

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ISIL VE ISIL OLMAYAN TEKNİKLERİN ETİN
OKSİDATİF STABİLİTESİ VE KALİTE PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Dilara AYDIN

**Danışman
Prof. Dr. Birol KILIÇ**

**II. Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Azim ŞİMŞEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2019**



© 2019 [Dilara AYDIN]

TEZ ONAYI

Dilara AYDIN tarafından hazırlanan "**Farklı Isıl Ve Isıl Olmayan Tekniklerin Etin Oksidatif Stabilitesi Ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması**"adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Birol KILIÇ
Süleyman Demirel Üniversitesi



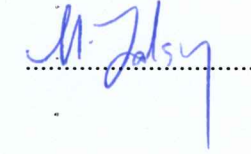
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hakan KULEAŞAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Halil YALÇIN
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Dilara AYDIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
TEŞEKKÜR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Etin Pişirilmesi	3
2.2. Isıl İşlemin Ette Oluşturduğu Değişiklikler.....	3
2.3. Et ve Et Ürünlerinde Pişirme Yöntemlerine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	7
2.4. Ultrases İşlemi	9
2.4.1. Düşük yoğunluklu ultrases	10
2.4.2. Yüksek yoğunluklu ultrases.....	11
2.4.3. Termosonikasyon.....	12
2.4.4. Ette ultrases uygulaması üzerine yapılan çalışmalar	13
2.5. Mikrodalga (Dielektrik) Isıtma.....	15
2.5.1. Gıdaların mikrodalga ısıtılması	17
2.5.2. Mikrodalganın gıdalarda uygulanması üzerine çalışmalar	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Çalışma Dizaynı.....	21
3.2.2. Pişirme teknikleri.....	22
3.2.2.1. Fırınlama pişirme tekniği	22
3.2.2.2. Haşlama pişirme tekniği.....	23
3.2.2.3. Izgara pişirme tekniği.....	23
3.2.2.4. Mikrodalga pişirme tekniği	23
3.2.2.5. Ultrases destekli haşlama pişirme tekniği (Termosonikasyon).....	23
3.2.3. Örneklerin hazırlanması, ambalajlanması ve depolanması.....	24
3.2.4. Analizler	24
3.2.4.1. Pişirme kaybı ölçümü.....	24
3.2.4.2. pH analizi	24
3.2.4.3. Oksidasyon; redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi	25
3.2.4.4. Su aktivitesi (aw) analizi	25
3.2.4.5. Renk analizi.....	25
3.2.4.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi.....	25
3.2.4.7. Lipit hidroperoksit analizi	26
3.2.4.8. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı	26
3.2.4.9. Koliform grubu bakteri sayımı.....	26
3.2.4.10. Toplam maya-küf sayımı	26
3.2.4.11. İstatistiksel analiz	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	28
4.1. Konvansiyonel Pişirme Teknikleri.....	28
4.1.1. Pişirme kaybı sonuçları.....	28
4.1.2. pH analizi sonuçları	29
4.1.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları	32
4.1.4. Su aktivitesi (a _w) analizi sonuçları.....	35

4.1.5. Renk analizi sonuçları.....	37
4.1.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	37
4.1.5.2. İç yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri.....	42
4.1.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları.....	49
4.1.7. Hidroperoksit analizi sonuçları.....	51
4.1.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	54
4.1.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	54
4.1.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları	55
4.1.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları.....	57
4.2. Mikrodalga ve Konvansiyonel Fırınlama Teknikleri	59
4.2.1. Pişirme kaybı sonuçları.....	59
4.2.2. pH analizi sonuçları	61
4.2.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları	64
4.2.4. Su aktivitesi (a_w) analizi sonuçları.....	67
4.2.5. Renk analizi sonuçları.....	68
4.2.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	68
4.2.5.2. İç yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri.....	77
4.2.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları.....	87
4.2.7. Hidroperoksit analizi sonuçları.....	89
4.2.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	91
4.2.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	92
4.2.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları	94
4.2.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları.....	96
4.3. Ultrasonik ve Konvansiyonel Haşlama	98
4.3.1. Pişirme kaybı sonuçları.....	98
4.3.2. pH analizi sonuçları	99
4.3.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları	102
4.3.4. Su aktivitesi (a_w) analizi sonuçları.....	105
4.3.5. Renk analizi sonuçları.....	106
4.3.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	106
4.3.5.1. İç yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri.....	114
4.3.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları.....	120
4.3.7. Hidroperoksit analizi sonuçları.....	123
4.3.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	125
4.3.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları	125
4.3.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları	127
4.3.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları.....	129
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	130
KAYNAKÇA.....	132
ÖZGEÇMİŞ	142

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ISIL VE ISIL OLMAYAN TEKNİKLERİN ETİN OKSİDATİF STABİLİTESİ VE KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Dilara AYDIN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birol KILIÇ

II. Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Azim ŞİMŞEK

Araştırma kapsamında haşlama, fırınlama, ızgara, mikrodalga ve ultrases olmak üzere farklı gıda işleme yöntemleri ile 68°C, 74°C ve 80°C olmak üzere farklı merkez sıcaklıkları kullanılarak 3 farklı aşamada toplam 27 deneme grubu oluşturulmuştur. Birinci aşamada fırınlama, ızgara ve haşlama yöntemleri ile belirtilen merkez sıcaklıklarına kadar et örnekleri pişirilmiştir. İkinci aşamada, fırınlama yöntemi kontrol grubu olarak seçilmiş ve yüksek (600 W) ile düşük (360W) güçte mikrodalga yöntemleri ile et örnekleri pişirilmiştir. Üçüncü aşamada ise haşlama yöntemi kontrol grubu olarak seçilmiş ve hızlı ile yavaş seviyede ultrases destekli su banyosunda örnekler pişirilmiştir. Pişmiş et örnekleri vakum paketlenerek 4°C’de 40 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada belirlenen grupların üretimi iki tekerrürlü ve analizler ise iki paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Örneklerde pişirme kaybı analizi ile birlikte depolama süresince pH, su aktivitesi (aw), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), renk, tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS), lipit hidroperoksit (HP), toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), koliform grubu bakteri ve toplam maya-küf analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırma neticesinde birinci aşamada 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında en yüksek pişirme kaybı fırınlama yöntemi sonucunda elde edilirken, 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında ise fırınlama ve haşlama yöntemlerinde en yüksek pişirme kaybı değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). En düşük pişirme kaybı değerleri ise ızgara pişirme yöntemi sonucunda elde edilmiştir ($P<0,05$). İkinci aşamada, tüm merkez sıcaklıklarında yüksek güçte mikrodalga uygulamaları sonucunda en yüksek pişirme kaybı değerleri belirlenmiştir ($P<0,05$). Üçüncü aşamada ise hızlı ultrases yöntemi sonucunda daha yüksek pişirme kaybı değerleri elde edilirken, konvansiyonel haşlama tekniği sonucunda en düşük pişirme kaybı değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Tüm pişirme tekniklerinde merkez sıcaklık arttıkça pişirme kaybı değerleri artış göstermiştir ($P<0,05$).

Konvansiyonel pişirme tekniği uygulamaları sonucunda en yüksek ORP değerleri fırınlama tekniğinde elde edilirken, ikinci aşamada düşük güçte mikrodalga uygulamasında da benzer şekilde en yüksek ORP değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$).

Birinci aşamada en düşük ORP değerleri ızgara pişirme tekniğinde belirlenmiştir ($P<0,05$). Üçüncü aşamada ise yavaş ultrases tekniğinde en yüksek ORP değerleri belirlenmiştir ($P<0,05$). Hızlı ultrases tekniği ile etler pişirildiğinde ise daha düşük ORP değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Birinci aşamada haşlama ve ızgara pişirme tekniklerinde merkez sıcaklığı arttıkça ORP değerleri artış gösterirken, fırınlama tekniğinde ise merkez sıcaklığı arttıkça ORP değerlerinde düşüş yaşanmıştır ($P<0,05$). İkinci ve üçüncü aşamalarda ise tüm pişirme tekniklerinde uygulanan merkez sıcaklığı arttıkça ORP değerlerinde artış meydana gelmiştir ($P<0,05$).

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı açısından tüm pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. En yüksek koliform grubu bakteri ile maya-küf sayısı et örnekleri haşlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirildiğinde tespit edilmiştir ($P<0,05$). En düşük koliform grubu bakteri (80°C) ve maya küf sayıları (68°C) ise fırınlama tekniği ile pişirme sonucunda belirlenmiştir ($P<0,05$). İkinci aşamada en düşük koliform grubu bakteri sayısı konvansiyonel fırınlama tekniğinde elde edilirken, maya-küf sayısı ise yüksek güçte mikrodalga uygulamasında belirlenmiştir ($P<0,05$). Üçüncü aşama olan ultrases uygulamalarında ise en düşük koliform grubu bakteri sayısı yavaş ultrases tekniğinde tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ultrases uygulamaları sonucunda maya-küf sayısı tespit limitlerinin altında kalmıştır. Tüm iş paketlerinde merkez sıcaklığı uygulamalarının genel olarak önemli bir etkisi olmamıştır.

TBARS ve HP analizleri neticesinde en düşük oksidasyon seviyeleri birinci aşamada haşlama tekniğinde, ikinci aşamada düşük güçte mikrodalga uygulamasında, üçüncü aşamada ise hızlı ultrases uygulamasında tespit edilmiştir ($P<0,05$). Konvansiyonel pişirme tekniklerinde genel olarak düşük merkez sıcaklıklarında daha yüksek oksidasyon düzeyleri elde edilirken, mikrodalga ve ultrases uygulamalarında ise genel olarak yüksek merkez sıcaklığı uygulamalarında daha yüksek oksidasyon seviyeleri elde edilmiştir ($P<0,05$). Tüm pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolama süresince TBARS ve HP değerleri kademeli olarak artış göstermiştir ($P<0,05$).

En düşük su aktivitesi değerleri fırınlama, düşük güçte mikrodalga ve yavaş ultrases uygulamaları sonucunda tespit edilmiştir ($P<0,05$). Merkez sıcaklık uygulamalarının genel olarak su aktivitesi değerleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Renk analiz sonuçlarına göre en yüksek L* ve b* dış yüzey renkleri ızgara pişirme tekniğinde elde edilmiştir ($P<0,05$). En yüksek a* değeri ise haşlama pişirme tekniği uygulaması sonucunda belirlenmiştir ($P<0,05$). İç yüzey renk L* değerleri açısından konvansiyonel pişirme teknikleri arasında fark tespit edilmezken, en yüksek a* değeri ızgara pişirme tekniğinde, en yüksek b* değeri ise fırınlama tekniği ile etler pişirildiğinde belirlenmiştir ($P<0,05$). İkinci aşamada dış yüzeyde en yüksek L* değeri yüksek güçte mikrodalga uygulamasında, a* ve b* değerleri ise konvansiyonel fırınlama tekniğinde belirlenmiştir ($P<0,05$). İç yüzey L* değerlerinde ise en yüksek L* ve a* değerleri konvansiyonel fırınlama tekniğinde, en yüksek b* değeri ise yüksek güçte mikrodalga uygulamasında tespit edilmiştir ($P<0,05$). Üçüncü aşamada ise en yüksek a* ve b* değerleri hızlı ultrases uygulamasında belirlenmiştir. L* değerleri açısından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Sonuç olarak pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamalarının etlerin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler üzerine önemli düzeyde etkili oldukları görülmüştür. Özellikle alternatif işleme yöntemlerinin oksidatif değişimleri sınırlandırmada konvansiyonel pişirme tekniklerine göre daha etkili oldukları çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif yöntemler, kırmızı et, raf ömrü, pişirme metotları, gıda kalitesi.

2019,142 sayfa



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE EFFECTS OF ALTERNATIVE THERMAL AND NON-THERMAL APPLICATIONS ON OXIDATIVE STABILITY AND QUALITY PARAMETERS OF MEAT

Dilara AYDIN

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Birol KILIÇ

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Azim ŞİMŞEK

In the scope of the research, 27 different experimental groups were designed with 3 different stages by using various core temperatures (68°C, 74°C and 80°C) under different food processing settings such as boiling, roasting, grilling, microwave and ultrasound. In the first stage meat samples were cooked up to the core temperatures indicated by roasting, grilling and boiling. In the second stages, the roasting was selected as the control group and the meat samples were cooked with high (600W) and low (360W) power microwave. In the third stage, the boiling was selected as the control group and samples were cooked fast and slow in water bath with ultrasound. Vacuum packaged cooked meat samples were stored for 40 days at 4°C. The whole experiments were performed with two replications and the analyzes were performed with two times. pH, water activity (aw), oxidation-reduction potential (ORP), color, thiobarbituric acid reagents (TBARS), lipid hydroperoxide (HP), total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), coliform group bacteria and total yeast-mold analysis were performed in the samples during storage. Cooking loss was determined once.

In first stage, the highest cooking loss with 68°C core temperature was obtained in samples cooked with the roasting method while the highest cooking loss values were determined in those cooked with the roasting and boiling methods at the core temperatures of 74°C and 80°C ($P<0.05$). In the second stage, the highest cooking loss values were determined as a result of high power microwave application at all core temperatures ($P<0.05$). In addition low cooking losses values determined with low power microwave application ($P <0.05$). In the third stage, higher cooking loss were obtained with fast ultrasound method while the lowest cooking loss values were determined with conventional method ($P<0.05$). In all cooking techniques, the cooking loss values increased as the core temperature increased ($P<0.05$).

The highest ORP values were obtained roasting cooking method and low power microwave application ($P<0,05$). In the first stage, the lowest ORP values were determined in the grilling method ($P<0,05$). In the third stage, the highest ORP values were determined in the slow ultrasound boiling technique ($P<0.05$). In addition, in the meat cooked with fast ultrasound technique, lower ORP values were

determined ($P < 0.05$). ORP values increased as the core temperature increased in the grilling, while the ORP values decreased as the core temperature increased in the roasting technique ($P < 0.05$). In the second and third stages, the ORP values increased as the core temperature all cooking techniques increased ($P < 0.05$).

