ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

L. Alp TOKGÖZ

FARKLI ET YUMUŞATMA TEKNİKLERİNİN, DANA KARKASLARINDAN ELDE EDİLEN *Musculus transversus abdominis* (KARNIN ENİNE KASI) KASLARININ BAZI KALİTE KRİTERLERİNE ETKİSİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2017

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ET YUMUŞATMA TEKNİKLERİNİN, DANA KARKASLARINDAN ELDE EDİLEN *Musculus transversus abdominis* (KARNIN ENİNE KASI) KASLARININ BAZI KALİTE KRİTERLERİNE ETKİSİ

L. Alp TOKGÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 25/08/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

……..	…….	…….
Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ	Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA	Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendsiliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2016-6821

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ET YUMUŞATMA TEKNİKLERİNİN, DANA KARKASLARINDAN ELDE EDİLEN *Musculus transversus abdominis* (KARNIN ENİNE KASI) KASLARININ BAZI KALİTE KRİTERLERİNE ETKİSİ

L. Alp TOKGÖZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ
Yıl: 2017, Sayfa: 97
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
: Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK

Bu çalışmada, düşük kalite parça etlerin katma değerini arttırma amacıyla Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen, *M. transversus abdominis* kaslarına enzim ile yumuşatma, mekanik yumuşatma, marinasyon sıvısı ile yumuşatma ve kontrol grubu olmak üzere 4 farklı yumuşatma tekniği uygulanmıştır. Uygulanan bu yumuşatma yöntemlerinin, pişirilmiş et yumuşaklığına olan etkileri, Warner-Bratzler Shear Force (WBSF), Tekstür Profil Analizi (TPA) ve duyusal analizlerle belirlenmiştir. Mekanik yumuşatma yönteminin, 3.86kg ile en düşük ($p < 0.05$) WBSF değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Enzim ile yumuşatma yönteminin, 96.79N ile en düşük TPA sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Duyusal analiz bulguları (tercih testi, basit sıralama testi) incelendiğinde, "enzim ile yumuşatma" ve "mekanik yumuşatma" yöntemleri kabul edilebilirlikleri ve beğeni seviyeleri ile enstrümantal yöntemleri destekler nitelikte farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile Türkiye koşullarında yetiştirilen Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarının parça et olarak fajita ürününe işlenebileceği ortaya konulmuştur. Bu parça etlerin, katma değeri yüksek bir ürün olarak değerlendirilebileceği ve bu şekilde ülke ekonomisine katkı sağlanabileceğinin mümkün olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *M. transversus abdominis*, Organik asit, Papain, Warner-Braztler, TPA

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENT MEAT TENDERIZING METHODS ON OBTAINED FROM COWS OF *Musculus transversus abdominis* IN SOME QUALITY CRITERIA

L. Alp TOKGÖZ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ
Year: 2017, Pages: 97
Jury : Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
: Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK

In this study, the muscles of *M. transversus abdominis* obtained from Holstein variety steers were treated with enzyme tenderizing, mechanical tenderizing, tenderizing with marinating fluid and control group. The effects of these tenderizing methods on cooked meat tenderness were determined by Warner-Bratzler Shear Force (WBSF), Texture Profile Analysis (TPA) and sensory analysis. It was determined that the mechanical tenderizing method had the lowest WBSF value of 3.85 kg ($p < 0.05$). It was also determined that the enzyme tenderizing method had the lowest TPA hardness value of 96.79N ($p < 0.05$). When the findings of the sensory analysis (preference test, simple ranking test) were examined, it was determined that "enzyme tenderizing" and "mechanical tenderizing" methods supported the results of the instrumental methods in the acceptability and appreciation levels. In conclusion, this study showed that *M. transversus abdominis* muscles obtained from Holstein variety steers grown in Turkey can be processed into fajita products. It has been seen that this segment of meat may be regarded as a value added product and in this way it can contribute to the country's economy.

Keywords: *M. transversus abdominis*, Tenderness, Papain, Warner-Braztler, Texture Profile Analyze

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada, benzer bakım ve beslenme programına tabi tutulmuş, 18-22 aylık 12 adet sağlıklı Holstein (siyah alaca) ırkı tosununun karkaslarından elde edilen, ülkemizde katma değeri düşük olan ve yurt dışında ise genellikle Fajita ürününe işlenen, *M. transversus abdominis* kaslarına enzim ile, mekanik ve marinasyon sıvısı ile yumuşatma yöntemleri ile kontrol grubu olmak üzere 4 farklı yumuşatma tekniği uygulanmıştır. Öncelikle kullanılan materyalin (*M. transversus abdominis)* özelliklerini ortaya koymak amacı ile pH, kül, nem, yağ, protein, L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. Uygulanan yumuşatma işlemlerinin pişirilmiş et (*M. transversus abdominis)* yumuşaklığına olan etkileri, Warner-Bratzler Kesme Kuvveti, Tekstür Profil Analizi ve duyusal analizlerle belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, kontrol grubuna uygulana temel analizler (pH, kül, nem, yağ protein, L*, a*, b*) sonucu, çalışmada kullanılan Holstein (siyah alaca) ırkı tosun karkaslarından elde edilen *M. transversus abdominis* kas örneklerinin DFD (dark, firm, dry) nitelikte oldukları belirlenmiştir.

Marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin, yüksek pH'ya (pH>5.5) sahip etlerin pH'sını düşürmek için etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Enzim ile yumuşatma işleminin, ortalama %33.54 ile pişirme kaybını önemli ölçüde etkileyen bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin, çiğ kontrol grubunda ortalama 47.16 olan L* değerini 49.81'e yükselttiği, mekanik yumuşatma ve enzim ile yumuşatma yöntemlerinin ise sırasıyla 44.84 ve 47.13'e düşürdüğü saptanmıştır. Çiğ örnek a* değerleri için, 13.09 ile kırmızı renge en yakın renge sahip uygulama örneği olarak mekanik yumuşatma yöntemi belirlenmiştir. Marinasyon sıvısı ile yumuşatma, enzim ile yumuşatma ve kontrol grubu için ise a* değerleri sırasıyla 5.79, 11.38 ve 11.94 olarak saptanmıştır. Çiğ örnekler için ölçülen b* değerlerinde uygulamalar arası istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir

Et yumuşaklığını belirlemede en yaygın kullanılan enstrümantal ölçüt olan Warner-Braztler kesme kuvveti değerleri dikkate alındığında, uygulanan yumuşatma yöntemleri içerisinde ortalama 3.86kg Warner-Braztler kesme kuvveti ile (en düşük, en yumuşak) en etkili yöntemin mekanik yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Tekstür profil analizi sonuçlarından, ağızdaki ilk ısırığı temsil eden sertlik (hardness) değeri incelendiğinde, 96.79N (en düşük, en yumuşak) ile en etkili yöntemin enzim ile yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Duyusal analiz bulguları incelendiğinde, 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçaların tercih testi için istatistiksel bir fark gözlemlenememiştir.

77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalar için yapılan tercih testinde istatistiksel olarak fark yaratan kısmın, ürünün "aromasının" ve "genel izleniminin" değerlendirilmesinin istendiği kısım olduğu belirlenmiştir. 77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "aroma" değerlendirmesi incelendiğinde, marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin ortalama 4.47 puan ile en düşük beğeniyi sağladığı belirlenirken, diğer yumuşatma tekniklerinin ortalama puanlamalarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. 77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "genel izlenimi" değerlendirmesi incelendiğinde, benzer şekilde, marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin ortalama 4.74 puan ile en düşük beğeniyi sağladığı belirlenmiş, diğer yumuşatma tekniklerinin ortalama puanlamaları ise birbirine yakın bulunmuştur.

82ºC (very well done) 'ye kadar pişirilmiş parçalar için yapılan tercih testinde istatiksel olarak fark yaratan kısmın sadece ürünün "yumuşaklığı"nın değerlendirilmesinin istendiği kısım olduğu belirlenmiştir. 82ºC (very well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "yumuşaklığı"nın değerlendirmesi incelendiğinde, en çok beğenilen yumuşatma yöntemi, ortalama 7.37 puan ile mekanik yumuşatma yöntemi olarak belirlenirken, en beğenilmeyen yöntemin ise kontrol grubu olduğu belirlenmiştir.

Duyusal analiz uygulamalarından, basit sıralama testi sonuçları incelendiğinde, 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenememiştir.

Benzer şekilde, 77˚C (well done)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenememiştir.

82˚C (very well done)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda ise istatistiksel olarak da farklılığın görüldüğü, ortalama puanlamalar dikkate alındığında ilk tercih edilen yöntemin, mekanik yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile Türkiye koşullarında yetiştirilen Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarının parça et olarak fajita ürününe işlenebileceği ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince bana hayatın her alanında yol gösteren, beni destekleyen, bilgi ve deneyimlerini bana en iyi ve doğru şekilde aktarmaya çalışan, değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan BENLİ'ye,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve eğitimime önemli katkıda bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA'ya

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren değerli hocamlarım Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK 'a

Çalışmam sırasında sık sık bilgi alış verişinde bulunduğum, tezimin her aşamasında emeği geçen, her konuda ve her zaman yardımcı olan sayın Dr. Süleyman POLAT' a ve Ar.Gör. Erdal AĞÇAM'a ve yardımlarından dolayı değerli arkadaşlarım Hülya IŞIKALP ve Emre BOYBEK'e

Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim üyelerine, bu tezin yapılması için maddi destek sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, öğrenim hayatım ve tez aşamam sırasında ilgi, sabır ve manevi desteklerinden dolayı sevgili aileme ve tüm desteklerinden dolayı arkadaşım Hüseyin ERDEM'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZET I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. Giriş 1
2. Önceki Çalışmalar 5
2.1. *M. tranversus abdominus* 5
2.2. *M. tranversus abdominus*'in Kullanım Alanları 6
2.3. Kırmızı Ette Yumuşatma İşlemi Ve Yöntemleri 7
2.3.1.Enzim Kullanarak Yumuşatma Yöntemi 9
2.3.2.Mekanik Yumuşatma Yöntemi 12
2.3.3.Marinasyon Sıvısı Uygulaması İle Yumuşatma Yöntemi 15
3. MATERYAL VE METOD 19
3.1.Materyal 19
3.2.Metod 20
3.2.1.Uygulanan Yumuşatma Teknikleri 20
3.2.1.1. Kontrol Grubu 21
3.2.1.2. Mekanik Yumuşatma 21
3.2.1.3. Enzim Kullanarak Yumuşatma 21
3.2.1.4. Marinasyon Sıvısı İle Yumuşatma 22
3.2.2. Analizler 22
3.2.2.1. Ph Tayini 22
3.2.2.2. Nem Tayini 22

3.2.2.3. Kül Tayini 23
3.2.2.4. Yağ Tayini 24
3.2.2.5. Protein Tayini 25
3.2.2.6. Marinasyon Çözeltisi Absorbsiyonu Tayini 26
3.2.2.7. Enzim Çözeltisi Absorbsiyonu Tayini 26
3.2.2.8. Pişirme Kaybı Tayini 26
3.2.2.9. Renk Analizleri 27
3.2.2.10.Warner-Bratzler Kesme Testi 27
3.2.2.11.Tekstür Profil Analizi (TPA) 28
3.2.2.12.Duyusal Analizler 29
3.2.2.13.Duyusal Analiz-Tercih Testi 30
3.2.2.14.Duyusal Analiz-Basit Sıralama Testi 31
3.2.2.15.İstatistiksel Değerlendirme 31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 35
4.1. *M. transversus abdominis* Kasına Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler 35
4.2. Farklı Et Yumuşatma Tekniklerinin *M. tranversus abdominis* Kaslarının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri 38
4.2.1.Ph Değeri 38
4.2.2.Nem Değeri 39
4.2.3.Kül Değeri 41
4.2.4.Pişirme Kaybı 42
4.2.5.Marinasyon Çözeltisi Absorbsiyonu 45
4.2.6.Enzim Çözeltisi Absorbsiyonu 45
4.2.7.Çiğ Örnek L*A*B* Değerleri 46
4.2.8.Pişmiş Örnek L*A*B* Değerleri 50
4.2.9.Warner-Bratzler Kesme Kuvveti Testi 54
4.2.10.Tekstür Profil Analizi (TPA) 58
4.2.11.TPA Sertlik 59
4.2.12.TPA Tutunabilirlik 60

4.2.13.TPA İç Yapışkanlık 62
4.2.14.TPA Çiğnenebilirlik 63
4.2.15.TPA Esneklik 65
4.3. Duyusal Analiz Bulguları 66
4.3.1. Duyusal Analiz-Tercih Testi 67
4.3.1.1. 71˚C İçin Tercih Testi Sonuçları 67
4.3.1.2. 77˚CİÇin Tercih Testi Sonuçları 68
4.3.1.3. 82˚C İçin Tercih Testi Sonuçları 71
4.3.2.Duyusal Analiz-Basit Sıralama Testi 73
4.3.2.1. 71˚C İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları 73
4.3.2.2. 77˚C İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları 74
4.3.2.3. 82˚C İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları 75
5.SONUÇLAR 77
KAYNAKLAR 81
ÖZGEÇMİŞ 93
EKLER 94

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. 1.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 32
Çizelge 3.2. 2.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 32
Çizelge 3.3. 3.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 32
Çizelge 4.1. *M. transversus abdominis* kontrol gruplarına uygulanan temel analizler. 35
Çizelge 4.2. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 71ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları. 68
Çizelge 4.3. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 77ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları. 69
Çizelge 4.4. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 82ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları. 72

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. *M. transversus abdominis* kasının karkas üzerinde gösterimi. 5
Şekil 2.2. Sınıflandırması yapılan etek biftekleri. 6
Şekil 3.1. *M. transversus abdominis* kasının karkastan ayrılması. 20
Şekil 3.2. L*,a*,b* değerlerinin üç boyutlu kordinant üzerinde gösterimi. 27
Şekil 3.3. 1.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 33
Şekil 3.4. 2.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 33
Şekil 3.5. 3.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi 33
Şekil 4.1. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pH değerleri. 39
Şekil 4.2. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama % nem değerleri. 41
Şekil 4.3. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama % kül değerleri. 42
Şekil 4.4. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama % pişirme kaybı değerleri. 45
Şekil 4.5. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek L*renk değerleri. 47
Şekil 4.6. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek a* renk değerleri. 49
Şekil 4.7. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek b* renk değerleri. 50
Şekil 4.8. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pişmiş örnek L* renk değerleri. 51
Şekil 4.9. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pişmiş örnek a* renk değerleri. 53
Şekil 4.10. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre pişmiş örnek ortalama b* renk değerleri. 54

Şekil 4.11. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama WB kesme kuvveti değerleri. 58
Şekil 4.12. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA kesme değerleri. 60
Şekil 4.13. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA tutunabilirlik değerleri. 62
Şekil 4.14. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA iç yapışkanlık değerleri. 63
Şekil 4.15. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA çiğnenebilirlik değerleri. 64
Şekil 4.16. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA esneklik değerleri. 66
Şekil 4.17. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 77ºC'ye kadar pişmiş örnekler için Aroma için kaydedilen skorlar. 70
Şekil 4.18. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 77ºCye kadar pişmiş örnekler için Genel İzlenim için kaydedilen skorları. 71
Şekil 4.19. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 82ºCye kadar pişmiş örnekler için Yumuşaklık için kaydedilen skorlar..... 73
Şekil 4.20. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 71ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar. 74
Şekil 4.21. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 77ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar. 75
Şekil 4.22. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 82ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar. 76

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
WB	: Warner-Braztler
WBSF	: Warner-Braztler Shear Force
dk	: Dakika
sn	: saniye
kg	: Kilogram
g	: Gram
L	: Litre
mL	: Mililitre
M	: Molar
IU	: International Unit
TPA	: Texture Profile Analyze
h/h	: Hacim/Hacim
a/h	: Ağırlık/Hacim

1. GİRİŞ

İnsanların gündelik vazgeçilmez ihtiyaçlarının başında sağlıklı, dengeli ve kaliteli beslenme gelir. Bu tip beslenmede etin önemli bir konumu vardır. Et, hayvansal gıdalar içerisinde üretiminin kolay olması, lezzeti, yüksek biyolojik değeri, doyuruculuğu, tüketiciye sağladığı B kompleks vitaminleri, çeşitli mineral maddeleri, esansiyel amino asitleri gibi besin öğelerini yeterli ve dengeli oranda içermesi nedeniyle insan beslenmesinde temel gıda maddesi olma özelliğini taşımaktadır. (Gökalp ve ark., 1994: İnal, 1992: Başkaya ve ark., 2004).

Günlük protein gereksiniminin %50'sinin hayvansal gıdalardan temin edilmesi önerilmektedir. Günümüzde kişi başına düşen hayvansal protein miktarı ülkelerin gelişmişliğinde önemli bir ölçüt olarak alınmakta ve kişi başına günlük protein tüketiminin % 40'ından fazlası hayvansal gıda olan ülkeler gelişmiş ülke olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla ülke gelişmişlik ölçüsünün kişi başına düşen hayvansal protein miktarının artmasına eşdeğer ölçüde arttığı görülmektedir (Demirtaş, 2008).

Dünya nüfusu hızla artmasına rağmen, özellikle ülkemizde sağlıklı bir şekilde yetiştirilen kesim hayvanlarının azalması hayvansal gıda protein yetersizliğine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da et ve et ürünleri yüksek fiyatlarla satılmaktadır. Toplum içerisinde bireylerin gelir düzeylerindeki artış veya azalışlar ete olan talepte farklılıkların çıkmasına yol açabilmektedir. İnsanların gelir düzeyleri yükseldikçe, yüksek kaliteli etlere talep artmakta, gelir düzeyleri azaldıkça da, düşük kaliteli etlere yönelmektedirler (Göğüş, 1986: Gürsoy, 1991).

Et ve et ürünlerinin kalitesi, güvenilirliği, raf ömrü stabilitesi ve besleyici değerinin yanı sıra tüketicilerin satın alırken dikkat ettiği en önemli faktörlerdendir (Nychas ve Arkoudelos, 1990: Calvo ve ark. 2009).

Gelişen teknolojiyle birlikte artan hazır gıda tüketimine olan talebe eşdeğer ölçüde, gıda işleme teknolojisi besin değeri yüksek, güvenli ve raf ömrü uzun ürün

üretimine yönelmiştir. Böylece farklı çeşni, lezzet ve görünüşte birçok et ürünü üretilmeye başlanmıştır (Öztan, 1993).

Hayvancılık bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesinde ve birçok alanda endüstri hammaddesi olarak kullanılması açısından önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte hayvancılık sektörü içinde birçok yan sektörü barındırması, geniş istihdam olanakları yaratması sebebiyle ülke ekonomisine olduğu kadar sosyal sorunların çözümüne de ciddi katkılar sağlamaktadır. Hayvancılık sektörü içerisinde ise kırmızı et sektörü en önemli bölümdür (Koç, 1995).

Türkiye' de 2016 yılı Aralık ayı sonu itibariyle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na kayıtlı 55,551,460 baş hayvan bulunmaktadır. Hayvan varlığımızın 14,222,228 başı sığırlardan oluşmaktadır. 2002 yılında sığır varlığımız toplam hayvan varlığımızın % 23' ü iken, bu oran 2016 yılında yaklaşık % 25' e yükselmiştir (TÜİK, 2017).

Yine Türkiye' de 2016 yılı Aralık ayı sonu itibari ile 14,222,228 adet sığırdan 3,900,307 adet sığır kesilerek 1,059,195 ton sığır eti üretimi gerçekleştirilmiştir. 2016 yılı verilerine göre; Türkiye' nin toplam sığır varlığının % 46.8'i kültür ırkı, % 40.9'u melez ırk, ve %12.3'ü yerli ırklardan oluşmaktadır (TÜİK, 2017).

Bu çalışmada da kullanılan Holstein ırkı, en önemli kültür ırkı sığırlardan olup dünyaya yayılma oranı en geniş olan ve dünyada en fazla kullanılan ırklardandır. Çevre koşullarına uyum kabiliyeti yüksek olan Siyah Alaca ırkı, *Bos Taurus Typicus Primigenus* yabani alt türünden geliştirilmiş olup anavatanı Hollanda'nın Frizya bölgesidir. Verim yönü her ne kadar süt verim yönlü olsa da et verim yönü de oldukça gelişmiş olup besi işletmelerinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Canlı ağırlık bakım ve besleme koşullarına göre değişmekle birlikte; ergin ineklerde 450 - 750 kg, boğalarda 800 - 1000 kg civarındadır. Irk verimliliği göz önüne alındığında, Türkiye'ye ithal edilen Siyah Alaca sığırlar

üzerinde yapılan bir adaptasyon çalışmasında bu ırka ait buzağılama aralığı 456 gün olarak tespit edilmiştir (Alphan, 1992).

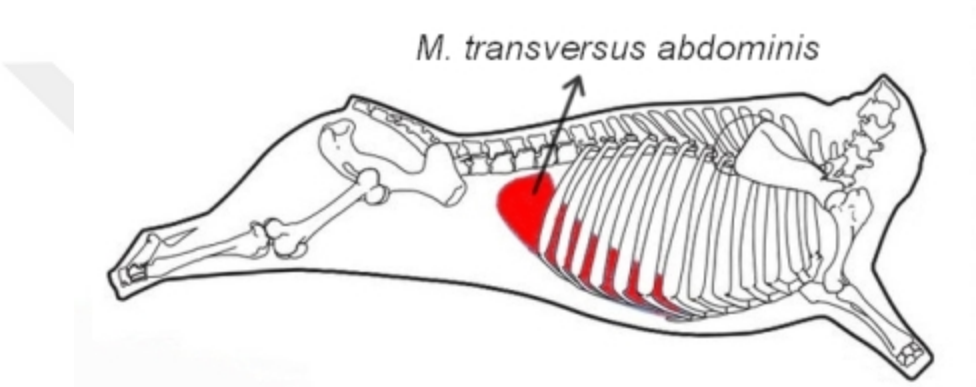
Karkas üzerinde bulunan bazı kaslar ve karkasın parçalara ayrılması sırasında ortaya çıkan küçük parçalar, gerek fiziksel özellikleri sebebiyle gerekse bazı kalite kriterlerini sağlayamaması nedeniyle parça et olarak tüketilmek yerine kıymaya işlenmekte veya işlenmiş et ürünlerinde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada, ülkemizde katma değeri düşük olan ve daha çok kıymaya işlenerek hak ettiği değere ulaşamayan, yurt dışında ise genellikle Fajita ürününe işlenen *M. transversus abdominis* kasının, enzim ile yumuşatma, mekanik yumuşatma ve marinasyon sıvısı ile yumuşatma gibi farklı yumuşatma yöntemlerine tabi tutularak, katma değeri artırılmış bir ürüne işlenmesi ve bu şekilde ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Musculus transversus abdominis*

M. transversus abdominis (karının enine kası) kası (Şekil 2.1.), karın boşluğunun çevresinde, dış oblik ve iç oblik kasları ile birlikte karın boşluğu duvarını oluşturmaktadır (Markúsdóttir, 2014).



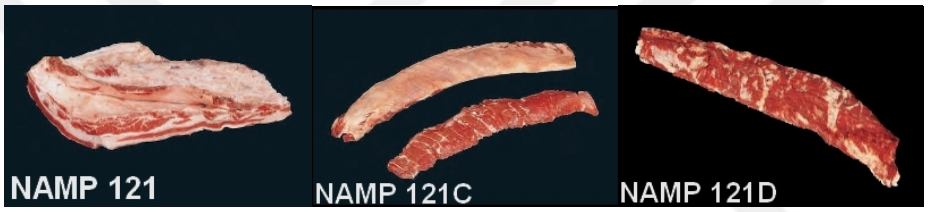
Şekil 2.1. *M. transversus abdominis* kasının karkas üzerinde gösterimi (https://i.stack.imgur.com/b0Dwn.jpg adresinden uyarlanmıştır).

Memeli hayvanlarda bulunan *M. transversus abdominis*, karın kaslarının en derininde yer almaktadır. Karın içi organları korur, karın içi basıncını kontrol eder, karın içi basıncı artırarak boşaltım, sindirim, kusma ve dişilerde doğuma yardımcı olurken, kuvvetli soluk verme gereken hapşırma, öksürme gibi eylemlerde de etkin olarak çalışmaktadır (Drake ve ark. 2009).

