğa eklenen ısırgan otu ekstraktı üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise fermentasyon bitiminde, kontrol örneği ve

ısırgan otu eklenerek üretilen sucuk örneklerinde TBA değerleri sırasıyla 0,81 ve 0,38 mg/kg olarak bulunmuştur (Karabacak ve Bozkurt, 2008).

Marinasyonun kontrolünde en önemli mekanizmalardan birisi tuzun et yapısına aktarıldığı basamaktır. Bu basamak göreceli olarak yavaş bir basamak olup, bu durum son ürünün süresine ve fiyatına etki etmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için son zamanlarda etin marinasyon öncesi ön işlem ile muamele edilmesi üzerinde çalışılmaktadır. Yüksek güçlü ultrases uygulaması bu ön işlemlerden biri olup, kavitasyon sayesinde etin marinasyon süresini kısaltması, ürün kalitesini arttırdığı ve kütle transferini hızlandırması söz konusudur. Daldırma ile marinasyon esnasında kütle transferinin aktarılması kavitasyon olayı sayesinde olur ki kavitasyon mikroskobik gaz baloncuklarının katı yüzeyinde patlaması ile birlikte katı yüzeyi doğrultusunda mikrojetler oluşması ve bu durumun sınır çizgisini aşır kütle transferini hızlandırması durumudur. Etin yüzeyindeki kavitelerde (boşluklarda) gerçekleşen şiddetli patlamalar nedeniyle etin dokusu zarar görür ve bu durum etin sertliği ve su tutma kapasitesini ve dolayısıyla et yumuşaklığını etkiler. Ultrasonikasyon aynı zamanda kavitasyon sonucunda su moleküllerinden serbest radikal oluşumuna neden olabilir ve bunun sonucu olarak etin rengine etki eden lipit oksidasyonu ya da hidrolizi gerçekleşebilir. Ses dalgalarının sıkışması ve genişmesi esnasında oluşan basınç dalgalanması “sünger etkisi” diye adlandırılan bir yapının oluşmasına neden olur ve bu da tuzun ya da salamuranın et içerisinde daha iyi dağılması anlamına gelir (Gómez-Salazar vd., 2018).

Ultrasonikasyon işlemi aynı zamanda etin yapısındaki miyofibriler proteinlerin salınımı üzerinde rol oynar. Bu proteinler, su tutma kapasitesi, yumuşaklık ve kohezyon gibi etin bağlama özelliğinden sorumludur. Su tutma kapasitesindeki değişimlere miyofibriler yapıdaki kesim sonrası değişiklikler yol açar, bu nedenle kasın ete dönüşümü sürecinde etin yumuşaklığı, suyun düzgün dağılımı önemlidir. Etin tekstürü, etin su tutma kapasitesine bağlıdır ki bu da ısıtmadan etkilenir. Ultrasonikasyon işlemi görmüş etlerde, 50 ilâ 70 °C’ler arasındaki pişirme işlemi, çözdürme işlemi ya da soğukta depolama gibi işlemler esnasında su kaybı oldukça düşüktür (Alarcon-Rojo vd., 2015).

Barekat ve Soltanizadeh (2017), Holstein'dan elde ettikleri *Longissimus lumborum* kaslarının yumuşatılması için 20 kHz frekansta, 100 ve 300 W'luk, ultrasonikasyon işlemini 10, 20 ve 30 dak uygulamışlardır. Bu uygulamanın sonunda yapılan tekstürel ölçümler, hem 100 hem de 300 W'ta uygulama süresi arttıkça, etin sertliğinde kayda değer düşüş olduğunu göstermiştir. Söz konusu düşüş, kavitasyon sonucu yapının fiziksel olarak zayıflaması, hücrel ve hücre içi hasarlar ve proteolizin hızlanması sonucu ette yumuşama gerçekleştirmiştir.

Büyükbaş *L. dorsi* kası üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise 24 kHz frekans ve 12 W/cm²'lik ultrasonikasyon uygulaması ile etin yumuşatılması üzerine yapılan bir çalışmada, ultrasonikasyon uygulamasının Warner-Bratzler gerilimi ve sertlik değerlerinde önemli düşüşler sağladığı, bunun yanına etin pH değerini arttırdığı, fakat renkte önemli bir değişime yol açmadığı belirtilmiştir (Jayasooriya vd., 2007). Yine aynı çalışmada pişirme kaybının ve toplam kaybın ultrasonikasyonla birlikte önemli ölçüde düştüğü raporlanmıştır.

Bir diğer çalışmada ise büyükbaş etin *semitendinosus* kası üzerinde 10 ilâ 60 dak arasında, 40 kHz ve 1500 W'lık ultrasonikasyon uygulaması yapılmıştır (Chang vd., 2015). Ultrasonikasyon uygulamasının sızıntı, su kaybı ve Warner-Bratzler gerilimi değerlerinde düşüşe neden olduğu, fakat pişme kaybı ve çözünmeyen kolajen içeriği ve kolajen çözünürlüğü üzerinde çok düşük bir etkiye neden olduğu raporlanmıştır. Ayrıca, ultrasonikasyon görmüş numunelerde bağ dokunun mekanik dayanımının düştüğü ve 10 dak sonunda kas liflerinin büzülmesi, endomisyumun hasar gördüğü ve perimisyumun incelmesi gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda etin sertliğini azaltmak üzere test edilen bir diğer işlem de vakumlu emdirim yöntemidir. Vakumlu emdirim, gözenekli bir dokunun içerisinde normalde bulunan gaz veya sıvıyı uzaklaştırmak ve bir sıvı ile yer değiştirmek prensibine dayanır. Vakumlu emdirim, sıkılaştırıcı, antioksidan veya antimikrobiyel maddeler gibi birçok ürünün daha hızlı emdirilmesi için gıda sanayiinde hâlihazırda kullanılmaktadır. Bu teknikte emdirim işlemi basınç farklılıklarından kaynaklı bir hidrodinamik mekanizma sayesinde gerçekleşir (Panarese vd., 2013). Vakumlu emdirim yöntemi yaygın bir şekilde kurutma, dondurma, konserveleme ve kızartma

gibi işlemlerin tamamlayıcı ön işlemi olarak kullanılmaktadır (Zhao ve Xie, 2004). Bu yöntem ilk olarak meyve ve sebzelerde hipertonic çözeltinin hızlı bir şekilde dokuya girmesini sağlamak amacıyla uygulanmıştır. Ardından gıdaların besinsel ya da fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi, yeni duyuşal özellikler kazandırılması veya mikrobiyel inaktivasyon için vakumlu emdirim yöntemi kullanılmaya başlanmıştır (Aykın Dinçer ve Erbaş, 2018). Vakumlu emdirim yönteminin en belirgin iki fonksiyonu kaliteyi geliştirmesi ve enerji tasarrufudur. Enerji tasarrufu, gıdanın bünyesindeki suyun herhangi bir ısı işleme ihtiyaç duymadan uzaklaştırılması ve kısmen uzaklaştırılmış su nedeniyle ısı işleme gerektiren sonraki basamaklara kolaylık sağlaması yoluyla gerçekleşir. Vakumlu emdirim yöntemine etki eden faktörler; dokunun yapısı (gözenek ve boyut dağılımı), katı matrisin gevşeme süresi, hidrodinamik mekanizmanın aktarım hızı, örneğin boyutu ve şeklidir (Zhao ve Xie, 2004).

Et üzerinde Leal-Ramos vd. (2018)'un yapmış olduğu bir çalışmada, eti daha sert, az sulu ve ucuz olduğu bilinen yaşça büyük ineklerden elde edilen etlerin yumuşatılması amacıyla izotonik tuz çözeltisi içerisinde vakumlu emdirim yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla 20,3 ve 71,1 kPa vakum basınçları, 0,5, 2 ve 4 saat emdirim süresi ile denemeler yapılmıştır. Denemelerin sonunda üretilen etlerin mikroyapıları da tetkik edilmiştir. Sonuçlar, vakum süresi ile etkin porozite arasında güçlü bir etkileşim olduğunu göstermiştir. 20,3 kPa'da ve 4 saatte en yüksek porozite değerleri elde edilmiştir. Etin %14'ünün gözenekler ve kapiler kanallardan oluştuğu ve bu boşlukların emdirim sıvısı ile doldurulabileceği belirtilmiştir. Kapilerler, aktin ve miyosinler arasındaki boşluklar nedeniyle oluşmuştur. Bitkilerde yapılan çalışmalar, daha yüksek vakum basıncının yapının içerisindeki orijinal sıvının dışarı alınması için daha etkin olduğu ve bu sayede atmosferik koşullara alınan numunelerin daha fazla emdirim sıvısı çektiği yönündedir. Fakat Leal-Ramos vd. (2018)'un yaptığı çalışmada bunun tam tersi olmuş, düşük vakum basıncı seviyesinde daha fazla porozite elde edilmiş ve atmosferik koşul uygulandığında daha fazla emdirim sıvısı alması söz konusu olmuştur. Bu tez kapsamındaki çalışmada ise sistemin elvermemesi nedeniyle basınç seviyesi üzerinde çalışılmamış fakat vakumda tutma süresi optimize edilmiştir.

Kuzu eti (*M. semimembranosus*) üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise, atımlı vakumda tuzlama çalışması yapılmış ve elde edilen sonuçlar atmosferik koşullarda yapılan tuzlama ile karşılaştırılmıştır (Wang vd. 2016). Bu çalışmanın sonucunda, atımlı vakum işlemi uygulanan örneklerin tuz oranının kontrol grubundan %1 fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde su tutma kapasitesi bakımından da atımlı vakum uygulanan örnekler daha üstündür. Atımlı vakum uygulanan örneklerde aktinomyosin çözünürlüğünün arttığı, miyofibrillerin daha fazla şiştiği ve miyofibril çaplarının arttığı gözlemlenmiştir (Wang vd. 2016). Tavuk eti üzerinde yapılan benzer bir çalışmada ise atımlı vakumla tuzlama işlemi sonucunda etin yüzeyi ile merkezi arasında atmosferik koşullarda yapılan işleme göre çok daha düzenli bir tuz ve su dağılımı olduğu bildirilmiştir (Deumier vd., 2003).

Yukarıda özetlenmiş olan literatür çalışmaları göstermiştir ki; tüketici talepleri doğrultusunda daha sulu, lezzetli ve yumuşak olan et üretimi için en çok tercih edilen ve ekonomik yöntemlerden biri marinasyondur. Literatürde verilmiş olan marinasyon çalışmalarının birçoğu marinasyon koşullarının optimize edilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu nedenle bu tez kapsamındaki çalışmada ilk aşamada geleneksel yöntem ile marinasyonun koşulları belirlenmiştir. Geleneksel marinasyon yöntemine ek olarak ultrasonikasyon ve vakumlu emdirim yöntemlerini ön işlem olarak kullanarak etin yumuşaklığı daha da arttırılmaya çalışılmıştır. Tüketici açısından etin yumuşaklığı pişirim sonrası değerlendirileceği için, optimum koşullarda üretilen etlere pişirme işlemi uygulanmıştır. Söz konusu marinasyon işlemlerinin ve pişirme işleminin yine etin en önemli kalite kriterlerinden biri olan lipit oksidasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Son olarak optimum koşullarda marine edilen ve pişirilen etler son kullanıcı ile buluşturulmuş ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir.

Yapılmış olan bu çalışmanın sonuçlarının yemek üreticilerine, ev tipi kullanıcılara ve et ürünleri üreticilerine etin yumuşatılması için doğal ve sürdürülebilir bir marinat olan soğan suyunun kullanılabilirliği konusunda ve yerli bir ürün olan soğan bitkisine katma değer kazandırılması konusunda soğan suyu üreticilerine fikir verdiği düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Soğan

Soğan (*Allium cepa* L.) suyu üretimi için Polatlı, Ankara bölgesinde yetiştirilmiş ve 2018 Ekim ayında hasat edilmiş olan soğanlar kullanıldı. Soğanların gövde çaplarının 10 cm'den büyük olmasına, sarı kabuklu, hasarsız, çürümemiş ve olgun olmasına dikkat edildi. Temin edilen soğanlardan soğan suyu üretimi günlük olarak yapıldı ve üretime kadar soğanlar buzdolabında +4 °C'de muhafaza edildi.

3.1.2 Et

Bu çalışmada kullanılan etler yerel bir kasaptan günlük olarak geleneksel helal kesimden sonra 24 saat içerisinde herhangi bir dondurma işlemine tabi tutulmadan temin edilmiş olup, bu etler 12 – 14 aylık, erkek, Simental cinsi dananın sırt bölgesinde bulunan ve antrikot olarak ta tabir edilen *Longissimus dorsi* kasından hazırlandı. Kesim sonrası etlere herhangi bir dondurma işlemi uygulanmadı. Kasaptan alındıktan sonra etler laboratuvara soğuk zincir ile taşındı ve vakit kaybetmeden kullanıldı. Yaklaşık 9 ilâ 14 mm arasında olarak tercih edilen etlerin dilim kalınlıkları dijital kumpas ile belirlenirken, etin 3 yerinden ölçüm alındı ve ortalama kalınlık değeri olarak ifade edildi.

3.1.3 Kullanılan Kimyasal Malzemeler

Sitrik asit, sodyum klorür, perklorik asit, 2-tiyobarbitürik asit reaktifi ve 1, 1, 3, 3-tetraetoksipropan Merck'ten temin edildi.