According to the results of the microbiological analysis, no significant difference was found among cooking techniques and core temperatures in terms of mesophilic aerobic bacteria count. The highest coliform bacteria and yeast-mold counts were determined when the meat samples were cooked up to 74°C core temperature in the boiling method ($P < 0.05$). The lowest coliform bacteria (80°C) and yeast-mold counts (68°C) were determined by roasting technique ($P < 0.05$). In the second stage, the lowest coliform bacteria were obtained in conventional roasting technique while the lowest yeast-mold count was determined in high power microwave application ($P < 0.05$). In the ultrasound application, the lowest coliform bacteria were detected in the slow ultrasound technique ($P < 0.05$). As a result of ultrasound applications, the number of yeast-mold remained below the detection limits. In all work stages, core temperature applications generally had no significant effect.

As a result of TBARS and HP analyzes, the lowest oxidation levels were determined in the samples cooked with boiling technique in the first stage of the study, low power microwave application in the second stage and fast ultrasound application in the third stage ($P < 0.05$). In conventional cooking techniques, higher oxidation levels were obtained at low centre temperatures, whereas in microwave and ultrasound applications, higher oxidation levels were obtained of high core temperature applications ($P < 0.05$). TBARS and HP values increased gradually during storage in all cooking techniques and core temperatures ($P < 0.05$).

The lowest water activity values were determined by roasting, low power microwave and slow ultrasound cooking applications ($P < 0.05$). Core temperature applications generally had no significant effect on water activity values.

According to the results of color analysis, the highest L^* and b^* outer surface colors were obtained in the grilling ($P < 0.05$). The highest a^* value was determined as a result of the boiling technique ($P < 0.05$). While no difference was found between the conventional cooking techniques in terms of internal surface L^* values, the highest a^* value was determined in the grill cooking technique and the highest b^* value was determined when the meat was cooked with roasting technique ($P < 0.05$). In the second stage, the highest L^* value on the outer surface was determined in microwave application, while the highest a^* and b^* values were determined in conventional roasting technique ($P < 0.05$). The highest L^* and a^* values were determined in conventional roasting technique and the highest b^* value was found in microwave applications ($P < 0.05$). In the third stage, the highest a^* and b^* values were determined in fast ultrasound boiling application. There was no significant L^* value differences.

As a result, it was observed that cooking techniques and core temperature applications were significantly effective on physico-chemical and microbiological properties of meats. Especially, alternative processing methods were determined to be more effective than conventional cooking techniques for limiting oxidative changes.

Keywords: Alternative applications, meat, shelf life, cooking methods, food quality.

2019,142 pages



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu çalışmanın planlanması ile yürütülmesi sırasında maddi ve manevi desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, ilgi, teşvik ve yardımlarını esirgemeyen çok değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Birol KILIÇ'a ve çalışmanın planlanması ve yürütülmesi ile laboratuvar ve istatistiksel analiz safhalarında yardımlarını esirgemeyen değerli eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Azim ŞİMŞEK'e, hoşgörü ve destekleri için minnetlerimi sunmayı bir borç bilir ve içtenlikle teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca ve çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen annem Nazife AYDIN ve kız kardeşim Ayça DURAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dilara AYDIN
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Lipit oksidasyonu mekanizması.....	5
Şekil 2.2. Lipit oksidasyonu genel basamakları.....	6



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Araştırma kapsamında oluşturulan deneme grupları.....	22
Çizelge 4.1. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	28
Çizelge 4.2. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri.....	28
Çizelge 4.3. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	30
Çizelge 4.4. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ..	31
Çizelge 4.5. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	32
Çizelge 4.6. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen ORP değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ..	33
Çizelge 4.7. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen a_w değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	35
Çizelge 4.8. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları ..	36
Çizelge 4.9. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen dış yüzey L^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 4.10. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.11. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 4.12. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	40
Çizelge 4.13. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.14. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	42

Çizelge 4.15. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.16. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	44
Çizelge 4.17. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 4.18. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.19. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.20. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	48
Çizelge 4.21. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	49
Çizelge 4.22. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.23. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4. 24. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	53
Çizelge 4.25. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.26. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayısı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	55
Çizelge 4.27. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.28. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	57

Çizelge 4.29. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam maya-küf değerlerine ait varyans analizi sonuçları	57
Çizelge 4.30. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 4.31. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 4.32. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri.....	60
Çizelge 4.33. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.34. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Çizelge 4.35. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları	64
Çizelge 4.36. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Çizelge 4.37. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen aw değerlerine ait varyans analizi sonuçları	67
Çizelge 4.38. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	68
Çizelge 4.39. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey L^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 4.40. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	70
Çizelge 4.41. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	71
Çizelge 4.42. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	72

Çizelge 4.43. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	75
Çizelge 4.44. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	76
Çizelge 4.45. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	77
Çizelge 4.46. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	79
Çizelge 4.47. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	80
Çizelge 4.48. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	82
Çizelge 4.49. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	84
Çizelge 4.50. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	85
Çizelge 4.51. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	87
Çizelge 4.52. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	88
Çizelge 4.53. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	89
Çizelge 4.54. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları	91
Çizelge 4.55. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	92
Çizelge 4.56. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	93

Çizelge 4.57. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	94
Çizelge 4.58. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	95
Çizelge 4.59. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	96
Çizelge 4.60. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	97
Çizelge 4.61. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	98
Çizelge 4.62. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri	99
Çizelge 4.63. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	100
Çizelge 4.64. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	101
Çizelge 4.65. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları	102
Çizelge 4.66. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen ORP değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	103
Çizelge 4.67. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen su aktivitesi (a_w) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	105
Çizelge 4.68. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	106
Çizelge 4. 69. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey L^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	107
Çizelge 4.70. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	108

Çizelge 4.71. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	109
Çizelge 4.72. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	110
Çizelge 4. 73. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	112
Çizelge 4.74. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	113
Çizelge 4. 75. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	114
Çizelge 4.76. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	115
Çizelge 4.77. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	116
Çizelge 4.78. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	117
Çizelge 4.79. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	118
Çizelge 4.80. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	119
Çizelge 4.81. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	121
Çizelge 4.82. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	122
Çizelge 4.83. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$)değerlerine ait varyans analizi sonuçları	123
Çizelge 4.84. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipid hidroperoksit değerleri($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	124

Çizelge 4.85. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	126
Çizelge 4.86. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	127
Çizelge 4.87. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	127
Çizelge 4.88. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.	128

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_w	Su aktivitesi
g	Gram
H	Hidrojen
HO	Hidroksil radikal
$L^* a^* b^*$	Parlaklık, kırmızı-yeşil, sarı-mavi renk değerleri
MDA	Malonaldehit
$R\cdot$	Alkil radikal
RH	Yağ asidi
$ROO\cdot$	Peroksit radikal
ROOH	Hidroperoksit
ROOR	Oksidasyon ürünü
TBARS	Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler
TCA	Trikloroasetik asit

1. GİRİŞ

Et ve et ürünleri içermiş oldukları yüksek besleyici bileşenler nedeniyle sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ürünlerin işlenmesi ve depolanması esnasında kalite ve kabul edilebilirliği mikrobiyal ve kimyasal değişimlerden etkilenmesi dolayısıyla çabuk bozulur bir gıda olarak görülmektedir. Isıl işlem ise bu tip gıdaların raf ömrünün arttırılmasında ve mikrobiyal inaktivasyonun sağlanmasında geçmişten bugüne en etkili yöntemlerden biri olarak kullanılmaktadır (Kondjoyan vd., 2014; Domínguez vd., 2014). Pek çok uygulama şekli bulunan ısıtma işlemi, tüketici sağlığı açısından hala en güvenilir yöntemlerden biri olarak görülmesine rağmen üründe oksidasyona ve istenmeyen kalite değişimlerine de neden olabilmektedir.

Etlerde yağ oksidasyonu ile meydana gelen lezzet bozukluğu “ısıtma işlem sonrası oluşan oksidatif lezzet” (Warmed-over flavor, WOF) olarak tanımlanmaktadır. Model et sistemleriyle yapılan çalışmalar, WOF oluşumunda myoglobinin ve serbest demirin rolünü ortaya koymuştur (Love ve Pearson, 1970). Isıtma işlemi ile birlikte serbest demir miktarının artış gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (Chen vd., 1984; Apte ve Morrissey, 1987). Isıtma işlemi görmüş etlerde myoglobin ve hemoglobinden salınan demir ile artan serbest demir miktarının lipid oksidasyonunun en büyük katalisti olduğu belirtilmektedir. Ayrıca hem molekülü ile şekillenen lipid oksidasyonunun, yağ dokusunun oksidasyonu kadar pigmentlerin yapısının bozulmasına da neden olduğu bildirilmiştir (Love and Pearson, 1970; Rhee ve Ziprin, 1987; Schricker vd., 1982; Chen vd., 1984; Apte ve Morrissey, 1987). Lipid oksidasyonuna bağlı değişimlerin önlenmesi ve buna bağlı olarak et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ve insan sağlığını korumak amacıyla et endüstrisinde son yıllarda çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamaların başında ısıtma gıda işlemlerine alternatif uygulamalar gelmektedir. Alternatif gıda işleme yöntemleri enerji ve zaman tasarrufu sağlamalarının yanı sıra gıdaların genel kalitesi ve besin bileşenleri üzerine olumsuz etkilerinin yok denecek kadar az olmaları ile de önem arz etmektedirler. Mikrodalga ve ultrases başta olmak üzere alternatif gıda işleme yöntemlerine yönelik bilimsel literatürde birçok çalışma bulunmakta olup söz konusu çalışmaların mikrobiyal inaktivasyon üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Hollywood vd. 1991; Lillard, 1993; Apostolou vd. 2005; Lee vd., 2009).

Mevcut tez çalışması ile, konvensiyonel ve alternatif gıda işleme yöntemleri ve farklı merkez sıcaklık uygulamaları sonucunda pişirilen parça halindeki sığır etlerinin depolanması süresince fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve oksidatif stabilitesi üzerindeki değişimlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Tez çalışması üç ayrı aşama olacak şekilde yürütülmüştür. Tez çalışması kapsamında haşlama, fırınlama, ızgara, mikrodalga ve ultrases teknikleri ile 68°C, 74°C ve 80°C merkez sıcaklıkları kullanılarak üç ayrı aşamada toplam 27 deneme grubu oluşturulmuştur. Pişmiş sığır etlerinin 4°C depolanması süresince (40 gün) pH, renk, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), su aktivitesi (aw) analizleri ile oksidatif değişimlerin belirlenmesi amacıyla lipid hidroperoksit (HP) ve tiyobarbütirik asit reaktif maddeler (TBARS) analizleri gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyal değişimlerin belirlenmesi amacıyla ise Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), koliform grubu bakteri ve maya-küf sayımları yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Etin Pişirilmesi

Etin görünüş, tat, koku, besleyicilik gibi kalite özelliklerinin tüketici kabulü üzerinde önemli bir etkisi bulunmasının yanı sıra et ve et ürünlerinin içermiş olduğu esansiyel yağ asitleri, zengin mineral içeriği, yüksek oranda su ihtiva etmesi ve proteinlerinin yüksek oranda sindirilebilir özellikte olmasından dolayı kolay bozulabilir gıdalar içerisinde yer almaktadır. Etin bu bozulma etkenlerinden korunması ve tüketilebilir hale gelmesi için kullanılan en yaygın yöntem pişirme işlemidir. Birçok pişirme tekniği bulunmakta olup, beklenildiği üzere farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ürün kalitelerinde farklı etkilere yol açmaktadır (Kondjoyan vd., 2014; Lorenzo vd., 2015; Dominguez-Hernandez vd., 2018).

Etin yüzey sıcaklığı, uygulanan merkez sıcaklığı ve ısı transfer şekli (direkt temas, hava veya buhar yoluyla yapılan ısı iletimi) olmak üzere başlıca üç faktör pişirme teknikleri arasında farkların oluşmasına neden olmaktadır (Bejerholm ve Aaslyng, 2003). Yüzeydeki sıcaklık etin kokusu, tadı ve rengi için önemlidir. 110°C'nin üstündeki bir sıcaklık, koku ve lezzet için önemli olan Maillard reaksiyonlarını kolaylaştırmaktadır (Whitfield, 1992). Merkez sıcaklığı mikroorganizmaların tahribatı ve etin tekstürel özellikleri üzerinde etkilidir (Vasanthi vd., 2007; Roldan vd., 2014; Wall vd., 2019). Isı transfer şekli ise etin fiziko-kimyasal ve tekstürel özellikleri ile pişirme kaybı ve besin değeri gibi tüketici tercihinde önemli rol oynayan özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Brugiapaglia ve Destefanis, 2012; Campo vd., 2013; Fabre vd., 2018).