Kırmızı et sektöründe ise inside skirt steak (iç etek bifteği) olarak adlandırılan *M. transversus abdominis* sığır eti döş biftekleri alanına girmektedir. Sığırların döş kısmında yer alan *M. transversus abdominis* 6. ile 12. Kaburgalara tutunmuş kemiksiz bir kastır. Ortalama bir sığırdan (300 kg – 400 kg karkas ağırlığı olan) yaklaşık olarak 1 kg ile 3 kg arasında *M. transversus abdominis* temini edilmektedir. Pişirimi yapılmadan önce üzerinden uzaklaştırılması gereken

sert bir facia (akzar) ile kaplıdır. Bu uzun kas yapısı gevrekliğinden (yumuşaklığından) ziyade, aroması için gıda olarak tercih edildiği düşünülmektedir (Huerta ve ark., 2008; Sweeten ve Recio, 1985; Belew ve ark., 2003).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, NAMP (Kuzey Amerika Et İşletmecileri Birliği) tarafından tüm etek biftekleri NAMP 121 olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2.2.). Kuzey Amerika Et İşletmecileri Birliği'nin yaptığı sınıflandırmaya göre NAMP 121 ayrıca outside skirt steak (dış etek biftek) (NAMP 121C) ve inside skirt steak (iç etek biftek) (NAMP 121D) olarak ikiye ayrılmaktadır (NAMP, 2007).



Şekil 2.2. Sınıflandırması yapılan etek biftekleri (NAMP, 2007).

2.2. *Musculıs transversus abdominis'*in Kullanım Alanları

Ülkemizde çoğunlukla kıymaya veya kuşbaşına işlendiği bilinen *M. transversus abdominis* kası, yurt dışında ve özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nin güney eyaletlerinde, ızgaralık parça et olarak kullanılmakta ve yaygın olarak "Fajita" adı verilen geleneksel bir yemeğe işlenmektedir (Huerta, 2006). Fajita, daha çok güney Teksas bölgesine özgü bir yemek olmakla birlikte, son yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinde ve dünya genelinde yaygınlaşan ve sevilerek tüketilen bir et ürünü olmuştur. Tarihe bakıldığında, güney Teksas bölgesinde, kültürel sırların sıkı bir şekilde korunduğu gözlenmektedir. Güney Teksas'taki Latin-Amerika kökenliler, 1930'ların sonlarından beri fajita tüketmekteydiler. Sığır inside skirt steak (iç etek bifteği) üreticiler tarafından değersiz görülüp, hayvan ticaretinde çalışan veya kesimhanelerde görevli işçiler tarafından verilen hizmetler için ödeme yöntemi olarak kullanılmıştır. Etlerin her iki yanında bulunan facia (akzar) sayesinde iç etek biftekleri kömür üzerine

doğrudan yerleştirildiği bildirilmektedir. Birkaç hızlı dönüşün ardından etler kömür üzerinden alınmakta ve zarları soyularak bifteklerin tüketildiği düşünülmektedir. 1980'li yıllardan itibaren, bu parça için talep önemli ölçüde artmıştır. Başlangıçta, *M. transversus abdominis* kası Japon Marketinin bu ürün için yarattığı talep nedeniyle değerli hale gelmişken sonrasında bu parça daha çok "fajita" yemeğinin ham maddesi olarak popularitesini arttırmıştır (Sweeten ve Recio, 1985).

2.3. Kırmızı Ette Yumuşatma İşlemi ve Yöntemleri

Ülkemiz et sanayinde, kalite kavramı gittikçe önem kazanmaya başlayan bir faktör durumuna gelmektedir. Tüketime sunulan etlerin kalitesini saptamada renk, yumuşaklık, lezzet, su tutma kapasitesi gibi kriterler esas alınmaktadır (Arslan, 2002: Çetin ve Topçu, 2009).

Et yumuşaklığının, kalite alıgısı için son derece önemli bir tüketici kriteri olduğu bilinmektedir. Ancak etin yumuşaklığına etki eden süreç oldukça karmaşıktır. Yumuşaklık gelişimi, iskelet kası hücrelerinin yapısına, bütünlüğüne ve bu hücreleri oluşturan proteinlerin etkileşimlerini değiştiren olaylara bağlı olarak değişmektedir. Özellikle, protein denatürasyonu ve protein oksidasyonu, etin yumuşaklığının yanı sıra protein yapısını da değiştiren işlemler olarak tanımlanmıştır. Hücre içi yapısı bu olayları kontrol eden önemli bir faktördür. Sonuçta, bu olaylar arasındaki karşılıklı etkileşim, yumuşama oranını ve derecesini belirlemektedir (Lonergan ve ark., 2010).

İskelet kası hücrelerinin temel yapısının miyofibril olduğu bilinmektedir. Bu miyofibriller, aktin, miyozin, troponin, tropomyozin, C-protein, titin ve nebülin gibi bir dizi proteinden oluşmaktadır. Miyofibriler proteinlerin bir kısmının proteolizi, yumuşamadan önce olabilir ve bu proteinlerin (titin ve nebülin gibi) denatürasyon derecesi etin son yumuşaklığını etkilemektedir. Aktin ve miyozin gibi diğer proteinler ise normal soğutma rejimleri altında parçalanmamaktadır. Bağ doku, kasa endomisiyum, perimisiyum veya epimisiyum yoluyla çeşitli seviyelerde destek sağlamaktadır. Aktin ve miyozin gibi myofibriller proteinlerden ve titin,

nebülin gibi önemli ilişkili proteinlerden oluşan kontraktil aparatın bütünlüğünü korumaktadır. (Hopkins ve ark. 2004).

Bu proteinlerin, özellikle de titin ve nebülinin bozulması, miyofibril parçalanmasına ve kas hücresi bütünlüğünün kaybına, sonuç olarak kasların yumuşamasına neden olan fizikokimyasal ve yapısal değişiklikleri başlatabilmektedir (Lonergan ve ark., 2010).

Bağ dokusunun et yumuşaklığı üzerindeki etkisi ise, ana bileşen olan kollajendeki moleküller arası çapraz bağlanmanın miktarına, türüne ve derecesine bağlıdır (Light ve ark., 1985). Hayvan yaşlandıkça çapraz bağ oluşumu arttığı için yaşlı hayvanlardan elde edilen karkaslar, genellikle bünyesinde çok daha az çapraz bağlanabilen kollajen bulunduran genç hayvanlardan daha serttir. Dolayısıyla, et üretimi için genç hayvanları kesime almak yaygın bir uygulamadır (Ashie ve ark. 2002).

Her ne kadar etin tüketilirken ki genel beğenisini etkileyen faktörlerin arasında, yumuşaklık (gevreklik), sululuk ve aroma yer alsa da, tüketiciler tarafından parça halinde etin ev veya restoran koşullarında tüketimi sırasında en çok önemsenen kalite kriterinin etin yumuşaklığı olduğu bildirilmektedir. Genel olarak, postmortem proteoliz, intramuscular yağ veya mermerleşme (marbling) oranı, bağ doku oranı ve kasın kasılma seviyesi, parça etin yumuşaklığına etki eden faktörler arasında yer almaktadır. Ayrıca bu faktörler, aynı sığır karkasından elde edilen farklı kaslardaki yumuşaklık farklılıklarının oluşmasında katkı sunmaktadır. Parça olarak satılan etlerin pazarlanması oldukça kolay ve karlıdır ancak bazı kaslar kıyma veya kuşbaşı haline dönüştürülmek sureti ile pazarlanabilmekte fakat parça etlere göre daha düşük fiyatlara alıcı bulabilmektedir (Belew ve ark., 2003).

Parça etlerin yumuşaklığını ve böylece ekonomik değerini iyileştirmek için literatürde; mekanik yumuşatma, yüksek sıcaklıkta saklama, organik asit ve kalsiyum klorür enjeksiyonu (marinasyon), elektrik stimülasyonu, kas germe, şok dalgası, yüksek basınç işlemi ve enzimatik yumuşatma da dahil olmak üzere çeşitli tekniklerin kullanıldığı bildirilmektedir (Moeller ve ark., 1976: Savell ve ark.,

1981: Koohmaraie ve ark., 1988: Adcock ve ark., 2016: Cheftel ve Culioli, 1997: Ha ve ark., 2017).

2.3.1. Enzim Kullanarak Yumuşatma Yöntemi

Yumuşaklık, tüketicilerin et kalitesini değerlendirmelerinde, çok önemli bir kriterdir ve "işlenmiş" veya "hazır yemek" et ürünlerine yönelik tüketici kabulünün arttığı günümüzde, ürünlerin yumuşaklığı daha da önem kazanmaktadır. Araştırmalar, et yumuşaklığının esas olarak miyofibriller ve stromal veya bağ dokusu proteinlerinin yapısal bütünlüğü ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Marsh ve Leet, 1966: Smith ve Judge, 1991: Nishimura ve ark., 1995).

Bu doğrultuda, kırmızı et yumuşaklığını arttırmak için yaygın kullanılan bir yaklaşım ise enzim ile yumuşatma yöntemidir. Et proteinlerinin enzimatik hidrolizi, serbest amino gruplarının ve hidroksiprolin'in çözünürlüğünü artırması ve buna bağlı olarak kasın bütünlüğünün kaybolması ve kesme direncinin azalması veya yumuşaklığının artması ile bilinmektedir (Ashie ve ark., 2002).

Bu durumda, enzimin ete nüfuz etmesi çok önemlidir. Proteolitik enzimler içeren bir solüsyona daldırma, hayvan kesiminin ardından ana kan damarlarına enzim solüsyonu pompalama ve dondurularak kurutulmuş etin bir proteolitik enzim ihtiva eden solüsyonda rehidrasyonu gibi proteolitik enzimlerin kullanıldığı, eti yumuşatmak amaçlı kullanılan yöntemler mevcuttur (Gerelt ve ark., 2000).

Bir hayvanın kesiminden sonra etinin olgunlaştırılmasını iyileştirmek için etin dinlendirilmesi uygulaması muhtemelen daha önceleri keşfedilmiş olsa da, 19. yüzyılın başlarında yararlı etkilerinin fark edildiği görülmüştür. Yine o yıllarda, kas proteinlerinin proteolizi bilimsel anlamda önerilmiş ve o zamandan beri et yumuşatmanın birincil mekanizması olarak kabul edilmiştir (Ouali, 1992).

Bu uygulama için en yaygın kullanılan enzimlerin; papain, bromelain ve fisin bitki enzimleri olduğu belirtilmektedir (Dransfield ve Etherington, 1981). Ayrıca, bu enzimler spesifik olmamaları nedeni ile bazı durumlarda, kas proteinlerini (bağ dokusu / kollajen ve miyofibriler proteinleri) ileri seviyede

ayrıştırarak aşırı yumuşamaya neden olabilecekleri de düşünülmektedir (Miller ve ark., 1988).

Papaya meyvesinden elde edilen enzimlerin bir karışımı olan Papain, 1940'lardan beri etlerde ortaya koyduğu yumuşatma etkileri için incelenmiştir. Papain hem myofibril hem de kollajen proteinlerinde önemli parçalanmalara neden olan, çeşitli boyutlarda protein parçacıkları ortaya çıkaran, oldukça etkili bir enzimdir (Ashie ve ark., 2002).

Sullivan ve Calkins'in (2010) bildirdiğine göre, et yumuşaklığını geliştirmek için etlerin çeşitli enzimler ile muamele edilmesinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kesme kuvveti için, papain en düşük sayısal değere sahipken (3.52 kg) kontrol en az yumuşamış örnek (4.39 kg) olarak saptamışlardır. Çalışmada et örnekleri, bromelain (3,80 kg) ve fisin (3,84 kg) gibi diğer bitkisel enzimler ile de muameleye tabii tutulmuştur.

Istrati'nin (2008) bildirdiğine göre, papain kullanılarak enzimatik yumuşatmanın yetişkin sığır etlerinin fonksiyonel özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, et parçalarına papain enjekte edilmesinin yetişkin sığır etlerine işlevsel özellikler bakımından önemli bir iyileşmeye neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca, papain içeren tuzlu enjeksiyon sıvısında papain oranının arttırılmasının, et yapısının önemli bir yumuşama göstermesine sebep olduğu bulunmuştur. Yetişkin sığır etlerinin papain enzimi ile yumuşatma işlemine tabi tutulması sonucu; yumuşaklık, lezzet ve sululuk özelliklerinde iyileşme sağladığı ve papainin et kalitesini yükseltmede büyük rol oynayan bir proteolitik enzim olduğunun teyit edildiği belirtilmektedir.

Sullivan ve Calkins'in (2010) bildirdiğine göre, yüksek ve düşük bağ dokulu sığır kaslarına eksojen enzimlerin uygulandığı çalışmalarında, çalışma da kullandıkları bitkisel enzimlerden papainin, etteki yumuşaklığı artırmak için en fazla etkiyi gösterdiği, ancak sululuğu ve dokuyu olumsuz etkileyebileceği konusunda dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir. Bromelain enzimi yumuşaklığı artırmış ve kontraktil proteinlerden daha fazla kolajeni parçalamış olduğu

gözlenmiştir. Ficin enziminin ise, hem myofibril hem de kollajen proteinlerde en dengeli parçalanmayı sağladığı bulunmuştur.

Zhao ve arkadaşlarının (2012) bildirdiğine göre, kolajenolitik enzim olan MCP-01'in (derin deniz bakterisi olan *Pseudoalteromonas sp.* tarafından hücre dışı salgılanan bir proteaz) düşük sıcaklıklardaki dana eti üzerine yumuşatma özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, MCP-01 enziminin etin kesme kuvvetini önemli derecede azattığı ve örneklere 4°C'de uygulandığında örneğin taze rengini ve nemini koruduğunu saptanmıştır. Ticari olarak kullanılan papain ve bromelain'in aksine, MCP-01, 4°C'de kollajen parçalanması için güçlü bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca miyofibriler proteinlerini seçici olarak parçalayıp kas liflerinin farklı bozulma modellerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Barekat ve Soltanizadeh'in (2017) bildirdiğine göre, Holstain cinsi tosunlardan elde ettikleri sırt kaslarına ultrason uygulaması ve papain enzimi ile yumuşatma yöntemlerini eş zamanlı uygulayarak, et yumuşaklığına olan etkilerini araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Sonuçlar, enzim muamelesiyle birleştirilmiş ultrason uygulamasının, kas bütünlüğünde parçalanmaya neden olarak et yumuşaklığını arttırmanın yanında, proteolitik etkinliğini de geliştirdiğini göstermmiştir. Papainin ultrasonik olarak oluşturulan kavitasyon (hava kabarcığı titremesi) ve proteaz aktivitesinin, hücre içi bileşenlerin salınması ile birlikte hücre duvarının bozulmasına neden olduğu, kas mikro yapısında belirgin değişiklikler meydana geldiği gözlenmiştir. Bu nedenle, ultrason yöntemi ile yumuşatma ve papain muamelesi ile yumuşatma kombinasyonunun, et ürünleri endüstrisinde et yumuşatmak için, yüksek potansiyele sahip olabilecek bir uygulama ve umut verici bir teknik olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Arshad ve arkadaşlarının (2016) bildirdiğine göre, bakteriyel ve bitkisel proteolitik enzimlerin et yumuşaklığına olan etkilerinin öneminden bahsettikleri bir derleme yayınlamışlardır. Bu derlemede, et ve et ürünlerinin yumuşatılması için papain, bromelain, actinidin ve ficin gibi farklı bitki proteazları kullanıldığı bildirilmiştirr. Et proteinlerinin ayrıca, *Aspergillus oryzae* ve *Bacillus subtilis*'ten

gelen proteazlar gibi bakteri enzimleri tarafından da hidrolize edilebileceği belirtilmiştir. Bakteriyel proteazlar, bitki proteazlarıyla karşılaştırıldığında miyofibriller proteinlerde daha düşük hidrolitik aktivite sergiledikleri vurgulanmıştır. Bu sebeple, bitkisel ve bakteriyel proteazların birlikte kullanımının et yumuşatma üzerinde sinerjik etkisi olabileceği bildirilmiştir.

2.3.2. Mekanik Yumuşatma Yöntemi

Mekanik yumuşatma yöntemi, daha az işlemle etin yumuşaklığının artırıldığı etkili, pratik ve verimli teknolojilerinden biri olarak bildirilmektedir (Pietrasik ve Shand, 2011). Kas yapısının fiziksel olarak bozulması, birim alan içindeki et liflerinin yoğunluğunu azaltmakta ve bu nedenle et yumuşaklığında bir iyileşme sağlamaktadır. Bir mekanik yumuşatma yöntemi olan bıçak ile yumuşatma (blade tenderization), bu amaçla ticari olarak kullanılmaktadır. Ticari proseste genellikle, parça etler bir konveyore yerleştirilmekte ve bir hareketli plaka üzerine yerleştirilmiş iğneler şeklindeki bıçaklardan oluşan bir makine, parça etlere bas-çek hareketini uygulamaktadır. Sistemin bıçak yoğunluğu, 1 cm^2 başına bir bıçaktan daha fazla olabilmektedir. Büyük bir parça eti bir yarık içinde vida gibi döndürerek sıkıştırma prensibiyle çalışan cihaz türleri de bulunmaktadır. Ancak bu cihazlar, önemli bozulmalara neden olmakta ve tokluğun azalmasına (liflerin kırılması yoluyla) neden olmaktadırlar. Bıçak yumuşatma uygulanan et örneklerinin histolojik incelemesi yapıldığında, bağ dokusunda da olduğu gibi kas liflerinin bıçaklar tarafından yırtılmış ve parçalanmış olduğu gözlenmektedir. Ancak, bıçak penetrasyon (delme) noktaları arasındaki alanların bu işlemden etkilenmedikleri belirtilmektedir. (Hopkinsve ark. 2004).

Motycka ve arkadaşlarının (1983) bildirdiğine göre, mekanik yumuşatmada, ilk önemli çalışmalardan birinin, masaj ve tamburlama yaparak etin kimyasal ve fiziksel değişimlerini gözlemlemek için Siegel ve arkadaları (1978) tarafından yapıldığı belirtilmiştir. Siegel ve arkadaşları bu çalışmada, mekanik işlemlerin tuz, fosfat, yağ ve pişirme sıcaklığıyla etin dokusunda yaratacağı

değişimleri gözlemlemek üzere gerçekleştirilmiş ve bu et yumuşatma süreci "mekanik yumuşatma" veya kullanılan makinenin tipine bağlı olarak "maserasyon" olarak adlandırılmıştır. Et dokusunu yumuşatmak için tekniği ve etkinliği farklı makine tasarımları geliştirilmiştir. Et doku yapısının bu mekanik yöntemlerle yumuşatılması hücre içi ve dışı bağları hırpalayarak daha serbest hale getirip hareketine izin vermek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerle et yumuşatmanın yanında tuzlu çözeltide çözünür protein seviyesinin ve su tutma kapasitesinin de arttırdığı gözlenmiştir.

Jeremiah ve arkadaşlarının (1999) bildirdiğine göre, bazı sığır kaslarının mekanik yumuşatma ile lezzetlerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Bu çalışmada, mekanik yumuşatma işleminin, diğer lezzet özelliklerini olumsuz bir şekilde etkilemeden etin yumuşaklığını arttırdığı bulmuşlardır. Ancak, bıçak ile yumuşatmanın (blade tenderization), yüksek bağ doku içeren kaslarda, düşük bağ doku içeren ve yumuşatmaya tabi tutulmamış kaslara göre, yeterli seviyede yumuşamaya neden olmadığını belirtmişlerdir.

Liu ve arkadaşlarının (2006) bildirdiğine göre, gerçekleştirdikleri sığır etlerine hidrodinamik basınç uygulama (HDP), bıçak yumuşatma (BT) ve BT'nin ardından HDP (BT + HDP) kombinasyonunun yumuşatmaya olan etkilerini araştırmışlardır. Brahman cinsi sığırlardan yumuşaklık ölçümü için 12 parçanın seçilip değerlendirmişlerdir. Ayrıca, Warner-Bratzler kesilme testinin, uygulama gününde (0. gün) ve olgunlaştırmadan 7 gün sonra gerçekleştirlmiştir. 0. günde, BT ve HDP et yumuşaklığını kontrol gruba göre % 18 arttırdığı belirtilmektedir. Bununla birlikte BT + HDP kombinasyonunun, et yumuşaklığı üzerinde % 14'lük bir iyileşme sağladığını saptamışlardır.

Pietrasik ve Shand'in (2011) bildirdiğine göre, semitendinosus kasının mekanik yumuşatma işlemine, nem arttırma işlemine ve pankreatin enzimine tabii tutulmasının işleme özelliklerine ve yumuşaklığına etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada mekanik yumuşatma işlemine tabi tutulmayan kasların yumuşaklık değerleri 5.0'dan 4.6 değerine düşerken, mekanik yumuşatmaya tabii tutulan

kasların başlangıç yumuşaklıkları 5.9 olmasına rağmen 4.3 değerine düştüğü gözlenmiştir. Ayrıca mekanik yumuşatmanın, sodyum ve fosfat tuzlarıyla birlikte kullanılmasının, tek başına mekanik yumuşatma kullanılmasına kıyasla daha fazla yumuşaklık temin edeceği vurgulanmıştır.

King ve arkadaşlarının (2009) bildirdiğine göre, mekanik yumuşatma ve olgunlaştırmanın etlerin yumuşaklığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Etlerin olgunlaştırma süreleri sırasıyla 12 gün, 26 gün ve 40 gün olarak belirlenmiş ve mekanik yumuşatma işlemine tabi tutulan etler için 10.4 kg, 9.9 kg ve 9.4 kg dilim kesme kuvveti değerleri gözlenmiştir. Ancak, sadece olgunlaştırmaya tabii tutulan etlerin (Sırasıyla 12 gün, 26 gün ve 40 gün) dilim kesme kuvveti değerleri yine sırasıyla 15.1 kg, 13.8 kg ve 12.3 kg olarak saptanmıştır. Artan olgunlaşma zamanı, sığır eti *longissimus lumborum* (LL) ve *gluteus medius* (GM) bifteklerinin yumuşaklığını artırmasına rağmen, mekanik yumuşatma işleminin et yumuşaklığında daha fazla iyileştirme sağladığı belirtilmiştir.

Narsaiah ve arkadaşlarının (2011) bildirdiğine göre, nar rendesi tozu (PRP), nar çekirdeği tozu (PSP) ve bıçak yumuşatma (BT) işlemlerinin keçi etleri üzerine olan yumuşatıcı etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, PRP, keçi eti yumuşaklığını arttırmasına rağmen, tat ve renk üzerindeki yan etkileri sebebiyle kabul edilemez bir ürün oluşturduğu bildirilmiştir. BT ile muamele edilen pişmiş numunelerin, duyusal değerlendirmede başarılı olduğu belirtilmiş ve BT ile muamelenin %4 PSP uygulanan örnekler ve kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırıldığında daha az kesme kuvveti gerektirdiği saptanmıştır. %4 PSP muamelesi, kontrol grubu örneklerine kıyasla, kesme kuvveti değerleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur.

Bekhit ve arkadaşlarının (2014) bildirdiğine göre, taze ete yapılan fiziksel işlemlerin, etin yapısına ve yumuşaklığına olan etkilerine yönelik bir derleme yapmışlardır. Bıçak ile yumuşatma işlemi, tartışılan diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında (olgunlaştıma süresi, yüksek sıcaklıklara maruz bırakma, et olmayan bileşenlerin eklenmesi) zaman ve maddi anlamda etkin bir şekilde

yumuşatma avantajına sahip olduğu belirtilmektedir. Ancak, bu mekanik işlemin uygulanmasının ardından daha fazla olgunlaştırma ile yumuşaklık açısından çok az veya hiç gelişme görülmediği vurgulanmıştır.

Obuz ve arkadaşlarının (2014) bildirdiğine göre, Holstein ineklerinden alınan *Longissimus lumborum* kaslarına, mekanik yumuşatma, kesim sonrası olgunlaştırma ve vakum ambalajlamanın, kurutulmuş ve taze etlerin kalitesi özelliklerine etkisi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar kesim sonrası olgunlaştırmanın, Holstein ineklerinden elde edilen *Longissimus lumborum* bifteklerinin yumuşaklığını arttırmada çok etkili olduğu ($P = 0.02$), ancak mekanik yumuşatmanın yalnızca taze (kurutulmamış) etlerde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Duyusal değerlendirme ve Warner Bratzler Shear Force sonuçları kıyaslandığında ise, en iyi kombinasyonun mekanik yumuşatılan taze (kurutulmamış) etlerin vakum ambalajlanarak 23 gün süreyle olgunlaştırılması olduğunu bulmuşlardır.

2.3.3. Marinasyon Sıvısı Uygulaması ile Yumuşatma Yöntemi

Çeşitli hayvan etlerinin yumuşatılması, gevrekleştirilmesi, lezzet ve aromasının arttırılması için tuz, fosfat, çeşitli baharat ve diğer bazı organik asitlerle hazırlanmış sıvı ile muamele edilmesine marinasyon denilmektedir. Gerek uygulama kolaylığı ve gerekse kullanılan marinasyon sıvısı bileşiminin kolay temin edilebilmesi marinasyonun daha çok geleneksel yöntemlerle uygulanan bir teknik olmasına yol açmıştır. Ancak, son yıllarda entegre tesislerin kurulmasıyla birlikte marinasyon prosesi çeşitli şekillerde modifiye edilmiş ve böylece geleneksel metotlardaki işçilik, süre, kimyasal madde v.b. gibi kayıplar minimum düzeye indirilmiştir (Lemos ve ark. 1999: Smith ve Acton, 2001: Xargayo ve ark. 2001).