3.2 Yöntem

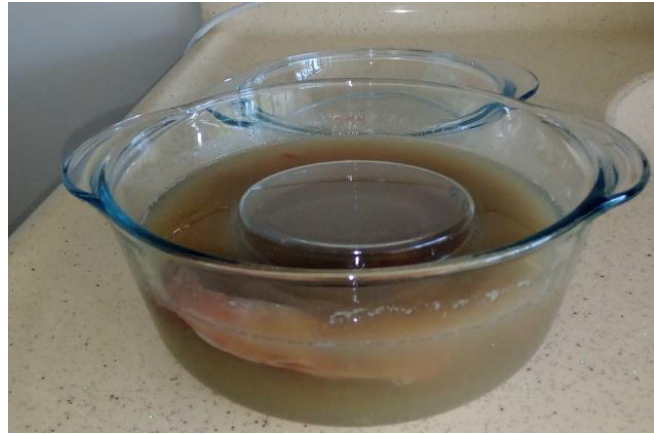
3.2.1 Ham Soğan Suyu ve Marinat Üretimi

Ham soğan suyu üretimi için Demir ve Oral (2018)'de yer alan soğan suyu üretim yöntemi modifiye edilerek kullanıldı. Soğan suyu üretimi, hasarlı ve çürük soğanların

ayıklanması ile başladı. Yıkama işleminin ardından bıçak ile kabuk ayırma işlemi yapıldı. Soğan suyunun ekstraksiyonu için katı meyve sıkacağı kullanıldı. Ardından santrifüjleme basamağında, 5000 rpm’de, 15 dakika, 8 °C’de santrifüjlenen soğan suyu ham soğan suyu olarak adlandırıldı. Elde edilen ham soğan suyu marinat pH’ının et üzerindeki etkisinin incelendiği bölümde %10’luk sitrik asit ilave edilerek pH değeri istenen seviyelere (pH 4,8, 4,3, 3,8 ve 3,3) ayarlandı. Marinatta tuz konsantrasyonunun et üzerindeki etkisinin incelendiği bölümde ise ham soğan suyuna çeşitli oranlarda (%3, 6, 9 ve 12 (w/v)) NaCl eklendi ve manyetik karıştırıcı yardımıyla homojen olması sağlandı.

3.2.2 Marinasyon

Et dilimlerinin soğan suyu ile geleneksel marinasyonu, daldırma (immersion) yöntemi ile yapıldı. Geleneksel marinasyonda; marinasyona tabi tutulacak olan her bir et dilimi, 1 g et başına 5 mL soğan suyu (marinat) olacak şekilde cam kaba alındı, soğan suyuna daldırıldı ve kabın kapağı kapatıldıktan sonra buzdolabında (min. 3,0 °C – maks. 5,5 °C) belirli sürelerde (24, 36 ve 72 saat) marinasyona bırakıldı (Şekil 3.1). Bu etler GM olarak kodlandı. Geleneksel marinasyonda etlere herhangi bir ön işlem uygulanmadı. Hiç marinasyona uğratılmayan etler ise İG olarak kodlandı.



Şekil 3.1 Et diliminin geleneksel yöntemle marinasyonu

Diğer bir grup ete ultrasonikasyon ile ön işlem uygulandı. Bu ön işlem için et dilimi polietilen plastik kilitli poşete yerleştirildi. Vakum pompası yardımıyla poşetin havası alındı ve kilidi kapatıldı (de Lima Alves vd., 2018). Hazırlanan poşetler, içerisinde 1

L saf su bulunan ultrasonik su banyosunun (Elmasonic E-100H, Elma Schmidbauer GmbH, Germany) geometrik merkezine yerleştirildi ve belirli sürelerde (30, 60 ve 90 dak), 37 kHz frekansta, 150 W etkin çalışma gücü altında ultrasonikasyona maruz bırakıldı (Şekil 3.2). Ultrasonikasyon ön işlemi esnasında, ön işlem süresinin yarısında poşet ters döndürülmüştür. Ultrasonik su banyosunun su sıcaklığı ise, K-tipi bir ısı eş ile takip edilerek, sıcaklığın 16 °C’de sabit kalması buz parçaları yardımı ile sağlandı. Ultrasonikasyon ön işleminin ardından etler geleneksel marinasyona tabi tutuldu.



Şekil 3.2 Et dilimine uygulanan ultrasonikasyon ön işlemi

Üçüncü grup etler ise vakum emdirme (vacuum impregnation) ön işlemine tabi tutuldu. Bunun için etler içinde marinat sıvısı bulunan cam beherin içerisinde vakumlu desikatöre yerleştirildi. Vakumlu desikatörün kapağı kapatıldı ve vakum pompası ile vakuma alındı. Sistem bu şekilde, oda sıcaklığında (23 ± 1 °C), 0,1 MPa basınç altında, 20, 40 ve 60 dak boyunca bekletildi (Şekil 3.3). Bu sürelerin sonunda pompa kapatıldı ve vakum kırıldı. Ardından cam kabın kapağı kapatıldı ve etler geleneksel marinasyona tabi tutuldu. Söz konusu denemeler Çizelge 3.1’de özetlendi. Çalışma genelindeki tüm marinasyon işlemleri 3 tekerrür olarak gerçekleştirildi.



Şekil 3.3 Et dilimine uygulanan vakum emdirme ön işlemi

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan deney gruplarının özellikleri

Örnek kodu	Ön işlem çeşidi	Ön işlem süresi (dak)	Marinasyon süresi (saat)
İG	yok	yok	yok
GM	yok	yok	24
US30+GM	ultrasonikasyon	30	24
US60+GM	ultrasonikasyon	60	24
US90+GM	ultrasonikasyon	90	24
VE20+GM	vakumlu emdirme	20	24
VE40+GM	vakumlu emdirme	40	24
VE60+GM	vakumlu emdirme	60	24

3.2.3 Pişirme İşlemi

Pişirme işlemi, Ke vd. (2009)'nin kullanmış olduğu yöntemle yapıldı. Buna göre Şekil 3.4'te gösterilmekte olduğu gibi, işlem görmemiş ya da marine edilmiş et dilimleri, elle havası alınmış fırın poşetleri içerisine yerleştirildi. Hazırlanan poşetler, 72 °C'ye ısıtılmış 5 L saf su içeren su banyosuna yerleştirildi. Fazladan hazırlanan bir et dilimi diğer poşetlerle aynı anda su banyosuna yerleştirildi, K-tipi ısı eş et dilimine

saplandı ve bu dilimin geometrik merkezi 72 °C'ye ulaştığında 50 dak pişirme süresi başlatıldı. Bu sürenin sonunda etlerin daha fazla ısıya maruz kalmaması için poşetler buzlu suya koyuldu ve 3 dak bekletildi. Pişirme işlemleri 3 tekerrür olarak gerçekleştirildi.



Şekil 3.4 Et dilimlerinin pişirilmesi

3.2.4 Et ve Marinatta pH Ölçümü

Et dilimi ve marinatta pH ölçümü için Hanna marka (HI 2211, Hanna Instruments, ABD) pH metre kullanıldı. Marinat sıvısının homojenliğini sağlamak için manyetik karıştırıcı kullanıldı. Et dilimlerinin pH'ı, Yusop vd. (2010)'a göre dilimin pH metre probunun etrafına sarılmasıyla ölçüldü. Ölçüm 3 kez tekrarlandı.

3.2.5 Su Tutma Kapasitesi ve Nem Tayini

Et dilimi numunelerinin su tutma kapasitesi özellikleri sıkıştırılabilir nem (%) cinsinden ifade edildi. Marinasyon sonrası et diliminden kesilen 1 x 1 cm boyutundaki parçalar, Whatman No 1 filtre kâğıdının üzerine yerleştirildi. İki adet paslanmaz çelik plaka üste ve alta yerleştirildi. Üstteki paslanmaz çelik plakanın üzerine 10 kg'lık ağırlık yerleştirildi ve 20 dak bu şekilde tutuldu. Bu yöntem, ön denemeler ile numune kalınlığında yaklaşık %70 deformasyon olacak şekilde Kerr vd. (2000)'den modifiye edildi.

Sıkıştırılabilir nem yüzdesi Denklem 3.1 ile hesaplandı.

$$\text{Sıkıştırılabilir Nem (\%)}: [W_1 - W_2] / W_n \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de yer alan W_1 : baskı öncesi tartım, W_2 : baskı sonrası tartım ve W_n : örneğin başlangıç nem içeriğini ifade etmektedir.

Et diliminin nem içeriği tayini, yine dilimden 1 x 1 cm kesilmiş parçaların alüminyum kâğıt üzerinde, etüvde 105 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmesi ve tartım alınması ile belirlendi.

3.2.6 Renk Ölçümü

Et dilimlerinin renk değerleri portatif renk ölçüm cihazı (Konika Minolta CR400, Konica Inc., Japonya) ile dilimin 3 farklı noktasından alınan ölçümün ortalaması şeklinde hesaplandı. Bu kapsamda et dilimlerinin rengi L^* , a^* ve b^* değerlerinin ölçümü ile ifade edildi. Buna göre; L^* değeri rengin parlaklığını (0: siyah, 100: beyaz), a^* değeri rengin kırmızı ve yeşilliğini (-60: yeşil, +60: kırmızı) ve b^* değeri rengin sarı ve maviliğini gösterir. Marine edilmiş olan et örnekleri, marinasyon öncesi alınmış olan ölçümleri ile Denklem 3.2’de verilen eşitlik kullanılarak örnekler arasındaki fark ΔE değeri ile hesaplandı (Ros-polski vd. 2015).

$$\Delta E = \sqrt{[(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]} \quad (3.2)$$

3.2.7 Marinat Alımı

Marinasyona tabi tutulan et dilimlerinin marinatı absorplama özellikleri Denklem 3.3 ile hesaplandı. Bu hesaplamada et dilimlerinin marinasyon öncesi ve sonrası tartımları alındı (Fadıloğlu ve Serdaroğlu, 2018).

$$\text{Marinat alımı (\%)} = \frac{\text{marinasyon sonrası ağırlık} - \text{marinasyon öncesi ağırlık}}{\text{marinasyon öncesi ağırlık}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.8 Tekstürel Profil Analizi

İşlem görmüş ya da görmemiş etlerde tekstürel profil analizi (TPA) Brookfield CT3 Texture Analyzer (Middleboro, MA, ABD) cihazı ile gerçekleştirildi. Analiz için et dilimi tüm dilim şekliyle kullanıldı. Tüm dilimin birbirine uzak 5 ayrı yerinden ölçüm alındı. Et diliminin oda sıcaklığına gelmesine dikkat edildi. Silindirik, 12,7 mm çapına sahip olan prob kullanıldı. Kullanılan yöntem et kalınlığı üzerinde %75 baskı uygulayabilecek şekilde geliştirildi (Huidobro vd., 2005). Test hızı $1,0 \text{ mms}^{-1}$, trigger yükü ise 0,059 N olarak ayarlandı. Aynı işlem her bir test için 2 kez uygulandı. Sertlik (N), Yapışkanlık (mJ), Esneklik (mm) ve Çiğnenebilirlik (mJ) değerleri kaydedildi. Çalışma genelindeki tüm tekstürel profil analizi işlemleri 5 tekerrür olarak gerçekleştirildi.

3.2.9 Duyusal Analiz

İşlem görmemiş, geleneksel yöntemle marine edilmiş (GM), 60 dak ultrasonikasyon ön işlemleri görmüş (US60+GM) ve 40 dak vakum emdirme ön işlemleri görmüş (VE40+GM) olan et dilimleri, Bölüm 3.2.3 Pişirme İşlemi'nde anlatıldığı gibi pişirildikten sonra, temiz bıçaklar yardımıyla hızlı bir şekilde $2 \times 2 \text{ cm}$ 'lik parçalara ayrıldı ve Şekil 3.5'te gösterildiği gibi panelistlere servis edildi. Renk ayırımının sağlıklı yapılabilmesi için beyaz tabak kullanıldı. Duyusal panele OKÜ İİBF ve Mühendislik Fakültesi Lisans öğrencilerinden toplam 23 kişi katıldı. Panelistlerden rastgele şekilde kodlanmış olan örnekleri tatmaları ve koku, sertlik, sululuk, tuzluluk, tat, renk ve genel beğeni özellikleri bakımından Şekil 3.6'da verilen duyusal değerlendirme formu doğrultusunda değerlendirmeleri istendi. Panel öncesinde panelistlerden numuneler arasında su ve tuzlu çubuk ile ağız tatlarını değiştirmeleri istendi.



Şekil 3.5 Duyusal analiz için hazırlanmış pişmiş et örnekleri

Ürün Kodu	754	328	546	862
Koku				
Sertlik				
Sululuk				
Tuzluluk				
Tat				
Renk				
Genel Beğeni				

Not: Formun doldurulmasında aşağıdaki numaralama kriterlerini göz önünde bulundurunuz.

Koku	Sertlik	Sululuk	Tuzluluk
1. Tüketilemeyecek kadar ağır koku (kokuşmuş) 2. Kokusu ağırlaşmış 3. Çiğ sığır eti kokusu 4. Belirgin herhangi bir koku yok 5. Çok hafif haşlanmış et kokusu 6. Haşlanmış et kokusu 7. Oldukça belirgin et kokusu	1. Yenilemeyecek kadar sert 2. Çok Sert 3. Biraz sert 4. Orta sertlikte 5. Biraz gevrek 6. Çok gevrek 7. Aşırı gevrek	1. Aşırı kuru 2. Çok kuru 3. Biraz kuru 4. Orta kurulukta 5. Biraz sulu 6. Çok sulu 7. Aşırı sulu	1. Tüketilemeyecek kadar tuzlu 2. Çok tuzlu 3. Biraz tuzlu 4. Orta tuzlulukta 5. Biraz tuzsuz 6. Çok tuzsuz 7. Hiç tuzu yok
Tat	Renk	Genel Beğeni	
1. Hiç aromatik değil 2. Ne aromatik ne aromatik değil 3. Aromatik değil 4. Orta aromada 5. Biraz aromatik 6. Çok aromatik 7. Mükemmel aromada	1. Koyu Siyah 2. Siyah 3. Açık Siyah 4. Koyu Kahverengi 5. Kahverengi 6. Açık Kahverengi 7. Kestane rengi	1. Hiç beğenmedim 2. Beğenmedim 3. Ne beğendim ne beğenmedim 4. Orta derecede beğendim 5. Biraz beğendim 6. Beğendim 7. Çok beğendim	

Şekil 3.6 Duyusal panel değerlendirme formu

3.2.10 Lipit Oksidasyon Tayini

Pişmiş ve pişmemiş et dilimlerinde gerçekleşen lipit oksidasyonunun belirlenebilmesi için spektrofotometrik 2-tiyobarbitürik asit (TBA) reaktif madde analizi (TBARS: 2-Thiobarbituric acid reactive substances assay) kullanıldı (Bozkurt ve Erkmen 2004). Buna göre; et dilimlerinden 2 g alınan parçalar mekanik homojenizatörde homojenize edildikten sonra, TBA reaktif maddeler örneklerden 2 kez 10 mL, 0,4 M perklorik asit ilavesi ile ekstrakte edildi. Ekstraktlar toplandı ve 0,4 M perklorik asit ile 25 mL'ye tamamlandı. Ardından 1790xg hızda 5 dak santrifüj edildi. Süpernatanttan 1 mL alınarak kapaklı cam deney tüpüne aktarıldı. 5 mL TBA reaktifi eklendi ve ekstrakt bu şekilde kaynayan su banyosunda 35 dak bekletildi. Bunu takiben musluk suyunda soğutulan örneklerin absorbans değerleri 538 nm'de spektrofotometrede okundu. Malonaldehit konsantrasyonu, 1, 1, 3, 3-tetraetoksipropan kullanılarak hazırlan bir dış kalibrasyon eğrisi ile belirlendi. Sonuçlar 3 paralelin ortalaması olarak mg malonaldehit / kg et (yaş) olarak bir başka deyişle ppm olarak ifade edildi.