2.2. Isıl İşlemin Ette Oluşturduğu Değişiklikler

Pişirme işlemi ile gıdaların organoleptik ve beslenme özelliklerinin geliştirmesi ve iyi gıda güvenliği uygulamalarını sağlamak amaçlanılmaktadır. Etin pişirilmesi ile maillard reaksiyonu, protein denatürasyonu, lipid oksidasyonu vb. etmenlerle oluşan lezzet değerlerinde artış, sindirilebilirlik ve raf ömrü artışı mikroorganizma tahribatı, gibi olumlu etkiler söz konusu olurken aynı zamanda aromatik polisiklik

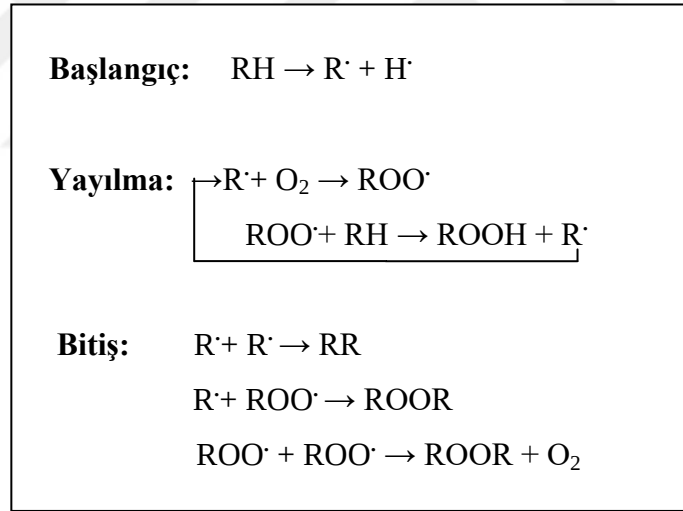
hidrokarbonların (APH) üretimi ve besin kayıpları gibi bazı olumsuz etkiler de ortaya çıkmaktadır (Broncano vd., 2009; Jouquand vd., 2015).

Piştirme işlemi sırasında oluşan protein denatürasyonu, 40°C de başlamakta ve ette tekstür ve renk özelliklerinin oluşumu gibi pek çok fiziksel değişimden sorumlu olmaktadır. Myoglobin, etin pişirilmesi sırasında farklı yapıların (deoksimyoglobin, oksimyoglobin, sülfmyoglobin, metmyoglobin vb.) oluşumundan ve renk değişimlerinden sorumlu olan primer hem pigmentidir. Piştirme sırasında (60°C den itibaren), myoglobinin üç formu birbirine karışmakta ve etin rengini etkileyen oksijenasyon, oksidasyon ve indirgenme reaksiyonlar ile birlikte denature olarak karakteristik kahve-gri pişmiş et rengini oluşturmaktadır (Tornberg, 2005; Chiavaro vd., 2009; Guyon vd., 2016). Ancak oluşan ısı kaynaklı renk değişimi, etteki myoglobinin piştirme işleminden önceki oksidatif durumuna da bağlı olabilmektedir (Aşçıoğlu, 2013). Ayrıca 60°C'den itibaren başta miyofibriller proteinler olmak üzere kas proteinlerinin yapısının bozulması ile su tutma kapasitesi azalmakta, bağ doku ve kas liflerinin piştirme işlemine bağlı olarak büzülmesi ile hücre dışı boşluktaki sulu çözeltiye uyguladığı basınç sonucu et matrisinden suyun dışarı atılmasından dolayı piştirme kaybı meydana gelmektedir (Tornberg, 2005; Chiavaro vd., 2009; Aşçıoğlu, 2013).

Lipit oksidasyonu ise, tat ve koku bileşimi oluşumunun en önemli kaynağı olmakla birlikte, ileri safhalarında üründe istenmeyen koku ve renk, tekstürel bozukluklar besin kayıpları ve toksik bileşik üretimi ile sonuçlanan kimyasal bir reaksiyondur. Oksidasyon reaksiyonları sonucunda meydana gelen kalite kayıpları depolama süresince artış göstermekte ve ürünlerin pazarlanmasını ve tüketici tarafından kabulünü olumsuz yönde etkilemektedir. Lipit oksidasyonu, ürünlerin içermiş olduğu yağ asitleri kompozisyonu ve doymamışlık dereceleri, metal iyonları, su aktivitesi, pH, oksidatif enzimler, ürünlere uygulanan ısı işlem, depolama sıcaklığı ve süresi, ışık ve moleküler oksijen gibi faktörlerden etkilenmektedir. Lipit oksidasyonunda myoglobinin ve diğer demir porfirinlerinin prooksidan olarak hızlandırıcı etkili olmaları genel olarak kabul görmüş bir olgudur (Love and Pearson, 1970). Kanatlı etlerine oranla kırmızı etlerde daha fazla oranda bulunan hemoglobin ve myoglobin, önemli miktarda hem demir içermektedir. 60°C ve üzerindeki sıcaklıklarda myoglobin ve hemoglobinin denatüre olması sonucunda ısı işlem görmüş etlerde

hem halkasında bulunan demir salınarak serbest forma geçmektedir (Chen vd., 1984). Çiğ etlerde hem demir, ısıtma işlemi görmüş etlerde ise serbest formdaki demir katalitik reaksiyonlara katılarak lipid oksidasyonunu hızlandırmakta ve buna bağlı olarak da et ve et ürünlerinde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Rhee ve Ziprin, 1987; Chen vd., 1984). Isıtma işlemi uygulanmış et ürünlerinde serbest demire bağlı olarak yağlı dokularda lipid oksidasyonu hızlı bir şekilde gelişmektedir (Love and Pearson, 1970).

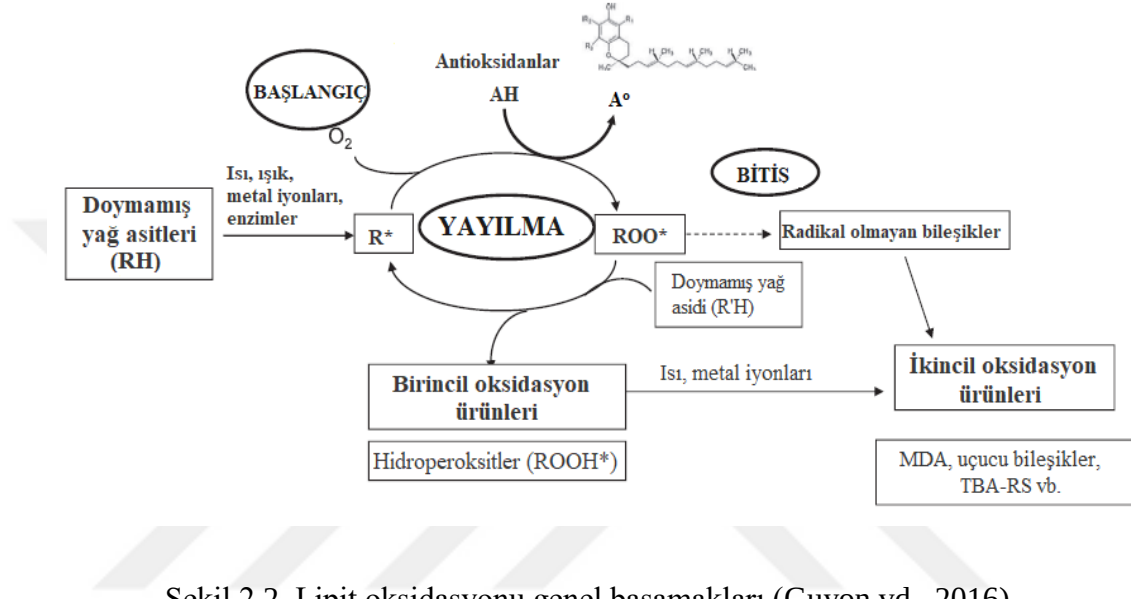
“Otooksidasyon” olarak da adlandırılan lipid oksidasyonu üç eşzamanlı aşamadan (başlangıç, yayılma ve bitiş) oluşmakta ve serbest radikal zincir reaksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1). Otooksidasyon, kendiliğinden oluşan ve ısı, ışık ve metal iyonları ile katalizlenen bir reaksiyondur. Elde edilen ürünler ise genellikle substratlara (doymamış yağ asitlerine) bağlıdır (El-Alim vd., 1999; Chaijan, 2008; Guyon vd., 2016; Bragagnolo ve Mariutti, 2017).



Şekil 2.1. Lipid oksidasyonu mekanizması (RH: yağ asidi, R·: alkil radikal, ROO·: peroksit radikal, ROOH: hidroperoksit, ROOR: oksidasyon ürünü) (Shahidi ve Wanasundara, 1996).

Lipid oksidasyonu, doymamış yağ asidi (RH) grubundaki bir çift bağa bağlı olan hidrojen atomunun yapıdan uzaklaşması ile başlamakta ve bu aşamada ışık, ısı veya metal iyonlarıyla serbest radikal oluşumu katalizlenmektedir (başlangıç). Elde edilen alkil serbest radikalinin (R·) moleküler oksijenle reaksiyona girmesi ile oluşan kararsız yapıdaki peroksi serbest radikali, hidroperoksit (ROOH) ve yeni bir alkil

serbest radikalini oluşturmak için başka bir doymamış yağ asidinden bir hidrojen atomu koparmaktadır. Oluşan yeni alkil serbest radikali oksidasyon reaksiyonunu hızlandırmakta ve zincir reaksiyonuna (yayılma) katkıda bulunmaktadır (Şekil 2.2). Oksidasyona bağlı reaksiyonların devam etmesiyle birlikte üründe kötü tat ve kokuya neden olan oksidasyon ürünleri (bitiş) oluşmaktadır (Shahidi ve Wanasundara, 1996; De la Ossa, 2009).



Şekil 2.2. Lipit oksidasyonu genel basamakları (Guyon vd., 2016).

İlk iki aşamada, moleküler oksijen doymamış yağ asitlerine katılarak lipit oksidasyonunun birincil ürünleri olarak kabul edilen konjuge dienler ve hidroperoksitler gibi radikal olmayan bileşiklere hızla dönüşebilen serbest radikalleri oluşturmaktadır. Üçüncü aşamada ise bu bileşikler birbirleri ile tepkimeye girerek daha fazla ayrışmakta ve lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri olarak kabul edilen karbonil bileşikleri, ketonlar, alkoller ve aldehitleri oluşturmaktadırlar (Şekil 2.2). İkincil lipit oksidasyon ürünlerinden aldehitler anahtar bileşiklerdir, çünkü proteinler ile kolayca reaksiyona girerek etin organoleptik ve besinsel özelliklerinde değişikliklere yol açmaktadırlar (Faustman vd., 2010; Guyon vd., 2016; Bragagnolo ve Mariutti, 2017).

2.3. Et ve Et Ürünlerinde Pişirme Yöntemlerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Bejerholm ve Aaslyng (2003), pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığındaki değişikliklerin domuz etinin çığ et kalitesine bağlı olarak duyusal profilini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada 2 kas tipinden (*M. longissimus dorsi* (LD) ve *M. biceps femoris* (BF)), oluşan örnekleri parça et ve kıyma şekli olarak ızgara ve fırınlama olmak üzere farklı pişirme teknikleri ve üç farklı merkez sıcaklığı ile pişirmişlerdir. Koku ve lezzet bakımından örnekler arasındaki en büyük farkın pişirme tekniğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca 65 °C'lik merkez sıcaklıkta lezzet verici bileşenler için, 75 °C'lik merkez sıcaklıkta ise toplam duyusal özellikler için örnekler arasında ayırım yapmanın kolaylaştığını, merkez sıcaklık 75°C'den 80°C'ye yükseldiği sırada yumuşaklık seviyesinin BF'de artarken ve LD'de azaldığını bildirmişlerdir.

Alfaia vd. (2010), sığır etinin yağ asitlerine, konjuge linoleik asit izomerlerine ve beslenme kalitesine farklı pişirme yöntemlerinin (mikrodalga, ızgara, haşlama) etkisini araştırmışlardır. En yüksek pişirme kaybı değerinin mikrodalga uygulaması sonucunda elde edildiğini, en düşük değerin ise ızgara pişirme yönteminde belirlendiğini rapor etmişlerdir. Konjuge linoleik asit miktarının ise termal işlemlere karşı stabilite gösterdiğini belirtmişlerdir. Pişirme işlemlerinin doymuş (SFA) ve tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)'nin oranını arttırdığını, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin oranını ise azalttığını bildirmişlerdir. Mikrodalga ve ızgara pişirme tekniklerinin etlerin oksidasyon düzeyleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını, haşlama işlemi sonucunda ette oksidasyon düzeylerinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sığır eti üzerine yapılan bir başka çalışmada ise pişirme yöntemleri olarak haşlama, kızartma, mangalda pişirme ve fırınlama seçilmiştir. En yüksek pişirme veriminin mangalda pişirilen örneklerde tespit edildiği, en düşük pişirme veriminin ise haşlama işlemi sonucunda tespit edildiği belirtilmiştir. Ayrıca pişirme işlemleri ile doymuş yağ asidi oranının azaldığı, toplam doymamış yağ asidi miktarının ise arttığı rapor edilmiştir (Aşçıoğlu, 2013).

Juárez vd. (2010), haşlama, ızgara ve kızartma yöntemlerinin manda etinin kimyasal ve lipit bileşimine etkisini incelemişlerdir. Tüm pişirme yöntemlerinin örneklerin nem içeriğini azalttığını, protein, kül ve yağ içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Kızartma işleminde zeytinyağı ilavesinden dolayı yağ içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Uygulanan pişirme yöntemlerinin tümünün örneklerde çoklu doymamış yağ asidi miktarını arttırdığını, doymuş yağ asidi miktarlarını ise azalttığını rapor etmişlerdir. Haşlama ve ızgara pişirme yöntemlerinin etlerin TBARS değerlerini arttırdığını, kızartma işlemi sonucunda önemli bir değişimin olmadığını belirtmişlerdir.

Brugiapaglia ve Destefanis (2012), fırınlama ve ızgara pişirme yönteminin piedmont cinsi sığır *M. semitendinosus* kasının besin değeri üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada pişirme yöntemlerinin etin besleyiciliği ile pişirme verimi ve kalitesi üzerine ölçümler yapılmıştır. Her iki pişirme yönteminde etin kimyasal bileşimi ve besleyici değerlerinde değişikliğe neden olduğunu ancak pişirme teknikleri arasında bir farkın olmadığını belirtmişlerdir. Etin pişirilmesi sonucunda çiğ ete göre daha az su içerdiğini ve sonuç olarak enerji değerinin daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Yarmand vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada fırınlama, ızgara ve mikrodalga pişirme yöntemlerinin, deve *M. Longissimus dorsi* (LD) kasının mekanik özellikleri ve mikroyapısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Mikrodalga pişirme ile kesme kuvveti ve sıkıştırma kuvveti gibi tekstürel özelliklere ait değerlerin fırınlama ve ızgara pişirme işlemlerine göre daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu ise mikrodalga pişirme sonucunda kolajenin daha az çözünmesi ile açıklamışlardır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile elde ettikleri sonuçlara göre fırınlama pişirme tekniğinde, ızgara veya mikrodalga pişirmeye göre daha fazla doku hasarı tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda kasın mekanik özellikleri ile mikro yapısının pişirme sırasında su içeriğinde meydana gelen değişikliklerden etkilenebildiğini ortaya koymuşlardır.