Asitli çözeltiler, geleneksel olarak etlerin yumuşatılması ve lezzetlendirilmesi için bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu işlem, yüksek bağ dokusu içerenler de dahil olmak üzere etlerde mekanik direnci azaltmaktadır. Zayıf

organik asitler ve NaCl ile 24 saat marinasyon işleminin, bağ doku ve kollajenin yapısal özelliklerini etkileyerek, olumlu tekstürel ve duyusal etkilerinin olduğu literatürde bildirilmektedirr (Chang ve ark., 2010).

Sitrik asit, laktik asit ve asetik asit gibi organik asitler yüksek etki etme gücüne sahip oldukları ve doğal ortamlarda zaten sentezlendiklerinden dolayı tüketicilere önerilmektedir (Serdaroglu ve ark., 2007: Aktaş ve ark., 2003). Aktaş ve Kaya'nın (2003) bildirdiğine göre, etlerin gevrekliğinin artmasının, aynı zamanda düşük pH değerlerinde ki miyofibriller arasında fazla su bağlama kapasitesinden kaynaklandığını savunmuşlardır.

Etleri yumuşatmak için asetik asit, sitrik asit ve laktik asit gibi bir takım organik asitler kullanılmaktadır. Bu organik asit uygulamaları, genellikle marinasyon işleminde kullanılmakla birlikte, bu durum marinasyon sıvısının ete nüfuzu için uzun süreler gerektirmektedir. Bu organik asitler, pH'da belirgin bir düşüşe neden olup, katepsin (lizozomal proteazlar) aktivitesi için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Bu durum, normal post-mortem (ölüm sonrası) sırasında parçalanmayan bir protein olan miyozin gibi proteinlerin denatürasyonu ile doğrulanmaktadır. Organik asit marinasyonu uygulamasının diğer bir etkisi ise, perimisyal kollajenin çözünürlüğünü arttırmakla birlikte bağ dokunun denatürasyonunda gerekli olan düşük sıcaklıkların sağlanması olarak bildirilmiştir. Organik asitlerin yumuşatma işlemlerinde kullanılmasının yanında yumuşaklığı arttırmak için iyon kombinasyonlarıyla birlikte de kullanılmaktadırlar. Etlere iyonik kombinasyonlarının eklenmesi, proteinlerin enzimler tarafından parçalanmasına yardımcı olabilmekte ve aynı zamanda proteinlerin çözünmesine neden olabilmektedir. Ancak, tek başına iyon kombinasyonlarının ete uygulanması yumuşatmaya neden olan bir mekanizma sağlamamaktadır (Hopkins ve ark., 2004).

Marinasyon işleminde ilk hedef, taze olarak tüketime sunulan bütün veya parça etlerin duyusal ve tekstürel özelliklerini daha üst seviyeye çıkarmaktır (Ergezer ve Gökçe., 2004). Marinatlar ile hazırlanan çeşitli solüsyonların ete enjeksiyon, masaj veya immersiyon (daldırma) yoluyla uygulanması mümkündür

(Barbanti ve Pasquini, 2005: Sheard ve Tali, 2004). Buna ek olarak, tüketiciler tarafından arzu edilen kriterlerden bir olan etin sululuğunun artırılmasında marinasyon uygulamalarının kullanılması pratik bir yöntem olarak bildirilmektedir (Pietrasik ve ark. 2011). Yüksek seviyede bağ dokusu içeren sığır parça etleri, ekonomik pahası düşük olma eğilimi gösterdiğinden, marinasyon işlemine tabi tutulma, bu düşük pahalı parçalara katma değer sağlayabileceği belirtilmektedir (Burke ve Monahan, 2003).

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildiklerine göre, zayıf organik asitler ve NaCl ile marine edilen sığır kaslarındaki tekstürel özellik değişimlerini araştırmışlar ve organik asit ve NaCl ile marinasyonun bağ dokusu kollajeni ve etin tekstürel özellikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bulmuşlardır. %2 oranında NaCl içeren laktik asit ve asetik asit marinasyonlarının, etin sertlik derecesinde önemli bir düşüşe sebep olduğu, fakat, sadece %2 NaCl içinde marinasyon işleminin ve sitrik asitte %2 NaCl içeren marinasyon işleminin, etin sertlik derecesini önemli ölçüde arttırdığı belirtmişlerdir.

Yashoda ve arkadaşlarının (2005) bildirdiklerine göre, koyun kaslarının basınç altında marine edilmesinin et doku kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, 4-5 yaşlarındaki koyunlardan alınan *semimembranosus* ve *semitendinosus* kasları, 1L suda çözünmüş 25 g sitrik asit (pH 1.5'e ayarlanmış) ve 200g NaCl içeren bir marine edici çözeltiye (1:1 oranında) daldırılarak marinasyon işlemi gerçekleştirmişlerdir. Sağ uyluk kasları 0.75kg/cm² basınçla marine edilirken, sol uyluk kasları atmosfer basıncına maruz bırakılarak marinasyon işlemine tabi tutmuşlardır. Araştırıcılar, basınç altında marine edilen uyluk kaslarının, marinasyon sıvısının daha etkin bir biçimde dokuya nüfuz etmesi sebebiyle daha yumuşak (WBSF sonuçlarına göre) ve daha sulu (su tutma kapasiteleri kıyaslandığında) etler haline geldiği saptamışlardır.

Serdaroğlu ve arkadaşlarının (2007) bildirdiklerine göre, hindi göğüslerine, sitrik asitle ve greyfurt suyu ile yaptıkları marinasyon işleminin hindi göğüslerinin pişirilmesine ve tüketilmesine olan etkilerini inceledikleri bir çalışma yapmışlardır.

Bu çalışmada, organik asit uygulamalarının hindi göğüs etinin yumuşaklığını arttırıldığı ve sitrik asit marinasyonun (0.05M, 0.1M, 0.2M), greyfurt suyu marinasyonuna (%50 ve %100) göre daha düşük görünüm ve lezzet puanları aldığı belirtilmektedir (Serdaroğlu ve ark., 2007).

Ke ve arkadaşlarının (2009) bildirdiklerine göre, sitrik asitin sığır kaslarının yumuşaklığına, mikroyapısına ve oksidatif stabilitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, sığır kasının mikroyapısının sitrik asit ile muamelesi üzerine dramatik bir şekilde değiştiğini, ancak çiğ sığır kasının normal post mortem pH'sına yeniden ayarlandığında normal yapıya döndüğünü bulmuşlardır. Araştırmacılar sitrik asit muamelesinin, sığır kasının su tutma kapasitesini ve yumuşaklığını geliştirdiği, aynı zamanda lipid oksidasyonunu da engellediği belirtilmiştir.

Aktaş ve arkadaşlarının (2003) bildirdiklerine göre, *Logissimus* kaslarına farklı konsantrasyonlarda laktik asit ve sitrik asit marinasyon çözeltileri uyguladıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, marinasyona bağlı olarak pH'da belirgin bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Laktik asit ile karşılaştırıldığında, sitrik asit ile marine edilmiş örneklerin daha az su tuttuğu, kontrol örneklerinde Warner Bratzler Shear Force değerlerinin, marine edilmiş örneklerin değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Pişirme kaybının ise, sitrik asit ile marine edilmiş örneklerle karşılaştırıldığında, laktik asit ile marine edilmiş örneklerde daha düşük olduğu belirlenmiştir.

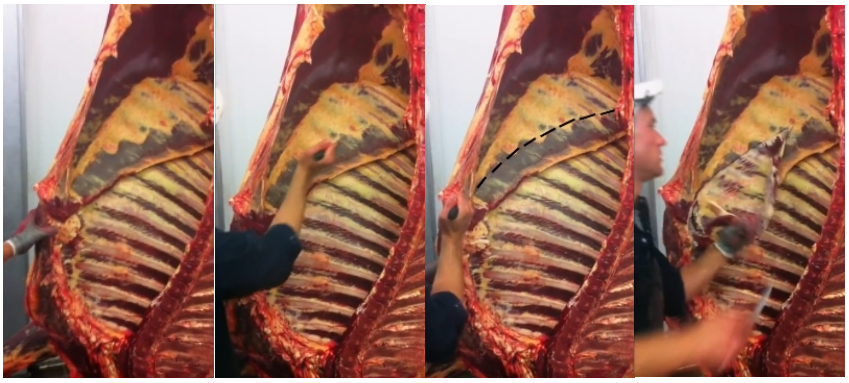
Hinkle'ın (2010) tez çalışmasında bildirdiğine göre, yaptığı asit marinasyonun bifteklerdeki yumuşaklığa olan etkilerini araştırmış ve sığır eti yumuşaklığını artırmak için asit marinasyonun kullanılabileceğini belirtmiştir. Çalışmada, etlerde yumuşaklık artışının, 0.75M'de asetik veya laktik asit kullanılarak elde edilebileceği ortaya konulmuştur. Organik asit marinasyonundan kaynaklanan etteki renk değişikliklerinin ise tüketiciler tarafından kabul edilmediği ayrıca belirtmiştir.

3. MATERYAL & METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada, benzer bakım ve beslenme programına tabi tutulan 18-22 aylık 12 adet sağlıklı Holstein (siyah alaca) ırkı tosununun karkaslarından elde edilen *M. transversus abdominis* kasları materyal olarak kullanılmıştır. *M. transversus abdominis* kaslarına ait örnekler, Güneşer Et Gıda Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. Firmasından temin edilmiştir. Bu amaçla, kesimden 6 saat önce yemden kesilen tosunlara, kesime kadar geçen sürede sadece su verilmiştir. Tosunlar herhangi bir stres faktörüne maruz bırakılmadan, firmanın yetkili veteriner hekimi tarafından sağlık muayenesinden geçirilmiştir. Ayrıca işletmede, gerekli görülen durumlarda tosunlar sistematik muayeneye tabii tutulmuştur.

Araştırmada kullanılacak olan tosunlar, yaklaşık 10˚C hava sıcaklığında, sabah 07:00 – 08:00 saatleri arasında dinlenme padoklarından çıkarılmış ve monoray sistem geçirilerek kesim bölümüne (kanatmaya) alınmışlardır. Kesim işlemini takiben, derinin yüzülmesi ve iç organların çıkarılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tüm bu işlemler yaklaşık olarak 40 dakika içerisinde tamamlanmıştır.. Karkaslardan son olarak karaciğerin ayrılmasından sonra materyal olarak kullanılacak olan *M. transversus abdominis* kaslarına ulaşılmış ve karkastan ayrımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.). Daha sonra et parçalama bölümüne aktarılan kasların dış kısmındaki akzar (facia) uzaklaştırılmıştır. Akzarı ayrılan kaslar işletme tesisinin deposunda 0-4°C de 24 saat süreyle dinlendirilmeye bırakılmıştır.



Şekil 3.1. *M. transversus abdominis* kasının karkastan ayrılması.

Dinlendirmeye bırakılan kaslar ertesi gün sabah saat 08:00'de vakum ambalajlamaya tabi tutulmuştur. Vakum paketler strafor kaplarda, yaklaşık 30 dakika içerisinde Ç.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen kaslar bekletilmeden strafor kaplarından çıkarılarak, vakum paketleri bozulmadan 0-4˚C de muhafaza edilmiştir. Deneme ve analiz düzeneklerinin kontrolü sağlandıktan sonra saat 09:00 da vakum paketleri açılarak, işleme tabi tutulmuştur.

3.2. Metot

3.2.1. Uygulanan Yumuşatma Teknikleri

Bu çalışmada, tosun karkaslarından elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanacak olan mekanik uygulama ile yumuşatma, enzimde bekleterek yumuşatma, marinasyon yöntemi ile yumuşatma ve kontrol grubu işlemlerinin, *M. transversus abdominis* kasının belirli kalite kriterlerine ve duyusal beğenisine etkilerinin belirlenmesi esas alınmıştır.

3.2.1.1. Kontrol Grubu

M. transversus abdominis kasının ¼'lik kısmı işlem görmeksizin ve 4ºC'de 24 saat bekletilerek kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Pişirme işlemi öncesinde temel analizler için ayrılan 50g lık kesit dışında kalan kısım bekletilmeden pişirme ünitesine aktarılmıştır.

3.2.1.2. Mekanik Yumuşatma

Mekanik teknik ile daha az işlemle etin yumuşaklığını artırıp ve bu yumuşaklığı sağlarken etkinliği, pratikliği ve verimliliği göz önünde bulundurulmuştur (Pietrasik ve Shand, 2011).

Tek parça olan *M. transversus abdominis* kasının ¼'lük kısmına uygulanacak olan bu yumuşatma tekniği mekanik et yumuşatma aparatı olan Jaccard Supertendermatic 48-Blade Tenderizer ile tek baskıda yüzeyde 48 delik açarak gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir işlem uygulanmadan 4ºC'de 24 saat bekletilen örnekler, sürenin dolmasına 5 dk kala kesme tahtası üzerine yerleştirilmiş ve et yumuşatma aparatı ile hiçbir yüzeyi atlanmayacak şekilde 5 dk süren mekanik yumuşatma işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonrasında temel analizler için ayrılan 50g'lık kesit dışında kalan kısım bekletilmeden pişirme ünitesine aktarılmıştır.

3.2.1.3. Enzim Kullanarak Yumuşatma

Kırmızı et yumuşaklığını arttırmak için başka bir yaklaşım ise enzim ile yumuşatma yöntemidir. Et proteinlerinin enzimatik hidrolizi, serbest amino gruplarının ve hidroksiprolin'in çözünürlüğünü artırması ve buna bağlı olarak kasın bütünlüğünün kaybolması ve kesme direncinin azalması veya yumuşaklığının artması ile bilinmektedir (Ashie ve ark., 2002).

Uygulanan işlemde Yönsan Gıda'dan temin edilen çözelti halinde (saf kuru madde olarak % 32 papain enzimi içeren) Marinado-Et Yumuşatıcı ticari ürünü kullanılmıştır.

Herhangi bir işlem uygulanmadan 4ºC'de 24 saat bekletilen *M. transversus abdominis* kasının ¼'lük kısmı, sürenin dolmasına 15 dk kala buzdolabından çıkarılmıştır. Enzim ile yumuşatma işlemi, 1L'lik saklama kabında hazırlanan enzim çözeltisi içerisinde, üreticinin tavsiyesi ve ön denemeler ile etkinliği gözlenmiş olan 15dk'lık süre ile daldırma metodu kullanılarak uygulanmıştır. İşlem sonrasında temel analizler için ayrılan 50g lık kesit dışında kalan kısım bekletilmeden pişirme ünitesine aktarılmıştır.

3.2.1.4. Marinasyon Sıvısı İle Yumuşatma

Yumuşatma tekniklerinden biri olan marinasyon yöntemi ile yumuşatmada ilk hedef, taze olarak tüketime sunulan bütün veya parça etlerin duyusal ve tekstürel özelliklerini daha üst seviyeye çıkarmaktır (Ergezer ve Gökçe, 2004).

Bu çalışmada geleneksel marinasyon uygulama tekniklerine yakın olan %2,5 tuz içeren, 0,2 M asetik asit (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi kullanılmıştır. Örnek yüzeyi tamamen kaplanana kadar daldırma işlemi yapılmıştır. Ardından, 4ºC de 24 saat süreyle bekletilmiştir. (Kahraman ve ark., 2010).

Pişirme işlemi öncesinde temel analizler için ayrılan 50g lık kesit dışında kalan kısım bekletilmeden pişirme ünitesine aktarılmıştır.

3.2.2. Uygulanan Analizler

3.2.2.1. pH tayini

Homojen bir şekilde 10g *M. transversus abdominis* kasının uygun bir erlen içine tartımı alınmıştır. Üzerine 100ml çift distile saf su ilave edilerek masa tipi karıştırıcıdan (blender) geçirilmiştir. Karışımın pH değerleri 0,01 hassasiyet ile okunmuştur (Gökalp ve ark., 1994).

3.2.2.2. Nem Tayini

İki adet temiz alüminyum kurutma kabı 2 saat 100°C'lik etüvde (Memmert, Universal oven tech., Almanya) kurutulmuş ve süre bitiminde

desikatöre alınarak 1 saat süre ile soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra kaplar hassas terazide (Sartorius TE214S, data weighing systems, ABD) tartılarak numaralandırılmıştır. 0.0001 hassasiyet ile 5 g taze *M. transversus abdominis* örnekleri hızlı bir şekilde alüminyum kurutma kabının içerisinde tartılarak, örneğin kabın içerisine yayılması sağlanmıştır. Kaplar maşa yardımıyla 100°C sıcaklıktaki etüve yerleştirilmiş ve 16 saat kurumaya bırakılmıştır. Yeterli sirkülasyon olması için örnekler etüve aralıklı yerleştirilmiştir. Kurutma işleminden sonra, örnekler 30 dakika soğutulmuş ve tekrar tartım alınmıştır. Buharlaşma kaybını en aza indirmek için mümkün olduğunca kısa sürede örneklerin tartımı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle *M. transversus abdominis* kaslarının başlangıç ağırlığı ve kuru ağırlık arasındaki fark belirlenmiştir. Nem oranı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

% Et Örneğinin Su İçeriği= [Ağırlık Kaybı/Örnek Ağırlığı] ×100

3.2.2.3. Kül Tayini

Krozeler konveksiyonel fırına (Protherm, PLF 130/45, Türkiye) alınarak tamamen kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra desikatörde 30 dk oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Desikatörden pens ile alınan krozeler 0,0001 hassasiyet ile hassas terazide (Sartorius TE214S, data weighing systems, ABD) tartılmıştır. Krozelere masa tipi karıştırıcıdan (blender) geçirilerek homojenize edilmiş 1,5g ile 3g arası ve 0,0001 hassasiyet ile *M. transversus abdominis* örnekleri tartılmıştır. Hazırlanan örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 600˚C sıcaklıkta en az 24 saat yakılmıştır. Bu süreç sonunda fırının ısıtması kapatılmış ve sıcaklık 40˚C ‘ye gelene kadar örnekler fırında bekletilmiştir. 40˚C sıcaklığa düşüldüğünde örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Pens ile son tartım alınıp, aşağıda ki formül ile hesaplamalar yapılmıştır (AOAC, 2000).

%kül = [(ilk tartım – son tartım)/örnek tartımı]x100

3.2.2.4. Yağ Tayini

M. transversus abdominis kas örnekleri yaklaşık 30 saniye masa tipi karıştırıcıdan (blender) geçirilerek homojenize edilmiştir. Alüminyum kaplara cam yazar ile kodlamalar yapılmış ve alüminyum kaplar içerisine cam baget yerleştirildikten sonra daraları alınmıştır. Daha sonra alümunyum kaplar içerisine 3,3g deniz kumu eklendikten sonra, tekrar darası alınmıştır. Homojenize edilmiş *M. transversus abdominis* kas örneklerinden 3,3g kaplar içerisine tartılmıştır (kum ve et dengesi 1:1 olarak ayarlanmıştır). Et veya kum kaybı yapılmaksızın aliminyum kap içindeki baget yardımıyla hazırlanan *M. transversus abdominis* kas örneği el değmeden iyice karıştırılmıştır. Cam baget kap içinde bırakılarak etüvde (Memmert, Universal oven tech., Almanya) 105 ˚C'de 16 saat kurutma yapılmıştır. Kaynatma taşları ve flakslarda aynı anda etüve kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminin ardından örnekler desikatörde 1 saat soğumaya bırakılmıştır. Flaskların içerisine 3-5 adet kaynatma taşı yerleştirilmiş ve birlikte tartımı alınmıştır. Alümünyum kaplar rulo haline getirilerek kapatılmıştır. Kapatılan alüminyum kaplar cam yününden yapılmış yüksüklere (Sigma, 64836U Thimble, Almanya) yerleştirilmiştir. Çeker ocak altında kurulu olan Soksalet düzeneği (Isolab, soxhalet, Almanya) içerisine 150 mL petrol eteri (Merck, petrol ether 45ºC-60ºC, Almanya) ilave edilmiş olan flaks ve örneğin yer aldığı thimblelar yerleştirilmiştir. Bağlantı noktaları parafilmle hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Ether damlaması saniyede 5-6 damla olacak şekilde ısı ayarlamaları yapılmış ve dengeye gelen sistem 4 saat ektraksiyona bırakılmıştır. Ekstarksiyon sonrası soğutma üniteleri ve thimblelar sistemden ayrılarak flakslar çeker ocak altında evoporasyona maruz bırakılmıştır. Tüm ether uzaklaştırıldıktan sonra 1 saat kurutma (100 °C) yapılmış ve 2 saat desikatörde soğutmaya bırakılmıştır. Soğutulmuş flaksların tartımı alınmış ve aşağıdaki formül ile hesaplama işlemi yapılmıştır (AOAC, 2000).

% yağ = [(son tartım – ilk tartım)/örnek tartımı]x100

3.2.2.5. Protein Tayini

Protein miktarı, Kjeldahl yöntemiyle, BÜCHİ protein analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

Homojenize edilmiş örneklerden yaklaşık 0.5 g tartılmış olup, yakma tüpüne alındıktan sonra üzerine 2g K_2SO_4 (Merck, Darmstadt, Almanya) ve 0.2 g $CuSO_4$ (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya), 10 mL H_2SO_4 (Tekkim, Türkiye) (% 98), ilave edilerek yakma düzeneğine (Digest system, K-437, BÜCHİ, İsviçre) yerleştirilmiştir. Yakma işlemi, kademeli olarak 400 °C'ye kadar yükseltilip bu sıcaklıkta tüp içeriğinin rengi, berrak yeşil hale geldikten sonra, işleme yarım saat daha devam edilmiştir. Tüpler, oda sıcaklığında soğutulduktan sonra, otomatik destilasyon düzeneğine (Distillation Unit, B- 324, BÜCHİ, İsviçre) bağlanarak, 25 mL damıtık su ve 50 mL % 40 NaOH (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilerek buharlı damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Damıtık toplama erlenine 10 mL % 4'lük H_3BO_3 (Carlo Erba Reagenti, Rodano, İtalya) ilave edilmiştir. Buharlı damıtma işlemi sonunda azot miktarını belirlemek amacıyla damıtığa, 3 damla karışık indikatör (metilen mavisi-metil kırmızısı) ilave edilerek 0.1M HCl (Carlo Erba Reagenti, Rodano, İtalya) ile mor rengi gözlemleninceye kadar titre edilmiştir

$$\% N = \frac{S \times N \times F \times Meş}{\text{Örnek miktarı}} \times 100$$

%N: Örneğin içerdiği % azot miktarı

S: Kullanılan 0,1 M HCl sarfiyat miktarı

N: Kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi (N=0,1)

F: Kullanılan HCl çözeltisinin faktörü (F=0,9815)

$M_{eş}$: Azotun milieşdeğer gramajı (Mes= 0,014)

Protein oranı, Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azot oranının 6.25 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% Protein = \%N \times 6.25$$

3.2.2.6. Marinasyon Çözeltisi Absorbsiyon Tayini

Marinasyon çözeltisinin absorbsiyon derecesini belirlemek için örnekler 0-4°C sıcaklığındaki marinasyon sıvısına daldırılıp 24 saat bekletilmiştir. Analiz sadece marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulamasına tabi tutulmuş örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Marinasyon yöntemi ile yumuşatmaya tabi tutulan örneklerin işlem öncesi ve sonrasına ait tartımları hassas terazi (Sartorius TE214S, data weighing systems, ABD) ile 0,0001g hassasiyet yapılmıştır. Belirtilen örneklerin, marinasyon çözeltisi absorbsiyon derecesi tayini ise aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

%Absorbsiyon = [(son tartım - ilk tartım) / ilk tartım] x 100

3.2.2.7. Enzim Çözeltisi Absorbsiyon Tayini

Enzim çözeltisinin absorblanma derecesini belirlemek için örnekler 0-4°C sıcaklığındaki enzim çözeltisine daldırılıp, 15dk bekletilmiştir. Enzim çözeltisinde bekletme yöntemi ile yumuşatmaya tabi tutulan *M. transversus abdominis* örneklerinin, işlem öncesi ve sonrasına ait tartımları hassas terazi (Sartorius TE214S, Data Weighing Systems, ABD) ile 0,0001g hassasiyet yapılmıştır. Belirtilen örneklerin, enzim çözeltisi absorbsiyon derecesi tayini ise aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

%Absorbsiyon = [(son tartım - ilk tartım) / ilk tartım] x 100

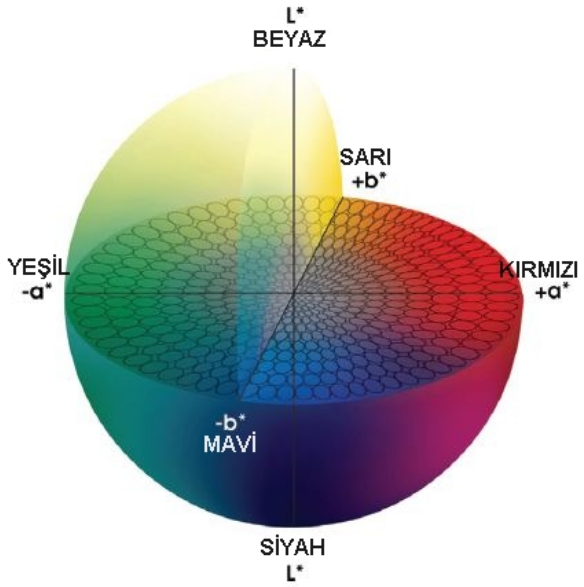
3.2.2.8. Pişirme Kaybı Tayini

Pişirilme işlemi uygulanacak tüm örneklerin hassas terazide (Sartorius TE214S, data weighing systems, ABD) 0,0001g hassasiyet ile tartımları yapılmıştır. Elektrikli ızgara da (Tefal, elektrikli ızgara, Türkiye) pişirme işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında 1 saat soğutulup her örneğin pişirme işlemi sonrası ağırlığı belirlenmiştir. Pişirme kaybı ise, yüzde olarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Barbanti ve Pasquini, 2005).