3.2.11 İstatistiksel Analiz

Marinasyon denemelerinde kaydedilen sonuçlar Minitab sürüm 14.0 (ABD) yazılımına aktarılarak istatistiksel olarak hesaplandı ve tek-yönlü ANOVA testi ile analiz edildi. Çoklu karşılaştırma testlerinde Tukey test tercih edildi. *P*-değerinin 0,05'den düşük olduğu farklar kayda değer olarak ifade edildi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Marinasyon Süresinin Marine Edilen Etler Üzerine Etkisi

Daldırma tipi marinasyon, marine edilmek istenen malzemenin sıvı marinat içerisine daldırılması ve marinatın ete nüfuz etmesi için yetecek kadar süre bekletilmesi olarak tanımlanmıştır (Yusop vd., 2019). Bu yöntemin en belirgin zorluğu marinat alım (absorpsiyon) hızının düşük olması ve dolayısıyla işlemin oldukça uzun sürmesidir. Belirtildiği gibi hâlihazırda diğer yöntemlere göre uzun olan marinasyon süresinin gereğinden fazla uzun olmaması için doğru marinasyon süresinin tespit edilmesi ekonomik anlamda önem taşımaktadır. Bu noktadan hareketle bu tez kapsamındaki çalışma marinasyon süresi belirlenmesi ile başlatılmıştır.

Tez çalışması kapsamında temin edilen et dilimleri ilk etapta çeşitli sürelerde (24, 48 ve 72 saat) marine edilmiştir. Bu bölümde marinat olarak pH değeri %10'luk sitrik asit çözeltisi ile 4,3 değerine ayarlanmış olan soğan suyu kullanılmıştır. Bu marinat sıvısına tuz eklenmemiştir. Marinasyon işlemi buzdolabında bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Marinasyon süresinin marine edilen etlerin marinat alımı, sıkıştırılabilir nem oranı, etteki nem oranı ve renk değerleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.1'de özetlenmiştir. Buna göre marinat alımının 48 saate kadar devam ettiği fakat 48 saatten sonra azaldığı gözlemlenmiştir. Tavuk etlerinin düşük asitli bir marinatta marine edildiği bir çalışmada marinasyon süresinin marinat alımı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir (Yusop vd., 2010). Fakat bahsedilen çalışmada en yüksek marinasyon süresi 180 dakikadır. Lemos vd. (1999) ise tavuk göğüs etlerinin daldırma yöntemi ile marinasyonu sürecinde marinasyon süresi arttıkça marinat alımının arttığını raporlamıştır. Modzelewska-Kapituła vd. (2015)'ne göre düşük sıkıştırılabilir nem oranı, etin yüksek su tutma kapasitesi olduğuna işaret etmektedir. Bunun yanında yüksek su tutma kapasitesine ulaşıldığı koşullarda et dilimlerinin marinat alımları doğal olarak düşmektedir. Çizelge 4.1'e bakıldığında marinasyon süresinin, sıkıştırılabilir nem oranı üzerinde önemli ($P<0,05$) bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Fakat en düşük sıkıştırılabilir nem oranı dolayısıyla en yüksek su tutma kapasitesi 24 saat marinasyon ile elde edilmiştir. Farklı sürelerde marinasyon uygulaması sonucunda et dilimleri arasında nem içeriği ve parlaklık (L^*) ve sarılık

(+b*) değerleri bakımından önemli ($P<0,05$) bir fark görülmemiştir. Görülebileceği gibi et dilimlerinin kalınlıkları birbirine yakın değerlerdedir (Çizelge 4.1). Bu sayede denemelerdeki tek değişkenin marinasyon süresi olduğunu söylemek mümkündür. Toplam renk değişimi (ΔE) değerinde ise referans dilime göre en yüksek farklılık 24 saat marine edilen örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.1 Marinasyon süresinin marine edilen etler üzerine etkisi

	Marinasyon süresi		
	24 saat	48 saat	72 saat
Marinat alımı (%)	1,52±0,04 ^c	5,04±0,10 ^a	4,65±0,05 ^b
Sıkıştırılabilir nem (%)	28,58±3,85 ^a	29,92±2,23 ^a	33,35±4,97 ^a
Etin nem oranı (%)	72,78±0,19 ^a	73,33±0,86 ^a	73,16±1,99 ^a
Ortalama dilim kalınlığı (mm)	11,11±1,27 ^a	11,83±1,15 ^a	12,22±0,71 ^a
Renk değerleri			
L*	49,99±0,98 ^a	49,11±1,89 ^a	44,30±2,89 ^a
a*	3,66±0,48 ^b	4,78±0,02 ^a	5,59±0,15 ^a
b*	10,55±0,38 ^a	10,92±0,43 ^a	12,38±2,55 ^a
ΔE	20,26±0,47 ^a	17,78±0,27 ^{ab}	16,77±1,34 ^b

Sonuçlar 3 verinin ortalaması \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde marinat sıvısı pH'sının işlem sonundaki değişiminin süre arttıkça hafifçe bazik yöne kaydığını göstermiştir. Marine etin pH değeri ise marinasyon süresi ile birlikte düşüş göstermiştir. Bu durum Çizelge 4.1'de verilmiş olan marinat alımı değerleri ile uyumludur. Daha fazla oranda marinat alan etlerin pH değerinde düşüş olması beklenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.2 Marinasyon süresinin pH üzerine etkisi

	Marinasyon süresi		
	24 saat	48 saat	72 saat
Marinatın başlangıç pH'ı	4,30±0,00 ^a	4,30±0,00 ^a	4,30±0,00 ^a
Marinatın son pH'ı	4,56±0,04 ^b	4,70±0,02 ^a	4,74±0,02 ^a
Çiğ etin pH'ı	5,70±0,03 ^b	5,85±0,02 ^a	5,86±0,02 ^a
Marine etin pH'ı	5,43±0,27 ^a	4,93±0,15 ^b	4,90±0,11 ^b

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Marinasyon süresinin, çeşitli sürelerde marine edilen etlerin tekstürel özellikleri üzerine etkisi ise Çizelge 4.3'te verilmiştir. Buna göre test edilen sertlik 1 ve 2, yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde marinasyon süresinin kayda değer ($P<0,05$) bir etkisi görülmemiştir. Bu durumda; marinasyon işleminin ekonomik olması ve toplam et işleme sürecinde az yer kaplaması gerekliliği göz önünde bulundurularak, sonraki marinasyon denemelerinde, marinasyon süresinin 24 saat olmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.3 Marinasyon süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

	Marinasyon süresi		
	24 saat	48 saat	72 saat
Sertlik 1 (N)	45,65±3,38 ^a	47,27±1,91 ^a	47,81±2,59 ^a
Yapışkanlık (mJ)	1,63±0,80 ^a	1,16±0,47 ^a	1,35±0,61 ^a
Sertlik 2 (N)	38,34±4,21 ^a	39,61±2,58 ^a	39,40±1,82 ^a
Esneklik (mm)	5,88±1,18 ^a	5,11±0,24 ^a	5,15±0,42 ^a
Çiğnenebilirlik (mJ)	133,07±39,71 ^a	106,55±14,67 ^a	119,96±19,64 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

4.2 Marinat Başlangıç pH'ının Marine Edilen Etler Üzerine Etkisi

Tasarlanmış olan marinasyon sıvılarında genel olarak tuz, fosfatlar, baharatlar, yağlar, asitler ve çeşitli aroma vericiler bulunabilmektedir. Marinasyon sıvısının pH'ı organik asit ilavesi gibi yöntemlerle düşürülmekte ve ortam pH'sının izoelektrik noktanın altına düşürülmesi ile birlikte etin su tutma kapasitesinin geliştirilmesi beklenmektedir

(Ergezer ve Gökçe, 2004). Düşük pH'a sahip meyve suyu ya da sirke gibi doğal marinasyon bileşenlerinin kullanımının ise etin mikrobiyel yükünü düşürmesi gibi olumlu bir yan getirisi de bulunmaktadır (Sengun vd., 2019). Demir ve Oral,(2018) tarafından yapılan bir çalışmada asitlendirilmiş soğan suyunun etin marinasyon sonrası yumuşatılabileceğine dair olumlu sonuçlar elde edilmiş ve bu tez kapsamındaki çalışmaya ışık tutmuştur.

Bu tez kapsamındaki çalışmada ise marinat sıvısı olarak kullanılan soğan suyunun (doğal pH: 5,7) pH'ı organik bir asit olan sitrik asit ilavesi ile 4,8, 4,3, 3,8 ve 3,3 seviyelerine düşürülmüş ve et dilimlerine 24 saatlik marinasyon işlemi uygulanmıştır. Farklı pH değerlerine sahip marinasyon sıvılarında marine edilmiş olan etlerin özellikleri Çizelge 4.4'te özetlenmiştir. Buna göre, düşen marinat pH değeri ile birlikte, marinat alımı bariz bir şekilde artış göstermiştir. Benzer bir sonuç Serdaroğlu vd. (2007) tarafından elde edilmiştir. Su tutma kapasitesi ile ters orantılı olan sıkıştırılabilir nem oranı ise en düşük olarak pH 5,7 ve 4,3 olan marinatlar ile elde edilmiştir (Çizelge 4.4). 5 farklı pH değerinde marine edilen etlerden en yüksek nem oranı % 74,28 ile pH 3,8 değerindeki marinat ile elde edilmiştir. Çalışmanın bu bölümündeki etlerin dilim kalınlıkları 10,22 ilâ 13,56 mm arasında değişiklik göstermiştir. Bu farklılık dilimlerin manuel olarak kesilmesinden kaynaklanmıştır. Marine edilen etin parlaklık değeri bakımından en yüksek parlaklık değeri pH 4,8 ile elde edilmiş olup, diğer pH değerleri için parlaklık bakımından kayda değer ($P<0,05$) bir fark görülmemiştir. Marine edilmemiş olan dilime göre en yüksek renk değişimi ise pH 5,7 değerindeki asitlendirilmemiş soğan suyu ile gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.4 Marinat başlangıç pH'ının marine edilen etler üzerine etkisi

	Marinat başlangıç pH'ı				
	5,7	4,8	4,3	3,8	3,3
Marinat alımı (%)	3,88±0,80 ^e	6,94±0,80 ^c	5,65±0,80 ^d	8,69±0,80 ^b	21,80±0,80 ^a
Sıkıştırılabilir nem (%)	21,76±3,41 ^b	35,03±1,91 ^a	20,81±1,27 ^b	34,57±1,96 ^a	41,00±0,92 ^a
Etin nem oranı (%)	70,78±1,66 ^{ab}	69,96±1,67 ^{ab}	69,48±0,46 ^b	74,28±0,33 ^a	71,97±1,82 ^{ab}
Ortalama dilim kalınlığı (mm)	13,56±0,16 ^a	11,89±0,57 ^{ab}	12,56±1,26 ^a	10,22±0,42 ^b	12,00±0,27 ^{ab}
Renk değerleri					
L*	46,78±2,23 ^b	55,85±1,15 ^a	43,56±0,97 ^b	43,73±2,99 ^b	45,37±1,08 ^b
a*	5,17±0,98 ^a	2,34±0,03 ^b	5,04±0,29 ^a	5,05±0,33 ^a	4,41±0,65 ^a
b*	8,55±0,41 ^b	11,53±0,42 ^a	12,26±0,12 ^a	8,72±1,37 ^b	6,17±1,07 ^b
Δ E	24,60±1,10 ^a	21,61±0,58 ^{ab}	23,34±0,38 ^{ab}	12,11±5,26 ^c	16,17±0,74 ^{bc}

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Çalışılmış marinat başlangıç pH'ının marine edilen etin pH'ı üzerine olan etkisine bakıldığında (Çizelge 4.5), marinat pH'ı düştükçe et pH'ının da düştüğü görülmektedir. Bu durum, Çizelge 4.4'te verilen marinat alımı değerleri ile uyum içerisindedir. Başlangıç pH değeri 3,3 olan marinat sıvısında marine edilen etlerde, artan marinat alımına bağlı olarak, marinyasyon sonrası pH değeri diğerlerine göre daha düşük olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.5 Marinat başlangıç pH'ının pH üzerine etkisi

	Marinat başlangıç pH'ı				
	5,7	4,8	4,3	3,8	3,3
Marinatın son pH'ı	6,02±0,02 ^a	5,02±0,02 ^b	4,72±0,09 ^c	4,35±0,11 ^d	3,92±0,08 ^e
Çiğ etin pH'ı	5,66±0,02 ^b	5,73±0,02 ^{ab}	5,65±0,03 ^b	5,86±0,10 ^a	5,71±0,02 ^{ab}
Marine etin pH'ı	5,73±0,06 ^a	5,20±0,02 ^b	5,06±0,09 ^b	4,77±0,20 ^b	4,20±0,27 ^c

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Farklı pH değerlerine sahip etlerin marinasyonu sonrasında yapılmış olan tekstür profil analizi ölçümleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Buna göre marinasyon uygulamasının en önemli amacı olan etin yumuşaması bir başka deyişle sertliğinin azalması konusunda en başarılı olan marinat, başlangıç pH değeri 5,7 olan sitrik asit ilavesi yapılmamış olan soğan suyudur. Çizelge 4.6’ya bakıldığında, sertlik 1 değeri bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bir fark bulunmamıştır. Bunun yanında marinat pH’ı düştükçe, sertlik 1 ve 2 değerlerinde hafif bir yükselme göze çarpmaktadır. Bu bulgu, Serdaroglu vd. (2007) ile ters düşmektedir. Oysaki pH’ın izoelektrik noktanın (kırmızı etlerde yaklaşık 5,2 – 5,3) altına düşürülmesi ile birlikte değişen iyon yükleri ve artan su tutma kapasitesi, birçok araştırmacı tarafından raporlanmıştır (Önenç vd., 2004; Ke vd., 2009). Bizim çalışmamızda ise pH izoelektrik noktanın altına düştükçe sertlik artış göstermiştir, bu durumda soğan suyu marinatında yer alan ve bağ dokuda yumuşamayı sağlayan proteolitik enzimlerin (Lin vd., 1995) düşük pH değerlerinde yüksek aktivite gösteremedikleri ve nötral proteolitik enzimler olduğu düşünülmektedir. Yapışkanlık ve çiğnenebilirlik bakımından örnekler arasında kayda değer ($P<0,05$) bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.6 Marinat başlangıç pH’ının etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

	Marinat başlangıç pH’ı				
	5,7	4,8	4,3	3,8	3,3
Sertlik 1 (N)	21,34±5,31 ^a	32,49±5,09 ^a	29,38±6,58 ^a	32,51±7,43 ^a	31,72±8,75 ^a
Yapışkanlık (mJ)	1,17±0,80 ^a	0,91±0,37 ^a	0,74±0,32 ^a	0,66±0,40 ^a	0,78±0,42 ^a
Sertlik 2 (N)	14,12±3,34 ^b	28,56±4,91 ^a	23,73±5,50 ^{ab}	26,03±7,03 ^{ab}	27,21±7,61 ^a
Esneklik (mm)	4,99±0,61 ^a	2,86±0,47 ^b	4,27±1,01 ^{ab}	4,12±1,01 ^{ab}	3,97±0,42 ^{ab}
Çiğnenebilirlik (mJ)	36,48±12,8 ^a	49,83±17,06 ^a	55,92±17,56 ^a	61,40±20,71 ^a	70,94±25,66 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

4.3 Marinat Tuz Oranının Marine Edilen Etler Üzerine Etkisi

Tüketici tarafından pişirilmiş ette en çok aranan özellik yumuşaklıktır (Ergezer ve Gökçe, 2011). Süregelen çalışmalarda etin mümkün olduğunca yumuşak ve sulu olarak üretilmesine olanak sağlayan uygulamalar araştırılmıştır (Goli vd., 2014).