Campo vd. (2013), pişirme yöntemlerinin kuzu etinin besin bileşimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kuzu eti örneklerini güveç, ızgara ve fırınlama ile pişirme işlemlerini takiben analiz etmişlerdir. Tüm pişirme tekniklerinde yağ oranının

oransal olarak arttığını, bunun nedeni olarak da pişirme işlemleri sonucunda meydana gelen su kaybına bağlı olarak toplam kuru maddenin oransal olarak artışıdan kaynaklı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Güveçte pişirme tekniğinin, kullanılan bileşenlerden yağ emilimi olması nedeniyle yağda en yüksek artışa neden olduğunu ve bu durumunda linoleik asit yüzdesini oransal olarak arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca n-3 yağ asitlerinin, n-6 yağ asitlerine göre pişirme işleminden daha az etkilendiğini bildirmişlerdir. Fırınlama ve ızgara pişirme tekniklerinde uygulanan süreler birbirinden çok farklı olmasına rağmen besin bileşenleri açısından bir farklılığın oluşmadığını gözlemlemişlerdir.

Soladoye vd. (2017), pişirme yöntemlerinin ve buzdolabında depolanma süresinin domuz pastırmasında lipit oksidasyonu (TBARS), protein oksidasyonu (PROTOX) ve heterosiklik aromatik aminlerin (HAA) üretimine etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, 4 ° C'de 2 ve 28 günlük depolama süreleri sonunda alınan dilimlenmiş domuz pastırması örneklerini mikrodalga ve tavada kızartma yöntemi ile pişirmişlerdir. Mikrodalga ile pişirilen örneklerde protein oksidasyonu, tavada pişirilen örneklerde ise HAA ve TBARS seviyelerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Tavada pişirme yönteminin pastırma örneklerinin tuzluluğunu ve gevrekliğini arttırdığını ancak diğer duyuşal özelliklerinin pişirme yöntemleri ve saklama sürelerinden etkilenmediğini bulmuşlardır. Çalışma sonunda, genel olarak mikrodalga fırınlamanın domuz pastırmasında duyuşal nitelikler üzerinde küçük bir etki yarattığını ve karsenojenik bileşiklerin üretiminde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

2.4. Ultrases İşlemi

İnsan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı ses dalgaları “ultrases” olarak adlandırılmaktadır. Bu dalgaların frekansı ayarlanarak gıda endüstrisi de dahil olmak üzere birçok endüstriyel uygulamada kullanılabilir. Geniş uygulama yelpazesi ve yapılan çalışmalar sayesinde oluşan bilgi birikimi ile ultrases, çok yönlü ve yenilikçi bir teknoloji olmuştur (Awad vd., 2012; Ercan ve Sosyal, 2013). Yöntemin temelini, ultrases dalgalarının uygulanması sırasında sıvı içinde hava kabarcıklarının oluşumu ile sonuçlanan mekanik etki (kavitasyon) oluşturmaktadır (Raviyan vd., 2005). Kavitasyon dolayısıyla ultrasesin mikroorganizmaları öldürme

etkisi onların hücre duvarlarını parçalaması ile meydana gelmektedir (Butz ve Tauscher, 2002; Piyasena vd., 2003). Pastörizasyon ve sterilizasyona alternatif olabilecek yöntemlerin önem kazandığı bu dönemlerde, besin içeriği ve genel gıda kalitesi üzerinde daha az etkili olması ile ultrases teknolojisi veya sonikasyon, gıda endüstrisinde vaat edilen alternatif teknolojilerden biri olmuştur (Piyasena vd., 2003). Gıda endüstrisinde ayrıca dondurma, kesme, kurutma, temperleme, homojenizasyon, gazdan arındırma, köpük giderici, filtrasyon ve ekstraksiyon gibi analiz yöntemleri ve gıda işleme yöntemlerinde de birçok amaçla kullanılmaktadır (Ercan ve Sosyal, 2013). Ultrases, henüz gelişme aşamasında olan bir teknoloji olsa da bu teknolojinin endüstriyel ölçekte gelişmesi ve ultrasonografinin gıdaların özellikleri üzerindeki etkisini daha ayrıntılı bir şekilde aydınlatılması üzerine gelecekte yapılacak çalışmalar ultrasesin daha çok önem kazanmasını sağlayacaktır (Piyasena vd., 2003).

2.4.1. Düşük yoğunluklu ultrases

Düşük yoğunluklu ultrases uygulamaları genellikle düşük güçte (10 W'a kadar) yüksek frekansların (2-10 MHz) kullanılması ile elde edilmektedir (Jayasooriya vd., 2004). Yöntemin ana etki mekanizması akustik akımdır (Kurt, 2013). Bu ultrases tipi günümüzde ısı işlemler sırasında oluşan fiziksel ve kimyasal değişiklikler, besin ögesi kaybı ve organoleptik özelliklerde meydana gelen değişimlerin üstesinden gelmek için cazip bir ısısal olmayan yöntem olarak görülmektedir (Awad vd., 2012; Ercan ve Sosyal, 2013).

Düşük yoğunluklu ultrases işlemi; hızlı, kolay, kesin, ucuz ve tahribatsız bir metot olması ile tıpta ve kimyasal analizlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gıda özelliklerini kontrol etmek ve gıda kalitesini arttırmakta önemi olan işleme ve depolama aşamaları esnasında gıda bileşenleri ve ürünlerinin bileşimlerinin ve fizikokimyasal özelliklerinin tahribatsız olarak izlenmesinde de giderek popüler hale gelmiştir (Jayasooriya vd.,2004; Awad vd., 2012; Ercan ve Sosyal,2013; Kurt,2013).

2.4.2. Yüksek yoğunluklu ultrases

Yüksek yoğunluklu ultrases, yüksek güç düzeyleri ($10-1000 \text{ W/cm}^2$ enerji yoğunluğu) ve düşük frekansların (20 kHz ve 100 kHz) kullanılması ile oluşan ultrases çeşididir (Jayasooriya vd., 2004; Bayraktar, 2016). Bu aralıktaki ultrases dalgalarının fiziksel, mekanik veya kimyasal etkileri gıdaların fiziksel bütünlüğünün bozulması ve bazı kimyasal reaksiyonların hızlanması gibi sonuçlara sebep olabilmektedir.

Yöntemin ana etki mekanizması olan “Kavitasyon” un, oluşum mekanizması ultrases dalgalarının sıvı ile temas ettiği bölgede sıkıştırma ve genleşme bölgelerini oluşturması ile başlamaktadır. Bu alanlarda meydana gelen basınç değişimi sonucunda gaz kabarcıkları meydana gelerek kavitasyonu oluşturmaktadır. Daha sonra bu gaz kabarcıklarının genleşmesi ile daha büyük yüzey alanına sahip olmaları sonucu gazın geçişini arttırarak hava kabarcıklarının genleşmesine neden olmaktadır. Ultrasonik enerjinin gaz fazı devam ettiremeyeceği bir noktaya ulaşıldığında ise ani bir yoğunlaşma gerçekleşerek yoğunlaşan moleküllerin hızlı bir şekilde patlamasına ve şok dalgası oluşturmaya neden olmaktadır. Oluşan bu şok dalgaları yüksek sıcaklık ve basınç noktalarının oluşmasına neden olmaktadır (Bayraktar, 2016; Ojha vd., 2017). Reaksiyon süresinin azalmasını, reaksiyon veriminin artmasını ve geleneksel yollara kıyasla daha zorlayıcı koşulların (sıcaklık ve basınç) oluşmasını sağlayan kavitasyon, gıda işleme uygulamalarında faydalı olarak kullanılabilmesi açısından avantajlıdır (Awad vd., 2012).

Yüksek yoğunluklu ultrases, kavitasyon yoluyla mekanik, fiziksel ve kimyasal/biyokimyasal değişikliklere neden olmakta ve gıda ile temas eden yüzeylerde patojen bakterilerin ekstraksiyonu, dondurulması, kurutulması, emülsifikasyonu ve inaktivasyonu, donmuş gıdaların çözündürülmesi, enzimlerin ve proteinlerin ekstraksiyonu ve biriken materyali dağıtmak gibi birçok gıda işleme yöntemlerinde kullanılabilir (Bhandari vd. 2004; Awad vd., 2012). Ayrıca son yıllarda ultrasesin gıda endüstrisinde doymamış yağların oksidasyonu, alkollü içkilerde olgunlaştırma, asetilenin hidrasyonu, sıvı gıdalardan hava kabarcıklarının çıkartılması, esterlerin hidrolize edilmesi, kristalleşme süreçlerinin kontrolü, mikroorganizma ve enzimlerin inaktivasyonu gibi alanlarda da kullanımı söz

konusudur (Bhandiri vd., 2004; Kurt, 2013). Yüksek yoğunluklu ultrases saf bir fiziksel teknik olması ve kimyasal veya ısısal uygulamalara bir alternatif oluşturması nedeniyle et ve et ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmede son birkaç yılda araştırmacıların ilgisini çekmeyi başarmıştır.

2.4.3. Termosonikasyon

Ultrases teknolojisi gıda endüstrisinde, gıda muhafazası, enzim inaktivasyonu ve ekstraksiyonu, dondurma, filtrasyon ve homojenizasyon/emülsifikasyonda tek başına kullanılıyor olsa da bakteriyel yıkım için tek başına ultrases kullanımının yeterli olmadığı bildirilmektedir (Demirdöven, 2009). Ancak, ultrasesin basınç ve/veya ısı kombinasyonu (özellikle mikrobiyal ve enzimsel inaktivasyonda) kayda değer bir sonuç vermektedir (Kurt,2013). Bu yöntemlerle gıdanın kalitesinde meydana gelebilecek olumsuzlukları en aza indirerek gıdanın kalitesinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Buna ek olarak enerji verimleri yüksek ve etkili yöntemler olduklarından ultrasesin birlikte kullanıldığı

- Termosonikasyon: Isı+ ultrases
- Manosonikasyon: Basınç+ ultrases.
- Manotermosonikasyon: Basınç + ısı + ultrases

uygulamalarımuhtemel mikroorganizmaları inaktive etmek için en iyi yöntemler olarak görülmektedir (Demirdöven,2009).

Raso vd. (1998), yaptıkları çalışmada *Bacillus subtilis* sporlarında basınç ile birlikte uygulanan ultrasesin inaktivasyon etkisini gözlemlemiştir. Araştırma sonunda artan basınç etkisi ile inaktivasyon etkinliğinin arttığını belirtmişlerdir. Ultrases işleminin basınç ile birlikte uygulanması sonucunda vejetatif hücrelere ek olarak bakteri sporlarında dış zarlarının permeabilizasyonunu etkileyerek inhibe edildiğini rapor etmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise frekanslı ultrasesin tek başına veya basınç, ısı veya her ikisiyle birlikte uygulandığında sütün güvenlik profilini geliştirdiği ve *Listeria*

innocua ve *Escherichia coli* de dahil olmak üzere patojen mikroorganizmaların 5 log azaltımını sağlayabileceği gözlemlenmiştir (Lee vd., 2009).

2.4.4. Ette ultrases uygulaması üzerine yapılan çalışmalar

Alligar (1975), ultrases uygulaması sonucunda enzimlerin inaktive edilebildiğini bildirmiştir. Enzimlerin inaktivasyona duyarlılığı, doğaları, yapısı, molekül ağırlığı, solüsyondaki konsantrasyon, pH, ortam sıcaklığı ve ultrases uygulama parametreleriyle belirlendiği, bu nedenle, ekstraksiyon prosesinde enzimlerin olası denatürasyonunu ve inaktivasyonunu önlemek için ultrasonik parametrelerin (frekans, yoğunluk ve ışınlama süresinin) dikkatli seçilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Lillard (1993), tavuk derisinde bulunan *Salmonella* Typhimurium suşunun sayısını azaltmak için klorlu su içeren soğutulmuş banyolarda 15-30 dakika ultrases uygulaması yapmıştır. Bunun sonucunda; *Salmonella* Typhimurium suşunda klorlu su ile ultrases kombine yönteminin tek başına klorlu su uygulamasından daha etkili bir azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Polhman vd. (1996), sığır etlerinde 24 saat depolamadan sonra 2 farklı uygulama gerçekleştirmiştir. Birinci uygulamada numuneler vakumlu paketlenmiş ve 0, 5 ile 10 dakika boyunca yüksek yoğunluklu ultrasese (20 kHz, 22 W/cm²) maruz bırakmışlardır. Pişirme kayıpları ve duysal özelliklerin değerlendirilmesi işlemlerinden önce örnekleri 1, 6 veya 10 gün boyunca olgunlaştırmışlardır. Ne sonikasyon süresinin ne de paketlenmiş pektoralis kaslarının depolanmasının örneklerin pişirme kayıplarına, kalite ve duysal özelliklerine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Yaptıkları 2. uygulamada ise sekiz ayrı danadan elde edilen paketlenmemiş sığır eti numunelerini haşlama, ultrasonik ve konvansiyonel pişirme veya 5 ve 10 dakika ultrases uygulandıktan sonra konveksiyonel fırında pişirme işlemine tabi tutmuşlardır. Depolama süresinin artması ile örneklerde daha canlı bir kırmızı-turuncu renk elde ederlerken ultrasonik uygulamanın kasların daha az canlı ve daha az kırmızı-turuncu renkli olmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Buna ek olarak ultrasonik olarak pişirilen örneklerde diğer yöntemlerle pişirilen örneklere kıyasla daha düşük pişirme kayıpları elde edildiğini

bildirmişlerdir. Ultrasonik pişirme ve haşlama işlemini konvansiyonel pişirmeden daha hızlı bulmuşlardır. Çalışma sonunda ultrasesin, etin duysal ve tekstürel özelliklerine etkisi ve etin pişirilmesinde alternatif bir yöntem olarak kullanılması üzerine ek çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Pohlman vd. (1997b), yaptıkları bir başka çalışmada da ultrases destekli pişirmenin ette doku, duysal özellikler ve et kompozisyonu üzerindeki etkilerini belirlemek adına eti su dolu bir hazneye yerleştirerek ultrases uygulamışlardır (20 kHz frekans ve 1000 W). Çalışma sonucunda, geleneksel pişirme ile karşılaştırıldığında ultrases destekli pişirmenin pişirme süresini yarıya, gereken enerjiyi ise üçte bire indirdiğini bulmuşlardır. Bunun nedeni olarak ise ultrasonik dalgaların doğrudan ete yönelmesini ve bu sayede enerji kaybını minimum seviyede tutmasını göstermişlerdir.