%Pişirme Kaybı = [ilk tartım-Son Tartım/ İlk Tartım]×100

3.2.2.9. Renk Analizleri

El tipi renk ölçüm cihazı (Minolta, model Cr400, Japan) ile çiğ ve pişmiş örneklerinin iç ve dış yüzeyinden beşer ölçüm yapılmıştır. Hunterlab renk sisteminde örneklerin rengi, sayısal değerler halinde kaydolmak üzere saplanılmıştır. Bu sistemde 4 filtre kullanılarak L*, a*, b* renk değerleri elde edilmektedir. L*, a*, b* değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L* değeri dikey eksende parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken +a* kırmızılığa, -a* yeşilliğe, +b* sarılığa, -b* ise maviliğe gidişi göstermektedir (Sekil 3.2.) (Lee ve ark., 2001).



Şekil 3.2. L*,a*,b* değerlerinin üç boyutlu kordinant üzerinde gösterimi (Konica, 2007).

3.2.2.10. Warner–Bratzler Kesme Testi

Bu test, bir et parçasını kesmek için gerekli kuvveti kilogram cinsinden göstererek ölçmek amacıyla uygulanmıştır. Test cihazı (TA XTplus, stable micro system, İngiltere) ve test hücresi (TA-7, Warner-Bratzler knife with guillotine block, İngiltere) 60˚ açıya sahip V formunda 3 mm kalınlığında bir çelik bıçaktan

oluşmaktadır. Alt plaka ise 4 mm genişliğinde, V formundaki bıçağın girebileceği bir boşluk içermektedir. (Ters V formunda bir giyotin gibidir). Ete temas edecek olan bıçak, kenarları keskinleştirilmemiştir. Bıçak plakadaki yarık içine temas etmeden geçecek şekilde cihaza takılmıştır.

Test edilecek olan et numunesi, çapı 1,27mm (0,5 inch) olan silindir şeklindeki özel bir prob vasıtasıyla 3 - 4 C˚ de 24 saat bekletilmiş olan pişmiş örnekler üzerinden kas liflerine paralel yönde ilerlenerek çıkarılmıştır. Örnekler, V kanadı altındaki plakanın üzerine yerleştirilmiş ve bıçak tablanın yarısı boyunca örneğin, tamamı kesilene kadar, sabit bir hızda aşağı doğru hareket ettirilmiştir (Huidobro ve ark., 2005).

Analiz kullanılan parametreler aşağıda belirtildiği gibidir:
Ön test hızı: 3.0 mm/s;
Test hızı: 1.0 mm/s,
Son test hızı: 3.0 mm/s.
Aşağı inme mesafesi: 30,0 mm.

M. transversus abdominis örneğinin kesilme direnci her 0.01 saniyede kaydedilmiş ve bir kuvvet deformasyon grafiği olarak bilgisayar programı tarafından çizilmiştir. Elde edilen parametreler sertlik derecesi ve kesme işi olarak tablo halinde kaydedilmiştir. Yapılan çalışmada sertlik derecesi parametresi Kg cinsinden hesaplanarak değerlendirilmiştir (Huidobro ve ark., 2005).

3.2.2.11. Tektstür Profil Analizi (TPA)

Bu test, bir eti sıkıştırırken dokusu tarafından geliştirilen sıkıştırma kuvvetini Newton cinsinden göstererek ölçmek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada tüm TPA testleri için test cihazı (TA XTplus, Stable Micro System, İngiltere) ve $1cm^3$ lük örnekler için silindirik 50 mm çaplı bir alüminyum prob (TA-25, 2" dia. cyl., alum., İngiltere) kullanılmıştır. Örnek, 3.0 mm/s (ön-test), 1.0 mm/s (test) ve

3.0 mm/s (son test) sabit bir hızda aşağı doğru hareket eden probun altına yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. Prob ilk olarak numuneye temas ettiğinde, numunenin kalınlığı yazılım tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir. Prob, numune kalınlığının % 75'ini sıkıştıracak kadar devam ettirerek numuneyle başlangıçtaki temas noktasına geri dönmüş ve ikinci sıkıştırma döngüsü başlamadan önce 2 saniye durdurulmuştur. Test çalışması sırasında numunenin direnci her 0.01 saniyede kaydedilmiş ve bir kuvvet-süre (gram-saniye) grafiği çizilerek alanı yazılım tarafından hesaplanmıştır. Tüm testlerde sabit bir sıkıştırma hızı kullanılmıştır (1 mm/s). Bu nedenle kuvvet-zaman eğrisi altındaki alanlar, aşağı vuruş sırasında prob tarafından ve yukarı vuruş sırasında numune tarafından gerçekleştirilen işle doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında kuvvet-zaman çizelgesinden, TPA parametreleri tablo halinde kaydedilmiştir. Sertlik (hardness), birinci sıkıştırma çevrimini yani ağızdaki ilk ısırığı temsil etmektedir ve grafiğin pik noktası olarak gösterilmektedir. Tutunabilirlik (adhesiveness), birinci sıkıştırma sonundaki pozitif kuvvet alanının ikinci sıkıştırma sonundaki pozitif kuvvet alanına oranı olarak tanımlanmaktadır. İç yapışkanlık (cohesiveness), düşük dereceli sertlik ve yüksek seviyede kaynaşma derecesine sahip yarı katı yiyeceklerin bir özelliği olarak nitelendirilmektedir. Çiğnenebilirlik (chewiness), katı yiyecekleri çiğnemek için gereken enerjinin saptanmasıyla ortaya çıkan bir değer olduğu belirtilmektedir. Tutunabilirlik ve esneklik değerlerinin birleştirilmesinin bir ürünü olan çiğnenebilirlik bu parametrelerin herhangi birinin değiştirilmesinden etkilenmektedir. Esneklik (resilience), yiyeceklerin ilk ısırık bitimi ile ikinci ısırık başlangıcı arasında geçen süre boyunca geri kazandığı yükseklik ile olan ilişkisini belirtmektedir (Huidobro ve ark., 2005).

3.2.2.12. Duyusal Analizler

Duyusal değerlendirme amacıyla, örnekler bir panel sırasında ve farklı panellerde tesadüfi olarak panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Örnekler

toplamda 40 kişiden oluşan bir panelist grubuna 3 farklı oturumda sunulmuştur. Duyusal analiz için yapılan ilk oturumda merkez sıcaklıkları 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen örneklerin panelistler tarafında alışılagelmiş pişirme derecesinde olmadığı ifade edilmiştir. Bu sebeple daha sonraki oturumlarda panelistlere 71˚C'nin yanında 77˚C (well done) ve 82˚C (very well done) sunumları da yapılarak aynı soruların puanlanması talep edilmiştir. Duyusal değerlendirme amacıyla yakın yaş ve ağırlık özelliklerine sahip tosun karkaslarından elde edilen *M. tranversus abdominis* kasları, marinasayon yöntemi ile yumuşatma, enzim kullanarak yumuşatma, mekanik işlem uygulayarak yumuşatma ve kontrol grubu olmak üzere dört farklı uygulamaya tabi tutulmuş ve bu örnekler üç farklı merkez sıcaklığına kadar pişirilerek, toplamda 12 farklı örnek panelistlere sunulmuştur. Örneklerin merkez sıcaklıkları batırılan et termometre probları ile, 71˚C, 77˚C, 82˚C oluncaya kadar süren pişirme işlemlerinden sonra örnekler 2 cm kalınlığında ve 2 cm uzunluğunda olan dilimler şeklinde kesilmiştir. Hazırlanan örnekler pişirme işleminden hemen sonra minumum sıcaklık kaybıyla panelistelere sunulmuştur. Panel sırasında her örnek arasında panelistlere su ve galeta verilip ağız içinin temizlenmesi istenmiştir. Sıralamayı etkilememek için örnekler tesadüfi olarak 3 basamaklı sayılar ile kodlanmıştır (AMSA, 1995; Meilgard ve ark., 2006).

3.2.2.13. Duyusal Analiz - Tercih Testi

Panelistlere sunulan, yakın yaş ve ağırlık özelliklerine sahip tosun karkaslarından elde edilen *M. tranversus abdominis* kasına ait örnekler ilk olarak 71˚C, 77˚C, 82˚C'ye kadar pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra panelistlere sunulup testte belirtildiği şekilde tadım yapmaları ve duyusal değerlendirme tercih testi formunu doldurmaları istenmiştir. Bu işlem farklı yumuşatma tekniklerinden geçmiş etlere göre tekrar edilmiştir. (Altuğ ve Elmacı , 2011)

Tercih testinde kullanılan form Ek.1.'de sunulmuştur.

3.2.2.14. Duyusal Analiz - Basit Sıralama Testi

En fazla beğenilen yumuşaklık derecesini belirlemek amacıyla farklı kodlarla farklı yumuşatma işlemlerinden geçmiş 4 örnek sıralanmıştır. Daha sonra panelistlerin testte belirtilen sıra ile tadım yapması ve tercihlerini kodlamaları istenmiştir (Altuğ ve Elmacı , 2011).

Basit sıralama testinde kullanılan form Ek.2.'de sunulmuştur.

3.2.2.15. İstatistiksel Değerlendirme

Deneysel araştırmalarda, sonuç değişkenindeki değişimi en az hata ile gözleyebilmek için, deneme materyalinde varyasyona sebep olabilecek diğer bütün faktörlerin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Eğer gerekliyse bloklama yapılmalı veya sonucu etkileyen değişkenler kovaryant olarak modele dahil edilmelidir. Özel bir deney tasarımı olan Latin Kare denemeleri bu amaçla kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak, test edilecek uygulama sayısının homojenliğini bozan faktörlerin kategori sayısına eşit olması bu deney tasarımının ön koşulunu oluşturmaktadır. Bu koşulun sağlanamadığı ve varyasyona sebep olan faktör sayısının ikiden fazla olduğu durumlar için geliştirilmiş türleri de mevcuttur (Yıldırım ve Taşdelen, 2012).

Latin kare deneme deseni, test birimleri ya da örnekler arasındaki değişimi ortadan kaldırmak için, testin ya da uygulamanın her birime uygulandığı deneme düzenidir. Latin kare deneme düzeni sonucu etkileyen iki faktörü aynı anda kontrol edebilmektedir. Bu faktörler genellikle satır ve sütün faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Uygulama sayısı ile kontrol altında tutulan faktörlerin seviye sayısı eşit olduğu için karesel yapıya sahip olan deneme düzeninde, her deneme her satır ve sütunda yalnız bir defa denenmektedir (Yıldırım ve Taşdelen, 2012).

Latin karesi, satır sayısının (r), sütun sayısının (c) ve deneme sayısının (a) birbirine eşit olduğu bir tasarımdır. Satır ve sütun düzeylerinin kesiştiği her hücrede bir tane deney birimi vardır. Her deneme (latin harfleri), her satır ve her sütunda yalnız bir kere gözlenir. "r = c = a" olduğu için toplam gözlem sayısı

r^2'dir. Latin karesinin boyutlarını ifade etmek amacıyla "r x r" latin karesi ifadesi de kullanılmaktadır (Şenoğlu ve Acıtaş, 2014).

Bu çalışmada, her bir latin kare için dört farklı tosundan elde edilen dört adet *M. transversus abdominis* kası kullanılmıştır. Ayrıca her bir *M. transversus abdominis* kası dört eşit parçaya ayrılarak dört farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. Bu nedenle, çalışmada, tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kasları (tosun) ve her bir kasın dört eşit parçaya ayrılmasıyla elde edilen farklı uygulama lokasyonları (konum) varyasyon kaynağı olarak belirlenmiş ve satır ve sütün şeklinde iki yönde blok olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan, her bir tekrarlanan latin kare için, dört farklı tosundan elde edilmiş, dört farklı *M. transversus abdominis* kası dört eşit parçaya bölünerek; a) marinasyon yöntemi ile yumuşatma, b) enzim kullanarak yumuşatma, c) mekanik işlem uygulayarak yumuşatma ve d) kontrol grubu olan dört farklı yumuşatma işlemine tabi tutulmuştur. Denemenin üç sefer tekrarlanmasından kaynaklı oniki farklı tosundan elde edilmiş oniki farklı konumda uygulanmış bir deneme dizaynı ortaya çıkmaktadır. Kullanılan lokasyon ve yapılan kodlamalar Çizelge 3.1., Çizelge 3.2., Çizelge 3.3. ve Şekil 3.3., Şekil 3.4., ve Şekil 3.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.

D	A	E	C
A	B	C	D
C	D	A	B
B	C	D	A

Çizelge 3.2.

A	B	C	D
B	C	D	A
C	D	A	B
D	A	B	C

Çizelge 3.3

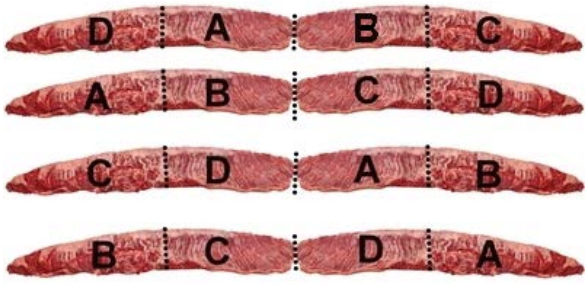
B	A	C	D
C	D	B	A
D	B	A	C
A	C	D	B

A: Marinasyon işlemi ile yumuşatma yöntemi

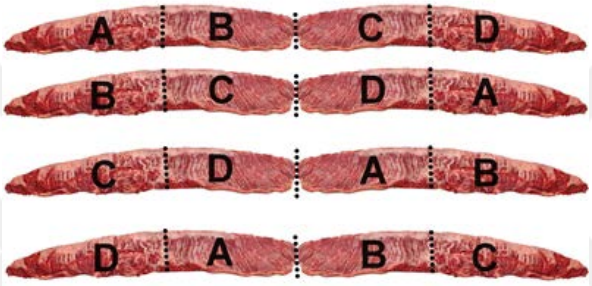
B: Enzim sıvısında bekleterek yumuşatma yöntemi

C: Mekanik işlem uygulayarak yumuşatma yöntemi

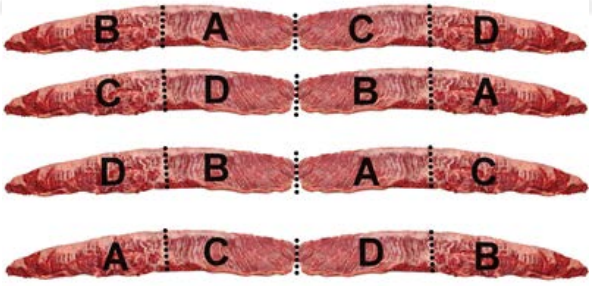
D: Kontrol Grubu



Şekil 3.3. 1.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi



Şekil 3.4. 2.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi



Şekil 3.5. 3.Latin kare denemesinin şekilsel gösterimi

Verilerin istatistiksel analizi, SPSS yazılımı sürümü 20 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, ABD) ile gerçekleştirildi. Çalışma, verilerin toplanması için üç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farkların hangi örnekten kaynaklandığını belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. *M. transversus abdominis* Kasına Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Bu çalışmada, Ülkemizde katma değeri düşük olması nedeniyle daha çok kıymaya işlenerek hak ettiği değere ulaşamayan *M. transversus abdominis* kasının parça et olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde bilinen ve yaygın olarak tüketilen bir Meksika yemeği olan "Fajita" nın hazırlanmasında kullanılan *M. transversus abdominis* kasının parça olarak satışının ve kullanımının sağlanması, Ülkemizde Temmuz 2017'de Et ve Süt Kurumu tarafından satışa sunulan ortalama dana kıyma fiyatının 28.75 TL ve ortalama dana parça et fiyatının 45.00 TL olduğu göz önüne alındığında, ürünün katma değerinin artırılması ile Ülke ekonomisine önemli bir katkının sağlanacağı düşünülmektedir.

Araştırmada benzer bakım ve beslenme programına tabi tutulan 18-22 aylık sağlıklı 12 adet Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, birbirinden bağımsız üç tekrarlayan latin kare denemesi yapılması sebebiyle ayrı ayrı üç grup halinde Çizelge 4.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. *M. transversus abdominis* kontrol gruplarına uygulanan temel analizler.

	pH	% Kül	% Yağ	% Protein	% Nem	L*	a*	b*
1.Latin Kare Denemesi	6.03±0.10	0.73±0.21	8.33±1.19	16.32±0.48	72.03±3.36	46.54±7.70	12.10±6.18	3.75±4.48
2.Latin Kare Denemesi	6.07±0.05	0.91±0.03	7.59±1.93	18.26±0.83	74.74±2.58	47.34±3.34	11.98±4.31	4.63±6.70
3.Latin Kare Denemesi	6.03±0.11	0.75±0.30	7.12±0.85	17.08±0.32	72.55±0.97	47.49±5.18	11.75±3.89	5.21±4.85
Latin Kare Ortalamaları	6.04±0.02	0.80±0.08	7.68±0.49	17.22±0.38	73.11±1.17	47.12±0.44	11.94±0.15	4.53±0.60

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi yumuşatma teknikleri uygulanmadan önce farklı hayvanlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarının birinci, ikinci ve üçüncü latin kare örneklerinde pH değerleri ortalamaları sırası ile 6,03, 6,07 ve

6,03 olarak tespit edilmiştir. Kaslarda oluşan ölüm sonrası en önemli değişiklerden biride pH değerinin azalmasıdır. Kesimi takiben et hafif alkali olup, pH değerleri 7.0 ile 7.3 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. pH değeri kesimden sonra 5.5 değerine veya daha aşağısına kadar düşmektedir. Etin pH değerinin düşmesindeki en büyük rolü ise glikojenin anaerob glikoliz yolu ile yıkılması sonucu oluşan laktik asit oynamaktadır. Kaslarda normal pH düşüşünün yaşanması (laktik asit oluşumu) için gerekli başlıca metabolik substrat glikojen olduğu için kaslarda yeterli miktarda glikojenin bulunması gerekmektedir. Örnek olarak 1 kg kasın pH değerinin 7.2'den 5.5 seviyesine indirilmesi için yaklaşık olarak 45mmol glikojene ihtiyaç duyulmaktadır. Normal süreçte pH değerindeki düşüş, domuz etlerinde 6 ile 12 saat arasında gerçekleşirken, sığır etlerinde ise 18 ile 40 saat arasında tamamlanmaktadır. Kesim sırasında kaslarda ihtiva eden glikojen konsantrasyonu et kalitesini etkileyen en önemli kriterlerden birisi olarak belirtilmektedir. Kesim sırasında kas içerisindeki glikojen konsantrasyonu yeterli seviyede ise ölüm sonrası fazda istenilen miktarda laktik asit oluşması sağlanmaktadır. Belirtilen bu glikojen konsantrasyonu, hayvanın beslenmesine, türüne ve en önemlisi kesim öncesi maruz kaldığı stres durumuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Kesim anında kaslarda bulunan glikojen konsantrasyonu yetersiz ise, ölüm sonrası fazda pH'nın yeterli seviyede düşmediği ve pH değerinin 5.5 seviyesinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun sonucunda (pH>5.8), dayanıklılık süresi azalmış, rengi arzu edilmeyen koyu renge dönüşmüş ve zayıf aroma oluşumuna yol açılmış olan koyu-sert-kuru (DFD) olarak tanımlanan ete dönüştüğü bildirilmektedir (Anar, 2012).

Kasların, ortalama nem oranları, birinci grupta %72.03, ikinci grupta %74.74 ve üçüncü grupta ise %72.55 olarak belirlenmiştir.

Sağlıklı bir sığır karkasından elde edilen etlerde ortalama nem yüzdelerinin %72 ile %75 arasında olduğu belirtilmektedir (Aberle ve ark., 2001: Lawrie ve Ledward, 2006: Warriss, 2000).

Ortalama içerdikleri yüzde(%) yağ oranları, birinci grupta %8.33, ikinci grupta %7.59 ve üçüncü grupta ise %7.12 olarak tespit edilmiştir. Sağlıklı bir sığır karkasından elde edilen etlerde ortalama yağ yüzdelerinin %2.5 ile %15 arasında olduğu belirtilmektedir (Aberle ve ark., 2001: Lawrie ve Ledward, 2006: Warris, 2000). Ortalama protein yüzde (%) oranları ise, birinci grupta %16.32 ikinci grupta %18.26 ve üçüncü grupta ise %17.08 olarak belirlenmiştir. İlgü ve Güneşin (2002) de belirttiği üzere, hayvansal kaynaklı proteinlerin biyolojik değerliliği bitkisel kaynaklılara nazaran daha yüksektir. İnsanların 30-35 gramı hayvansal kaynaklı olmak üzere günlük 75-80 gram protein almaları dengeli beslenebilmeleri için gerekli olan miktardır. Başta sığır eti olmak üzere et ve et ürünleri hayvansal kaynaklı proteinlerin başında gelmektedir. Belirtilen bu bilgiler protein oranlarına verilen dikkati arttırmaktadır.

Sağlıklı bir sığır karkasından elde edilen etlerde ortalama protein yüzdelerinin %15 ile %19 arasında olduğu belirtilmektedir (Aberle ve ark., 2001: Lawrie ve Ledward, 2006: Warriss, 2000).

Kasların, ortalama yüzde (%) kül oranları birinci, ikinci ve üçüncü latin kare örneklerinde sırası ile %0.73 , %0.91 ve %0.75 olarak belirlenmiştir.

Sağlıklı bir sığır karkasından elde edilen etlerde ortalama kül yüzdesinin %1 olduğu belirtilmektedir (Aberle ve ark., 2001: Lawrie ve Ledward, 2006: Warriss, 2000).

Çiğ ve taze örneklerin renk değerlerine bakıldığında ise renk koyuluğu ve parlaklığı hakkında bilgi edinmemizi sağlayan ortalama L* değerleri birinci grup için 46.54 , ikinci grup için 47.34 ve üçüncü grup için 47.49 olarak belirlenmiştir. Örneklerin rengini belirtmemizi sağlayan a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri hakkında; ortalama a* değerleri birinci grup için, 12.10 ikinci grup için, 11.98 ve üçüncü grup için, 11.75 olarak saptanmıştır. Ortalama b* değerleri ise birinci grup için, 3.75, ikinci grup için, 4.63 ve üçüncü grup için, 5.21 olarak belirlenmiştir. DFD et örneklerinin de (pH : 5.8 – 6.2) bulunduğu bir çalışmada, bu örneklerin L*

değeri ortalama 43.5 olarak belirtilmektedir. Aynı çalışmada a* değeri ortalama 26.96 ve b* değeri ortalama 19.6 olarak belirtilmektedir (Sammel ve ark, 2002).

4.2. Farklı Et Yumuşatma Tekniklerinin *M. tranversus abdominis* Kaslarının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri

Benzer yaş ve ağırlık özelliklerine sahip dana karkaslarından elde edilen *M. tranversus abdominis* kasına, marinasyon yöntemi ile yumuşatma, enzim kullanarak yumuşatma, mekanik işlem uygulayarak yumuşatma ve kontrol grubu olmak üzere dört farklı yöntem uygulanmıştır.

4.2.1. pH Değerleri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama pH değerleri Şekil 4.1.'de verilmiştir.