Tuzun marinat formülasyonlarına eklenmesinin etin yumuşamasına katkı sağlamak ve tat algısını arttırmak gibi iki önemli amacı vardır. Fakat marinat sıvısında bulunan tuzun konsantrasyonu, nem taşınımının hangi yönde olacağına ve dengenin nerede oluşacağına karar verir. Düşük bir tuz konsantrasyonu, et proteinlerinin net yükündeki değişikliklere bağlı olarak gelişen ve tuzla çözünme (salting-in) olarak adlandırılan olgu gereği etin su tutma kapasitesini arttırabilir. Bunun yanında, yüksek tuz konsantrasyonu, tuzda çökelme (salting-out) kapsamında protein çözünürlüğündeki azalma durumu gereği etin su tutma kapasitesinde düşüşe neden olabilir (Ozuna vd., 2013). Bu durumda marinat sıvısına tuz ekleneceği durumlarda, tuz konsantrasyonunun optimize edilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızın bu bölümünde marinat sıvısı olan soğan suyuna belirli oranlarda (% 0, 3, 6, 9, 12 w/v) tuz eklenmiş ve örnekler pH'ı 5,7 değerindeki soğan suyunda 24 saat marine edilmiştir.

Çizelge 4.7'ye bakıldığında, en yüksek marinat alımının % 9 tuz içeren marinatta marine edilmiş olan et örneklerinde olduğu görülmektedir. % 0 ilâ 9 arasındaki tuz oranı artışı gerçekleştikçe, marinat alımının da arttığı görülmektedir. Benzer bir durum et marinasyonunda % 0 ilâ 6 arasındaki tuz oranlarının artışına orantılı olarak marinat alımında artış gözlemleyen bir çalışmada da rastlanmıştır (Aktaş ve Kaya, 2001). Çalışmamızda, % 9 tuz oranından sonra gelen % 12 tuz oranı için marinat sıvısı alımında düşüş gözlemlenmiştir. Bunun yanında değişen tuz içeriğinin etin sıkıştırılabilir nem oranı, dolayısıyla su tutma kapasitesi üzerinde önemli ($P<0,05$) bir farka yol açmamıştır. Marinat sıvısı alımına paralel bir şekilde, % 12 tuz oranında marine edilen etin nem içeriği de diğer gruplara göre düşük bulunmuştur. Tuz, tuzlu suda çözünürlüğü yüksek miyofibriler proteinlere etki ederek etin su tutma kapasitesini artırabilmekte ve böylece etin daha sulu olduğu hissini verebilmektedir. Tuz, bulunduğu ortamın iyonik karakterini değiştirmesi sayesinde ortamdaki yük sayısını arttırabilmekte ve bu sayede proteinlerin kısmi olarak açılması (unfolding) ya da birbirlerini itmeleri nedeniyle aralarında suyun bağlanabileceği uygun boşluklar oluşmasını sağlayabilmektedir (Yusop vd., 2019).

Tuz oranının artışı ile birlikte etin parlaklık (L^*) değerinde kayda değer ($P<0,05$) bir azalış görülmüştür (Çizelge 4.7). Aktaş ve Kaya (2001) tarafından kırmızı et üzerinde yapılan bir marinasyon çalışmasında benzer şekilde marinatın tuz konsantrasyonu

arttikça kontrole göre daha düşük parlaklık gözlemlenmiştir. Çalışmamızda b* değerindeki düşüşün, tuz oranı arttikça marinat alımının artmasına, bir başka deyişle sarı olan marinat sıvısını bağ doku arasına daha fazla nüfuz etmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Toplam renk değeri bakımından ise en düşük değişim değeri % 9 ve 12 tuz oranı ile marine edilmiş olan etlerde elde edilmiştir. Benzer bir sonuç Ros-polski vd. (2015) tarafından beyaz tavuk eti üzerinde yapılan bir marinasyon çalışmasında tuz konsantrasyonu arttikça ΔE değerinde düşüş olması şeklinde raporlanmıştır.

Çizelge 4.7 Marinat tuz oranının marine edilen etler üzerine etkisi

	Marinat tuz oranı (%)				
	0	3	6	9	12
Marinat alımı (%)	11,54±0,52 ^d	41,78±1,02 ^c	58,86±0,64 ^b	73,02±0,99 ^b	44,58±0,82 ^c
Sıkıştırılabilir nem (%)	36,95±2,84 ^a	38,87±2,04 ^a	29,82±6,69 ^a	40,11±3,39 ^a	30,05±2,81 ^a
Etin nem oranı (%)	76,55±0,52 ^{ab}	78,60±0,78 ^a	78,04±0,25 ^a	76,02±0,48 ^{ab}	73,57±2,23 ^b
Ortalama dilim kalınlığı (mm)	9,44±1,23 ^{ab}	11,11±0,31 ^a	13,11±0,87 ^a	12,56±0,68 ^{ab}	11,67±0,82 ^b
Renk değerleri					
L*	54,42±0,46 ^a	45,46±1,69 ^b	42,91±3,12 ^{bc}	46,20±2,07 ^b	38,91±1,01 ^c
a*	0,99±0,30 ^a	-1,97±0,13 ^b	-1,82±0,51 ^b	0,81±0,33 ^a	0,86±0,07 ^a
b*	9,01±1,06 ^a	4,58±0,25 ^{ab}	3,76±1,72 ^b	6,01±2,02 ^{ab}	3,19±1,11 ^b
Δ E	22,37±0,37 ^b	24,04±0,23 ^a	23,66±0,62 ^{ab}	19,08±0,6 ^c	18,92±0,43 ^c

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

pH ölçümü çoğu zaman etin tazeliğini belirleyebilmek için hızlı bir yöntem olarak kabul edilmiştir. Bunun sebebi, pH değerinin aktif olarak gelişen mikroorganizmalar ya da enzimler sonucu bazı metabolitlerin üretilmesiyle değişmesidir (Ros-polski vd., 2015). Çizelge 4.8’de görülebileceği gibi marinatındaki tuz konsantrasyonunun artması, marine edilen etin pH değerinde kayda değer ($P<0,05$) bir artış göstermemiştir.

Çizelge 4.8 Marinat tuz oranının pH üzerine etkisi

	Marinat tuz oranı (%)				
	0	3	6	9	12
Marinatın başlangıç pH'ı	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a
Marinatın son pH'ı	5,70±0,01 ^{bc}	5,79±0,00 ^a	5,74±0,02 ^{ab}	5,73±0,01 ^{ab}	5,64±0,03 ^c
Çiğ etin pH'ı	5,72±0,02 ^{bc}	5,56±0,02 ^d	5,63±0,01 ^{cd}	5,97±0,05 ^a	5,76±0,05 ^b
Marine etin pH'ı	5,59±0,04 ^a	5,67±0,01 ^a	5,66±0,04 ^a	5,65±0,01 ^a	5,61±0,05 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Farklı tuz oranlarına sahip marinatlarda marine edilmiş olan etlerin arasında en düşük sertlik 1 ve 2 değerine sahip olan etler, % 9 tuz oranı ile elde edilmiştir (Çizelge 4.9). Tuz oranı % 0'dan, % 9'a çıktıkça söz konusu sertlik değerleri düşüş göstermiş, % 12 tuz oranında ise artmıştır. Bu durum Çizelge 4.7'deki marinat alımı sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Çalışmanın bu bölümünde elde edilmiş olan sertlik 1 değerleri, Çizelge 4.3 ve 4.6'da verilmiş olan değerlerden oldukça düşük olup, bu da marinyasyon işleminde uygun koşullar belirlendikçe ette hedeflenen yumuşaklığa yaklaşıldığı anlamına gelmektedir. Benzer şekilde Goli vd. (2014) hindi göğüs eti ile yapmış oldukları çalışmada, kontrol (marine edilmemiş) ete göre tuz (0,25 M) eklenmiş olan marinat ile marine edilen etlerin sertlik değerlerinde belirgin bir düşüş olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında tuz konsantrasyonundaki değişikliğin yapışkanlık ve çiğnenebilirlik üzerine önemli ($P<0,05$) bir etkisi olmamıştır. En yüksek esneklik değeri ise yine % 9 tuz oranı ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.9 Marinat tuz oranının etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

	Marinat tuz oranı (%)				
	0	3	6	9	12
Sertlik 1 (N)	27,49±3,09 ^a	21,66±1,90 ^{ab}	14,84±1,15 ^{ab}	13,16±4,02 ^b	23,75±6,12 ^{ab}
Yapışkanlık (mJ)	1,24±0,51 ^a	1,90±1,54 ^a	1,15±0,85 ^a	1,13±0,49 ^a	0,36±0,09 ^a
Sertlik 2 (N)	21,67±2,07 ^a	17,97±7,55 ^{ab}	12,76±5,46 ^{ab}	10,83±3,11 ^b	18,94±4,58 ^{ab}
Esneklik (mm)	2,65±0,46 ^c	4,42±1,00 ^{ab}	5,26±0,89 ^a	5,59±0,59 ^a	3,21±0,27 ^{bc}
Çiğnenebilirlik (mJ)	36,96±13,44 ^a	38,59±20,08 ^a	37,62±17,19 ^a	35,23±10,89 ^a	36,62±8,84 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

4.4 Ultrasonikasyon Önilem Süresinin Marine Edilen Etler Üzerine Etkisi

Et işlemede, ultras ses dalgaları kullanımı ile birlikte hücre duvarlarında küreme, marinyasyon, kurutma ve yumuşatma gibi işlemlere yardımcı olacak bir değişim söz konusudur (Alarcon-Rojo vd., 2015). Ultras ses dalgaları ile muamele ekonomik ve girişimsel olmayan, et kalitesini artırmaya yönelik bir yöntemdir. Bu teknikte, ultras ses dalgaları yoluyla sıkışan ve genişleyen mikrobaloncuklar kavitasyon adı verilen bir olgu sonucu patlama yaparlar ve şok dalgalar sonucunda açığa çıkan yüksek enerji nedeniyle hücreler ve dokular zarar görür. Etin yumuşaması için uygulanan ultrasonikasyon aynı zamanda katepsin ve kalsiyumun salınımını tetikleyerek yine et dokusunun hasar görmesine neden olur (Barekat ve Soltanzadeh, 2017). Ultrasonikasyonun marinyasyon gibi yöntemler ile birleştirildiğinde et kalitesi üzerinde çok daha etkili olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Turantaş vd., 2015).

Çalışmamızda et dilimleri 37 kHz sabit frekansta 0, 30, 60 veya 90 dakika boyunca muamele edildikten sonra geleneksel marinyasyona (24 saat, pH 5,72, tuz oranı % 9 w/v) tabi tutulan et dilimlerinin bazı özellikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre, ultrasonikasyon görmüş olan tüm etlerin marinat alımı kontrole göre daha yüksektir. Fakat aynı şekilde sıkıştırılabilir nem oranları da kontrol örneğine göre daha yüksektir. Bu durumda ultrasonikasyon işlem süresinin su tutma kapasitesi üzerinde önemli ($P<0,05$) bir etkisinin olmadığı ve ultrasonikasyon işleminin su tutma kapasitesi üzerine olumlu bir etki yaratmadığı söylenebilir. Bu bulgu birçok araştırma ile ters

düşmüştür (Hu vd. 2014; Hu vd. 2018). Bunun yanında, ultrasonikasyon işlemi sonucunda etin renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ile kontrol grubu renk değerleri arasında kayda değer ($P<0,05$) bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam renk değişimi bakımından en başarılı örnek ise 60 dakika ultrasonikasyona maruz kalmış olan örneklerdir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Ultrasonikasyon önileşlem süresinin marine edilen etler üzerine etkisi

	Ultrasonikasyon süresi (dak)			
	0	30	60	90
Marinat alımı (%)	13,70±0,15 ^d	42,52±0,24 ^a	32,00±0,33 ^b	21,48±0,42 ^c
Sıkıştırılabilir nem (%)	19,14±1,45 ^b	30,67±1,16 ^a	32,55±2,26 ^a	28,19±1,70 ^a
Etin nem oranı (%)	73,02±0,13 ^a	75,11±0,70 ^a	74,43±0,25 ^a	74,35±0,25 ^a
Ortalama dilim kalınlığı (mm)	12,89±0,96 ^a	12,44±0,57 ^a	13,56±0,63 ^a	14,11±1,59 ^a
Renk değerleri				
L^*	36,22±5,66 ^a	38,29±0,94 ^a	33,81±2,84 ^a	34,66±1,36 ^a
a^*	1,52±0,27 ^a	1,05±0,60 ^a	1,56±0,50 ^a	1,49±0,16 ^a
b^*	4,40±1,22 ^a	4,89±0,63 ^a	2,87±0,60 ^a	2,56±1,50 ^a
ΔE	19,76±1,02 ^a	19,25±0,62 ^a	14,85±0,45 ^b	16,80±0,59 ^b