Stadnik ve Dolatowski (2008), yaptıkları çalışmada ultrases uygulamasının sığır *M. semimembranosus* kasının oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Örnekleri 120 saniye boyunca ultrasese (45 kHz) maruz bırakmış ve kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Ultrases uygulamasının ardından 4 günlük depolama boyunca her bir depolama günü için lipit oksidasyonu (TBARS), karbonil grubu içeriği ve renk parametrelerinin ölçümü için testler yapmışlardır. Çalışma sonunda, elde edilen renk değerlerinin ultrases uygulanmış örneklerde kontrole kıyasla depolama esnasında daha düşük stabilitede olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca depolama sırasında örnekler arasında lipit oksidasyonu oranında küçük de olsa farklılıkların olduğunu, karbonil bileşiklerinin konsantrasyonunda ise önemli bir farklılık yaşanmadığını rapor etmişlerdir. Yazarlar soğukta depolamanın ile birlikte ultrases uygulamasının sığır etinin oksidatif stabilitesinden ödün verilmeden istenen kalite özelliklerinin oluşumunda etkili bir yöntem olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Zambak (2015), yaptığı çalışmada ultrases uygulamasının sığır bonfile eti ve tavuk göğüs etinin kurutulmasında, kurutma davranışları üzerine etkisini incelemiştir. 20 kHz frekanslı ultrases ile örneklerle önışlem uygulamış ve önışlem sonrasında sıcakhava ile kurutma gerçekleştirmiştir. Sıcak hava ile kurutma öncesi gerçekleştirilen ultrases önışleminin ürünün kuruma hızını, sığır bonfile eti ve tavuk göğüs eti örneklerinin yapısal özelliklerine bağlı olarak bazı koşullarda arttırdığını

saptamıştır. 10 dakika süreyle ultrases uygulandıktan sonra 80°C'de kurutulan sığır bonfile eti örneklerinin ve önişlem uygulanmadan 80°C'de kurutulan tavuk göğüs eti örneklerinin en yüksek rehidrasyon oranına sahip olduğunu tespit etmiştir.

Alves vd. (2018), ultrasonik su banyosu (25 kHz) yardımı ile farklı sürelerde (0, 3, 6 ve 9 dakika) ultrases uygulamasının ve depolama süresinin (1, 30, 120 gün) salam örneklerinde lipit ve protein oksidasyonu, toplam heme demir (THP), heme olmayan demir (NHI) ve metmyoglobin (MMb) miktarları ve mikrobiyal özellikleri (laktik asit bakterileri ve Micrococcaceae) üzerine etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Ultrases uygulamasının test edilen mikroorganizmaların gelişimine teşvikte bulunduğunu ve ayrıca lipit (peroksit değeri ve TBARS) ve protein (tiyol grubu) oksidasyon reaksiyonlarının hızlandığını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak ultrases uygulamasının depolama sırasında THP miktarının korunmasına katkıda bulunduğunu ancak MMb pigmentinin bu uygulamadan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda yazarlar oksidasyon reaksiyonlarındaki hızlanmanın salam örneklerinin kalitesinin korumasında etkili olduğunu öne sürmüşlerdir.

2.5. Mikrodalga (Dielektrik) Isıtma

Mikrodalgalar pozitif ve negatif yönde dönüşümlü olabilen ve su gibi dielektrik moleküllerin sürtünmesine neden olarak ısı oluşturan (dielektrik ısıtma) yüksek frekanslı (300 MHz ila 300 GHz arasında değişen) elektromanyetik dalgalanmalardır. Oluşan bu ısı kısmen de olsa nem oranına bağlı kalmaktadır. Dielektrik ısıtma kısaca daha hızlı bir pişirme sağlayan ve dielektrik enerjiden dolayı daha homojen ısıtmaya neden olabilen hacimsel bir ısıtma şekli olarak kabul edilmektedir. Dalgalar sadece birkaç santimetre derinliğe kadar nüfuz edebilmektedir. Bu nedenle geri kalan yiyecek ısı iletimi ile geleneksel pişirmede olduğu gibi yayılmaktadır. Isıyı gıdanın merkezinden dağıtan mikrodalga işlemt tekniği, ısıyı gıdanın yüzeyinden içeriye aktararak pişirilmesini sağlayan konvansiyonel pişirme teknikleri ile karşılaştırıldığında daha hızlıdır ve daha az işleme süreleri ile pişirme oranlarına sahiptir (Lasse ve Ovesen, 1995). Ayrıca mikrodalga tekniği pastörizasyon amacıyla kullanıldığında geleneksel pastörizasyona göre daha düşük sıcaklıklarda mikroorganizmaların tahrip edilmesini sağlayarak termal işlemin etkilerini azaltmaktadır (Chandrasekaran vd., 2013).

Gıdaların mikrodalga tekniği ile ısıtılmasının ana mekanizması iyonik kondüksiyon ve dipolar rotasyona dayanmaktadır (Şumnu, 2001). İyonik kondüksiyon, bir malzemenin mikrodalga ile ısıtılması sırasında uygulanan elektrik alan şiddetinin bir sonucu olarak iyonik bileşenlerin harekete geçmesi olayı iken dipolar rotasyon, uygulanan elektrik alanın genlik değişimine bağlı olarak moleküllerin önce polarize daha sonra depolarize olmaya çalışırken ortaya çıkardıkları salınım hareketinin bir sonucu gerçekleşen bir olaydır (Konak, 2009).

Mikrodalga tekniği gıda proseslerinde, zamandan tasarruf, homojen ısıtma, enerji verimliliği (mikrodalga radyasyon, gıdadaki molekülleri iyonize etmek veya gıdada serbest radikaller üretmek için çok az enerji aktarmaktadır), kolay kullanım, hassas proses kontrolü, seçici ısıtma ve gıdaların beslenme kalitesini ve kabul edilebilirliği geliştirme gibi birçok avantaj sunmaktadır. Ancak mikrodalga fırında pişirilen gıdalarda olabilecek önemli bir faktör olan sıcak ve soğuk noktalara rastlanılabilmesi bu pişirme yönteminin en büyük dezavantajını oluşturmaktadır (Lasse ve Ovesen, 1995; Şumnu, 2001). Bu sıcak noktaların oluşmasına ise mikrodalga enerjisi yiyecek tarafından absorbe edildiği ve ısıya dönüştüğü sırada sıcaklığın geleneksel fırındakinden çok daha hızlı bir şekilde yükselmesi, mikrodalga ısıtmanın gıda bileşenleri içerisinde lokalize mikrodalga emilimine ve alan yoğunluğundaki değişimlere bağlı olarak, gıda içinde oluşan sıcaklık heterojenliği neden gösterilmektedir. Gıdalardaki eşit olmayan bu sıcaklık dağılımı gıda patojenlerinin muhtemel enfeksiyon riskinin artmasına neden olan soğuk lekeleri oluşturmaktadır. Yetersiz pişirilen gıdalar ise bakteri faaliyeti nedeni ile insan sağlığına olumsuz etki edebilmektedir (Lasse ve Ovesen, 1995).

Gıdalarda oluşan sıcaklık heterojenliğine ek olarak mikrodalga fırında pişirilen gıda ürünlerinde ortaya çıkan sert tekstür, kısa sürede yüksek oksidasyon, fazla nem kaybı, esmerleşme reaksiyonlarının eksikliği ve buna bağlı olarak lezzet gelişiminin eksikliği gibi problemlere neden olmaktadır. Ancak, bu sorunları çözmek amacıyla kombinasyonlu yöntemlerin (mikrodalga enerjisi ve halojen lambasını birleştiren fırın ve kızıl ötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırın gibi) kullanılması ile mikrodalga fırının avantajlarının son zamanlarda ön plana daha çok çıkmasını sağlamıştır (Rodriguez-Estrada vd., 1997; Şumnu, 2001; Şakıyan vd., 2006).

2.5.1. Gıdaların mikrodalga ısıtılması

Elektrik enerjisi mikrodalga fırının ana parçalarından biri olan magnetron tarafından mikrodalga ışın tanecikleri (foton) haline dönüştürölüp yayılmaktadır. Oluşan bu mikrodalga fotonları düşük düzeyde enerjiye sahiptirler. Üretilen mikrodalgalar besinlere ulaştığında besinde bulunan su molekülleri mikrodalga fotonlarının enerjisini soğurarak artı ve eksi uçları titreşir. Çoğu gıdanın temel bileşeni olan su, artı ve eksi yüklü uçlara sahip olan dipolar bir bileşendir. Bu özelliği nedeniyle de gıda maddeleri ile mikrodalga etkileşimlerinin ana kaynağıdır. Mikrodalga alanı suyun polaritesini saniyede milyonlarca defa çevirdiği için su molekülü bir yöne doğru harekete geçmekteve her polarite çevrilmesinde yönünü değiştirmektedir. Sürtünmeden dolayı büyük miktarda kinetik enerji ısı enerjisine dönüşmekte ve açığa çıkan bu ısı besinlerin pişmesini sağlamaktadır (Çoksaygılı, 2008).

2.5.2. Mikrodalga gıdalarda uygulanması üzerine çalışmalar

Mikrodalga ısıtma, yemek pişirme, kurutma, pastörizasyon ve gıda maddelerinin korunması gibi gıda işleme alanında geniş uygulamalara sahiptir. Bu uygulamalardan pişirme, mikrodalga gıdaların en önemli kullanım alanıdır. Mikrodalga fırın kullanarak et pişirme konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Chandrasekaran vd., 2013).

Sığır etinde, radyo frekansı ve mikrodalga pişirmenin diğer pişirme yöntemleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda pişirme kaybının daha az olduğu bildirilmektedir. Ayrıca klasik yöntemlere göre pişirme sürelerinin çok daha kısa olduğu belirtilmektedir (Karakaya, 1991; Tang vd., 2006).

Baldwin vd. (1976), yaptıkları çalışmada sığır, domuz ve kuzu eti örneklerini mikrodalga fırın (düşük ve yüksek güç seviyesinde) ve konvansiyonel gazlı fırın ile pişirmiştir. Düşük güçteki mikrodalga yardımıyla pişirilen örneklerin tek farkının tiamin, riboflavin ve niasinin miktarlarının daha az olması olduğunu belirtmişlerdir. Geleneksel yöntemle kıyasla mikrodalga tarafından pişirilen etlerde sodyum, klorür, fosfor ve demirin daha az tutulması yönünde de bir eğilim bulmuşlardır. Ayrıca, mikrodalga pişirme yönteminin geleneksel pişirmeye kıyasla daha düşük bir serbest

aminoasit oluşumuna neden olduğunu ancak toplam protein miktarında önemli ölçüde bir farklılık oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Schnepf ve Barbeau (1989), yaptıkları çalışmada taze bütün tavukları *Salmonella* Typhimurium ile kontamine etmişler ve mikrodalga, konveksiyonlu mikrodalga ve geleneksel elektrikli fırında 74°C, 77°C, 79°C ve 85°C'lik bir iç sıcaklığa kadar pişirmişler ve pişirilmiş tavukları, Enzim Bağlantılı Immunosorbent Assay (ELISA) testikullanarak canlı *Salmonella* spp. varlığı açısından test etmişlerdir. Konveksiyonlu mikrodalgada ve geleneksel fırında 79°C'ye kadar pişirilmiş hiçbir tavuk örneğini (0/12) *Salmonella* spp. açısından pozitif bulmamışlardır. Mikrodalga pişirme ile 79°C merkez sıcaklığa kadar pişirilmiş üç örnekten ikisinde ve 85°C' ye kadar pişirilmiş örneklerin hepsinde *Salmonella* spp. bulmuşlardır. Buna ek olarak mikrodalgada pişirilmiş 11 tavuk örneğinden alınan tetrasyonat et suyu seyreltilerinin, Brilliant Green Agar'da izole koloniler ürettiğini tespit etmişlerdir. Konveksiyonlu fırında 79°C ve 85°C'lik merkez sıcaklığa kadar pişirilen tavuklardan ve konveksiyon mikrodalgada 85°C'ye kadar pişirilmiş tavuklardan elde edilen tetrasyonat et suyu seyreltileri ile aşılınmış Brilliant Green Agar plakalarında ise hiçbir gelişme gözlemlenmemişlerdir.