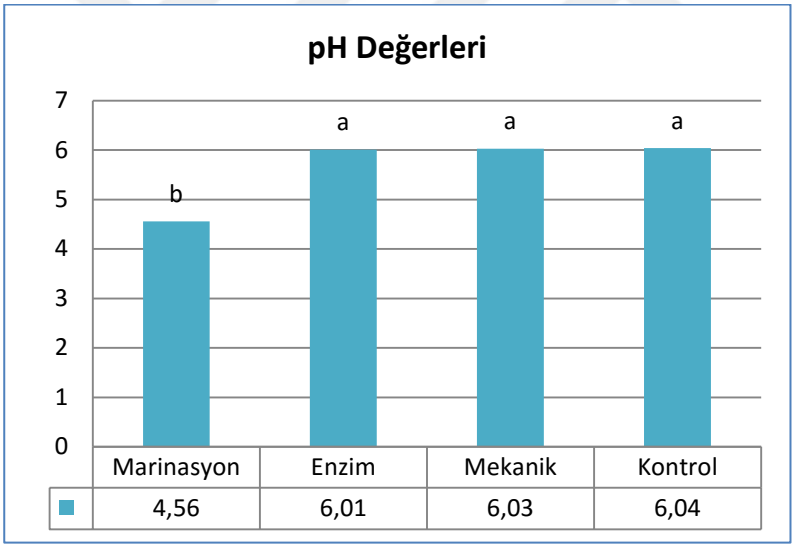
Holstein (siyah alaca) ırkı tosunların, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki pH değeri 6.03 - 6.07 (ortalama 6,04) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). Marsh ve ark. 1981 yılında kesim sonrası pH ve sıcaklığın et kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada kesim sonrası 1 gün dinlendirilen sırt kaslarının pH değerlerini 5,45 ve 6,62 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Şekil 4.1.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde pH değerleri ise 4.56 – 6.04 arasında değişmiştir.

Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin pH değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, beklenildiği gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 4.56 ile en düşük pH değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Oreskovich ve arkadaşlarının (1992) bildirdiğine göre, asetik asit (CH_3COOH, ph: 2.5) ile marine ettikleri başlangıç pH

değerleri ortalama 5.54 olan tosun kas örneklerinde saptadıkları pH değeri ortalama 3.06 olarak bildirilmektedir. Tuz (ph: 6.5) ve fosforik asit (ph: 1.5) ile marine edilen diğer örneklerin, ortalama pH değerleri ise sırayla ortalama 5.01 ile 1.94 olarak bildirilmiştir. İstrati'nin (2012) bildirdiğine göre, yaptıkları bir çalışmada papain enzimi ile muamele edilen tosun kas örneklerinin pH değeri ise ortalama 6.29 olarak belirtilmiştir.

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD sığır bifteklerinin pH değerinin ortalama 4.55 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD bifteklerin pH değerinin ise ortalama 6.37 olarak saptandığı belirtilmektedir.



Şekil 4.1. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pH değerleri.

4.2.2. Nem (%) Değerleri

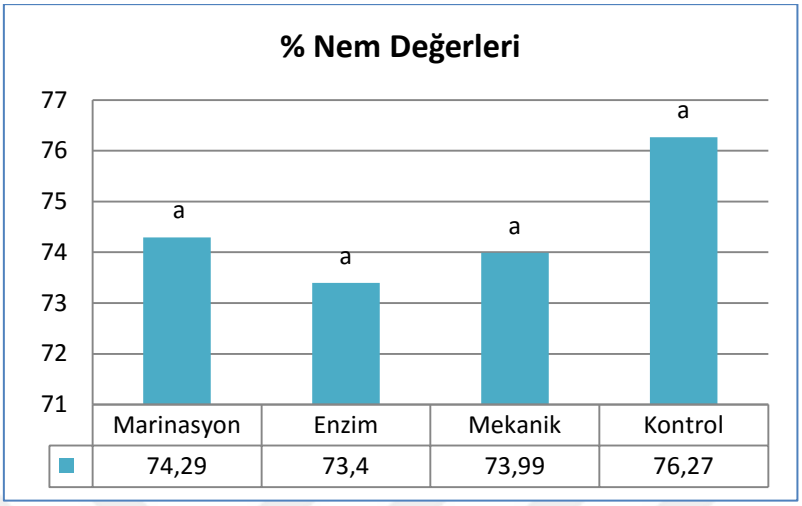
Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama yüzde (%) nem değerleri Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Holstein ırkı tosunların, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki yüzde (%) nem değeri %72.03 – %74.74 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.). Ionescu ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, papain ve bromelin enzimlerinin tosun etine olan kimyasal ve fiziksel etkilerini araştırdıkları çalışmada ise kullandıkları tosun kası örneklerinde yapılan analiz sonucunda nem oranı ortalama olarak %75.80 olarak saptanmıştır.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin nem değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.2.'teki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde nem değerleri ise %73.40 – %76.27 arasında değişmiştir.

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, yayınladıkları çalışmada kontrol grubu tosun kaslarında nem oranını ortalama %80.36 olarak belirtirken, asetik asit ile marine edilmiş olan tosun kaslarının ise nem oranını ortalama 65.14 olarak belirledikleri gözlenmiştir.

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD sığır bifteklerinin toplam nem değerinin ortalama %71 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD bifteklerin nem değerinin ise ortalama %75.9 olarak saptandığı belirtilmektedir.



Şekil 4.2. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama % nem değerleri.

4.2.3. Kül (%) Değerleri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama kül değerleri Şekil 4.3.'de verilmiştir.

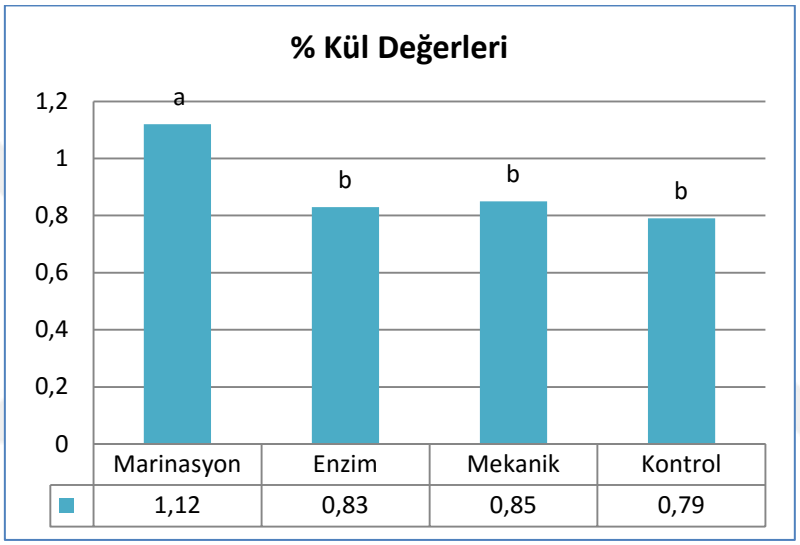
Holstein ırkı tosunlarının, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki yüzde (%) kül değeri 0.73 – 0.91 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.).

Şekil 4.3.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde kül değerleri ise 0.79 – 1.12 arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin kül değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, beklenildiği gibi % 2.5 oranında tuz (NaCl) içeren, 0.2 M' lık asetik asit çözeltisi kullanılan marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama % 1.12 ile en yüksek kül değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama kül değerleri ise 0.79 ile 0.85 arasında değişkenlik göstermektedir.

Aktaş ve Kayanın 2001 yılında bazı organik asitlerle marine edilen sığır sırt kaslarının duyusal ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tüm deneme gruplerında kül değerleri oratalama %1.0 olarak tespit edilmiştir.

Martin ve arkadaşlarının (2013) bildirdiğine göre, Amerika Birleşik Devletleri besin veri tabanını güncellemek için yaptıkları çalışmada *M. transversus abdominis* kaslarının ortalama kül değerleri %1.02 ile %1.09 olarak saptanmıştır.



Şekil 4.3. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama % kül değerleri.

4.2.4. Pişirme Kaybı (%) değerleri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda 71ºC iç sıcaklığa gelinceye kadar pişirilmesi sonucu belirlenen ortalama pişirme kaybı (%) değerleri Şekil 4.4.'de verilmiştir.

Şekil 4.4.'teki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde pişirme kaybı değerleri %24.09 – %33.54 arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin yüzde (%) pişirme kaybı değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama %33.54 ile en yüksek pişirme kaybı değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama pişirme kaybı değerleri ise %24.09 ile %28.46 arasında değişkenlik göstermektedir. Pişme kaybı, ette pişirme işlemi sırasında meydana gelen ağırlık kaybıdır. Pişirme kaybının artmasının verimi düşürdüğü ve maliyetleri yükseltiği belirtilmektedir. Pişirme sırasında kaybolan sıvıda çözünmüş bileşenler (mineral, vitamin vb.) olacağından besin değerinde de bir miktar azalmanın yaşanacağı belirtilmektedir (Kondaiah ve ark. 1985, Pietrasik ve Shand 2003).

Sweeten ve Recio'nun (1985) bildirdiğine göre, sığır etek bifteklerinin (skirt steak) lezzet kabiliyeti ve birtakım fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, mekanik (bıçak) yumuşatma (blade tenderization) uygulanan örneklerin pişirme kaybının %32.3 olarak saptandığını belirtirken, kontrol grubunun pişirme kaybının ise %33.6 olarak saptandığını belirtmektedirler.

Scheeder ve arkadaşlarının (2001) bildirdiğine göre, farklı yağ oranlarına sahip beslenme planındaki tosunlardan elde edilen bifteklerde yağ asidi kompozisyonu ve pişirme kayıplarını araştırdıkları çalışmada kontrol grubu tosun kaslarında, ızgara ile yapılan pişirme işlemi sonu pişirme kaybı ortalama olarak %33 olarak ifade edilmiştir.

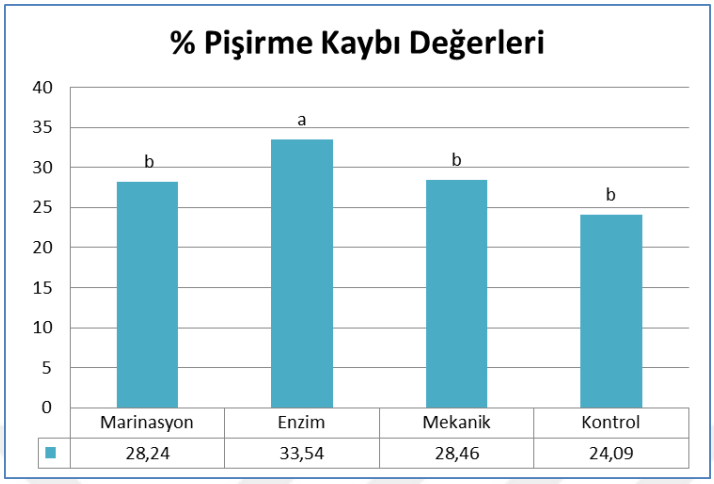
Aktaş ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, organik asitlerin bifteklerin sus tatma kapasitesi, pişirme kaybı ve tekstürel özellikleri üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada marine edilmiş tosun kaslarında pişirme kayıplarının %18.06 ile %40.08 arasında değişiklik gösterdiği belirtilmektedir.

Yancey ve arkadaşlarının (2011) bildirdiğine göre, *longissimus* kaslarından elde edilen dana bifteklerinde, pişirme yöntemleri ve ulaşılan son sıcaklığın etlerde ki pişirme kaybı pişmiş iç renk ve WBSF değerlerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmada ise sığır kaslarında yapılan pişirme işlemi sonucunda ortalama pişirme kaybı olarak %29.3 değeri verilmektedir.

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD sığır bifteklerinin pişirme kaybı değerinin ortalama %35.8 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD bifteklerin pH değerinin ise ortalama %29.2 olarak saptandığı belirtilmektedir.

Pietrasik ve Shand'in (2011) bildirdiğine göre, fosfat tuzları ile marinasyon işlemi, mekanik yumuşatma işlemi ve *Aspergillus oryzae* ya da *Bacillus subtilis* bakterilerinden elde edilen proteolitik enzimlerle yumuşatma işlemlerine tabi tutulan, *semimembranosus* kaslarından elde edilmiş bifteklerin yumuşaklığına olan etkilerini araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu örneklerinde ortalama %29.7 oranında pişirme kaybı saptanırken, mekanik yumuşatmaya tabi tututan örnekler ortalama %23.3, *Aspergillus oryzae'*den elde edilmiş olan %0.002 proteaza maruz bırakılmış örnekler ortalama %33.2 ve *Bacillus subtilis*'den elde edilmiş olan %0.002 proteaza maruz bırakılmış örnekler için ise ortalama %34.3 oranında pişirme kaybı saptandığını belirtilmektedir.

Akpan ve Omojola'nın (2015) bildirdiğine göre, ham papain enzimi enjekte edilmiş sığır bifteklerinin kalite özelliklerini araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu örneklerinde ortalama %32.80 oranında pişirme kaybı saptanırken, %0.2 oranında ham papain enjekte edilmiş örneklerde ortalama %41.55 ve %0.8 oranında ham papain enjekte edilmiş örneklerde ise ortalama %46.67 oranında pişirme kaybı saptandığı bildirilmektedir.



Şekil 4.4. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre (71ºC iç sıcaklık için) ortalama % pişirme kaybı değerleri.

4.2.5.Marinasyon Çözeltisi Absorbsiyonu

Laboratuvar ortamında hazırlanan 0.2M asetik ve %2.5 oranında NaCl içeren marinasyon sıvıları kullanılarak 24 saat uygulanan yumuşatma yöntemi sonucu örneklerin ağırlıklarına oranla absorbe ettikleri değerler; 1.Latin kare denemesi için ortalama %3.10 , 2.Latin kare denemesi için %4.53 ve son olarak 3.latin kare denemesi için %3.30 olarak saptanmıştır.

4.2.6.Enzim Çözeltisi Absorbsiyonu

Hazır olarak temin edilen ve %32 oranında saf papain enzimi içeren, enzim çözeltisi kullanılarak 15 dk uygulanan yumuşatma yöntemi sonucu örneklerin ağırlıklarına oranla absorbe ettikleri değerler; 1.Latin kare denemesi için ortalama %5.03, 2.Latin kare denemesi için %3.60 ve son olarak 3.latin kare denemesi için %3.13 olarak saptanmıştır.

4.2.7. Çiğ Örnek L*, a* ve b* Değerleri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama L* renk değerleri Şekil 4.5. de verilmiştir.

Holstein ırkı tosunlarının, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki L* renk değeri 46.54 – 47.49 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.).

Şekil 4.5.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde L* renk değerleri ise 44.84 – 49.81 arasında değişmiştir.

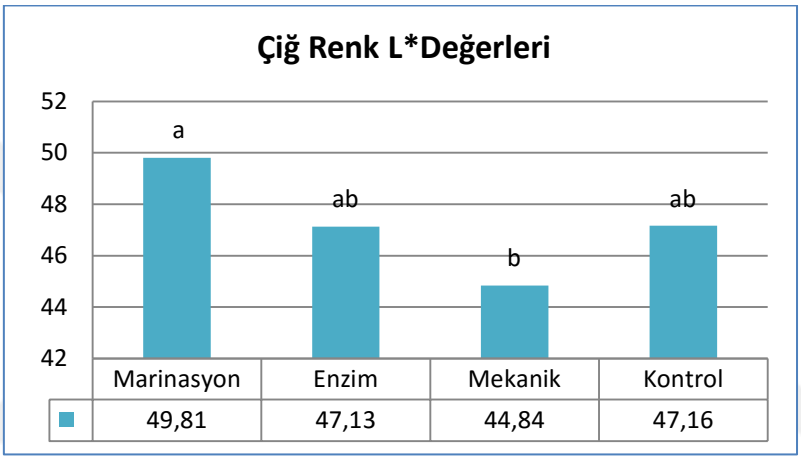
Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin L* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda en yüksek L* değerinin, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama L* değeri 49.81 olarak belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama L* değerleri ise 44.84 ile 47.16 arasında değişkenlik göstermektedir.

Farklı pişirilme derecelerinin sığır etine etkilerinin incelendiği çalışmada çiğ etlerin L* değerlerinin 50.5 ile 53.5 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Hague ve ark. 1994).

Liu ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, sığır bifteklerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerini belirledikleri çalışmada çiğ bifteklerin ortalama L* renk değerlerini 2 günlük post mortem ardından 37.13 olarak saptadıklarını belirtmektedirler.

Hinkle'ın (2010) tez çalışmasında bildirdiğine göre, asit marinasyonunun sığır kaslarına olan bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, *Biceps femoris* kaslarının L*renk değerinin ortalamalarını 8 saatlik marinasyon sonrasında, asetik asit için; 40.20'den 40.41'e yükseldiği, sitrik asit için;40.57'den 40,28'e düştüğü ve laktik asit için;38.52'den 41.51'e yükseldiği belirtmektedir.

Kahraman ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, bazı organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin sığır sığır eti kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, çiğ örneklerin L* değerinin ortalamalarını kontrol grubu için 35.13 olarak saptarken, 12 saatlik marinasyon (0.2M) sonrasında, asetik asit için; 39.97, sitrik asit için; 39.92 ve laktik asit için; 39.82 olarak saptandığını belirtmektedirler.



Şekil 4.5. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek L*renk değerleri.

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama a* renk değerleri Şekil 4.6. da verilmiştir.

Holstein ırkı tosunlarının, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki a* renk değeri 11.75 – 12.10 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.).

Şekil 4.6.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde a* renk değerleri ise 5.79 – 13.09 arasında değişmiştir.

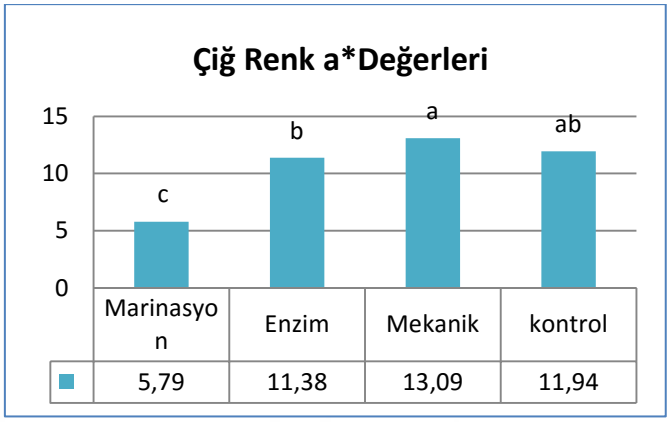
Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin a* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.6. da görüldüğü gibi, marinasyon

yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 5.79 ile en düşük a* renk değerine sahip oldukları belirlenirken, mekanik uygulama ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 13.09 ile en yüksek a* renk değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama a* renk değerleri ise 11.38 ile 11.94 arasında değişkenlik göstermektedir.

Sığır bifteklerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada çiğ bifteklerin ortalama a* renk değerlerini 2 günlük post mortem ardından 16.22 olarak saptandığı belirtilmektedir (Lui ve ark. 2003).

Hinkle'ın (2010) bildirdiğine göre, asit marinasyonunun sığır kaslarına olan bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, *Biceps femoris* kaslarının a* değerinin ortalamalarını 8 saatlik marinasyon sonrasında, asetik asit için; 24.47'den 16.36'ya düştüğü, sitrik asit için; 24.13'ten 19.76'ya düştüğü ve laktik asit için;25.30'dan 17.20'ye düştüğü belirtilmektedir.

Kahraman ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, bazı organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin sığır sığır eti kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, çiğ örneklerin a* değerinin ortalamalarını kontrol grubu için 8.18 olarak saptarken, 12 saatlik marinasyon (0.2M) sonrasında, asetik asit için; 6.70, sitrik asit için; 6.59 ve laktik asit için; 6.66 olarak saptandığını belirtmektedirler.



Şekil 4.6. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek a* renk değerleri.

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama b* renk değerleri Şekil 4.7. de verilmiştir.

Holstein ırkı tosunlarının, yumuşatma teknikleri uygulanmadan önceki b* renk değerleri 3.75 – 5.21 arasında değişmektedir .

Şekil 4.7.'teki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde b* renk değerleri ise 3.75 – 4.53 arasında değişmiştir.

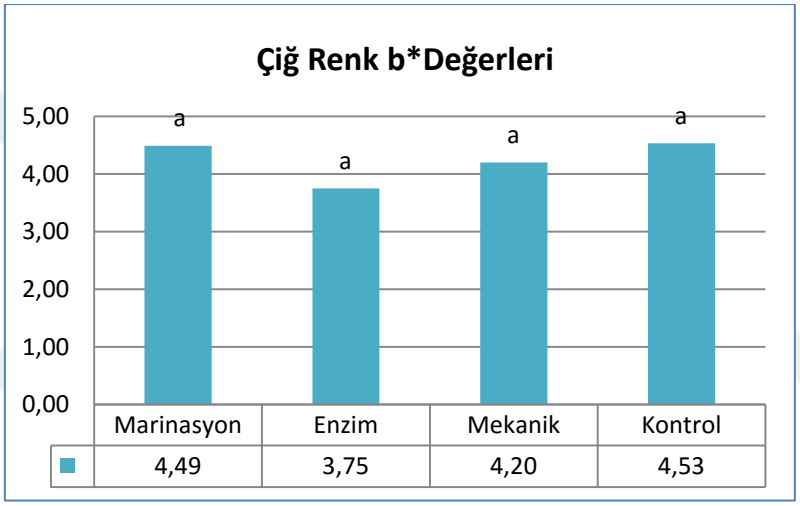
Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin b* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Liu ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, yaptıkları sığır bifteklerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerini belirledikleri çalışmada çiğ bifteklerin ortalama b* renk değerlerini 2 günlük post mortem ardından 6.48 olarak saptadıklarını belirtmektedirler.

Hinkle'ın (2010) bildirdiğine göre, asit marinasyonunun sığır kaslarına olan bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, *Biceps femoris* kaslarının b* değerinin ortalamalarını 8 saatlik marinasyon sonrasında, asetik asit

için; 23.16'dan 13.83'e düştüğü, sitrik asit için; 20.89'dan 13.67'ye düştüğü ve laktik asit için; 25.94'den 13.63'e düştüğü belirtmektedir.

Kahraman ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, bazı organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin sığır eti kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, çiğ örneklerin b* değerinin ortalamalarını kontrol grubu için 10.58 olarak saptarken, 12 saatlik marinasyon (0.2M) sonrasında, asetik asit için; 10.59, sitrik asit için; 10.55 ve laktik asit için; 10.57 olarak saptandığını belirtmektedir.



Şekil 4.7. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama çiğ örnek b* renk değerleri.

4.2.8. Pişmiş Örnek L*, a* ve b* Değerleri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılıp pişirilmesi sonucunda belirlenen ortalama L* renk Şekil 4.8. de verilmiştir.

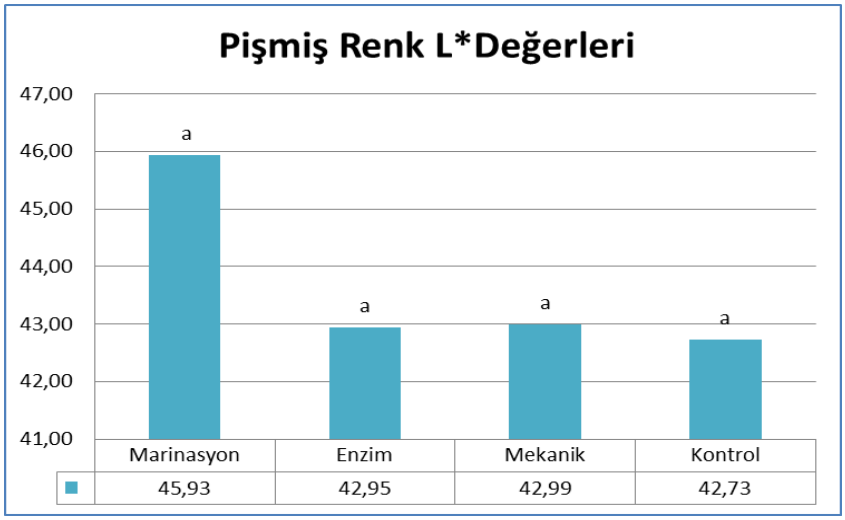
Şekil 4.8.'teki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde L* renk değerleri ise 42.73 – 45.93 arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin L* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Arganosa ve Marriott'un (1989) bildirdiğine göre, organik asitlerin sığır etlerine olan fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, pişirilmiş sığır kaslarının L*renk değerinin ortalama 32.58'den, asetik asit için; 37.60, sitrik asit için; 3 .63 ve laktik asit için; 37,69 'a yükseldiğini belirtmektedirler.

Sığırlardan elde edilen, *longissimus* kaslarında yapılan pişirme işlemi sonrasında 71ºC'ye kadar pişirilen kasların ortalama L* değerleri 58.4 olarak saptanıldığı belirtilmektedir (Yancey ve ark. 2011).

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD pişmiş sığır bifteklerinin L* renk değerinin ortalama 46.46 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD pişmiş bifteklerin L* renk değerinin ise ortalama 51.57 olarak saptandığı belirtilmektedir.