Sonuçlar 3 verinin ortalaması \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Çizelge 4.11'e bakıldığında, çiğ etteki pH değerlerinin, 30 ve 60 dak'lık ultrasonikasyon uygulamaları sonrasında önemli ölçüde değişmediği, fakat 90 dak'lık uygulama sonrasında düşüş gösterdiği görülmüştür. Marine edilmiş olan etlerde ise, ultrasonikasyona tabi tutulmamış (0 dak) etin pH değeri, ultrasonikasyon görmüş örneklere göre daha yüksektir. Jayasooriya vd. (2007) tarafından büyükbaş eti üzerine yapılan bir çalışmada *L. lumbrorum et thoracis* kaslarının pH değerlerinin ultrasonikasyon uygulaması sürecinde önce düşüş gösterdiği daha sonra ise yükselişe geçtiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.11 Ultrasonikasyon önişlem süresinin pH üzerine etkisi

	Ultrasonikasyon süresi (dak)			
	0	30	60	90
Marinatın başlangıç pH'ı	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a
Marinatın son pH'ı	5,78±0,00 ^a	5,75±0,00 ^{bc}	5,77±0,00 ^{ab}	5,74±0,01 ^c
Çiğ etin pH'ı	5,64±0,05 ^b	5,83±0,05 ^a	5,55±0,01 ^b	5,83±0,03 ^a
Ultrasonikasyon sonrası etin pH'ı	-	5,83±0,10 ^a	5,58±0,03 ^b	5,53±0,02 ^b
Marine etin pH'ı	5,46±0,02 ^a	5,38±0,01 ^b	5,36±0,01 ^b	5,42±0,04 ^{ab}

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Ultrasonikasyon işleminin marinasyon esnasında gerçekleşecek olan kütle aktarımı işlemlerini hızlandırması, buna bağlı olarak bağ dokuyu oluşturan hücrelerde zayıflama ve kavitasyona maruz kalarak miyofibriler yapının daha da zarar görmesi dolayısıyla etin yumuşaması beklenmektedir (Jayasooriya vd., 2004; Turantaş vd., 2015). Çalışmamızda ultrasonikasyon görmüş (30, 60 ve 90 dak) ve görmemiş olan marine etlerin tekstürel özellikleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna göre, ultrasonikasyon görmüş (30, 60 ve 90 dak) ve görmemiş olan marine etlerin sertlik 1 ve 2, yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bir fark oluşmamıştır. Örnekler arasındaki en düşük sertlik 1 değeri 60 dakika ultrasonikasyon görmüş ve arkasından geleneksel olarak marine edilmiş olan örnekte elde edilmiştir.

Çizelge 4.12 Ultrasonikasyon önilem süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

	Ultrasonikasyon süresi (dak)			
	0	30	60	90
Sertlik 1 (N)	32,43±5,23 ^a	27,42±6,88 ^a	23,27±6,66 ^a	23,64±4,40 ^a
Yapışkanlık (mJ)	0,50±0,08 ^a	0,56±0,17 ^a	0,45±0,09 ^a	0,43±0,11 ^a
Sertlik 2 (N)	27,13±3,53 ^a	22,72±5,45 ^a	18,16±5,13 ^a	20,00±3,55 ^a
Esneklik (mm)	3,51±0,31 ^a	3,93±0,09 ^a	2,96±1,27 ^a	2,55±0,51 ^a
Çiğnenabilirlik (mJ)	60,14±7,86 ^a	56,74±20,29 ^a	35,14±26,38 ^a	30,92±10,09 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

4.5 Vakumlu Emdirim Süresinin Marine Edilen Etler Üzerine Etkisi

Vakumlu emdirim işlemi, etin yapısında bulunan gazların ve sıvının vakum durumunda, basınç farklılığı nedeniyle önce etten dışarı çıkması ve bu çıkış esnasında kapiler kanalları genişletmesi, daha sonra da numunenin atmosferik basınç koşulları altında yine basınç farklılığı nedeniyle dış ortamda bulunan sıvıyı, genişlemiş olan kapiler kanallar vasıtasıyla içeri alması prensibine dayanır (Derossi vd. 2012). Bu teknik yakın zamanda yoğunluklu olarak meyve ve sebzeler üzerine uygulanmıştır (Zhao ve Xie, 2004). Aykın Dinçer ve Erbaş (2018)'a göre, zahmetli bir üretim sürecine sahip olan geleneksel et ürünlerinin işlenmesinde, vakum süresi ve basıncı gibi önemli parametrelerin optimize edilmesiyle vakum emdirim yöntemi iyileştirilmiş son ürün elde etmek amacıyla kullanılabilir.

Çalışmamızda ise, geleneksel marinasyon öncesi etlere belirli sürelerde (0, 20, 40 ve 60 dak) vakum emdirim işlemi ön işlem olarak uygulanmıştır. Çizelge 4.13'e bakıldığında, vakumlu emdirim ön işleminin marinat alımı üzerinde önemli ($P<0,05$) bir olumlu etki yarattığı görülmektedir. Vakumlu emdirim işleminin ayrıca sıkıştırılabilir nem içeriği, etin nem içeriği ve parlaklık değerlerini olumsuz yönde etkilemediği de görülmektedir. Wang vd. (2016) ise kuzu eti üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada vakumlu emdirim ile tuzlu suda bekletme işleminin, atmosferik koşullarda yapılabildiği göre su tutma kapasitesi bakımından daha başarılı olduğunu

görmüşlerdir. Bunun yanında, 40 dakika vakumlu emdirim ön işlemi kırmızılık değerinde hafif bir düşüşe neden olmuştur. Toplam renk değeri değişimi bakımından en düşük değer ise 40 dakikalık vakumlu emdirim ön işlemi ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.13 Vakumlu emdirim süresinin marine edilen etler üzerine etkisi

	Vakumlu emdirim süresi (dak)			
	0	20	40	60
Marinat alımı (%)	19,47±0,02 ^c	20,08±0,04 ^b	21,12±0,11 ^a	20,08±0,08 ^b
Sıkıştırılabilir nem (%)	26,78±1,47 ^a	23,82±1,98 ^a	20,17±5,02 ^a	27,44±3,44 ^a
Etin nem oranı (%)	71,71±0,21 ^a	70,88±1,87 ^a	71,73±0,33 ^a	73,12±0,15 ^a
Ortalama dilim kalınlığı (mm)	9,89±0,42 ^a	10,33±0,27 ^a	11,67±0,98 ^a	11,56±0,42 ^a
Renk değerleri				
L*	35,05±2,65 ^a	37,34±3,14 ^a	30,42±0,97 ^a	34,26±1,07 ^a
a*	2,63±0,06 ^a	1,89±0,46 ^{ab}	1,53±0,22 ^b	2,69±0,44 ^a
b*	3,63±0,39 ^{ab}	4,97±1,10 ^{ab}	3,14±0,66 ^b	6,17±1,27 ^a
Δ E	14,50±0,13 ^a	14,44±0,80 ^a	9,26±0,25 ^c	12,28±0,43 ^b

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Çizelge 4.14'e bakıldığında, vakumlu emdirim süresi arttıkça, marinatin son pH değerleri artmıştır. Vakumlu emdirim süresi arttıkça, marinatta bulunan tuzun ete geçtiği ve bu nedenle marinat sıvısının pH değerinin değiştiği düşünülmektedir (Bampi vd. 2016; Shu vd. 2016). Buna ek olarak, vakumlu emdirim işlemi süresinin marine edilen etin pH değeri üzerinde önemli ($P<0,05$) bir etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.14 Vakumlu emdirim süresinin pH üzerine etkisi

	Vakumlu emdirim süresi (dak)			
	0	20	40	60
Marinatın başlangıç pH'ı	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a	5,72±0,00 ^a
Marinatın son pH'ı	5,62±0,01 ^c	5,64±0,00 ^c	5,68±0,01 ^b	5,71±0,01 ^a
Çiğ etin pH'ı	5,61±0,05 ^{ab}	5,64±0,09 ^{ab}	5,57±0,01 ^b	5,74±0,02 ^a
Marine etin pH'ı	5,35±0,02 ^a	5,37±0,01 ^a	5,36±0,01 ^a	5,35±0,04 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

Vakumlu emdirim ön işlemi, marine edilen etlerin sertlik 1, 2 ve çiğnenebilirlik özellikleri üzerinde kayda değer ($P<0,05$) bir etki yaratmamış olup, en düşük sertlik 1 değeri 40 dakikalık vakumlu emdirim ön işlemi uygulanmış olan etlerde elde edilmiştir (Çizelge 4.15). Literatürde vakumlu emdirim işleminin et tekstürü üzerine etkisini çalışan makaleler oldukça kısıtlıdır.

Çizelge 4.15 Vakumlu emdirim süresinin etin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

	Vakumlu emdirim süresi (dak)			
	0	20	40	60
Sertlik 1 (N)	29,79±8,99 ^a	26,83±6,22 ^a	25,42±6,87 ^a	26,67±3,40 ^a
Yapışkanlık (mJ)	0,55±0,15 ^a	0,34±0,12 ^{ab}	0,47±0,14 ^{ab}	0,27±0,10 ^b
Sertlik 2 (N)	23,42±8,16 ^a	20,85±4,14 ^a	20,07±5,49 ^a	20,86±4,17 ^a
Esneklik (mm)	4,62±0,17 ^a	3,63±0,40 ^{ab}	4,78±1,20 ^a	3,15±0,51 ^b
Çiğnenebilirlik (mJ)	53,32±22,36 ^a	40,17±8,92 ^a	61,70±25,79 ^a	34,47±7,78 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.
Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

4.6 Lipit Oksidasyonunun Belirlenmesi

Lipitler, etin istenen ve istenmeyen tat ve aromasından sorumlu olan bileşenlerdir (Cheng, 2016). Et ve et ürünlerinde kalitenin düşmesine yol açan başlıca kriterlerden biri lipit oksidasyonudur. Oksidasyon gerek depo trigliseritlerde ya da doku

fosfolipitlerinde, enzimatik ya da enzimatik olmayan yollarla gerçekleşebilir. Lipit oksidasyonu geliştikçe ve oksidasyon sonucu açığa çıkan maddeler gıda bileşenleri ile reaksiyona girdikçe, renk, tat ve besin değerinde istenmeyen değişimler olabilir. Pişmiş etler ise yine lipit oksidasyonu nedeniyle çabucak bozulabilirler (Love ve Pearson, 1970). Bu nedenle, çalışmamızda, pişmemiş ve pişmiş et örnekleri üzerinde lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.16'da özetlenmiştir. Çizelge 4.16'ya göre pişmemiş örnekler ile pişmiş örnekler arasındaki TBARS değeri farkı istatistiki olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. VE40+GM hariç, tüm et tipleri için pişmiş örnekteki TBARS değerleri, pişmemişlere göre daha yüksektir. Bunun nedeninin pişme esnasında gerçekleşen nem kaybı (bkz. Çizelge 4.17) ve ısı faktörünün oksidasyonu hızlandırmadaki rolü (Çakmakçı ve Gökalp, 1992) olduğu düşünülmektedir.

Pişmemiş örnekler bakıldığında, marine edilmiş olan tüm örneklerin, işlem görmemiş olan örneğe göre kayda değer ($P<0,05$) oranda daha düşük TBARS değerine sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 4.16). Prakash vd. (2007) soğanda ferrulik asit, gallik asit, protokatekuik asit, kuersetin ve organosülfürik bileşenlerin varlığını ve soğanın antioksidan bakımından zengin bir gıda olduğunu ispatlamıştır. Bu durumda, soğan suyunda bulunan ve antioksidan özelliğe sahip maddelerin lipit oksidasyonuna karşı antioksidan görevi görmüş olması muhtemeldir. Serdaroğlu ve Felekoğlu (2005), sardalyaların soğan suyunda marine edilmesi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, bir aylık depolamanın sonunda soğan suyu ile muamele edilmiş olan örneklerin kontrol grubuna göre daha düşük TBA değerine sahip olduklarını bildirmiş ve bu durumu soğan suyunun içeriğindeki yüksek orandaki askorbik asit, flavanoid ve sülfürlü bileşiklere bağlamışlardır. Benzer şekilde, Kim vd. (2010) ise bir haftalık bir depolamanın sonunda kontrol (işlem görmemiş) domuz etinin TBARS değerinin, soğan suyunda marine edilen etlere göre daha yüksek olduğunu görmüş ve bu durumu yine soğan suyunda bulunan antioksidan özellikteki bileşenlere bağlamıştır.

Pişmemiş ve marine edilmiş örnekler bakıldığında (Çizelge 4.16), en düşük TBARS değerinin geleneksel marinyasyon yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. Bunun yanında, pişmemiş GM etleri ile US ve VE örnekleri kıyaslandığında, hem ultrasonikasyon ön işleme hem de vakumlu emdirim ön işleme oksidasyonun

engellenmesi konusunda beklenilenin aksine kısıtlı kalmışlardır. Ultrasonikasyonun, serbest radikallerin veya oksidasyona meyilli bileşiklerle reaksiyona girebilecek bileşiklerin açığa çıkması nedeniyle, protein ve lipid oksidasyonunu teşvik ettiği Alarcon-Rojo vd. (2019) ve Ščetar vd. (2013) tarafından bildirilmiş olup, bulgularımızı doğrular niteliktedir. Pişmiş örneklerde ise geleneksel marinasyon ve vakumlu emdirim örneklerinin TBARS değerleri, işlem görmemiş ve ultrasonikasyona maruz kalmış örneklerden önemli ($P<0,05$) ölçüde daha düşüktür. Kang vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, % 6'lık salamura içerisinde bekletme işlemi esnasında 30 dak ultrasonikasyona maruz bırakılan örneklerin TBARS değerleri yaklaşık 0,2 mg MA/kg et seviyesinde olup, bu tez çalışmasında elde edilen değerlerden (Çizelge 4.16) düşüktür. Bunun yanında Kim vd. (2010) tarafından domuz etinin soğan suyunda marine edilmesini inceleyen bir çalışmada, domuz etlerinin TBARS değeri 0,05 ilâ 0,06 mg MA/kg et olarak elde edilmiş olup bu tez çalışmasında elde edilen değerlerden (Çizelge 4.16) düşüktür.