Hollywood vd. (1991), yaptıkları çalışmada sığır eti kıyması örneklerini mikrodalga ve geleneksel fırın yardımı ile az, orta ve iyi pişirilmiş olacak şekilde pişirmişlerdir. Mikrobiyal floranın önemli bir kısmının, kıymada mikrodalga tarafından yapılan 3 pişirme yönteminde de 30 dakikalık bir bekleme periyodundan önce hayatta kaldığını tespit etmişlerdir. Mikrodalga tarafından pişirilen tüm örneklerde *Listeria monocytogenes* tespit etmişlerdir ve bekleme süresinden sonra bile mevcut sayının üçte birinin hala canlı kaldığını bulmuşlardır. Geleneksel fırınlama yöntemleriyle pişirilen kıymalarda *Listeria monocytogenes* tespit etmemişlerdir. Mikrodalga ile pişirilen ve bekleme süresi bulunan tüm örneklerde ve geleneksel fırında az ve orta pişmiş örneklerde, mikrofloranın bir kısmının hayatta kaldığını belirtmiş ve hayatta kalma oranının pişirme işleminin şiddeti ile azaldığını bildirmişlerdir.

El-Shimi (1991), mikrodalga fırında pişirilen ve yeniden ısıtılan sığır eti dilimlerini geleneksel (konveksiyonlu fırın) olarak pişirilmiş ve yeniden ısıtılmış olan numunelerle duyu ve kimyasal nitelikleri açısından karşılaştırmıştır. Mikrodalga

ile pişirilmiş numunelerin daha yüksek lezzet değerlerine sahip olduğunu ve geleneksel olarak işlenmiş örnekler göre daha az sulu ve yumuşak olduğunu saptamıştır. Kimyasal olarak ise her iki yöntemle pişirilen ve yeniden ısıtılan etlerin kimyasal bileşiminde hiçbir fark olmadığını belirtmiştir.

Jeong vd. (2007), yaptıkları çalışmada farklı yağ seviyelerinde ve tuzlu/tuzsuz domuz köftesinde pişirme özelliklerine mikrodalga'nın etkisini incelemişlerdir. Çalışmada tuz ilavesinin tüm örneklerde pişirme oranını düşürdüğünü ve işlem süresini arttırdığını ancak toplam pişirme kaybının daha çok yağ oranının artışı ile arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca pişmiş köftelerin yüzeyindeki renk değerlerinin yağ ve tuz ilavesinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak her parametrenin ürünlerin fizikokimyasal özelliklerini etkilediğini rapor etmişlerdir.

Kim vd. (2011), tavuk göğüs etinin mikrodalga yardımı ile çözündürülmesinde farklı güç (125W, 250W ve 375W) seviyelerinin örneklerin fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulanan güç seviyesi arttıkça çözünme hızının arttığını ve 250 W güç seviyesinde daha düşük çözünme kaybı, daha yüksek nem içeriği ve su tutma kapasitesinin tespit edildiğini rapor etmişlerdir. Çalışma sonunda mikrodalga çözündürme sırasında daha yüksek güç seviyesi kullanımının çözünmüş tavuk göğsü örneklerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine zararlı etkileri olduğu ve et kalitesindeki değişiklikleri en aza indirmek adına 250 W güç seviyesi kullanımının donmuş örneklerin çözündürülmesinde en iyi yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Jouquand vd. (2015), mikrodalga pişirmenin sığır burginyon güvecine uygulanmasının besin özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Geleneksel sığır eti burginyon güvecinin mikrodalga kullanılarak başarıyla pişirilebilir olduğunu ve geleneksel pişirme yöntemiyle karşılaştırıldığında, mikrodalga pişirmenin et içerisindeki CML (Nε-carboxymethyllysine) oluşumunu artırmadığını bulmuşlardır. Ayrıca mikrodalga ısıtmanın lizin aminoasit miktarını geleneksel pişirme işleminden daha fazla koruduğunu bulmuşlardır. Mikrodalga fırınlar kullanılarak pişirme süresi, geleneksel pişirme işlemine göre % 56 azalttığını ve mikrodalga ısıtmanın geleneksel pişirme işlemine kıyasla % 28'lik bir enerji tasarrufu sağladığını bulmuşlardır.

Apostolou vd. (2005), yaptıkları çalışmada, taze tavuk göğsü ve bütün haldeki tavuk örneklerini *Escherichia coli* O157: H7 (10^5 – 10^6 cfu/g) ile kontamine etmişler ve iki farklı mikrodalga fırın kullanarak en yüksek güç düzeyinde pişirmişlerdir. Kesilmiş tavuk parçalarını 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 saniye bütün haldeki tavukları ise 22 dakika pişirmişler ve pişirilen örneklerde sıcaklık ölçümü ve canlı mikroorganizma sayımı yapmışlardır. Tavuk göğsü parçalarının, 30 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra ortalama 69,8 °C’lik bir yüzey sıcaklığına ulaştığını ve iyi pişmiş bir görüntü vermesine rağmen bu örneklerde *E. Coli* O157:H7 sayısının ortalama 83 cfu/g olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, 73.7°C'deki 35 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra *E. coli* O157: H7 hücrelerinin eliminasyonunun meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Bütün haldeki tavuk örneklerinin mikrodalga ısıtma ile iyi dereceye kadar pişirildiğinde but ve kanat etinde ölçülen son yüzey sıcaklıklarının 60,2°C ile 92°C arasında değişmekte olduğunu ve *E. coli* O157: H7 canlı hücrelerinin bütün haldeki tavuk eti örneklerinden elde edildiğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda tavuk bölümlerinin mikrodalga ısıtmaya kısa süre maruz kalmasının *E. coli* O157: H7'yi yok etmekte yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Yapılan çalışmada yerel bir kesimhaneden satın alınan 24 saat post mortem sığır eti (*M. Semimembranosus*) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma Dizaynı

Tez çalışması üç farklı aşamada planlanmıştır. Tez kapsamında uygulanan pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamalarına ait deneme grupları çizelge 3.1’de verilmiştir. I. Aşamada, parça halindeki etler ızgara, fırınlama ve haşlama pişirme teknikleri olmak üzere konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları (68°C, 74°C ve 80°C) uygulanarak pişirilmiştir. II. Aşamada, konvansiyonel fırınlama tekniği kontrol grubu olarak alınarak düşük (360W) ve yüksek (600 W) güçte mikrodalga fırınlama yöntemleri ve farklı merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırılmıştır. III. Aşamada ise, konvansiyonel haşlama tekniği kontrol grubu olarak alınarak ultrases destekli haşlama tekniği ve farklı merkez sıcaklık uygulamaları ile karşılaştırılmıştır. Ultrases destekli haşlama işlemi ise yavaş ve hızlı pişirme olacak şekilde iki farklı şekilde dizayn edilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma kapsamında oluşturulan deneme grupları

Araştırma Grupları	Piştirme tekniği	Merkez sıcaklığı uygulamaları	Piştirme tekniği ve Merkez sıcaklığı uygulamaları
Konvansiyonel piştirme teknikleri (I. aşama)	F	68°C	F68 F74 F80
			H68 H74 H80
			T68 T74 T80
	H	74°C	
Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri (II.aşama)	YM	68°C	YM68 YM74 YM80
			DM68 DM74 DM80
			KF68 KF74 KF80
	DM	74°C	
Ultras es destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri (III.aşama)	KF	80°C	
	HU	68°C	HU68 HU74 HU80
			YU68 YU74 YU80
			KH68 KH74 KH80

F: Fırın piştirme tekniği, H: Haşlama piştirme tekniği, T: Izgara piştirme tekniği, YM: Yüksek dozda mikrodalga fırın piştirme, DM: Düşük dozda mikrodalga fırın piştirme, KF: Konvansiyonel fırın piştirme, HU: Ultras es destekli hızlı haşlama, YU: Ultras es destekli yavaş haşlama, KH: Konvansiyonel haşlama tekniği; 68: 68°C merkez sıcaklığı uygulaması, 74: 74°C merkez sıcaklığı uygulaması, 80: 80°C merkez sıcaklığı uygulaması.

3.2.2. Piştirme teknikleri

3.2.2.1. Fırınlama piştirme tekniği

Parça halinde dilimlenmiş etler hedeflenen merkez sıcaklıklara kadar 150 °C sıcaklığa ayarlanmış konvansiyonel fırında (Kumtel, Kayseri) pişirilmiştir. Etlerde merkez sıcaklıklar termokupl (KIMO TK100, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.2. Haşlama pişirme tekniği

Çiğ et örnekleri poliamid/polietilen vakum poşetleri içerisine yerleştirilerek 60°C'ye ayarlanmış su banyosu (Nüvebath NB20, Türkiye) içerisine daldırılmıştır. Et örnekleri yerleştirildikten sonra su banyosunun sıcaklığı 80°C'ye ayarlanmıştır. Termokupl (KIMO TK100, İngiltere) kullanılarak hedef merkez sıcaklıklarına gelen örnekler su banyosundan çıkartılmıştır.

3.2.2.3. Izgara pişirme tekniği

Çiğ et örnekleri 100°C'ye ayarlanmış elektrikli tava (Gönen Çelik, 240V, Türkiye) kullanılarak hedeflenen merkez sıcaklıklarına kadar termokupl ile kontrol edilerek pişirilmiştir.

3.2.2.4. Mikrodalga pişirme tekniği

Mikrodalga pişirme tekniğinde hedeflenen merkez sıcaklıklarına ulaşılacak süreler ön denemelerle belirlenmiş ve belirlenen sürelerde pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Et örnekleri ev tipi mikrodalga fırın (Arçelik MD554, Türkiye) kullanılarak düşük güç (360 W) ile yüksek güçte (600W) pişirme işlemine tabi tutulmuşlardır.

3.2.2.5. Ultrases destekli haşlama pişirme tekniği (Termosonikasyon)

Et örnekleri poliamid/polietilen poşetlere konularak sıcaklık ayarlı ultrasonik su banyosu (Bandelin Elektronik, 35 kHz, 140-560 W) içerisine daldırılmış, yavaş ve hızlı olmak üzere iki farklı şekilde pişirme işlemi uygulanmıştır. Yavaş pişirme işleminde etler 60°C'ye ayarlanmış su banyosuna yerleştirildikten sonra su banyosunu sıcaklığı 80°C'ye ayarlanmış ve hedef merkez sıcaklıklara kadar ultrases destekli olarak pişirilmiştir. Hızlı pişirme işleminde ise et örnekleri 80°C sıcaklıktaki su banyosuna yerleştirilerek hedeflenen merkez sıcaklıklarına kadar ultrases destekli pişirilmiştir.

3.2.3. Örneklerin hazırlanması, ambalajlanması ve depolanması

Yapılan çalışma kapsamında temin edilen etler Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Et Teknolojisi ve Analizleri Laboratuvarı'na getirilerek dış yüzeylerindeki kaba bağ ve yağ dokuları temizlenmiştir. Temizleme işlemi sonrasında etler 2x4x4 cm uzunluklarında dikdörtgen prizması şeklinde kesilmiş ve 3 farklı aşamada 5 ayrı pişirme tekniği kullanılarak etlere pişirme işlemleri uygulanmıştır. Pişirilen et örnekleri oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra pişirme kaybı ölçümleri için tartımları alınmıştır. Tartılan örnekler polietilen/poliamid torbalara yerleştirilerek vakum paketlenmiş ve +4°C'de 40 gün süre ile depolanmıştır. Çalışma iki tekerrürlü ve her bir tekerrürde analizler iki paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Analizler

3.2.4.1. Pişirme kaybı ölçümü

Her deneme grubu için kullanılan çiğ sığır eti ağırlığı kaydedilmiştir. Sığır etlerinin pişirilmesi sonrasında pişmiş etler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartımları alınarak pişirme kaybı değerleri belirlenmiştir. Pişirme kaybı değerleri aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır;

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = \frac{(\text{Çiğ et ağırlığı} - \text{pişmiş et ağırlığı})}{\text{Çiğ et ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.4.2. pH analizi

Pişmiş et örneklerinden iki paralelli olacak şekilde 10 g örnek alınmış ve 100 ml distile saf su içerisinde Ultra-Turrax T25 model homojenizatör (S25N-10G, IKA, Almanya) kullanılarak 1 dk süre ile homojenize edilmiştir. Homojenize örneklerde pH metre cihazı (HI 2211 pH/ORP meter, Almanya) kullanılarak pH ölçümü gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.4.3. Oksidasyon; redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi

ORP ölçümünün belirlenmesinde Moiseeve ve Cornforth (1999)'un metodu kullanılmıştır. Pişmiş et örneklerinde ORP ölçümü pH 3110 Set 7 tipi (pH 315i) pH/ORP ölçer cihazı (WTW, Almanya) kullanılarak iki tekerrür ve 2 paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.4. Su aktivitesi (aw) analizi

Örneklerin su aktivitesi değerleri iki tekerrür ve iki paralelli olacak şekilde Novasina LabSwift-aw (İsviçre) su aktivitesi cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.4.5. Renk analizi

Pişmiş et örneklerinde renk ölçümü Minolta renk ölçüm cihazı (CR-200, Minolta, Ramsey, ABD) kullanılarak Hullberg ve Lundström (2004)'e göre yapılmıştır. Renk ölçümleri örneklerin iç ve dış yüzeylerinde olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonucunda CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık), b* (sarılık) değerleri belirlenmiştir. Ölçümler öncesi cihazın kendi standardı kullanılarak kalibrasyonu yapılmıştır. Renk analizi pişmiş et örneklerinde depolamanın 0., 10., 20., 30. ve 40. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.6. Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi

Pişmiş et örneklerinde lipid oksidasyonunun tespiti tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Kılıç ve Richards, 2003). 2 g et örneği tartılarak üzerine 12 ml trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi ilave edilmiş ve Ultra-Turrax T25 (S25N-10G, IKA, Almanya) kullanılarak 15-20 saniye homojenize edilmiştir. Homojenize örnekler Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 1 ml alınarak bir deney tüpü içerisinde 1 ml tiyobarbitürik asit (TBA) ile karıştırılmış ve vortekslenmiştir. Bu karışım 40 dakika süresince 100 °C'ye ayarlanmış blok ısıtıcıda (ALB64 FINEPCR, Güney Kore) bekletilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan numuneler 4000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Numunelerin absorbansı 532 nm dalga boyunda ölçölmüştür. Şahit çözelti

için 1 ml TCA solüsyonuna 1 ml TBA çözeltisi eklenmiştir. TBARS değerleri μmol malonaldehit/kg et olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.7. Lipit hidroperoksit analizi

Lipit hidroperoksit analizi için 1 gram örnek 5 ml kloroform / metanol (1:1) içerisinde 30 saniye homojenize edilmiş ve 3 ml % 0.5 NaCl eklendikten sonra karışım 30 saniye vortekslenmiştir. Daha sonra bu karışım 10 dakika santrifüjlenerek iki faza ayrılması sağlanmıştır. Aşağıda yer alan fazdan 2 ml alınarak soğuk kloroform/metanol (1.3 ml; 1:1) karışımına eklenip vortekslenmiştir. 25 μl amonyum tiyosiyanat (4.38 M) ve 25 μl demir (II) klorit (18 mM) lipid hidroperoksitler için eklenmiştir. Örnekler oda sıcaklığında 20 dakika inkübe edildikten sonra 500 nm'de absorbans değerleri belirlenmiştir. Hidroperoksit değerlerinin hesaplanabilmesi için cumene hydroperoxide ile standart eğri hazırlanmıştır (Shantha ve Decker, 1994).