Şekil 4.8. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pişmiş örnek L* renk değerleri (71ºC).

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılıp pişirilmesi sonucunda belirlenen ortalama a* renk Şekil 4.9. da verilmiştir.

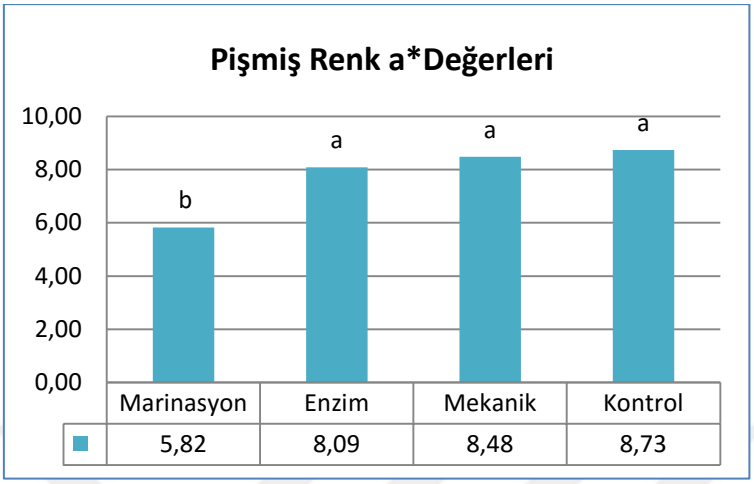
Şekil 4.9.'daki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde a* renk değerleri ise 5.82 – 8.73 arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin a* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin, ortalama 5.82 ile en düşük a* renk değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama a* renk değerleri ise 8.09 ile 8.73 arasında değişkenlik göstermektedir.

Arganosa ve Marriott'un (1989) bildirdiğine göre, organik asitlerin sığır etlerine olan fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, pişirilmiş sığır kaslarının a*renk değerinin ortalama 5.15'ten, asetik asit için; 3.07, sitrik asit için; 3.23 ve laktik asit için; 3.29 'a düştüğünü belirtmektedirler.

Sığırlardan elde edilen, *longissimus* kaslarında yaptılan pişirme işlemi sonrasında 71ºC'ye kadar pişirilen kasların ortalama a* değerleri 19.9 olarak saptanıldığı belirtilmektedir (Yancey ve ark. 2011).

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD pişmiş sığır bifteklerinin a* renk değerinin ortalama 12.15 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD pişmiş bifteklerin a* renk değerinin ise ortalama 24.63 olarak saptandığı belirtilmektedir.



Şekil 4.9. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama pişmiş örnek a* renk değerleri (71ºC).

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılıp pişirilmesi sonucunda belirlenen ortalama b* renk Şekil 4.10. da verilmiştir.

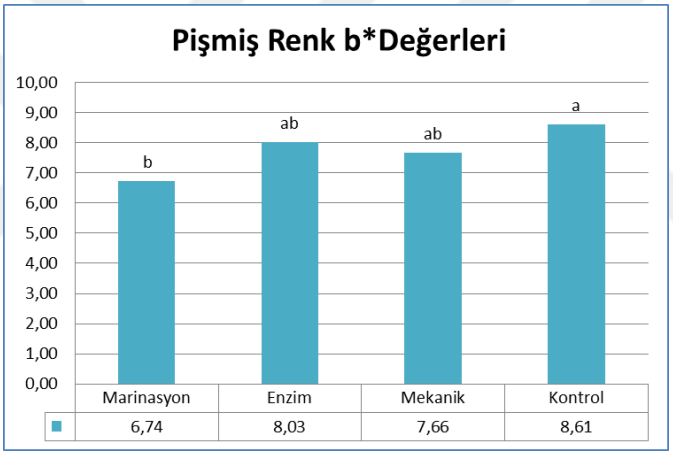
Şekil 4.10.'daki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde a* renk değerleri ise 6.74 – 8.61 arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin b* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin, ortalama 6.74 ile en düşük b* değerine sahip oldukları belirlenirken, kontrol grubuna ait örneklerin ortalama 8.64 ile en yüksek b* değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama b* renk değerleri ise 7.66 ile 8.61 arasında değişkenlik göstermektedir.

Arganosa ve Marriott'un (1989) bildirdiğine göre, organik asitlerin sığır etlerine olan fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, pişirilmiş sığır kaslarının b*renk değerinin ortalama, asetik asit için; 5.24, sitrik asit için; 5.56 ve laktik asit için; 5.80 olarak saptandığını belirtmektedirler.

Sığırlardan elde edilen, *longissimus* kaslarında yapılan pişirme işlemi sonrasında 71ºC'ye kadar pişirilen kasların ortalama b* değerleri 17.1 olarak saptanıldığı belirtilmektedir (Yancey ve ark., 2011).

Sawyer ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, laktik asit ve NaCl marinasyonunun DFD sığır bifteklerine olan bazı fiziksel etkilerini inceledikleri çalışmada, %2 laktik asit ve %0.5 NaCl uygulanan DFD pişmiş sığır bifteklerinin b* renk değerinin ortalama 13.97 olarak saptandığı belirtilirken, kontrol grubu DFD pişmiş bifteklerin b* renk değerinin ise ortalama 21.57 olarak saptandığı belirtilmektedir.



Şekil 4.10. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre pişmiş örnek ortalama b* renk değerleri.

4.2.9. Warner Bratzler Kesme Kuvveti Testi

Warner-Bratzler kesme kuvvetinin kökenleri 1920'lerin sonlarında K. F. Warner ve arkadaşları tarafından pişmiş et örneklerinin yumuşaklığı belirlenmesinde bir gösterge olması amacıyla et örneklerinin kesilmesi fikrinden ortaya çıkmıştır. Daha sonraki dönemlerde ise L. J. Bratzler tarafından bıçak şekli, kalınlığı, kesici kenarın keskinlik derecesi, makaslama hızı gibi özellikler geliştirmiştir. Günümüzde, Warner-Bratzler kesme kuvveti, et yumuşaklığını

belirlemede en yaygın kullanılan enstrümantal ölçüt olmaya devam etmektedir (Wheeler ve ark., 1997).

Warner-Bratzler kesme kuvveti ölçümlerinin sonuçlarını birçok faktör etkileyebileceği bildirilmektedir. En büyük potansiyel etkiye sahip olan faktör, örnek korlarının, kas liflerine göre yönelimi olduğu belirtilmektedir. Bir dizi çalışma (Bratzler'in orijinal çalışması da dahil olmak üzere) örnek korlarının kas liflerine paralel yönlendirilmesi gerektiğine karar vermiş olsa da, karşıt görüşteki çalışmalar daha fazla çalışma yapılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir. Ancak, Warner-Bratzler kesme kuvveti ölçümlerinin tekrarlanabilirliğinin yüksek olması nedeniyle, günümüzde en hassas ve tekrarlanabilir veriyi elde etmek için örnek korlarının kas liflerine paralel yönlendirilmesi gerektiği sonucuna varıldığı belirtilmektedir (Wheeler ve ark., 1997).

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakıldıktan sonra pişirilmesi (71ºC) sonucunda belirlenen ortalama Warner Bratzler kesme kuvveti değeri Şekil 4.11. de verilmiştir.

Şekil 4.11.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde Warner Bratzler kesme kuvveti değeri 3.86 kg – 5.20kg arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin Warner Bratzler kesme kuvveti değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın en düşük değerle, mekanik yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi, mekanik yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 3.86kg ile en düşük Warner Bratzler kesme kuvveti değeri sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örnekler arasında enzim ile yumuşatma uygulanan örnekler 4.45kg değerine sahipken marinasyon ile yumuşatma uygulanan örnekler ile kontrol grubu sırasıyla, 5.20 ve 5.09kg Warner Bratzler kesme kuvveti değerine sahip olmuşlardır.

Aktaş ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, organik asitlerin *longissimus* kaslarının yumuşaklığına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubu örneklerinin WB kesme kuvveti değeri ortalama 15.31kg iken, %1.5 sitrik asit ile marine edilen örneklerin WB kesme kuvveti değeri ortalama 7.21 kg ve %1.5 laktik asit ile marine edilen örneklerin WB kesme kuvveti değeri ortalama 3.51kg olarak saptadıklarını belirtmektedirler.

Liu ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, yaptıkları sığır bifteklerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerini belirledikleri çalışmada 2 günlük post mortem ardından 71ºC'ye kadar pişirilmiş bifteklerin ortalama WBSF değerlerini 7.38kg olarak saptadıklarını belirtmektedirler.

Voges ve arkadaşlarının (2007) bildirdiğine göre, ABD'de perakende ve toptan gıda hizmetleri sunan kuruluşlardan temin edilen sığır etleri için Warner-Bratzler kesilme değeri ve duyusal panel değerlendirmelerinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, sığırların döş kısmından elde edilen bifteklerin WB kesme kuvveti değeri ortalama 3.67kg olarak saptandığı belirtilmektedir.

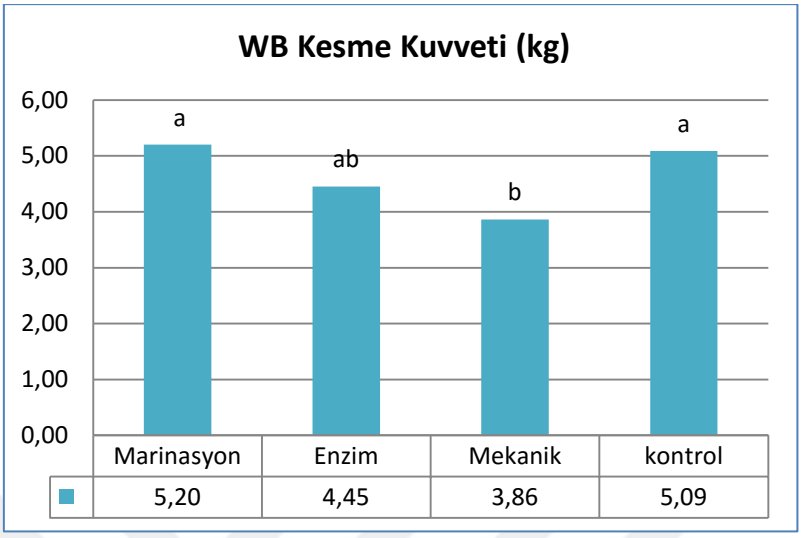
Destefanis ve arkadaşlarının (2008) bildirdiğine göre, tüketicilerin ette yumuşaklık algısı ile WBSF test sonuçlarının kıyaslanmasını amaçlayan çalışmalarında, WBSF testine tabi tuttulan 60 adet *longissimus thoracis* kası örneklerinde 2.34kg ile 7.40kg arsında değişen değerler saptadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca oluşan bu farklığın sebebi olarak sığırların cinsi, yaşı ve kesim sonrası olgunlaşma zamanları gösterilmektedir.

Kahraman ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, bazı organik asitlerle yapılan marinasyon işleminin sığır sığır eti kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı tez çalışmasında, WBSF değerleri ortalamalarını kontrol grubu için 6.56kg olarak saptarken, 12 saatlik marinasyon (0.2M) sonrasında, asetik asit için; 5.34kg, sitrik asit için; 4.97kg ve laktik asit için; 4.69kg olarak saptandığını belirtmektedir.

Pietrasik ve Shand'in (2011) bildirdiğine göre, fosfat tuzları ile marinasyon işlemi, mekanik yumuşatma işlemi ve *Aspergillus oryzae* ya da *Bacillus subtilis* bakterilerinden elde edilen proteolitik enzimlerle yumuşatma işlemlerine tabi tutulan, *semimembranosus* kaslarından elde edilmiş bifteklerin yumuşaklığına olan etkilerini araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu örnekleri ortalama 7.56kg WB kesme kuvveti saptanırken, mekanik yumuşatmaya tabi tututan örnekler ortalama 6.33kg, *Aspergillus oryzae'*den elde edilmiş olan %0.002 proteaza maruz bırakılmış örnekler ortalama 6.47kg ve *Bacillus subtilis*'den elde edilmiş olan %0.002 proteaza maruz bırakılmış örnekler için ise ortalama 6.06kg WB kesme kuvveti saptandığını belirtilmektedir.

Akpan ve Omojola'nın (2015) bildirdiğine göre, ham papain enzimi enjekte edilmiş sığır bifteklerinin kalite özelliklerini araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu örneklerinde ortalama 5.45kg WB kesme kuvveti saptanırken, %0.2 oranında ham papain enjekte edilmiş örneklerde ortalama 4.34 kg ve %0.8 oranında ham papain enjekte edilmiş örneklerde ise ortalama 2.40 kg WB kesme kuvveti saptandığı bildirilmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, uygulanan yumuşatma yöntemlerinin WB kesme kuvveti sonuçları yönünden, kontrol grubuna kıyasla etkili olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.11. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama WB kesme kuvveti değerleri (71ºC).

4.2.10. Tekstür Profil Analizi (TPA)

İnsanlar için etin lezzet algısının, çiğneme sırasında duyusal ve fiziksel süreçlerin karmaşık bir etkileşiminden türediği ve et yumuşaklığını tahmin etmeyle ilgili çeşitli nesnel yöntemler geliştirilmesine rağmen, bunlar genellikle tek bir parametrenin ölçülmesine dayanır ve hiçbirinin tekbaşına çiğneme hareketinin karmaşıklığını tamamen taklit edemediği bildirilmektedir. Bu sınırlamayı kabul eden mekanik mastikasyon (çiğneme) işlemi doku profili analizi (TPA) kullanılarak simüle edilebileceği bildirilmektedir. TPA analizlerinin sadece çiğneme hareketinin simulasyonundan ibaret olmaması sebebiyle, çalışmanın amacına göre kullanılacak veriler filtrelenmek durumunda kalmaktadır (Caine ve ark. 2003: Huidobro ve ark. 2005).

Yapılan uygulamaların temel olarak *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşamasını amaçladığı için, "Sertlik" (Hardness), "Tutunabilirlik" (adhesiveness), "İç yapışkanlık" (Cohesiveness), "Çiğnenebilirlik" (Chewiness) ve "Esneklik" (Resilience) verileri istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur

(Serdaroğlu ve Ark. 2007: Huidobro ve Ark. 2005: Sasaki ve Ark. 2014: Caine ve Ark. 2003).

4.2.11. TPA Sertlik (Hardness) Değeri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama TPA sertlik değeri Şekil 4.12. de verilmiştir.

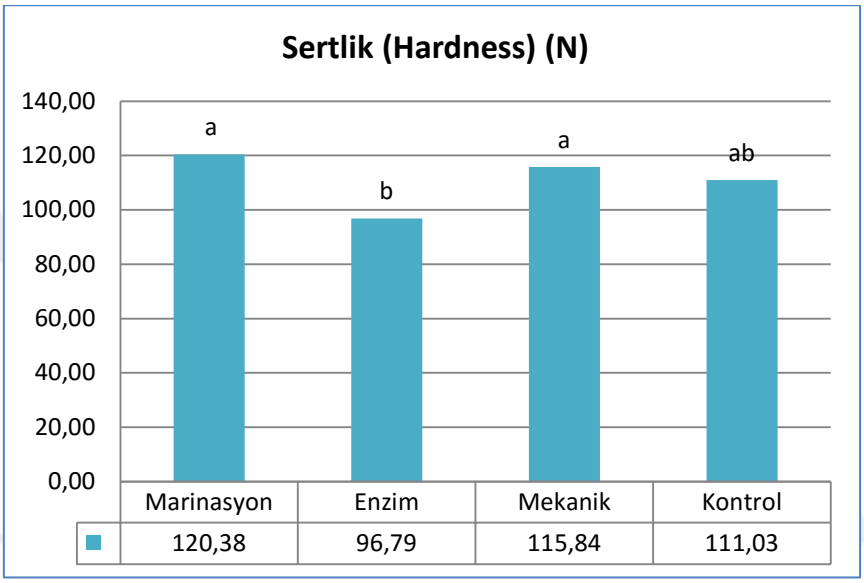
Şekil 4.12.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde TPA sertlik değeri 96.79 – 120.38N arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin TPA sertlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 96.79N ile en düşük TPA sertlik değeri sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama TPA sertlik değeri ise 111.03N ile 120.38N arasında değişkenlik göstermektedir.

Burke ve Monahan'ın (2003) bildirdiğine göre, organik asitlerle marinasyon işlemine tabi tutulan bifteklerin sertlik değerlerini kıyasladıklarında, kontrol grubuyla kıyaslandığında, sitrik asit (0.2M) için %75'lik, asetik asit için (0.2M) %68'lik ve laktik asit (0.2M) için %64'lük bir sertlik değeri kaybını gözlemlediklerini belirtmektedirler.

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, sığır *semitendinosus* kasına zayıf organik asitler ve NaCl ile yapılan marinasyonun bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, %1.5 asetik asit ve %2 oranında NaCl ile marinasyona tabi tutulan örneklerin TPA sertlik değerlerini ortalama 141.8N olarak saptandığını belirtmektedirler.

Sasaki ve arkadaşlarının (2014) bildirdiğine göre, sığır eti yumuşaklığını baz alan japon tüketici algılamalarını karakterize etme ve sınıflandırmaya yönelik yaptıkları çalışmada, merkez sıcaklığı 72ºC'ye kadar pişirilen sığır bifteklerinin TPA sertlik değerini 75N olarak saptadıklarını bildirmektedirler.



Şekil 4.12. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA kesme değerleri (71ºC).

4.2.12. TPA Tutunabilirlik (Adhesiveness) Değeri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama TPA tutunabilirlik değeri Şekil 4.13 de verilmiştir.

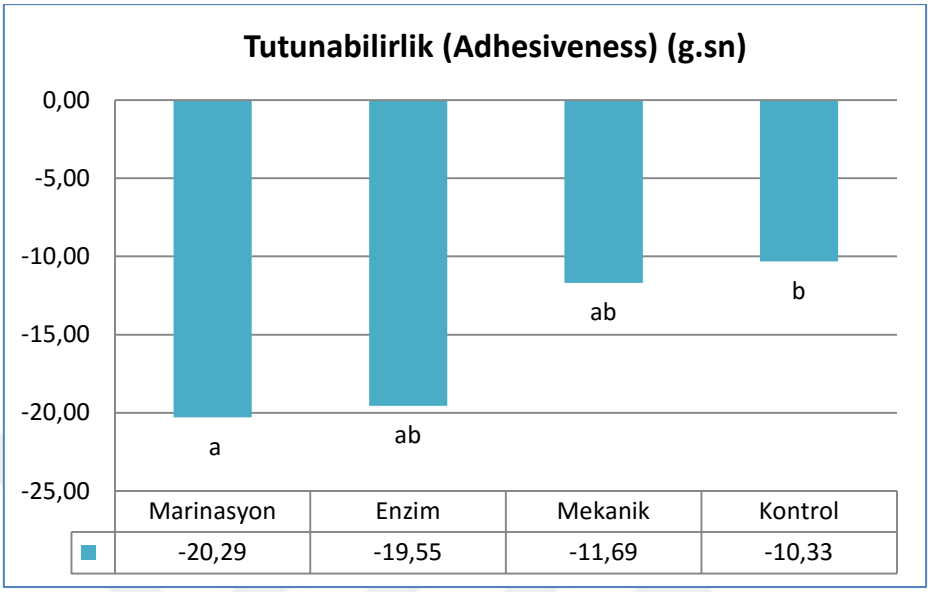
Şekil 4.13.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde TPA tutunabilirlik değeri -10.33 ile -20.29g.sn arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin TPA tutunabilirlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi

sonucunda farklılığın, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.13.'de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama -20.29g.sn ile en düşük TPA tutunabilirlik değeri sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama TPA tutunabilirlik Değeri ise -10.33 g.sn ile -19.55 g.sn arasında değişkenlik göstermektedir.

Caine ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, doku profili analizi (TPA) ile Warner-Bratzler kesme kuvvetinin sığır bifteklerinin duyusal özellikleri ile arasındaki ilişkisini araştırdıkları çalışmada, kesim sonrası 24 saat olgunlaştırılmaya bırakılan *longissimus thoracis* kasları merkez sıcaklığı 72ºC'ye kadar pişirilmiş ve ortalama TPA tutunabilirlik değerleri -24.6 g.sn olarak saptandığı belirtilmektedir.

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, sığır *semitendinosus* kasına zayıf organik asitler ve NaCl ile yapılan marinasyonun bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, %1.5 asetik asit ve %2 oranında NaCl ile marinasyona tabi tutulan örneklerin TPA tutunabilirlik değerlerini ortalama -38 g.sn olarak saptandığını belirtmektedirler.



Şekil 4.13. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA tutunabilirlik değerleri.

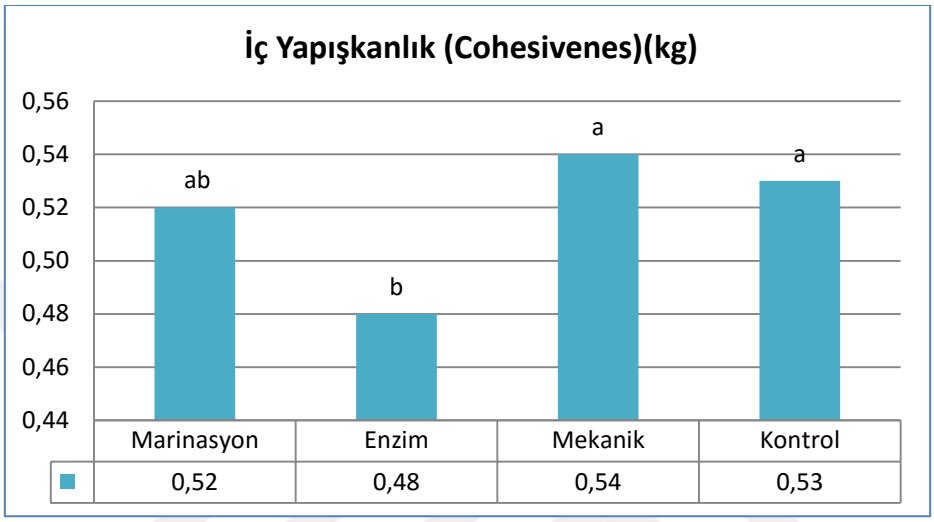
4.2.13. TPA İç Yapışkanlık (Cohesiveness) Değeri

Holstein ırkı tosunlara ait *M.transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama TPA iç yapışkanlık değeri Şekil 4.14. de verilmiştir.

Şekil 4.14.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde TPA iç yapışkanlık değeri 0.48 ile 0.54kg arasında değişmiştir.

Holstein ırkı erkek sığırlardan elde edilen *M.transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin TPA iç yapışkanlık değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.14.'de görüldüğü gibi, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 0.48kg ile en düşük TPA iç yapışkanlık değeri sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer

yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama TPA iç yapışkanlık değeri ise 0.52 kg ile 0.54kg arasında değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.14. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA iç yapışkanlık değerleri.

4.2.14. TPA Çiğnenebilirlik (Chewiness) Değeri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama TPA çiğnenebilirlik değeri Şekil 4.15 de verilmiştir.

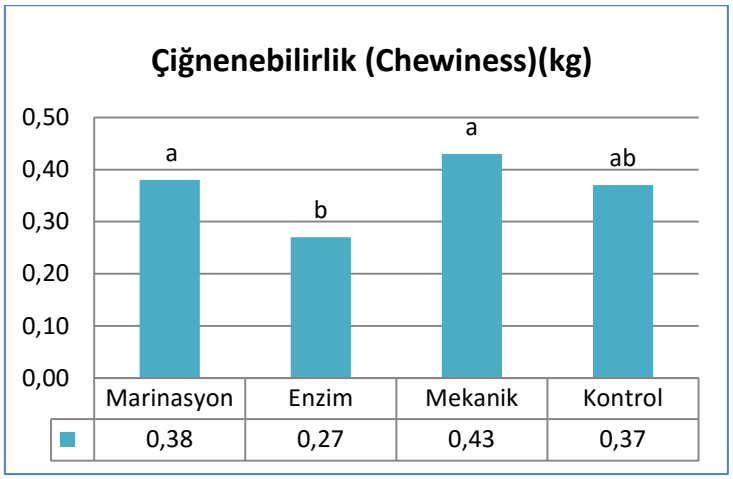
Şekil 4.15.'deki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde TPA çiğnenebilirlik değeri 0.27kg - 0.43kg arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin TPA çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, enzim de bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örnekler ve mekanik işlem ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.15.'de görüldüğü gibi, enzim yöntemi ile yumuşatma uygulanan

örneklerin ortalama 0.27kg ile en düşük TPA çiğnenebilirlik değerine sahip oldukları belirlenirken, mekanik işlem ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 0.43kg ile en yüksek TPA çiğnenebilirlik değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama TPA çiğnenebilirlik değeri ise 0.37kg ile 0.38kg arasında değişkenlik göstermektedir.