Çizelge 4.16 Pişmemiş ve pişmiş et örneklerinde TBARS değerleri

Et örneği	Pişmemiş örnekte TBARS değeri (ppm)	Pişmiş örnekte TBARS değeri (ppm)
İG	0,380±0,002 ^{a, B}	0,422±0,011 ^{a, A}
GM	0,317±0,011 ^{d, B}	0,369±0,006 ^{ab, A}
US30+GM	0,334±0,009 ^{cd, B}	0,382±0,004 ^{b, A}
US60+GM	0,335±0,006 ^{cd, B}	0,427±0,015 ^{a, A}
US90+GM	0,342±0,004 ^{c, B}	0,434±0,014 ^{a, A}
VE20+GM	0,365±0,002 ^{ab, B}	0,380±0,002 ^{b, A}
VE40+GM	0,349±0,002 ^{bc, A}	0,352±0,004 ^{b, A}
VE60+GM	0,328±0,002 ^{cd, B}	0,340±0,002 ^{b, A}

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Aynı satırdaki büyük harfler ve aynı sütundaki küçük harfler arasındaki farklılık kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

İG: işlem görmemiş et, GM: 24 saat marine et, US60+GM: 60 dak ultrasonikasyon sonrası 24 saat marine edilmiş et, VE40+GM: 40 dak vakumlu emdirim sonrası 24 saat marine edilmiş et anlamına gelir.

4.7 Pişirilmiş Etlerin Çeşitli Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmamızın önceki bölümlerinde yapılan parametrik kısım sonucunda geleneksel marinasyon işlemi; 24 saat, buzdolabı sıcaklığında, % 9 tuz varlığında ve asit eklenmemiş (pH 5,7) olan soğan suyunun kullanımı olarak belirlenmiştir. Bunun yanında en düşük sertlik 1 (Çizelge 4.12 ve 15) değerlerinin elde edildiği 60 dakikalık ultrasonikasyon ve 40 dakikalık vakumlu emdirim ön işlemleri ardından geleneksel marinasyona tabi tutulmuş olan örneklerde de pişirmeye tabi tutulmuştur. Pişirme işlemi Bölüm 3.2.3'te belirtildiği gibi su banyosunda gerçekleştirilmiştir. Söz konusu etler (GM, US60+GM ve VE40+GM), hiç marinasyon görmemiş olan et (İG) ile Çizelge 4.17'de verilmiş olan özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.17'ye göre, GM, US60+GM ve VE40+GM etler, işlem görmemiş ete göre daha fazla pişme kaybına uğramıştır. Ön işlem gören etler (US60+GM ve VE40+GM) ise işlem görmemiş ve GM etlere göre pişirilme esnasında daha fazla su kaybetmiştir. Elde edilen değerler Serdaroğlu vd. (2007)'nin hindi etini çeşitli pH değerlerine sahip greyfurt suyunda marine ettiği çalışmasına (% 22,4 ilâ 33,3) göre daha yüksek, Erge vd. (2018)'nin çeşitli meyve sularında marine edip pişirdiği tavuk etlerine ait pişme kaybı değerleri ile uyum içerisindedir. Ayrıca Serdaroğlu vd. (2007), marinasyon işleminin pişirme kaybında düşüşe neden olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamız ile uyumlu bir bulgu ise Aktaş ve Kaya (2001) tarafından işlem görmemiş etlerin (büyükbaş *L. dorsis*) marine edilmiş olan etlere göre daha düşük pişme kaybına uğradıkları doğrultusundadır. Bu durum Aktaş ve Kaya (2001) tarafından etlerin su tutma kapasiteleri arasındaki farka bağlanmıştır. Koohmaraie vd. (1990) ile Morris vd. (1997)'in yapmış olduğu çalışmalarda da tuzlu marinatlarda marine edilen etlerin diğerlerine göre daha fazla pişme kaybına uğradıkları belirtilmiştir. Parlaklık bakımından pişirilmiş olan örnekler arasında kayda değer ($P<0,05$) bir fark yoktur. Marine edilmemiş olan etin ise kırmızılık değeri beklenen şekilde marine edilmiş olan etlerden önemli ($P<0,05$) ölçüde yüksektir. Bunun iki nedeni olduğu düşünülmektedir. Birinci neden marinat sıvısı olan soğan suyunun kendine özgü sarı-yeşil renginin marinasyon esnasında etin kapiler kanallarına giriş yapmış olması, ikinci neden ise kırmızı renkten sorumlu olan miyoglobinin tuz içeriği olan marinat sıvısı tarafından çözülerek etten ekstrakte edilmiş olmasıdır (Bampi vd., 2016). Pişirim sonrası toplam

renk değişimindeki en düşük değer ise marine edilmemiş olan et örneklerinde elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Pişirilmiş etlerin çeşitli özellikleri

	İG	GM	US60+GM	VE40+GM
Pişme kaybı (%)	31,81±0,93 ^c	36,96±0,83 ^b	40,70±0,83 ^a	42,97±0,83 ^a
Pişirme öncesi etin nem oranı (%)	73,61±1,26 ^a	67,37±0,97 ^b	73,12±0,20 ^a	74,62±0,24 ^a
Pişirme sonrası etin nem oranı (%)	63,82±1,17 ^a	66,09±0,66 ^a	63,93±0,33 ^a	64,36±0,41 ^a
Renk değerleri				
L*	48,20±1,01 ^a	48,29±0,94 ^a	47,08±0,32 ^a	49,40±0,64 ^a
a*	9,80±0,39 ^a	3,93±0,28 ^b	4,58±0,98 ^b	4,02±0,65 ^b
b*	12,46±0,08 ^a	10,51±0,30 ^b	11,59±0,91 ^{ab}	11,42±0,58 ^{ab}
Δ E	14,96±0,97 ^b	17,86±0,33 ^a	16,42±0,99 ^{ab}	18,40±0,59 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

İG: işlem görmemiş et, GM: 24 saat marine et, US60+GM: 60 dak ultrasonikasyon sonrası 24 saat marine edilmiş et, VE40+GM: 40 dak vakumlu emdirim sonrası 24 saat marine edilmiş et anlamına gelir.

Çizelge 4.18'e göre, ön işlemlili ya da ön işlemsiz şekilde uygulanan hiçbir marinasyon işlemi etin pH değerinde kayda değer ($P<0,05$) bir fark yaratmamıştır. Bunun yanında pişirme işlemi sonrasında, işlem görmemiş etin pH değeri, diğer marine edilmiş olan etlerden bir miktar daha yüksektir. Ayrıca, etlerin pH değerleri (marinasyon sonrası) ise, pişirme işlemi sonrasında düşüş göstermiştir (Çizelge 4.18). Şengün vd. (2019)'nin koruk suyu ve yağdan oluşan çeşitli formülasyonlarda marine ettikleri tavuk etlerinde ise pişirim sonrası etlerin pH değerleri artış göstermiştir. Erge vd., (2018)'de pişme sonrasında çeşitli meyve sularında marine edilmiş olan tavuk göğüs etlerinde pH değerlerinin artış gösterdiğini bildirmiş ve sebep olarak ta pişme işleminin proteinleri denatüre ettiği ve buna bağlı olarak serbest asidik grupların azalmasını göstermiştir. Bu durumda çalışmamızda marinasyon sonrası pişirim işleminde proteinlerin önemli ölçüde denatürasyona uğramadığı çıkarımı yapılabilir. Gök ve Bor (2016) tarafından hindi etinin çeşitli sebze ve meyve sularında 24 saat

marine edildiği bir çalışmada ise siyah havuç, karadut, karışık sebze ve nar suyunda marine edildikten sonra pişirilen etlerin pH değerleri bizim çalışmamıza benzer olarak başlangıç değerinden dūřuk bulunmuştur.

Çizelge 4.18 Pişirme işlemi uygulanmış örneklerin pH değerleri

	İG	GM	US60+GM	VE40+GM
Çiğ etin pH'ı	5,14±0,02 ^b	5,58±0,04 ^a	5,47±0,05 ^a	5,58±0,05 ^a
Marinasyon sonrası etin pH'ı	-	5,83±0,10 ^a	5,58±0,03 ^a	5,53±0,02 ^a
Pişirilmış etin pH'ı	5,46±0,02 ^b	5,38±0,01 ^a	5,36±0,01 ^a	5,42±0,04 ^a

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

İG: işlem görmemiş et, GM: 24 saat marine et, US60+GM: 60 dak ultrasonikasyon sonrası 24 saat marine edilmiş et, VE40+GM: 40 dak vakumlu emdirim sonrası 24 saat marine edilmiş et anlamına gelir.

İşlem görmemiş ya da marine edilmiş etlerin pişirilmesi sonrası ölçülen tekstürel özellikleri izelge 4.19'da verilmiştir. Buna göre; izelge 4.19'deki sertlik 1 değerlerine bakıldığında, marinasyon işleminin pişirme işlemi sonrasında etin sertliği üzerine önemli ($P<0,05$) lde olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir. Bu da tez çalışmasının en önemli hipotezlerinden birinin ispatlanmış olduğu anlamına gelmektedir. sertlik 2 ve çiğnenebilirlik verileri de bu paralelde elde edilmiştir. Dūřuk iđnenebilirlik değerleri, etin yumuşatıldığına ve tüketicisi tarafından daha kolay beğenileceğine işaret etmektedir (Gök ve Bor, 2016). Hindi etlerinin karışık sebze ve karadut suyu kullanılarak 24 saat marinasyonu sonrasında pişirildiğinde, etlerin sertlik değerlerinin kontrol (marine edilmemiş) rneđine göre daha dūřuk elde edildiği Gök ve Bor (2016) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 4.19 Pişirilmiş etin tekstürel özellikleri

	İG	GM	US60+GM	VE40+GM
Sertlik 1 (N)	49,05±2,95 ^a	38,29±5,81 ^b	30,82±6,12 ^b	31,49±1,38 ^b
Yapışkanlık (mJ)	0,21±0,09 ^a	0,33±0,15 ^a	0,35±0,06 ^a	0,31±0,15 ^a
Sertlik 2 (N)	44,95±3,39 ^a	32,80±4,49 ^b	28,23±5,27 ^b	27,70±2,28 ^b
Esneklik (mm)	3,37±0,39 ^a	22,43±4,54 ^a	20,22±3,71 ^a	21,92±3,20 ^a
Çiğnenebilirlik (mJ)	110,55±8,59 ^a	78,07±14,90 ^b	73,48±12,72 ^b	55,63±16,22 ^b

Sonuçlar 3 verinin ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Aynı satırdaki farklı harfler kayda değer fark ($P<0,05$) anlamına gelir.

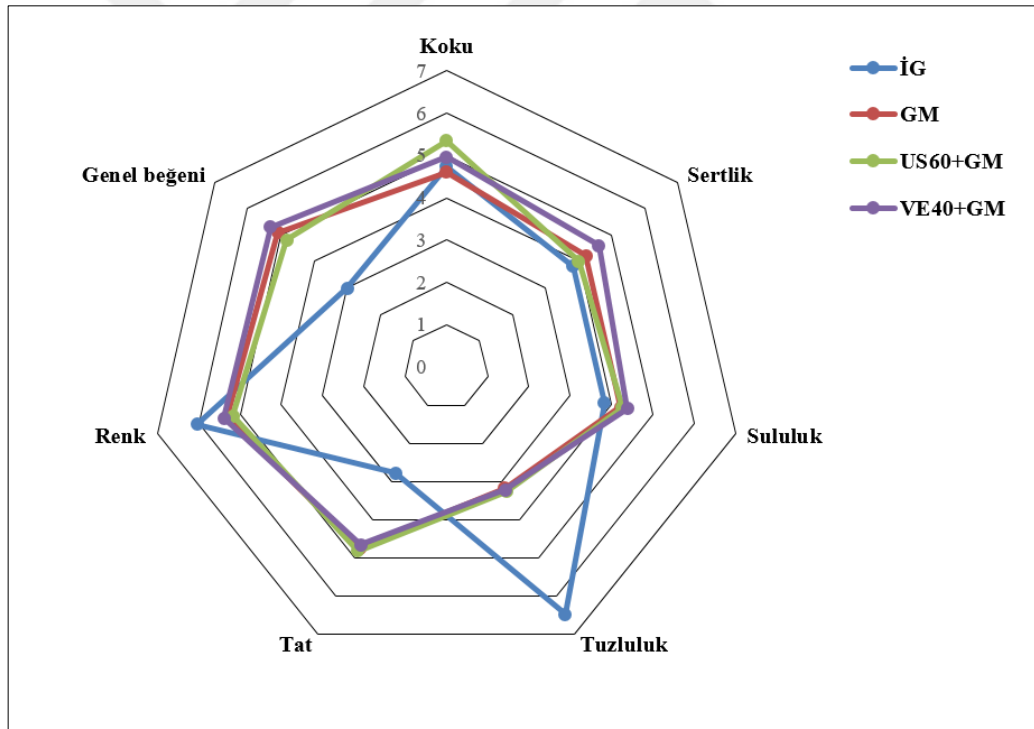
İG: işlem görmemiş et, GM: 24 saat marine et, US60+GM: 60 dak ultrasonikasyon sonrası 24 saat marine edilmiş et, VE40+GM: 40 dak vakumlu emdirim sonrası 24 saat marine edilmiş et anlamına gelir.