3.2.4.8. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı

Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA, Merck, 105463) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekilen besiyerleri $30\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiş ve bu süre sonunda tipik koloniler sayılmıştır (Karahan vd., 2002; Özçelik, 1998).

3.2.4.9. Koliform grubu bakteri sayımı

Toplam koliform grubu bakteri sayımı için Eosin Methylene Blue Lactose Sucrose Agar (EMB, Merck, 101347) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekimi yapılmış besiyerleri $37\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiş ve süre sonunda tipik koloniler sayılmıştır (Karahan vd., 2002; Özçelik, 1998).

3.2.4.10. Toplam maya-küf sayımı

Toplam maya-küf sayımı için pH'sı %10'luk laktik asit ile 3.5'e ayarlanmış Potato Dextrose Agar (PDA, Merck, 110130) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekimi yapılmış besiyerleri $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 3-5 gün inkübe edilerek süre sonunda tipik koloniler sayılmıştır (Karahan vd., 2002; Özçelik, 1998).

3.2.4.11. İstatistiksel analiz

Tez kapsamında yapılan çalışma 9x5 faktöriyel düzende iki tekerrürlü ve analizler iki paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları (3x3) ile depolama süresi (0, 10, 20, 30 ve 40. gün) faktör olarak seçilmiştir. Bağımsız değişken faktörlerin (pişirme tekniği ile merkez sıcaklığı, ve depolama süresi) bağımlı değişkenler olan pH, renk, TBARS, lipit hidroperoksit (HP), su aktivitesi (aw), oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) ve pişirme kaybı değerleri ile toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), koliform grubu bakteri ve maya-küf sayısı üzerine olan ana etkileri ve interaksyonları tespit edilmiştir. Analizler sonucunda gruplar arasında tespit edilecek farklılıklar Minitab 17.0 (Minitab Statistical Software, ABD) paket programı kullanılarak iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) tekniği ile tespit edilmiştir. Çiğ et ile pişirilmiş deneme grupları arasındaki farklılığın tespit edilmesi amacı ile tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) kullanılmıştır. Deneme gruplarının karşılaştırılmasında, istatistiksel olarak önemli bulunan gruplar arasındaki farklılıklar dunnett çoklu aralık testi ile tukey çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Konvansiyonel Pişirme Teknikleri

4.1.1. Pişirme kaybı sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının karşılaştırmaları amacı ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Analiz sonuçları, farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ile pişirme tekniklerinin pişirme kaybı değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.1. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	300,394	42,93	0,000
Hata	27	6,997		
Genel Toplam	35			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri

Gruplar	Pişirme Kaybı (%)
F68	32,99 ^{bc} ± 3,64
F74	38,33 ^{ab} ± 2,96
F80	40,47 ^a ± 2,44
H68	17,56 ^e ± 1,37
H74	32,94 ^{bc} ± 1,74
H80	40,89 ^a ± 2,14
T68	21,22 ^{de} ± 3,24
T74	22,99 ^{de} ± 1,98
T80	27,37 ^{cd} ± 3,33

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P < 0,05$).

Çizelge 4.2. incelendiğinde, 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında en yüksek pişirme kaybı değeri fırınlama yönteminde tespit edilmiştir ($P<0,05$). 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda ise haşlama ve fırınlama teknikleri kullanımı ile elde edilen pişirme kaybı değerleri arasında fark tespit edilmezken, ızgara pişirme tekniği sonucunda daha düşük pişirme kaybı değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Haşlama tekniğinde uygulanan merkez sıcaklıkları arttıkça pişirme kaybı değerleri artış gösterirken ($P<0,05$), ızgara pişirme tekniğinde merkez sıcaklık artışı ile birlikte pişirme kaybı değerlerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir. Fırınlama tekniğinde ise 68°C ile 80°C merkez sıcaklık uygulamaları arasında bir fark belirlenmiş ve 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda daha yüksek pişirme kaybı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bejerholm ve Aaslyng (2003), yaptıkları çalışmada fırınlama pişirme tekniği uygulanmış domuz eti örneklerinde artan merkez sıcaklıkları ile daha yüksek pişirme kaybı değerlerinin elde edildiğini belirtmişlerdir. Domuz eti üzerine yapılan bir başka çalışmada da benzer şekilde pişirme işleminde kullanılan uygulama sıcaklığının artışı ile birlikte pişirme kaybı değerlerinde artış gözlenmiştir (Becker vd., 2016).

Pişirme işlemi, etin protein yapısında daha az su tutmasına neden olan protein denatürasyonunu tetiklemesi nedeni ile su kaybına neden olmaktadır (Juárez vd., 2010). Bu nedenle pişirme süresi arttıkça pişirme kaybının da artması beklenmektedir. Ayrıca pişirme kaybının ısı işlem sırasındaki kütle transferine bağlı olmasından dolayı farklı pişirme metotlarının farklı sonuçlar vermesi beklenen bir sonuçtur (Cheng ve Sun, 2008). Mevcut çalışmada da bunu destekler sonuçlar elde edilmiştir.

4.1.2. pH analizi sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin pH değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,207	17,21	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	0,224	18,58	0,000
Gruplar x DS	32	0,043	3,54	0,000
Hata	135	0,012		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun pH değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) pH değerleri fırınlama tekniğinde, 80°C merkez sıcaklığında ise en yüksek ($P<0,05$) pH değerleri haşlama ve fırınlama pişirme tekniklerinde elde edilmiştir (F68: 5,58; F74: 5,65; F80: 5,63; H68: 5,37; H74: 5,54; H80: 5,60; T68: 5,40; T74: 5,45; T80: 5,48; Std. Hata: 0,03). Khan vd. (2019), fırınlama tekniği ile pişirilen keçi eti köftelerinden elde edilen pH değerlerinin ızgara pişirme tekniği sonucu elde edilen değerlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı merkez sıcaklığı uygulaması açısından pH sonuçları incelendiğinde, fırınlama ve ızgara pişirme tekniklerinde merkez sıcaklığı artışı ile pH değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Haşlama tekniğinde ise 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında diğer merkez sıcaklık uygulamalarına göre daha düşük pH değeri elde edilmiştir ($P<0,05$). Becker vd. (2016), domuz eti örneklerinde uygulama sıcaklığının artışı ile pH değerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Khan vd. (2019), mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde ızgara ve fırınlama teknikleri ile pişirilen köfte örneklerinde uygulanan merkez sıcaklığı değişimi ile pH değerlerinde önemli bir değişimin olmadığını rapor etmişlerdir.

Depolama süresi açısından sonuçlar incelendiğinde, depolamanın 10. ve 40. günlerinde yapılan ölçümlere göre pH değerlerinin önemli düzeyde azaldığı ($P<0,05$)

tespit edilmiştir (0. Gün: 5,56; 10. Gün: 5,61; 20. Gün: 5,52; 30. Gün: 5,51; 40.Gün: 5,40; Std. Hata: 0,02).

Çizelge 4.4. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	5,54 ^{a-k} ± 0,02	5,64 ^{a-h} ± 0,02	5,60 ^{a-i} ± 0,08	5,81 ^{ab} ± 0,15	5,33 ^{h-l} ± 0,10
F74	5,56 ^{a-j} ± 0,04	5,83 ^a ± 0,06	5,64 ^{a-h} ± 0,06	5,59 ^{a-j} ± 0,07	5,65 ^{a-l} ± 0,03
F80	5,69 ^{a-e} ± 1,13	5,60 ^{a-i} ± 0,08	5,75 ^{abc} ± 0,08	5,64 ^{a-h} ± 0,07	5,45 ^{c-l} ± 0,25
H68	5,50 ^{b-k} ± 0,01	5,49 ^{c-l} ± 0,04	5,30 ^{i-l} ± 0,08	5,33 ^{g-l} ± 0,25	5,23 ^{kl} ± 0,09
H74	5,54 ^{a-j} ± 0,01	5,59 ^{a-j} ± 0,01	5,61 ^{a-i} ± 0,15	5,55 ^{a-j} ± 0,16	5,42 ^{d-l} ± 0,01
H80	5,49 ^{b-l} ± 0,05	5,64 ^{a-g} ± 0,09	5,72 ^{a-d} ± 0,19	5,53 ^{a-k} ± 0,07	5,60 ^{a-l} ± 0,05
T68	5,51 ^{b-k} ± 0,01	5,50 ^{b-k} ± 0,10	5,28 ^{kl} ± 0,02	5,35 ^{f-l} ± 0,20	5,35 ^{f-l} ± 0,01
T74	5,58 ^{a-j} ± 0,06	5,68 ^{a-e} ± 0,08	5,38 ^{e-l} ± 0,12	5,40 ^{e-l} ± 0,21	5,18 ^l ± 0,01
T80	5,63 ^{a-h} ± 0,18	5,55 ^{a-j} ± 0,12	5,44 ^{c-l} ± 0,16	5,40 ^{e-l} ± 0,15	5,39 ^{e-l} ± 0,03

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.4.'e göre depolamanın 20. gününde haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında aynı pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulamasına oranla önemli düzeyde düşük pH değeri elde edilmiş ve aynı durum depolamanın 40. gününde de gözlenmiştir (P<0,05). Depolamanın 30. gününde fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin pH değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar haşlama ve ızgara pişirme teknikleri ile pişirilen örneklerin pH değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Depolamanın 40. gününde ise fırınlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda ızgara pişirme tekniğinin aynı merkez sıcaklığı uygulamasına göre daha yüksek (P<0,05) pH değeri tespit edilmiştir. Ayrıca depolamanın 40. gününde fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulaması ile 74°C merkez sıcaklığı uygulamasına kıyasla daha düşük (P<0,05) pH değerleri elde edilmiştir.

68°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 30. günü ile 40. günü arasında pH değeri önemli düzeyde düşüş göstermiştir (P<0,05). Izgara pişirme tekniğinde ise 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde pH değerleri depolamanın 40. gününde, 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir (P<0,05). Haşlama tekniği ile uygulanan tüm merkez

sıcaklıkları sonucunda depolama süresince örneklerin pH değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

4.1.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin ORP değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	8420,661	122,60	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	13650,439	198,75	0,000
Gruplar x DS	32	693,285	10,09	0,000
Hata	135	68,683		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun ORP değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklıklarında en düşük ($P<0,05$) ORP değerleri ızgara pişirme tekniğinde, en yüksek ($P<0,05$) ORP değeri ise fırınlama ile pişirme tekniğinde elde edilmiştir (F68: -66,30; F74: -66,23; F80: -71,46; H68: -84,49; H74: -73,05; H80: -51,04; T68: -107,93 T74: -108,29; T80: -101,00; Std. Hata: 1,85).

ORP değerlerine merkez sıcaklığının etkisi incelendiğinde haşlama tekniğinde merkez sıcaklık artışı ile ORP değerlerinde artış ($P<0,05$) yaşandığı gözlenmiştir. Fırınlama tekniğinde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında diğer merkez sıcaklık uygulamalarına göre daha düşük ORP değeri elde edilmiştir ($P<0,05$). Izgara pişirme tekniğinde fırınlamanın tam tersi bir durum oluşmuş ve 80°C merkez sıcaklığı

uygulamasında diğer merkez sıcaklıklara oranla ORP değerinde artış ($P<0,05$) gerçekleşmiştir.

Depolama süresinin etkisi açısından ORP sonuçları incelendiğinde depolamanın 30. gününe kadar ORP değerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Depolamanın 40. gününde ise 20. ve 30. depolama günlerine göre ORP değerlerinde önemli düzeyde bir düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0.Gün: -109,50; 10.Gün: -84,56; 20.Gün: -75,51; 30.Gün: -55,28; 40.Gün: -80,57; Std. Hata: 1,38).