Caine ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, doku profili analizi (TPA) ile Warner-Bratzler kesme kuvvetinin sığır bifteklerinin duyusal özellikleri ile arasındaki ilişkisini araştırdıkları çalışmada, kesim sonrası 24 saat olgunlaştırılmaya bırakılan *longissimus thoracis* kasları, merkez sıcaklığı 72ºC'ye kadar pişirilmiş ve ortalama TPA çiğnenebilirlik değerleri 1.74 olarak saptandığı bildirilmiştir.

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, *semitendinosus* kaslarına zayıf organik asitler ve NaCl ile yapılan marinasyonun bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, %1.5 asetik asit ve %2 oranında NaCl ile marinasyona tabi tutulan örneklerin TPA çiğnenebilirlik değerlerini ortalama 0.51kg olarak saptandığını belirtmektedirler.



Şekil 4.15. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA çiğnenebilirlik değerleri (71ºC).

4.2.15. TPA Esneklik (Resilience) Değeri

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen ortalama TPA esneklik değeri Şekil 4.16 de verilmiştir.

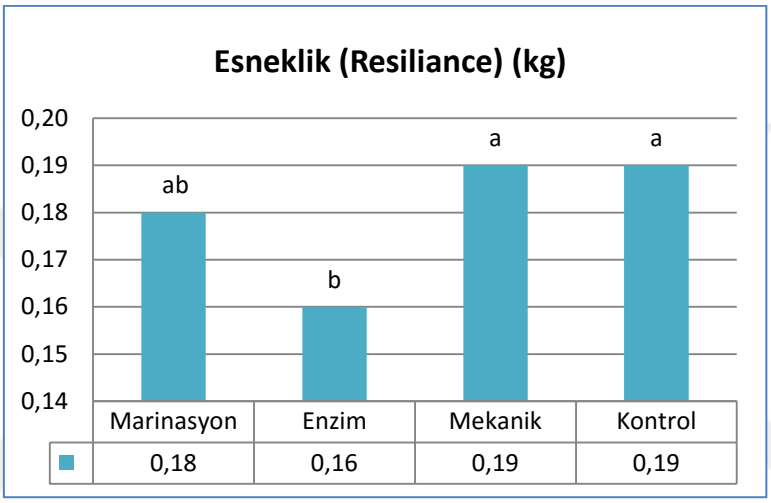
Şekil 4.16'daki değerlerin de gösterdiği gibi yumuşatma teknikleri uygulanmış olan örneklerde TPA esneklik değeri 0.16 ile 0.19 kg arasında değişmiştir.

Holstein ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin TPA esneklik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.16'de görüldüğü gibi, enzimde bekletme yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 0.16kg ile en düşük TPA esneklik değeri sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama TPA esneklik değeri ise 0.18 kg ile 0,19 kg arasında değişkenlik göstermektedir.

Sitrik asit solüsyonları ve greyfurt suyu ile marinasyon işlemine tabi tutulan hindi göğüs etlerinin esneklik değerleri kıyaslandığında, kontrol grububunda 1.6 kg, 0.5 M sitrik asit için 1.3 kg, 0.1 M sitrik asit için 1.5 kg, 0.2 M sitrik asit için 1.5 kg, %50 distile su ile hazırlanmış greyfurt suyu ile marinasyon için ise 1.6kg esneklik değerlerinin saptanıldığı belirtmektedir (Serdaroğlu ve ark. 2007).

Caine ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, doku profili analizi (TPA) ile Warner-Bratzler kesme kuvvetinin sığır bifteklerinin duyusal özellikleri ile arasındaki ilişkisini araştırdıkları çalışmada, kesim sonrası 24 saat olgunlaştırılmaya bırakılan *longissimus thoracis* kasları merkez sıcaklığı 72ºC'ye kadar pişirilmiş ve ortalama TPA esneklik değerleri 0.7 kg olarak saptandığı belirtilmektedir.

Chang ve arkadaşlarının (2010) bildirdiğine göre, *semitendinosus* kasına zayıf organik asitler ve NaCl ile yapılan marinasyonun bazı fiziksel ve kimyasal etkilerini araştırdıkları çalışmada, %1.5 asetik asit ve %2 oranında NaCl ile marinasyona tabi tutulan örneklerin TPA esneklik değerlerini ortalama 0.23 kg olarak saptandığını belirtmektedirler.



Şekil 4.16. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre ortalama TPA esneklik değerleri (71ºC).

4.3.Duyusal Analiz Bulguları

Yakın yaş ve ağırlık özelliklerine sahip dana karkaslarından elde edilen *M.tranversus abdominis* kasına, marinasyon yöntemi ile yumuşatma, enzim kullanarak yumuşatma ve mekanik işlem uygulayarak yumuşatma olmak üzere üç farklı yöntem uygulanmıştır. Kıyaslama yaparak farkları ve uygulamaların önem seviyelerini görebilmek adına bu üç yönteme ek olarak kontrol grubu ilavesi ile dört temel analiz grubu oluşturulmuştur.

4.3.1. Duyusal Analiz - Tercih Testi

Duyusal analiz için yapılan ön denemede merkez sıcaklıkları 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen parçaların, panelistler tarafında alışılagelmiş pişirme derecesinin dışında olduğunun ifade edilmesi nedeniyle panelistlere 71˚C (medium)'nin yanında 77˚C (well done) ve 82˚C (very well done)'lere pişirilmiş örneklerin de sunumları yapılarak aynı soruların cevaplanması talep edilmiştir.

4.3.1.1. 71˚C (medium) İçin Tercih Testi Sonuçları

Yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan ve merkez sıcaklıkları 71˚C olacak şekilde pişirilen, *M. transversus abdominis* kaslarına ait duyusal analiz - tercih testi, 20 adet panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar Çizelge 4.2.'da sunulmuştur. *M. transversus abdominis* kaslarının 71 ˚C'de ki duyusal analiz tercih testi sonuçları üzerine uygulanan yumuşatma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Marinasyon yöntemi ile yumuşatma, enzim kullanarak yumuşatma, mekanik işlem uygulayarak yumuşatma ve kontrol grubu uygulamaları arasında farklar gözlenmemiş olup, panelistler tarafından örneklere dış görünüşleri için ortalama 5.05 ile 6.19, renk için ortalama 5.14 ile 6.19, aroma için ortalama 4.52 ile 6.00, tat için ortalama 4.67 ile 6.05, yumuşaklık için ortalama 5.48 ile 6.95, sululuk için ortalama 5.10 ile 6.57 ve genel izlenim için ortalama 4.86 ile 6.10 arasında puanlar verilmiştir.

Çizelge 4.2. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 71ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları.

	A	B	C	D
Dış Görünüş	5.57±2.15[a*]	5.05±2.37[a]	6.19±1.63[a]	5.10±1.56[a]
Renk	5.71±2.17[a]	5.14±2.32[a]	6.19±1.63[a]	5.25±1.80[a]
Aroma	4.52±2.23[a]	5.05±2.28[a]	6.00±1.70[a]	5.45±1.73[a]
Tat	4.67±2.41[a]	5.00±2.39[a]	6.05±1.68[a]	5.30±1.69[a]
Yumuşaklık	5.47±2.15[a]	5.57±2.18[a]	6.95±1.71[a]	5.55±1.59[a]
Sululuk	5.90±2.09[a]	5.19±2.31[a]	6.57±1.66[a]	5.95±1.71[a]
Genel izlenim	5.14±2.39[a]	4.86±2.26[a]	6.10±1.64[a]	5.45±1.73[a]

*Aynı satırda farklı harflerle gösterien değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A: marinasyon yöntemi ile yumuşatma

B: enzim sıvısı içinde bekleterek yumuşatma

C: mekanik işlem uygulayarak yumuşatma

D: kontrol grubu

Liu ve arkadaşlarının (2003) bildirdiğine göre, sığır bifteklerinin bazı fiziksel ve duyusal özelliklerini belirledikleri çalışmada 2 günlük post mortem ardından yumuşatma işlemine tabi tutulmamış,71ºC'ye kadar pişirilmiş bifteklerin ortalama çiğnenebilirlik değerlerini puanladıkları duyusal analizde (1puan: kabul edilemez - 5puan: çok iyi) 3.50 puan olarak saptadıklarını belirtmektedirler. Yine aynı çalışmada yapılan sululuk değeri puanlamasında ise yumuşatma işlemine tabi tutulmamış, 71ºC'ye kadar pişirilmiş bifteklerin ortalama sululuk değerlerini puanladıkları duyusal analizde (1puan: kabul edilemez - 5puan: çok iyi) 2.29 puan olarak saptadıklarını belirtmektedirler.

4.3.1.2. 77˚C (well done) İçin Tercih Testi Sonuçları

Yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan ve merkez sıcaklıkları 77˚C olacak şekilde pişirilen, *M. transversus abdominis* kaslarına ait duyusal analiz - tercih testi, 21 adet panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar

Çizelge 4.3.'da sunulmuştur. *M. transversus abdominis* kaslarının 77 ˚C'deki duyusal analiz tercih testi sonuçları üzerine uygulanan yumuşatma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak aroma ve genel izlenim için önemli bulunurken ($p < 0.05$) örneklerin değerlendirilen diğer nitelikleri için önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Aroma için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 4.47 puan ile en düşük değere sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama aroma sonuçları ise 6.00 ile 6.15 puanları arasında değişkenlik göstermmiştir.

Çizelge 4.3. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 77ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları.

	A	**B**	**C**	**D**
Dış Görünüş	4.79±1.90^{a*}	6.40±2.16^{a}	5.90±2.19^{a}	5.90±2.29^{a}
Renk	5.16±2.06^{a}	6.85±1.59^{a}	5.65±2.47^{a}	5.90±1.78^{a}
Aroma	4.47±2.11^{b}	6.15±1.95^{a}	6.15±1.81^{a}	6.00±1.91^{ab}
Tat	4.68±1.96^{a}	6.15±1.77^{a}	6.30±1.96^{a}	5.85±2.11^{a}
Yumuşaklık	5.79±1.96^{a}	6.79±1.95^{a}	6.60±1.88^{a}	5.70±1.68^{a}
Sululuk	5.58±2.04^{a}	6.65±2.11^{a}	6.45±2.18^{a}	5.85±1.66^{a}
Genel izlenim	4.74±1.99^{b}	6.50±1.98^{a}	6.70±2.19^{a}	5.95±2.06^{ab}

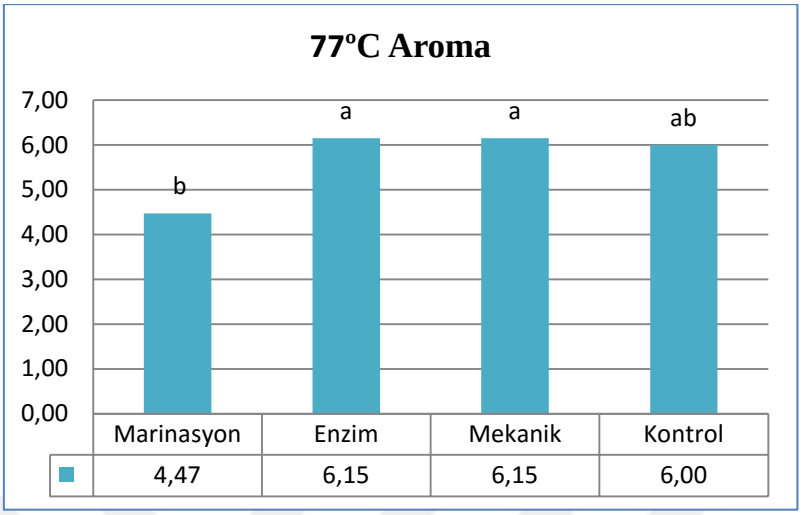
*Aynı satırda farklı harflerle gösterien değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A: marinasyon yöntemi ile yumuşatma

B: enzim sıvısı içinde bekleterek yumuşatma

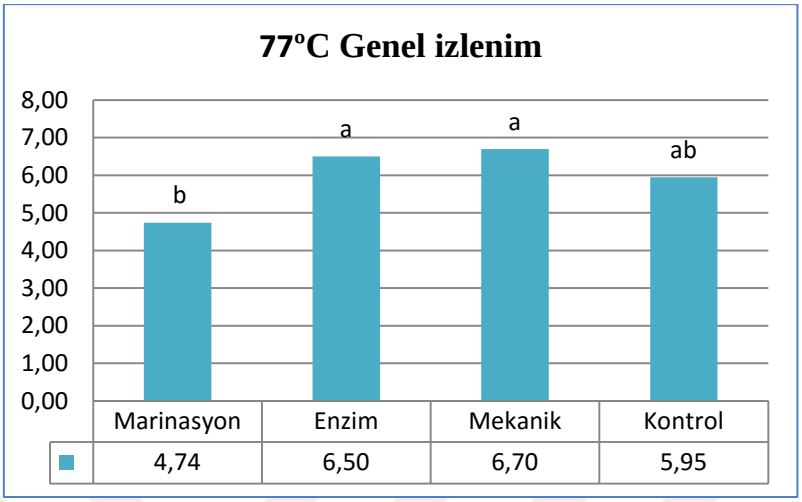
C: mekanik işlem uygulayarak yumuşatma

D: kontrol grubu



Şekil 4.17. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 77ºC'ye kadar pişmiş örnekler için Aroma için kaydedilen skorlar.

Benzer şekilde, genel izlenim için de yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklere ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.18). Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin ortalama 4.74 puan ile en düşük değere sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama genel izlenim sonuçları ise 5.95 ile 6.70 puanları arasında değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.18. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 77ºCye kadar pişmiş örnekler için Genel İzlenim skorları.

Yumuşatma teknikleri uygulanan örneklerin diğer niteliklerine, panelistler tarafından, dış görünüşleri için ortalama 4.79 ile 6.40, renk için ortalama 5.16 ile 6.85, tat için ortalama 4.68 ile 6.30, yumuşaklık için ortalama 5.70 ile 6.75 ve sululuk için ise ortalama 5.58 ile 6.65 arasında puanlar verilmiştir.

4.3.1.3. 82˚C (very well done) için Tercih Testi Sonuçları

Yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan ve merkez sıcaklıkları 82˚C olacak şekilde pişirilen, *M. transversus abdominis* kaslarına ait duyusal analiz - tercih testi, 28 adet panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar Çizelge 4.4.'de sunulmuştur. *M. transversus abdominis* kaslarının 82˚C'deki duyusal analiz tercih testi sonuçları üzerine uygulanan yumuşatma tekniklerinin etkisi istatistiksel olarak sadece yumuşaklık için önemli bulunurken ($p < 0.05$) örneklerin değerlendirilen diğer nitelikleri için önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Yumuşaklık için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonucunda farklılığın, kontrol grubu örneklere ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.19). Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi, kontrol grubu örneklerin ortalama 5.93 puan ile en düşük değere

sahip oldukları belirlenmiştir. Diğer yumuşatma tekniklerine maruz bırakılan örneklerin, ortalama yumuşaklı sonuçları ise 6.21 ile 7.37 puan arasında yer alırken yumuşaklık açısından en çok tercih edilen uygulama mekanik yöntem ile yumuşatma olmuştur.

Yumuşatma teknikleri uygulanan örneklerin diğer niteliklerine, panelistler tarafından, dış görünüşleri için ortalama 6.36 ile 6.35, renk için ortalama 6.39 ile 7.00, aroma için ortalama 5.75 – 6.71, tat için ortalama 5.61 ile 6.63, sululuk için ortalama 5.75 ile 7.00 ve genel izlenim için ise ortalama 5.96 ile 6.93 arasında puanlar verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulanan yumuşatma yöntemlerine göre 82ºC dereceye kadar pişirilmiş örneklerle yapılan duyusal analiz sonuçları.

	A	**B**	**C**	**D**
Dış Görünüş	6.36±1.78^{a*}	6.71±1.86^{a}	6.85±1.51^{a}	6.46±1.77^{a}
Renk	6.46±1.57^{a}	7.00±1.33^{a}	6.93±1.76^{a}	7.00±1.76^{a}
Aroma	6.18±1.98^{a}	6.71±1.69^{a}	6.59±1.58^{a}	5.75±1.81^{a}
Tat	5.96±1.63^{a}	6.54±1.49^{a}	6.63±1.55^{a}	5.61±1.82^{a}
Yumuşaklık	6.21±1.75^{ab}	7.07±1.84^{ab}	7.37±1.48^{a}	5.93±1.98^{b}
Sululuk	6.50±1.98^{a}	6.68±1.81^{a}	7.00±1.82^{a}	5.75±1.99^{a}
Genel izlenim	6.25±1.81^{a}	6.71±1.72^{a}	6.93±1.64^{a}	5.96±1.71^{a}

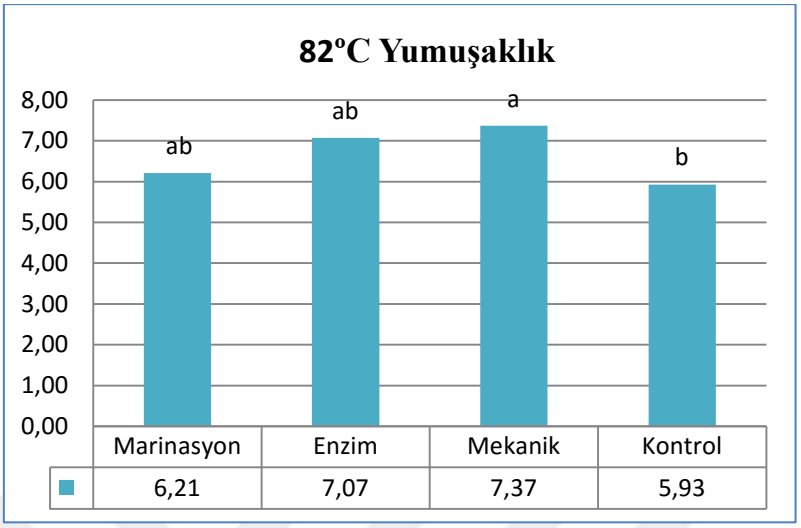
*Aynı satırda farklı harflerle gösterien değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A: marinasyon yöntemi ile yumuşatma

B: enzim sıvısı içinde bekleterek yumuşatma

C: mekanik işlem uygulayarak yumuşatma

D: kontrol grubu

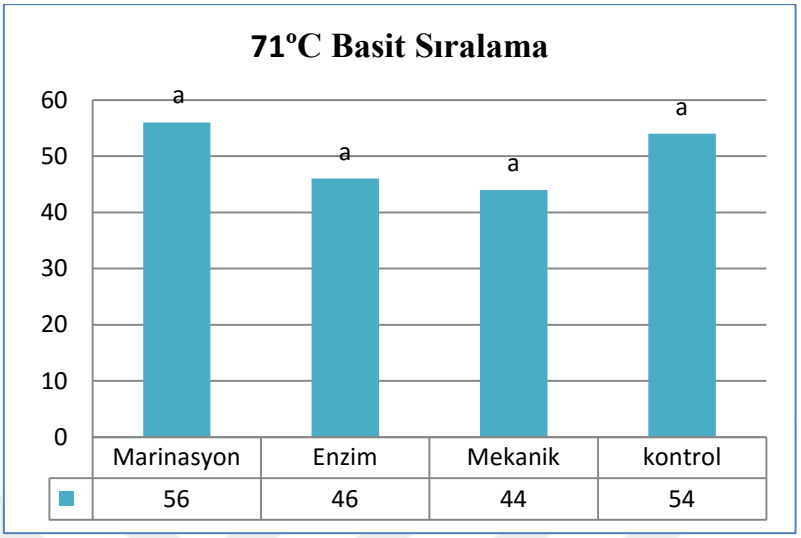


Şekil 4.19. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre ortalama 82ºCye kadar pişmiş örnekler için Yumuşaklık skorlar.

4.3.2. Duyusal Analiz - Basit Sıralama Testi

4.3.2.1. 71˚C (medium) İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları

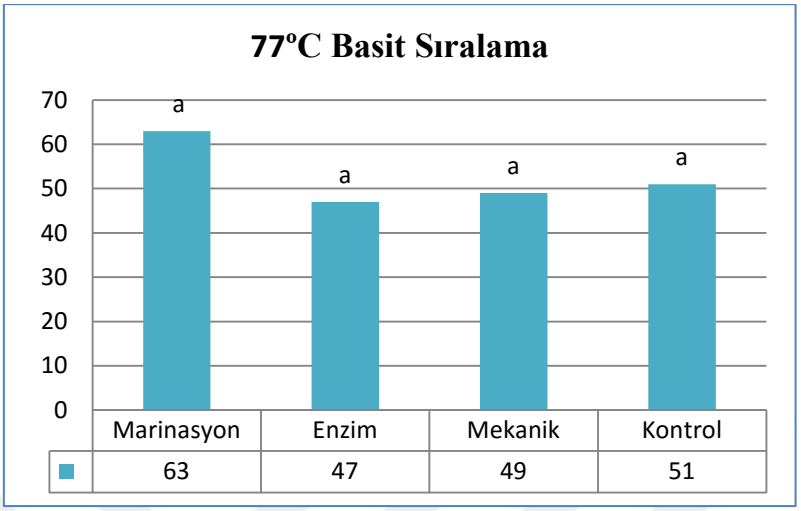
Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen 71 ˚C ‘deki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçlarının toplam değerleri Şekil 4.20.’de grafiksel olarak verilmiştir. Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin 71 ˚C‘de ki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.20.’de görüldüğü gibi, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin en az tercih edilen örnekler olduğu belirlenirken, mekanik uygulama ile yumuşatma uygulanan örneklerin en çok tercih edilen örnekler oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.20. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 71ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar.

4.3.2.2. 77˚C (medium) İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları

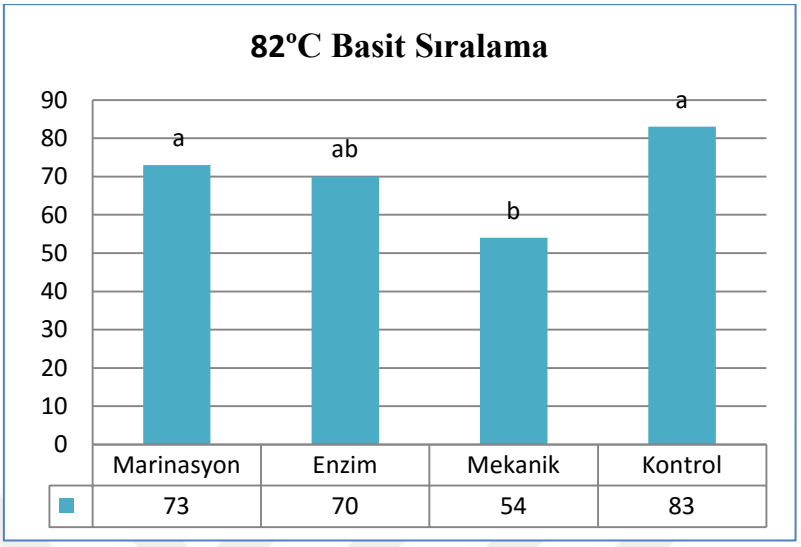
Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen 77 ˚C 'de ki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçlarının toplamı Şekil 4.21.'de grafiksel olarak verilmiştir. Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin 77 ˚C'de ki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.21. da görüldüğü gibi, veriler sayısal olarak değerlendirildiğinde, marinasyon yöntemi ile yumuşatma uygulanan örneklerin daha az tercih edilirken enzim çözeltisi uygulama ile yumuşatma işlemine tabi tutulan örneklerin daha çok tercih edilen örnekler oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 77ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar.

4.3.2.3. 82˚C (medium) İçin Basit Sıralama Testi Sonuçları

Holstein ırkı tosunlara ait *M. transversus abdominis* kaslarının yumuşatma tekniklerine maruz bırakılması sonucunda belirlenen 82 ˚C' de ki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçlarının toplamı Şekil 4.22.'da grafiksel olarak verilmiştir. Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarına uygulanan yumuşatma tekniklerinin 82 ˚C'deki duyusal analiz basit sıralama testi sonuçları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.22. da görüldüğü gibi, kontrol grubu örneklerin en az tercih edilen örnekler olduğu belirlenirken, mekanik uygulama ile yumuşatma işlemine tabi tutulan örneklerin en çok tercih edilen örnekler oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.22. Uygulanan yumuşatma yöntemlerinin 82ºC'ye kadar pişirilmesi sonrasında tercih edildikleri sıralamaya göre aldıkları toplam puanlar.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, benzer bakım ve beslenme programına tabi tutulmuş, 18-22 aylık 12 adet sağlıklı Holstein (siyah alaca) ırkı tosununun karkaslarından elde edilen, ülkemizde katma değeri düşük olan ve yurt dışında ise genellikle Fajita ürününe işlenen, *M. transversus abdominis* kaslarına enzim ile yumuşatma, mekanik yumuşatma ve marinasyon sıvısı ile yumuşatma ve kontrol grubu olmak üzere 4 farklı yumuşatma tekniği uygulanmıştır. Uygulanan yumuşatma işlemlerinin pişirilmiş et (*M. transversus abdominis*) yumuşaklığına olan etkileri, Warner-Bratzler Kesme Kuvveti (WBSF), Tekstür Profil Analizi (TPA) ve duyusal analizlerle belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre;

Kontrol grubuna uygulanan temel analizler (pH, kül, nem, yağ protein, L*, a*, b*) sonucu Holstein (siyah alaca) ırkı tosununun karkaslarından elde edilen *M. transversus abdominis* kas örneklerinin DFD (dark, firm, dry) nitelikte oldukları belirlenmiştir.

Marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin, yüksek pH'ya (pH>5.5) sahip etlerin pH'sını düşürmek için etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Uygulanan diğer yumuşatma yöntemlerinin pH üzerine önemli bir etkilerinin olmadığı belirlenmiştir.

Enzim ile yumuşatma işleminin, ortalama %33.54 ile pişirme kaybını önemli ölçüde etkileyen bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Bu pişirme kaybının papain enzimi ile etkileşime geçerek parçalanan bağ doku ve hücre duvarlarının sebep olduğu düşünülmektedir.

Marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin, çiğ kontrol grubunda ortalama 47.16 olan L* değerini 49.81'e yükselttiği, mekanik yumuşatma ve enzim ile yumuşatma yöntemlerinin ise sırasıyla 44.84 ve 47.13'e düşürdüğü belirlenmiştir. Çiğ örnek a* değerleri için, 13.09 ile kırmızı renge en yakın renge

sahip uygulama örneği olarak mekanik yumuşatma yöntemi belirlenmiştir. Marinasyon sıvısı ile yumuşatma, enzim ile yumuşatma ve kontrol grubu için ise a* değerleri sırasıyla 5.79, 11.38 ve 11.94 olarak belirlenmiştir. Çiğ örnekler için ölçülen b* değerlerinde uygulamalar arası istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir

Et yumuşaklığını belirlemede en yaygın kullanılan enstrümantal ölçüt olan WBSF değerleri dikkate alındığında, uygulanan yumuşatma yöntemleri içerisinde ortalama 3.86kg WBSF ile (en düşük, en yumuşak) en etkili yöntemin mekanik yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

TPA sonuçlarından, ağızdaki ilk ısırığı temsil eden sertlik (hardness) değeri incelendiğinde, 96.79N (en düşük, en yumuşak) ile en etkili yöntemin enzim ile yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca WBSF ve TPA sertlik değerlerinin farklı yumuşatma yöntemlerini işaret ettikleri belirlenmiştir. Ancak, bu enstrümantal yöntemlerin birbiri yerine kullanılmadığı, örneklerin sertlik değerlerini farklı açılardan saptadıkları bilinmektedir.

Duyusal analiz bulguları incelendiğinde, 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçaların tercih testi için istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Bu durum 71˚C (medium)'ye pişirmenin panelistler tarafında alışılagelmiş pişirme derecesinin dışında olduğunun ifade edilmesi ile desteklenmektedir. 77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalar için yapılan tercih testinde istatiksel olarak fark yaratan kısmın, ürünün "aromasının" ve "genel izleniminin" değerlendirilmesinin istendiği kısım olduğu belirlenmiştir. 77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "aroma" değerlendirmesi incelendiğinde, marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin ortalama 4.47 puan ile en düşük beğeniyi sağladığı belirlenirken, diğer yumuşatma tekniklerinin ortalama puanlamalarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. 77ºC (well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "genel izlenimi" değerlendirmesi incelendiğinde, benzer şekilde, marinasyon sıvısı ile yumuşatma yönteminin ortalama 4.74 puan ile en düşük beğeniyi sağladığı belirlenmiş, diğer yumuşatma

tekniklerinin ortalama puanlamaları ise birbirine yakın bulunmuştur. 82ºC (very well done)'ye kadar pişirilmiş parçalar için yapılan tercih testinde istatiksel olarak fark yaratan kısmın sadece ürünün "yumuşaklığı"nın değerlendirilmesinin istendiği kısım olduğu belirlenmiştir. 82ºC (very well done)'ye kadar pişirilmiş parçalarda ürünün "yumuşaklığı"nın değerlendirmesi incelendiğinde, en çok beğenilen yumuşatma yöntemi, ortalama 7.37 puan ile mekanik yumuşatma yöntemi olarak belirlenirken, en beğenilmeyen yöntemin ise kontrol grubu olduğu belirlenmiştir.

Marinasyon uygulamasının "aroma" ve "genel izlenim"de düşük skorlar almasının sebebi olarak, asetik asit aromasının keskinliği ve düşük pH'nın sonucu değişiklik gösteren renk değerlerinin olduğu duşunulmektedir.

Duyusal analiz uygulamalarından, basit sıralama testi sonuçları incelendiğinde, 71˚C (medium)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken ortalama puanlamalar dikkate alındığında ilk tercih edilen yöntemin mekanik yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir. 77˚C (well done)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda ise istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken ortalama puanlamalar dikkate alındığında ilk tercih edilen yöntemin enzim ile yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir. 82˚C (very well done)'ye kadar pişirilen yumuşatma yöntemleri uygulanmış parçalarda ise istatistiksel olarak farklılığın görüldüğü, ortalama puanlamalar dikkate alındığında ilk tercih edilen yöntemin, mekanik yumuşatma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile Türkiye koşullarında yetiştirilen Holstein (siyah alaca) ırkı tosunlardan elde edilen *M. transversus abdominis* kaslarının mekanik veya enzim ile yumuşatma işlemi kullanılarak parça et olarak fajita ürününe işlenebileceği ortaya konulmuştur. Farklı alanlarda benzer beğeni seviyesine sahip bu yöntemlerden enzim ile yumuşatma, her uygulama için ekstra bir hammadde maliyeti gerektirmektedir. Bunun aksine, mekanik yumuşatma yönteminde sistem kurulurken temin edilen cihaz uzun yıllar boyu prosseste sorunsuz bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu parça etlerin, bu şekilde

katma değeri yüksek bir ürün olarak değerlendirilmesi ile de ülke ekonomisine katkı sağlanabileceğinin mümkün olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Aberle, E.D., Forrest J.C.,. Gerrard D.E,. Hedrick H.B., Judge M.D., Merkel R.A., and Mills E.W. 2001. Principles of Meat Science, Fourth Edition. Kendal/Hunt Publishing Company, s.41.

Adcock, L. A., Sawyer, J. T., Lambert, B. D., Jones, T. N., Ball, J. J., Jackson, J. E., and Wyatt, R.P., 2016. Aging implications on fresh muscle characteristics of Certified Angus Beef steaks. Meat Science, (112): 134.

Akpan, I. P., and Omojola, A. B. 2015. Quality attributes of crude papain injected beef. Journal of Meat Science and Technology, 3(4): 42-46.

Aktas, N. and Kaya, M. 2001. 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: 88–94.

Aktaş, N., Aksu, M. I., and Kaya, M. 2003. The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef. Journal of Muscle Foods, 14(3): 181-194.

Alphan, O. 1992. Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. 2. Basım. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Bölümü, Ankara. s.320.

Altuğ, T. and Elmacı, Y. 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir, s.93-102.

AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrument tenderness measures in fresh meats. Chicago: American Meat Science Association.

Anar, Ş. 2012. Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. DORA Yayın Basım Ltd. Şti. 2.Baskı. s.30-31.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International (17th ed.). AOAC International Suite Suit 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg. Maryland, 2417-2877, USA.

Arganosa, G. C., and Marrıott, N. G. 1989. Organic acids as tenderizers of collagen in restructured beef. Journal of Food Science, 54(5): 1173-1176.

Arshad, M. S., Kwon, J. H., Imran, M., Sohaib, M., Aslam, A., Nawaz, I., and Javed, M. 2016. Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review. Cogent Food & Agriculture, 2(1), 1261780.

Arslan, A. 2002. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Medipres, Elazığ.

Ashie, I. N. A., Sorensen, T. L., and Nielsen, P. M. 2002. Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. Journal of Food Science, 67(6): 2138-2142.

Barbanti, D., and Pasquini, M. 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. LWT-Food Science and Technology, 38(8): 895-901.

Barekat, S., and Soltanizadeh, N. 2017. Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 39: 223-229.

Başkaya, R., Karaca, T., Sevinç, İ., Çakmak, Ö., Yıldız, A., and Yörük, M., 2004. İstanbul'da Satışa Sunulan Hazır Kıymaların Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15(1): 41-46.

Bekhit, A. E. D. A., Carne, A., Ha, M., and Franks, P. 2014. Physical interventions to manipulate texture and tenderness of fresh meat: a review. International journal of food properties, 17(2): 433-453.

Belew, J. B., Brooks, J. C., McKenna, D. R., and Savell, J. W. 2003. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. Meat Science, 64(4): 507-512.

Burke, R. M., and Monahan, F. J. 2003. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. Meat Science, 63(2): 161-168.

Caine, W. R., Aalhus, J. L., Best, D. R., Dugan, M. E. R., and Jeremiah, L. E. 2003. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. Meat science, 64(4): 333-339.

Calvo, M., Dolores Segas, M. and Luisa Garcia, M. 2009. Effects of irradiation and storage on the physico-chemical and sensory properties of hamburgers enriched with lycopene. International Journal of Food Science and Technology, 44 (10): 1983-1989.

Chang, H. J., Wang, Q., ZHOU, G. H., XU, X. L., & LI, C. B. 2010. Influence of weak organic acids and sodium chloride marination on characteristics of connective tissue collagen and textural properties of beef semitendinosus muscle. Journal of texture studies, 41(3): 279-301.

Cheftel, J.C. and Culioli, J. 1997. Effects of high pressure on meat: a review. Meat Science, 5: 261-266.

Çetin, O., T. Topcu, 2009. Effects of electrical stimulation on meat quality in goat carcasses. Journal of Food Agriculture Environment 7 (3-4): 101-105.

Davis, K. A., Huffman, D. L., and Cordray, J. C. 1975. Effect of mechanical tenderization, aging and pressing on beef quality. Journal of Food Science, 40(6): 1222-1224.

Demirtaş, E., 2008. Farklı Oranlarda Meme Dokusu İlavesinin Sığır Etinin Bazı Teknolojik Ve Emülsiyon Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Arşivi (Yayınlanmamış)

Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., and Dal Molin, E. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. Meat Science, 78(3): 153-156.

Drake, R., Vogl, A. W., and Mitchell, A. W. 2009. Gray's Anatomy for Students E-Book. Elsevier Health Sciences. s.20-103

Dransfield, E., and Etherington, D. 1981. Enzymes in the tenderization of meat. Enzymes and food processing, 177-194.

Ergezer, H., and Gökçe, R. 2004. Kanatlı Etlerinin Marinasyon Tekniği İle İşlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2): 227-233.

Gerelt, B., Ikeuchi, Y., and Suzuki, A. 2000. Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. Meat science, 56(3): 311-318.

Göğüş, A. K. 1986. Et Teknolojisi. Ankara Ünşiversitesi. Ziraat Fakültesi Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 991, Ders Kitabı: 291, Ankara, s:67-69.

Gökalp, H.Y., Kaya, M., and Zorba, Ö., 1994. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın no:786. Ziraat Fakültesi Yayın No:320. Ders Kitapları Serisi No:70. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.

Gürsoy, O., 1991. Et Bilimi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Ders Kitabı No:125 Adana. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Adana, s:145.

Ha, M., Dunshea, F. R., and Warner, R. D. 2017. A meta-analysis of the effects of shockwave and high pressure processing on color and cook loss of fresh meat. Meat Science.

Hague, M. A., Warren, K. E., Hunt, M. C., Kropf, D. H., Kastner, C. L., Stroda, S. L., and Johnson, D. E. 1994. Endpoint temperature, internal cooked color, and expressible juice color relationships in ground beef patties. Journal of Food Science, 59(3): 465-470.

Hinkle, J. B. 2010. Acid marination for tenderness enhancement of beef bottom round. Theses and Dissertations in Animal Science, 12.

Hopkins, D. L., Huff-Lonergan, E., and Werner Klinth, J. 2004. Tenderizing mechanisms: Chemical and enzymatic. Encyclopedia of meat sciences, 1363-1369.

Huerta-Montauti, D., Miller, R. K., Pfeiffer, C. S., Pfeiffer, K. D., Nicholson, K. L., Osburn, W. N., and Savell, J. W. 2008. Identifying muscle and processing combinations suitable for use as beef for fajitas. Meat science, 80(2): 259-271.

Huidobro, F. R., Miguel, E., Blázquez, B., and Onega, E. 2005. 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.

Istrati, D. 2008. The influence of enzymatic tenderization with papain on functional properties of adult beef. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 14: 140-146.

Ionescu, A., Aprodu, I., and Pascaru, G. 2008. Effect Of Papaın And Bromelın On Muscle And Collagen Proteıns In Beef Meat. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI-Food Technology, 1(31).

İnal, T., 1992. Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü.Final Ofset. İstanbul.

Jeremiah, L. E., Gibson, L. L., and Cunningham, B. 1999. The influence of mechanical tenderization on the palatability of certain bovine muscles. Food Research International, 32(8): 585-591.

Kahraman, T., Bayraktaroğlu, A. G., Ghassan, I. S. S. A., and Aksu, F. 2010. Bazı Organik Asitlerle Yapılan Marinasyon İşleminin Sığır Et Kalitesi Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 36(2): 25-32.

Ke, S., Huang, Y., Decker, E. A., and Hultin, H. O. 2009. Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. Meat Science, 82(1): 113-118.

King, D. A., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Pfeiffer, K. D., Nickelson, R., and Koohmaraie, M. 2009. Effect of blade tenderization, aging time, and aging temperature on tenderness of beef longissimus lumborum and gluteus medius. Journal of animal science, 87(9): 2952-2960.

Koç, A. 1995. Türkiye'de Kırmızı Et Arz ve Talebinin Ekonometrik Analizi ve Kırmızı Et Sanayi Yapısı ile İşleyişinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi.

Kondaiah, N., Anjaneyulu, A. S. R., Rao, V. K., Sharma, N., and Joshi, H. B. 1985. Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats. Meat Science, 15(3): 183-192.

Konica Minolta Sensing Inc. 2007. Precise Color Cominication Handbook, s.19.

Koohmaraie M, Babiker AS, Schroeder AL, Merkel RA, and Dutson TR. 1988. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of Ca_2^+-dependent proteases. J. Food Sci. (53):1638-1641.

Lawrie, R. A., and Ledward, D. A. 2006. Lawrie Meat Science. s.75-128.

Lee, S. K., Kim, Y. S., Kim, J. Y., and Song, Y. H. 2001. Effect of muscle pH and display conditions on surface color in Hanwoo (Korean Native Cattle) Beef. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14(3): 365-371.

Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M., and Viana, A. G. 1999. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. Meat Science, 52(2): 227-234.

Liu, M. N., Solomon, M. B., Vinyard, B., Callahan, J. A., Patel, J. R., West, R. L., and Chase, C. C. 2006. Use of hydrodynamic pressure processing and blade tenderization to tenderize top rounds from Brahman cattle. Journal of Muscle Foods, 17(1): 79-91.

Liu, Y., Lyon, B. G., Windham, W. R., Realini, C. E., Pringle, T. D. D., and Duckett, S. 2003. Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. A feasibility study. Meat Science, 65(3): 1107-1115.

Light, N., Champion, A. E., Voyle, C., & Bailey, A. J. 1985. The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. *Meat science*, *13*(3), 137-149.

Lonergan, E. H., Zhang, W., and Lonergan, S. M. 2010. Biochemistry of postmortem muscle-Lessons on mechanisms of meat tenderization. Meat science, 86(1): 184-195.

Markúsdóttir, B. 2014. A novel exercise intervention on Transversus abdominis recruitment and pain perception using EMG biofeedback, in people with history of low back pain.(Yayınlanmamış)

Marsh BB, and Leet NG. 1966. Studies in meat tenderness III. The effects of cold shortening on meat tenderness. J. Food Sci. (31):450-459.

Marsh, B. B., Lochner, J. V., Takahashi, G., & Kragness, D. D. 1981. Effects of early post-mortem pH and temperature on beef tenderness. *Meat Science*, *5*(6): 479-483.

Martin, J. N., Brooks, J. C., Thompson, L. D., Savell, J. W., Harris, K. B., May, L. L., and Woerner, D. R. 2013. Nutrient database improvement project: The influence of USDA quality and yield grade on the separable components and proximate composition of raw and cooked retail cuts from the beef rib and plate. Meat science, 95(3): 486-494.

Meilgaard, M. C., Carr, B. T., and Civille, G. V. 2006. Sensory evaluation techniques. CRC press. s.424.

Miller, M. F., Davis, G. W., Seideman, S. C., Ramsey, C. B., and Rolan, T. L. 1988. Effects of papain, ficin and spleen enzymes on textural, visual, cooking and sensory properties of beef bullock restructured steaks. Journal of Food Quality, 11(4): 321-330.

Moeller PW, Fields PA, Dutson TR, Landmann A, and Carpenter ZL. 1976. Effect of high temperature conditioning on subcellular distribution and levels of lysosomal enzymes. J. Food Sci. (41):216-217.

Motycka, R.R. and Bechtel, P.J. 1983. Influence of pre-rigor processing, mechanical tenderization, tumbling method and processing time on the quality and yield of ham. Journal Food Science, (48): 1532-1536.

NAMP, North American Meat Processors Association, 2007. The Meat Buyer's Guide. s.24-25.

Narsaiah, K., Jha, S. N., Devatkal, S. K., Borah, A., Singh, D. B., and Sahoo, J. 2011. Tenderizing effect of blade tenderizer and pomegranate fruit products in goat meat. Journal of food science and technology, 48(1): 61-68.

Nishimura T, Hattori A, and Takahashi K. 1995. Structural weakening of intramuscular connective tissue during conditioning of beef. Meat Sci. (39):127-133.

Nychas, G.J.E. and Arkoudelos, J.S. 1990. Staphylococci: Their role in fermented sausages. J. Apple. Bact. Symposium Supppl., s.167-188.

Obuz, E., Akkaya, L., Gök, V., and Dikeman, M. E. 2014. Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of Longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. Meat science, 96(3): 1227-1232.

Oreskovich, D. C., Bechtel, P. J., McKeith, F. K., Novakofski, J., & Basgall, E. J. 1992. Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of food science*, *57*(2): 305-311.

Ouali, A. 1992. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development [calpain, cathepsin, myofibrils, muscle type]. Biochimie (France).

Öztan, A., 1993. Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniv. Mühendislik Fak. Yayın No: 19.

Pietrasik, Z., and Shand, P. J. 2003. The effect of quantity and timing of brine addition on water binding and textural characteristics of cooked beef rolls. Meat science, 65(2): 771-778.

Pietrasik, Z., and Shand, P. J. 2011. Effects of moisture enhancement, enzyme treatment, and blade tenderization on the processing characteristics and tenderness of beef semimembranosus steaks. Meat science, 88(1): s.8-13.

Sammel, L. M., Hunt, M. C., Kropf, D. H., Hachmeister, K. A., Kastner, C. L., and Johnson, D. E. 2002. Influence of chemical characteristics of beef inside

and outside semimembranosus on color traits. Journal of Food Science, 67(4): 1323-1330.

Sasaki, K., Motoyama, M., Narita, T., Hagi, T., Ojima, K., Oe, M., and Muroya, S. 2014. Characterization and classification of Japanese consumer perceptions for beef tenderness using descriptive texture characteristics assessed by a trained sensory panel. Meat science, 96(2): 994-1002.

Savell JW, McKeith FK, and Smith GC. 1981. Reducing postmortem aging time of beef with electrical stimulation. J Food Sci (46):1777-1781.

Sawyer, J. T., Apple, J. K., and Johnson, Z. B. 2008. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. Meat Science, 79(2): 317-325.

Scheeder, M. R. L., Casutt, M. M., Roulin, M., Escher, F., Dufey, P. A., and Kreuzer, M. 2001. Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. Meat science, 58(3): 321-328.

Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., and Oenenc, A. 2007. 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.

Sheard, P. R., and Tali, A. 2004. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. Meat science, 68(2): 305-311.

Siegel, D. G., Theno, D. M., Schmidt, G. R., and Norton, H. W. 1978. Meat massaging: The effects of salt, phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudate composition in sectioned and formed ham. Journal of Food Science, 43(2): 331-333.

Smith, D. P., and Acton, J. C. 2001. Marination, cooking, and curing of poultry products. Poultry meat processing, 257-281.

Smith SH, and Judge MD. 1991. Relationship between pyridoline concentration and thermal stability of bovine intramuscular collagen. J Anim Sci (69):1989-1993.

Sullivan, G. A., and Calkins, C. R. 2010. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. Meat science, 85(4): 730-734.

Sweeten, M. K., and Recio, H. 1985. Fajitas South Texas Style. Texas Farmer Collection.

Şenoğlu, B., and Acıtaş, Ş., 2014. İstatistiksel Deney Tasarımı. Nobel Akademik Yayıncılık. 3.Baskı. s.408.

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2017. Hayvansal Üretim İstatistikleri 2016 yılı. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002

Voges, K. L., Mason, C. L., Brooks, J. C., Delmore, R. J., Griffin, D. B., Hale, D. S., and Miller, R. K. 2007. National beef tenderness survey–2006: Assessment of Warner–Bratzler shear and sensory panel ratings for beef from US retail and foodservice establishments. Meat Science, 77(3): 357-364.

Warriss, P. D. 2000. Meat Science: An Introductory Text (cab International:Wallingford).

Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., and Koohmaraie, M. 1997. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. In Proc. recip. meat conf . (50): 68-77.

Xargayó, M., Lagares, J., Fernández, E., Ruiz, D., and Borrell, D. 2001. Marination of fresh meats by means of spray effect: influence of spray injection on the quality of marinated products. Girona, Spain: Metalquimia Meat & Research Center.

Yancey, J. W. S., Wharton, M. D., and Apple, J. K. 2011. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking

loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. Meat Science, 88(1): 1-7.

Yashoda, K. P., Rao, R. J., Mahendrakar, N. S., and Rao, D. N. 2005. Marination of sheep muscles under pressure and its effect on meat texture quality. Journal of Muscle Foods, 16(3): 184-191.

Yıldırım, D. D., and Taşdelen, B. 2012. Deneysel Araştırmalarda Latin Kare Deneme Düzenlerinin Kullanımı. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(2).

Zhao, G. Y., Zhou, M. Y., Zhao, H. L., Chen, X. L., Xie, B. B., Zhang, X. Y., and Zhang, Y. Z. 2012. Tenderization effect of cold-adapted collagenolytic protease MCP-01 on beef meat at low temperature and its mechanism. Food chemistry, 134(4): 1738-1744.

ÖZGEÇMİŞ

09.04.1990 yılında Osmaniye'de doğdum. İlkokul, ortaokulu ve liseyi Öğrenimimi Osmaniye'de tamamladım. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimime başladım ve 2014 yılında mezun oldum. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım ve 2017 yılında mezun oldum.

EKLER

Basit Sıralama Testi

Panelist: Tarih:

1. Örnekleri soldan sağa doğru tadınız.

2. Örnekler "TERCİH" sıralamasına göre sıralayınız.

3. Tercih sıralamanızı, "Sıralama" satırında en çok beğendiğiniz örneğe 1 en az beğendiğiniz örneğe ise 4 vererek belirtiniz.

Örnek Kodu				
Sıralama	**1**	**2**	**3**	**4**

EK-2

DUYUSAL DEĞERLENDİRME TERCİH TESTİ FORMU

Panelist : Örnek Kodu: Tarih:

Yaş:

Lütfen size sunulan ürünü değerlendirin ve bu ürün hakkında hissettiğinizi en iyi yansıtan ifadenin altındaki boşluğu işaretleyin.

1. Bu ürünün **"DIŞ GÖRÜNÜŞÜNÜ"** nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

2. Bu ürünün **"RENGİNİ"** nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

3. Bu ürünün **"AROMASINI"** nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

4. Bu ürünün **"TADINI"** nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

5. Bu ürünün **"YUMUŞAKLIĞINI (GEVREKLİĞİNİ)"** nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

6. Bu ürünün **"SULULUK"** hissini nasıl değerlendirirsiniz ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

7. Bu ürün hakkında "**GENEL İZLENİMLERİNİZ**" nedir ?

Hiç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9

8. Bu ürün tüketim için **"KABUL EDİLEBİLİR"** mi ? Evet [ ] Hayır [ ]
9. Bu ürün ticari olarak var olsa, bu ürünü **"SATIN ALIR MISINIZ"** ? Evet [ ] Hayır [ ]