4.8 Duyusal Değerlendirme

Tez çalışması kapsamında soğan suyunun marinasyon kapasitesinin bazı fiziksel ve kimyasal testler ile belirlenmesinin ardından, son kullanıcı olan tüketicilerin görüşleri de oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla düzenlenen duyusal değerlendirme panelinde, panelistler, Bölüm 3.2.3'te tarif edildiği şekilde pişirilmiş olan GM, US60+GM ve VE40+GM etleri arasında koku, sertlik, sululuk, tuzluluk, tat, renk ve genel beğeni bakımından önemli bir fark bulamamışlardır (Şekil 4.1). Fakat panelistler marine edilmemiş olan İG etlerin tuzluluk, tat, renk ve genel beğeni bakımından marine edilmiş olan GM, US60+GM ve VE40+GM etlerden ayrıldığı doğrultusunda değerlendirme yapmışlardır. Tuzluluk bakımından panelistler marine edilmiş etleri (GM, US60+GM ve VE40+GM) biraz tuzlu bulurken, işlem görmemiş eti (İG) çok tuzsuz şeklinde değerlendirmişlerdir. Bu sonucun, birincisi, marinasyon sıvısında bulunan tuzun etlere (GM, US60+GM ve VE40+GM) nüfuz ettiği, ikincisi ise panelistlerin algılarının hassas olduğu şeklinde iki anlama geldiği düşünülmektedir. Tat konusunda da panelistler, marine edilmiş etler ile (GM, US60+GM ve VE40+GM), işlem görmemiş olan eti ayırt edebilmiş ve soğan suyundan kaynaklı tadı "biraz aromatik" şeklinde yorumlamışlardır. Soğan yapısında uçucu sülfürlü bileşikler (tiyosülfinatlar, tiyosülfinatların hidroliz ürünleri ya da sülfenik asitler), uçucu olmayan flavanoidler, saponinler ve sapogeninler gibi birçok düşük molekül ağırlığına sahip bileşen içermektedir (Lanzotti, 2006). Soğana kendine has tadını ve kokusunu

veren bu bileşenlerin açığa çıkması için, soğan suyu üretim işleminde olduğu gibi hücrelerin parçalanması gerekir (Kebede vd., 2014). Ayrıca soğan suyundan gelen bu uçucu bileşenlerin etin kendine has kokusunu baskıladığı (Jurdi-Haldeman vd., 1987) ve bu nedenle et tüketemeyen kişilere olumlu bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ek olarak işlem görmemiş etin rengi, marine edilmiş olan etlere (GM, US60+GM ve VE40+GM) göre biraz daha açık kahverengi olarak algılanmıştır ki, bu durumun soğan suyunda bulunan şekerlerin (Breu, 1996) pişirme esnasında Maillard reaksiyonu nedeniyle renkte değişime yol açtığı şeklinde yorumlanmıştır. Söz konusu sonuç Çizelge 4.16'da verilen renk değeri sonuçları ile uyum içerisindedir. Benzer bir sonuç Gibis (2007) tarafından soğan suyunun da bulunduğu bir marinat formülasyonunda marine edilmiş olan etten yapılan köfteler için raporlanmış olup, soğan suyunun konsantrasyonu arttıkça renkte koyulaşma olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.1 Pişirilmiş etlerin duyusal değerlendirme sonuçları
(İG: işlem görmemiş et, GM: 24 saat marine et, US60+GM: 60 dak ultrasonikasyon sonrası 24 saat marine edilmiş et, VE40+GM: 40 dak vakumlu emdirim sonrası 24 saat marine edilmiş et)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, soğan suyunun, dana etinin *Longissimus dorsi* kası üzerindeki etkisi ve marinat sıvısı olarak kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Marinat sıvısı olarak soğan suyunun tercih edilmesinin en önemli nedeni; doğal ve bitkisel bir madde olması ve hâlihazırda et ürünlerinin yumuşatılması ya da işlenmesi esnasında kullanılan polifosfatlar ya da BHA gibi sentetik antioksidanların yerini almaya aday olmasıdır. Zira soğanın antioksidan özellik taşıdığı birçok çalışma ile raporlanmıştır. Çalışmamızda soğan suyunun antioksidan kapasitesini vurgulamak adına pişirilmiş ve pişirilmemiş etlerde lipit oksidasyonu ölçümü yapılmış ve soğan suyunda marine edilmiş ve özellikle de vakumlu emdirim yapılmış olan örneklerde kayda değer bir lipit oksidasyonu düşüşü olduğu tespit edilmiştir. Soğan suyu tercih edilmesinin bir diğer nedeni de ekonomik bir gıda maddesi olması ve önceki çalışmalarla ısılabilen ya da olmayan işlemlerle raf ömrü 3 aya kadar uzatılabilen bir gıda olmasıdır. Hatta soğan suyunun, soğan kavurması üretimi ve soğan pastası üretimi gibi birçok prosesin atık yan ürünü olduğu bilinmekte ve bu ürünlere katma değer katılması amacıyla marinat sıvısı olarak kullanımı çalışmamızda ortaya koyulmuştur. Ayrıca, soğan suyunda bulunduğu daha önce raporlanmış olan proteolitik enzimlerin etin yumuşaması konusunda rol oynadığı düşünülmektedir. Yukarıda belirtilen nedenlerle marinat sıvısının asıl bileşeni olarak soğan suyu seçilmiş ve en uygun koşulların belirlenmesine çalışılmıştır.

Çalışmamızın ilk bölümünde soğan suyunun marinat sıvısı olarak kullanımı konusunda geleneksel marinasyon yöntemi incelenmiştir. Geleneksel yöntemle bir başka deyişle daldırma yöntemi ile marinasyon kapsamında, marinasyon süresi, marinat başlangıç pH değeri ve marinat tuz oranı koşulları tek değişkenli yöntem kullanılarak optimize edilmiştir. Bu kısmın sonucu olarak, tekstürel profil analizindeki sertlik 1 değeri kriter olarak alındığında (tezin esas amacının etin marinasyon ile yumuşatılması olması nedeniyle), yumuşatma konusunda optimum değerlerin; 24 saat marinasyon süresi, marinat başlangıç pH değerinin 5,7 olması ve marinat tuzluluk oranının % 9 (w/v) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde ise et ve marinat sıvısında, incelenen çeşitli koşullardaki marinasyon işlemleri sonrasında meydana gelen değişimler (nem oranı, sıkıştırılabilir nem içeriği, marinat alımı, renk değerleri,

marinat son pH'ı, etin son pH'ı gibi) incelenmiştir. Bu değişimler, ette tekstürel yapının tüketici açısından birinci derecede önemli olmasının yanı sıra üreticiler açısından diğer bazı kalite kriterlerinin de önem taşıması ve çalışmaya çok yönlü bir bakış açısı kazandırmak istenmesidir.

Çalışmanın ikinci bölümde ise ete uygulanan ön işlemler ile soğan suyunun marinasyon kapasitesinin daha yukarı çekilip çekilemeyeceği araştırılmıştır. Bu kapsamda ultrasonikasyon ve vakumlu emdirim ön işlemleri incelenmiştir. Ultrasonikasyon işleminin uygun koşullarının saptanması amacıyla ultrasonikasyon süresi parametresi optimize edilmiştir. Kullanılan ultrasonik su banyosunun güç ya da frekans ayarının olmaması bahsi geçen diğer parametreler konusunda çalışmayı kısıtlamıştır. Farklı sürelerde ultrasonikasyon uygulanan etler, bu ön işlemin ardından geleneksel yöntemin optimum koşullarında marine edilmiş ve çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Yine sertlik 1 değeri kriter olarak alındığında, optimum ultrasonikasyon süresinin (37 kHz'de) 60 dakika olduğu belirlenmiş ve ön işlem yapılmamış olan etlere göre daha düşük bir sertlik elde edildiği görülmüştür. Bu durum, soğan suyu ile marinasyon işlemi öncesi ultrasonikasyonun uygulanabilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Ardından son yıllarda genellikle sebzelere uygulanmış olan vakumlu emdirim işlemi bir ön işlem olarak ele alınmıştır. Vakumlu emdirim işleminde de vakumda kalma süresi optimize edilmiş ve geleneksel marinasyon öncesinde 40 dakikalık bir vakum süresi ile sertlik 1 değerinde düşüş sağlanabildiği görülmüştür. Tasarladığımız sistem vakumlu emdirim yönteminde bir diğer önemli faktör olan basınç seviyesi üzerinde çalışmaya imkân tanımamıştır. Bunun yanında hem ultrasonikasyon hem de vakumlu emdirim işleminin et marinasyonunda özellikle de kırmızı et marinasyonunda kullanımına dair çalışmalar literatürde oldukça sınırlı sayıdadır ki bu da çalışmamızın özgünlüğüne işaret etmektedir.

Soğan suyunun marinasyon kapasitesine dair marinasyon ve ön işlem koşulları, çiğ etler üzerinde optimize edildikten sonra, tüketicinin kullanımına yönelik olarak pişirme işlemi de incelenmiştir. Pişirme işlemi etlere tek bir koşulda uygulanmıştır. Pişirme işleminin tekstürel profil analizi sonuçları marine etlerin yumuşama konusundaki başarısının pişirme sonrasına da etki edebildiğine işaret etmiştir.

Çalışmanın tamamlayıcı kısmı ise duyuşsal analiz olmuştur. Optimum koşullarda marine edilmiş ve pişirilmiş olan etler ile işlem görmemiş ve pişirilmiş olan etler panelistlere sunulmuş ve değerdendirmeleri tanımlı bir ölçek üzerinden yapılmıştır. Duyusal değerdendirme sonucunda, panelistler tarafından marine edilmiş ve edilmemiş olan örnekler arasında tuzluluk, tat, renk ve genel beğeni bakımından keskin farklar tespit edilmiştir. Bunun yanında geleneksel yöntemle marine edilen, ultrasonikasyon ön işleme tabi tutulan ya da vakumlu emdirim ön işleme tabi tutulan etler arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bu durum ultrasonikasyon ya da vakumlu emdirim ön işlemini tercih edecek olan üreticilerin, tüketiciye herhangi bir olumsuzluk yansıtmayacağı anlamına gelmektedir. İlerleyen çalışmalarda söz konusu ön işlemlerin geleneksel marinasyon işleminin süresini kısaltması konusunda denemeler yapılabileceğı düşünölmektedir. Bunun yanında sonraki çalışmalarda marine edilmiş etin depolanması esnasında gelişen mikrobiyel değışimlerin incelenmesi, soğan suyunun antioksidan etkisinin daha detaylı incelenmesi ya da marinasyon esnasında meydana gelen enzimatik reaksiyonların sergilenmesinin gerekli olduğı düşünölmektedir.

Bu tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları, soğan suyunun doğal bir madde olarak kırmızı etin marinasyonunda başarılı bir şekilde kullanım potansiyelinin olduğunu işaret etmiştir. Çalışmanın sonuçlarının, etin ev tüketimine, hazır yemek üreticilerine, restoranlara, soğan ve potansiyel soğan suyu üreticilerine ve et teknolojisi alanındaki araştırmacılara hitap ettiğı, ayrıca ulusal bir ürüne katma değerd kazandırılması ile ülke ekonomisine katkı sağlayabileceğı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahn, J., Grün, I. U., Fernando, L. N., Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef, *Journal of Food Science*, 67(4), 1364–1369, 2002.
- Aktaş, N. ve Kaya, M., The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef, *European Food Research and Technology*, 213(2), 88–94, 2001.
- Alarcon-Rojo, A. D., Janacua, H., Rodriguez, J. C., Paniwnyk, L., Mason, T. J., Power ultrasound in meat processing, *Meat Science*, 107, 86–93, 2015.
- Alarcon-Rojo, Alma Delia, Carrillo-Lopez, L. M., Reyes-Villagrana, R., Huerta-Jiménez, M., Garcia-Galicia, I. A., Ultrasound and meat quality: A review, *Ultrasonics Sonochemistry*, 55, 369–382, 2019.
- Alvarado, C., & McKee, S., Marination to improve functional properties and safety of poultry meat, *Journal of Applied Poultry Research*, 16, 113–120, 2007.
- Aykın Dinçer, E. ve Erbaş, M., Etin tuzlanması işleminde vakumlu emdirim tekniğinin kullanılması, *Gıda / the Journal of Food*, 43(1), 139–150, 2018.
- Bampi, M., Domschke, N. N., Schmidt, F. C., Laurindo, J. B., Influence of vacuum application, acid addition and partial replacement of NaCl by KCl on the mass transfer during salting of beef cuts, *LWT - Food Science and Technology*, 74, 26–33, 2016.
- Barekat, S. ve Soltanizadeh, N., Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39, 223–229, 2017.
- Bozkurt, H., Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage, *Meat Science*, 73(3), 442–450, 2006.
- Bozkurt, H., Comparison of the effects of sesame and *Thymbra spicata* oil during the manufacturing of Turkish dry-fermented sausage. *Food Control*, 18(2), 149–156, 2007.
- Bozkurt, H. ve Erkmen, O., Effect of nitrate / nitrite on the quality of sausage (sucuk) during ripening and storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 286, 279–286, 2004.

- Breu, W., *Allium cepa* L. (Onion) Part 1: Chemistry and analysis, *Phytomedicine*, 3(3), 293–306, 1996.
- Burke, R. M. ve Monahan, F. J., The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade, *Meat Science*, 63(2), 161–168, 2003.
- Chang, H. J., Wang, Q., Tang, C. H., Zhou, G. H., Effects of ultrasound treatment on connective tissue collagen and meat quality of beef semitendinosus muscle. *Journal of Food Quality*, 38(4), 256–267, 2015.
- Cheah, P. B. ve Ledward, D. A., Inhibition of metmyoglobin formation in fresh beef by pressure treatment, *Meat Science*, 45(3); 411-418, 1997.
- Cheng, J., Lipid oxidation in meat, *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(3), 12–14, 2016.
- de Lima Alves, L., Stefanello da Silva, M., Martins Flores, D. R., Rodrigues Athayde, D., Roggia Ruviano, A., da Silva Brum, D., Cichoski, A. J., Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami. *Food Research International*, 106, 363–373, 2018.
- Çakmakçı, S. ve Gökalp, Y. Z., Gıdalarda kısaca oksidasyon; antioksidantlar ve gıda sanayiinde kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 174-192, 1992.
- Demir, H. ve Oral, M. O., Nonthermal pasteurization of onion juice by continuous UV-C reactor. *Journal of Food Safety*, 38(6), 1–9, 2018.
- Demir, H., Yıldız, M. K., Becerikli, İ., Unluturk, S., Kaya, Z., Assessing the impact of non-thermal and thermal treatment on the shelf-life of onion juice, *Czech Journal of Food Sciences*, 36, 480–486, 2018.
- Demirdöven, A. ve Baysal, T., The use of ultrasound and combined technologies in food preservation. *Food Reviews International*, 25(1), 1–11, 2009.
- Demirkaya, A. K., Bilecik ilinde tüketime sunulan kıyma ve tavuk etlerinde lipid oksidasyonu, *Akademik Gıda Dergisi*, 12(3), 26–29, 2014.
- Derossi, A., De Pilli, T., La Penna, M. P., Severini, C., pH reduction and vegetable tissue structure changes of zucchini slices during pulsed vacuum acidification, *LWT - Food Science and Technology*, 44(9), 1901–1907, 2011.
- Derossi, A., De Pilli, T., Severini, C., The application of vacuum impregnation techniques in food industry, Editör (B. Valdez), *Scientific, health and social aspects of the food industry*, IntechOpen, 25–56, 2012.

- Deumier, F., Bohuon, P., Trystram, G., Saber, N., Collignan, A., Pulsed vacuum brining of poultry meat: Experimental study on the impact of vacuum cycles on mass transfer, *Journal of Food Engineering*, 58(1), 75–83, 2003.
- Devatkal, S. K., Narsaiah, K., Borah, A., Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science*, 85(1), 155–159, 2010.
- Dhillon, G. S., Brar, S. K., Verma, M., & Tyagi, R. D., Utilization of different agro-industrial wastes for sustainable bioproduction of citric acid by *Aspergillus niger*. *Biochemical Engineering Journal*, 54(2), 83–92, 2011.
- Erge, A., Cin, K., Şeker, E., Erik ve elma suyunun tavuk eti marinasyonunda kullanılması, *Gıda / the Journal of Food*, 43, 1040–1052, 2018.
- Ergezer, H. ve Gökçe, R. Comparison of marinating with two different types of marinade on some quality and sensory characteristics of turkey breast meat, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(1), 60–67, 2011.
- Ergezer, H. ve Gökçe, R., The use of marination technique in poultry meat processing, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 227–233, 2004.
- Ergezer, H., Gökçe, R., Elgin, Ş., Akcan, T., Effects of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) extract on quality characteristics of sucuk, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24(7), 1376–1381, 2018.
- Eyiler, E. ve Öztan, A., Et ürünlerinde domates tozunun antioksidan etkisinin incelenmesi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildiriler Kitabı*, (3), 165–168, Bolu, Türkiye, 24-26 Mayıs 2006.
- Fadıloğlu, E. E. ve Serdaroğlu, M., Effects of pre and post-rigor marinade injection on some quality parameters of *Longissimus dorsi* muscles, *Korean Journal for Food Science of Animal Resource*, 38(2), 325–337, 2018.
- FAOSTAT, "World total dry onion production report", Erişim adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>, Erişim tarihi: 22.10.2019
- Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., Zervas, G., Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, 106(3), 1188-1194, 2008.

- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Pérez-Alvarez, J. A., Meat products as functional foods: A review. *Journal of Food Science*, 70(2), 37–43, 2005.
- Fito, P. ve Chiralt, A., Vacuum impregnation of plant tissues, (Editörler: S. M. Alzamora, M. S. Tapia, A. Lopez-Malo), Minimally processed fruits and vegetables, Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, Inc., 189–204, 2000.
- Gibis, M., Effect of oil marinades with garlic, onion, and lemon juice on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried beef patties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(25), 10240–10247, 2007.
- Gök, V. ve Bor, Y., Effect of marination with fruit and vegetable juice on the some quality characteristics of turkey breast meat, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(3), 481–488, 2016.
- Goli, T., Ricci, J., Bohuon, P., Marchesseau, S., Collignan, A., 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, 2014.
- Gómez-Salazar, J. A., Ochoa-Montes, D. A., Cerón-García, A., Ozuna, C., Sosa-Morales, M. E., Effect of acid marination assisted by power ultrasound on the quality of rabbit meat, *Journal of Food Quality*, 2018.
- Gray, J. I., Gomaa, E. A., Buckley, D. J., Oxidative quality and shelf life of meats, *Meat Science*, 43, 111–123, 1996.
- Grene, B. E. ve Cumuze, T. H., Relationship between TBA numbers and experienced panelist's assessments of oxidized flavour in cooked beef, *Journal of Food Science*, 47, 52–58, 1982.
- Hu, J., Ge, S., Huang, C., Cheung, P. C. K., Lin, L., Zhang, Y., Huang, X., Tenderization effect of whelk meat using ultrasonic treatment, *Food Science and Nutrition*, 6(7), 1848–1857, 2018.
- Hu, Y., Yu, H., Dong, K., Yang, S., Ye, X., Chen, S., Analysis of the tenderisation of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) meat by ultrasonic treatment using response surface methodology, *Food Chemistry*, 160, 219–225, 2014.
- Jadhav, S. J., Nimbalkar, S. S., Kulkarni, A. D., Madhavi, D. L., Lipid oxidation in biological and food systems, (Editörler: D. L. Madhavi, S. S. Deshpande, D. K. Salunkhe), *Food antioxidants*, CRC Press, 19–78, 1995.

- Jayasooriya, S. D., Bhandari, B. R., Torley, P., D'Arcy, B. R., Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review, *International Journal of Food Properties*, 7(2), 301–319, 2004.
- Jayasooriya, S. D., Torley, P. J., D'Arcy, B. R., Bhandari, B. R., Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles, *Meat Science*, 75(4), 628–639, 2007.
- Jurdi-Haldeman, D., Macneil, J. H., Yared, D. M., Antioxidant activity of onion and garlic juices in stored cooked ground lamb, *Journal of Food Protection*, 50(5), 411–413, 1987.
- Kang, D. C., Zou, Y. H., Cheng, Y. P., Xing, L. J., Zhou, G. H., Zhang, W. G. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing, *Ultrasonics Sonochemistry*, 33, 47–53, 2016.
- Karabacak, S. ve Bozkurt, H. Effects of *Urtica dioica* and *Hibiscus sabdariffa* on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), *Meat Science*, 78(3), 288–296, 2008.
- Ke, S., Huang, Y., Decker, E. A., Hultin, H. O., Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle, *Meat Science*, 82(1), 113–118, 2009.
- Kebede, B. T., Grauwet, T., Mutsokoti, L., Palmers, S., Vervoort, L., Hendrickx, M., Van Loey, A., Comparing the impact of high pressure high temperature and thermal sterilization on the volatile fingerprint of onion, potato, pumpkin and red beet. *Food Research International*, 56, 218–225, 2014.
- Kerr, W. L., Li, R., Toledo, R. T., Dynamic mechanical analysis of marinated chicken breast meat, *Journal of Texture Studies*, 31, 421–436, 2000.
- Kim, Y. J., Jin, S. K., Park, W. Y., Kim, B. W., Joo, S. T., Yang, H. S., The effect of garlic or onion marinade on the lipid oxidation and meat quality of pork during cold storage, *Journal of Food Quality*, 33, 171–185, 2010.
- Kimura, K., Iwata, I., Nishimura, H., Kasuya, M., Yamane, A., Mizutani, J., Thermal degradation products of S-alkyl-L-cysteine occurring in the allium species with D-glucose, *Agricultural and Biological Chemistry*, 54(8), 1893–1903, 1990.

- Koohmaraie, M., Whipple, G., Crouse, J. D., Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride, *Journal of Animal Science*, 68(5), 1278–1283, 1990.
- Lanzotti, V., The analysis of onion and garlic, *Journal of Chromatography A*, 1112(1–2), 3–22, 2006.
- Leal-Ramos, M. Y., Alarcon-Rojo, A. D., Gutierrez-Mendez, N., Mujica-Paz, H., Rodriguez-Almeida, F., Quintero-Ramos, A., Improving cull cow meat quality using vacuum impregnation, *Foods*, 7, 1–12, 2018.
- Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M., Viana, A. G., Optimization of the still-marinating process of chicken parts, *Meat Science*, 52(2), 227–234, 1999.
- Lin, Yaw-Huei; Yao, W.-H., Onion (*Allium cepa* L.) contains some high proteolytic activities already before germination, *Botanical Bulletin Academia Sinica*, 36, 81–87, 1995.
- Love, J. D. ve Pearson, A. M., Lipid oxidation in meat and meat products - A review, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48(10), 28–30, 1970.
- Lytou, A. E., Nychas, G. J. E., Panagou, E. Z., Effect of pomegranate based marinades on the microbiological, chemical and sensory quality of chicken meat: A metabolomics approach, *International Journal of Food Microbiology*, 267, 42–53, 2018.
- Maiti, A. K., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., Khanna, N., Application of natural tenderizers in meat- A review, *Agricultural Reviews*, 29(3), 226–230, 2008.
- Miller, R. K., Factors affecting the quality of raw meat, (Editörler: J. Kerry, J. Kerry, D. Ledward), *Meat processing: improving quality*, Cambridge: Woodhead publishing limited, 27–57, 2002.
- Min, B. ve Ahn, D. U., Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products, *Food Science and Biotechnology*, 14(1), 152–163, 2005.
- Modzelewska-Kapituła, M., Kwiatkowska, A., Jankowska, B., Dąbrowska, E., Water holding capacity and collagen profile of bovine *M. infraspinatus* during postmortem ageing, *Meat Science*, 100, 209–216, 2015.
- Morris, C. A., Theis, R. L., Miller, R. K., Acuff, G. R., Savell, J. W., Improving the flavor of calcium chloride and lactic acid injected mature beef top round steaks, *Meat Science*, 45(4), 531–537, 1997.

- Nowak, D., Enzymes in tenderization of meat - the system of calpains and other systems - a review, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(4), 231–237, 2011.
- Önenç, A., Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., Effect of various additives to marinating baths on some properties of cattle meat, *European Food Research and Technology*, 218, 114–117, 2004.
- Ozuna, C., Puig, A., García-Pérez, J. V., Mulet, A., & Cárcel, J. A., 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, 2013.
- Panarese, V., Dejmek, P., Rocculi, P., Gómez Galindo, F., Microscopic studies providing insight into the mechanisms of mass transfer in vacuum impregnation, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 18, 169–176, 2013.
- Prakash, D., Singh, B. N., Upadhyay, G., Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*), *Food Chemistry*, 102, 1389–1393, 2007.
- Ramirez Bernabe, M. R., Evaluación de la calidad y aptitud tecnológica de la carne y productos curados de cerdos ibéricos procedentes de distintos cruces con líneas genéticas de cerdo duroc, Universidad de Extremadura, 2006.
- Ros-polski, V., Koutchma, T., Xue, J., Defelice, C., Balamurugan, S., Effects of high hydrostatic pressure processing parameters and NaCl concentration on the physical properties, texture and quality of white chicken meat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 30, 31–42, 2015.
- Ruiz De Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat, *Meat Science*, 69(3), 527–536, 2005.
- Sağdıç, O., Telli, R., Akkaya, L., Yetim, H., Kekik ekstraktının köftede antimikrobiyal, antioksidan ve duyuusal etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi; (1), 227–228, Erzurum, 21-23 Mayıs 2008.
- Ščetar, M., Kovačić, E., Kurek, M., Galić, K., Shelf life of packaged sliced dry fermented sausage under different temperature, *Meat Science*, 93(4), 802–809, 2013.

- Şengün, I. Y., Goztepe, E., Ozturk, B., Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry meat, *LWT- Food Science and Technology*, 113(April), 108317, 2019.
- Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., Önenç, A., The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast, *Journal of Muscle Foods*, 18(2), 162–172, 2007.
- Serdaroğlu, M. ve Felekoğlu, E., Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince, *Journal of Food Quality*, 28(2), 109–120, 2005.
- Shu, L., Obagbemi, I. J., Liyanaarachchi, S., Navaratna, D., Parthasarathy, R., Aim, R. Ben, Jegatheesan, V., Why does pH increase with CaCl₂ as draw solution during forward osmosis filtration, *Process Safety and Environmental Protection*, 104, 465–471, 2016.
- Skog, K. I., Johansson, M. A. E., Jaè Gerstad, M. I., Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: A review on formation, occurrence and intake, *Food and Chemical Toxicology*, 36, 879–896, 1998.
- Tang, S., Sheehan, D., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Kerry, J. P., Anti-oxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry and fish muscle, *International Journal of Food Science and Technology*, 36(6), 685–692, 2001.
- Turantaş, F., Kiliç, G. B., & Kiliç, B., Ultrasound in the meat industry: General applications and decontamination efficiency, *International Journal of Food Microbiology*, 198, 59–69, 2015.
- U-chupaj, J., Malila, Y., Petracci, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., Effect of tumbling marination on marinade uptake of chicken carcass and parts quality, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19(1), 61–68, 2017.
- Villière, A., Le Roy, S., Fillonneau, C., Guillet, F., Falquerho, H., Boussey, S., Prost, C., Evaluation of aroma profile differences between sué, sautéed, and pan-fried onions using an innovative olfactometric approach, *Flavour*, 4(1), 24, 2015.
- Wang, Z., Xu, W., Kang, N., Shen, Q., Zhang, D., Microstructural, protein denaturation and water holding properties of lamb under pulse vacuum brining, *Meat Science*, 113, 132–138, 2016.

- Warner, R. D., McDonnell, C. K., Bekhit, A. E. D., Claus, J., Vaskoska, R., Sikes, A., Ha, M., Systematic review of emerging and innovative technologies for meat tenderisation, *Meat Science*, 132(February), 72–89, 2017).
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H., Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products, *Meat Science*, 86(1), 196–213, 2010.
- Williams, J. B., Marination: Processing technology, (Editör: Y. H. Hui), *Handbook of meat and meat processing*, Boca Raton: Taylor & Francis, 495–504, 2012.
- Yıldız, M. K., UV-C ışınlama işleminin soğan suyunun pastörizasyonunda kullanılabilirliği [Investigation on the usage of UV-C irradiation process in onion juice pasteurization]. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, Osmaniye, 82, 2016.
- Yusop, S. M., Sullivan, M. G. O., Kerry, J. F., Kerry, J. P., Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat, *Meat Science*, 85, 657–663, 2010.
- Yusop, S. M., Sullivan, M. G. O., Kerry, J. P., Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products, (Editörler: J. F. Kerry ve J. P. Kerry), *Processed Meats: Improving Safety, Nutrition and Quality*, Woodhead publishing limited, 421–449, 2019.
- Zhao, Y. ve Xie, J., Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing, *Trends in Food Science and Technology*, 15(9), 434–451, 2004.
- Zhu, D.-Y., Ma, Y.-L., Thakur, K., Wang, C.-H., Wang, H., Ren, Y.-F., Wei, Z.-J. Effects of extraction methods on the rheological properties of polysaccharides from onion (*Allium cepa* L.), *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 22–32, 2018.
- Zochowska-Kujawska, J., Lachowicz, K., Sobczak, M., 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, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

- 1. Adı Soyadı** : Seyda ÇELİK
2. Doğum Tarihi : 08.04.1993
3. Ünvanı : Gıda Mühendisi
4. Öğrenim Durumu : Lisans

Derece	Bölüm/Program	Okul/Üniversite	Bitirme Yılı
Lise	Sayısal	Osmaniye Lisesi	2011
Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2015

5. İş Tecrübesi:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Polis Memuru	Nizip Polis Merkezi Amirliği	2019-halen