Çizelge 4.6. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen ORP değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	-114,28 ^{uv} ±2,16	-85,10 ^{k-n} ±6,13	-34,00 ^{ab} ±0,13	-35,23 ^{a-d} ±0,10	-62,95 ^{ghi} ±0,33
F74	-108,00 ^{q-u} ±5,02	-55,60 ^{gh} ±3,06	-49,53 ^{d-g} ±4,42	-31,80 ^a ±4,69	-86,20 ^{k-o} ±0,55
F80	-116,43 ^{uv} ±3,79	-61,23 ^{ghi} ±7,69	-66,18 ^{hi} ±5,98	-34,95 ^{abc} ±1,68	-78,50 ^{kl} ±7,68
H68	-96,65 ^{n-s} ±4,39	-96,85 ^{n-s} ±9,93	-91,60 ^{l-p} ±1,97	-57,25 ^{gh} ±4,63	-80,10 ^{j-m} ±4,39
H74	-95,55 ^{n-t} ±7,51	-81,00 ^{klm} ±4,39	-61,13 ^{ghi} ±1,71	-40,65 ^{a-e} ±3,06	-86,90 ^{k-o} ±4,33
H80	-74,38 ^{ijk} ±5,75	-46,45 ^{b-l} ±4,27	-48,55 ^{c-g} ±3,74	-31,83 ^a ±0,74	-53,75 ^{e-h} ±5,13
T68	-119,40 ^{uv} ±7,13	-113,13 ^{uv} ±7,42	-112,83 ^{uv} ±4,44	-100,60 ^{o-t} ±0,91	-93,70 ^{m-q} ±8,49
T74	-134,65 ^w ±5,50	-112,43 ^{uv} ±4,25	-110,83 ^{stu} ±4,85	-90,90 ^{l-p} ±5,20	-92,65 ^{l-p} ±4,91
T80	-125,93 ^{vw} ±4,16	-109,30 ^{r-u} ±5,78	-105,03 ^{p-u} ±5,86	-74,33 ^{ijk} ±1,36	-90,40 ^{l-o} ±4,10

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.6 incelendiğinde depolamanın 0. gününde haşlama yöntemi ile 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde fırınlama ve ızgara pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir. Izgara pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise diğer iki pişirme tekniğine göre daha düşük ($P<0,05$) ORP değeri saptanmıştır. Depolamanın 10. 20. ve 30. günlerinde ise ızgara pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilen ORP değeri diğer konvansiyonel pişirme tekniklerine göre daha düşüktür ($P<0,05$). Fırınlama yöntemi ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 20. ve 30. gününde, 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise depolamanın 10. gününde aynı depolama gününde diğer pişirme yöntemlerinde elde edilenlere göre daha yüksek ORP değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Haşlama yöntemi ile 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında depolamanın 10. ve 20. günlerinde elde edilen ORP değerleri diğer pişirme tekniklerinde aynı depolama gününde elde edilenlere kıyasla daha yüksek

bulunmuştur ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde en yüksek ORP değerleri 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde fırınlama tekniğinde, 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise haşlama tekniğinde elde edilmiştir ($P<0,05$).

Depolamanın 10. gününde fırınlama pişirme yönteminde en düşük ORP değeri 68°C merkez sıcaklığında tespit edilirken, 20. günde artan merkez sıcaklıklarında daha düşük ($P<0,05$) ORP değerleri belirlenmiştir. 40. günde, fırınlama tekniğinde en yüksek ($P<0,05$) ORP değeri 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilmiştir. Haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 0. gününde en yüksek ORP değeri 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde tespit edilmiş ve aynı durum depolamanın 10. ve 40. günlerinde de gözlemlenmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 20. ve 30. günlerinde haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde tespit edilmiştir ($P<0,05$). Depolamanın ilk günü olan 0. günde ızgara pişirme tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucu elde edilen ORP değeri 68°C'ye kıyasla daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Izgara pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 30. Gününde diğer merkez sıcaklığı uygulanan örneklere kıyasla daha yüksek ORP değerleri belirlenmiştir ($P<0,05$).

Depolamanın etkisi incelendiğinde, fırınlama tekniğinde tüm merkez sıcaklıklığı uygulamalarında en düşük ORP değeri 0. günde elde edilmiştir tespit edilmiştir ($P<0,05$). Fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 20. ve 30. gününde, 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilenlerde ise 30. günde elde edilen ORP değeri diğer depolama günlerine kıyasla yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında depolamanın 40. gününde 20. gününe kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) ORP değeri elde edilirken, 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilmiş örneklerde ORP değeri depolamanın 40. gününde, 10. ve 20. günlerine kıyasla düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Haşlama tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında 30. günde elde edilen ORP değeri diğer depolama günlerine kıyasla yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 0. ve 10. günlerde, 74°C merkez sıcaklığı uygulananlarda 0., 10. ve 20. günlerde, 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise 0. günde ORP değeri diğer depolama günlerine göre daha düşüktür ($P<0,05$). Izgara pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı

uygulanmış örneklerde en düşük ORP değeri 0. günde elde edilmiştir. Aynı pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında 40. günde, 74°C merkez sıcaklığında 30. ve 40. günlerde, 80°C merkez sıcaklığında ise depolamanın 30. gününde ORP değeri artış göstermiştir ($P<0,05$).

4.1.4. Su aktivitesi (a_w) analizi sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin su aktivitesi (a_w) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen a_w değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,000	13,49	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	0,002	87,75	0,000
Gruplar x DS	32	0,001	2,51	0,000
Hata	135	0,0002		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun a_w değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama dikkate alınmadan gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında en düşük su aktivitesi değerleri fırınlama tekniğinde elde edilirken, en yüksek ($P<0,05$) su aktivitesi değerleri tava ve haşlama tekniklerinde elde edilmiştir. 68°C merkez sıcaklığında fırınlama tekniğinde ızgara pişirme tekniğine kıyasla daha düşük ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir (F68: 0,936; F74: 0,935; F80: 0,937; H68: 0,939; H74: 0,943; H80: 0,944; T68: 0,944; T74: 0,943; T80: 0,945; Std. Hata: 0,001).

Merkez sıcaklığı etkisi incelendiğinde ise tüm pişirme tekniklerinde merkez sıcaklık uygulamasının su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir.

Piştirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları göz önüne alınmadan depolamanın etkisi incelendiğinde, depolama süresince genel olarak su aktivitesi değerlerinin azaldığı ($P<0,05$) tespit edilmiştir (0. Gün: 0,947; 10. Gün: 0,946; 20. Gün: 0,941; 30. Gün: 0,941; 40. Gün: 0,928; Std. Hata: 0,001). Zang vd. (2018), domuz eterinde depolama süresince a_w değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. Konvansiyonel piştirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak piştirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	0,948 ^{a-e} ± 0,01	0,938 ^{c-i} ± 0,01	0,937 ^{d-i} ± 0,01	0,938 ^{c-i} ± 0,01	0,919 ⁱ ± 0,01
F74	0,943 ^{a-h} ± 0,01	0,946 ^{a-f} ± 0,01	0,933 ^{f-k} ± 0,01	0,935 ^{e-j} ± 0,01	0,919 ^{kl} ± 0,01
F80	0,947 ^{a-e} ± 0,01	0,943 ^{a-h} ± 0,01	0,940 ^{b-i} ± 0,01	0,935 ^{e-j} ± 0,01	0,922 ^{kl} ± 0,01
H68	0,951 ^{abc} ± 0,01	0,943 ^{a-g} ± 0,01	0,939 ^{b-i} ± 0,01	0,937 ^{d-i} ± 0,01	0,927 ^{i-l} ± 0,01
H74	0,949 ^{a-e} ± 0,01	0,953 ^{ab} ± 0,01	0,938 ^{c-i} ± 0,01	0,945 ^{a-f} ± 0,01	0,929 ^{h-l} ± 0,01
H80	0,948 ^{a-e} ± 0,01	0,950 ^{a-d} ± 0,01	0,942 ^{a-h} ± 0,01	0,945 ^{a-f} ± 0,01	0,937 ^{c-l} ± 0,01
T68	0,945 ^{a-g} ± 0,01	0,949 ^{a-d} ± 0,01	0,949 ^{a-d} ± 0,01	0,944 ^{a-g} ± 0,01	0,933 ^{f-k} ± 0,01
T74	0,945 ^{a-f} ± 0,01	0,948 ^{a-e} ± 0,01	0,946 ^{a-f} ± 0,01	0,944 ^{a-g} ± 0,01	0,931 ^{g-l} ± 0,01
T80	0,954 ^a ± 0,01	0,943 ^{a-g} ± 0,01	0,946 ^{a-f} ± 0,01	0,946 ^{a-f} ± 0,01	0,938 ^{c-l} ± 0,01

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.8. incelendiğinde, tüm depolama günlerinde uygulanan piştirme teknikleri ile elde edilen a_w değerleri üzerinde merkez sıcaklıkların önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Depolamanın 40. gününde ızgara piştirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar piştirilmiş örneklerin a_w değeri haşlama ve fırınlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulanan örneklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 40. gününde elde edilen su aktivitesi değerleri diğer iki piştirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığında elde edilenlere kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur.

Fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığında en düşük a_w değeri depolamanın 40. gününde elde edilmiştir ($P<0,05$). 74°C merkez uygulamasında ise en düşük ($P<0,05$) a_w değeri depolamanın 40. gününde belirlenmiş ve yalnızca 20. gün ile arasındaki fark önemsiz düzeyde bulunmuştur. Fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 40. gününde 0. ve 10. gününe oranla a_w değerinde düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). Haşlama tekniğinde 68°C ve 74°C

merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde a_w değerleri depolamanın 40. gününde, 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Ayrıca 68°C merkez sıcaklığında depolamanın 30. gününde 0. gününe kıyasla önemli oranda düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). 80°C merkez sıcaklığı uygulanarak haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde ise depolama süresince a_w değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Izgara pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde a_w değerleri depolamanın 40. gününde, 10. ve 20. gününe göre önemli düzeyde düşüş ($P<0,05$) göstermiştir. 80°C merkez sıcaklığına kadar ızgara pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde ise 40.günde elde edilen a_w değeri depolamanın 0. gününe göre daha düşüktür ($P<0,05$). Aynı pişirme tekniğinde, 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 40. Gününde belirlenen a_w değeri, 30. günde belirlen a_w değeri hariç diğer tüm depolama günlerinde tespit edilen a_w değerlerinden daha düşüktür ($P<0,05$).

4.1.5. Renk analizi sonuçları

Pişmiş sığır eti örneklerinde renk ölçümü iç ve dış yüzey olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır.

4.1.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey L^* (parlaklık) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen dış yüzey L^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	237,276	17,97	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	40,212	3,05	0,019
Gruplar x DS	32	19,464	1,47	0,067
Hata	135	13,205		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin dış yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Dış yüzey L* değerleri için gruplar esas etkisi kendi içerisinde değerlendirildiğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek ($P<0,05$) L* değerleri ızgara pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde belirlenmiştir. 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında en düşük ($P<0,05$) L* değeri ise fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde tespit edilmiştir (F68: 35,99; F74: 37,67; F80: 34,56; H68: 41,13; H74: 36,65; H80: 36,59; T68: 44,83; T74:41,54; T80: 41,85; Std. Hata: 0,81).

Merkez sıcaklığı uygulamaları incelendiğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar haşlama ve ızgara pişirme teknikleri ile pişirilen örneklerde elde edilen L* değerleri aynı pişirme tekniklerinde diğer merkez sıcaklıklara kadar pişiren örneklerin L* değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Fırınlama tekniğinde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerin L* değeri 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerin dış yüzey L* değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir ($P<0,05$). Khan vd. (2019) farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş olan keçi eti köftelerinde artan merkez sıcaklığı ile birlikte daha düşük L* değerinin elde edildiğini belirtmişlerdir.

Gruplar dikkate alınmadan depolama süresinin etkisi incelendiğinde depolamanın 20. gününden itibaren elde edilen L* değerleri, depolamanın 0. gününde elde edilen L* değerinden daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur (0. Gün: 40,70; 10.gün: 39,27; 20.gün: 38,38; 30. Gün: 38,01; 40.Gün: 38,41; Std. Hata: 0,61).

Çizelge 4.10. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	35,70 ^{h-k} ± 1,27	34,77 ^{h-k} ± 0,94	35,99 ^{g-k} ± 1,59	36,41 ^{f-k} ± 0,94	37,10 ^{e-k} ± 0,68
F74	35,90 ^{g-k} ± 1,26	33,70 ^k ± 3,63	37,70 ^{c-k} ± 2,49	38,81 ^{b-k} ± 1,90	42,24 ^{a-k} ± 1,15
F80	34,19 ^{jk} ± 3,34	33,55 ^k ± 3,27	35,33 ^{h-k} ± 3,36	34,98 ^{h-k} ± 4,96	34,76 ^{h-k} ± 3,46
H68	45,17 ^{abc} ± 3,13	43,95 ^{a-f} ± 2,15	41,91 ^{a-l} ± 2,31	37,34 ^{d-k} ± 1,27	37,29 ^{d-k} ± 3,72
H74	39,62 ^{a-k} ± 3,30	36,66 ^{f-k} ± 3,03	37,44 ^{d-k} ± 3,16	34,83 ^{h-k} ± 1,07	34,72 ^{h-k} ± 1,14
H80	39,21 ^{a-k} ± 2,92	38,40 ^{b-k} ± 2,40	34,42 ^{ijk} ± 2,74	35,10 ^{h-k} ± 1,28	35,85 ^{g-k} ± 1,71
T68	46,60 ^a ± 1,17	44,65 ^{a-e} ± 0,38	43,40 ^{a-g} ± 2,54	44,73 ^{a-d} ± 4,23	44,77 ^{a-d} ± 4,64
T74	45,92 ^{ab} ± 2,81	43,78 ^{a-f} ± 3,93	39,34 ^{a-k} ± 3,44	39,50 ^{a-k} ± 2,82	39,14 ^{a-k} ± 1,07
T80	44,03 ^{a-f} ± 2,85	44,00 ^{a-f} ± 3,56	39,88 ^{a-k} ± 2,18	41,50 ^{a-j} ± 1,95	39,82 ^{a-k} ± 1,54

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.10'a göre depolamanın 0. ve 10. gününde ızgara pişirme tekniği ile haşlama 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin L* değerleri fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerin L* değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde ölçülen L* değerleri gruplar arasında önemli bir farkın olmadığını göstermiştir.

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey a* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	39,597	8,80	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	12,722	2,83	0,027
Gruplar x DS	32	2,036	0,45	0,995
Hata	135	4,502		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin dış yüzey a* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir (P<0,05).

Dış yüzey a* renk değeri için depolama süresi dikkate alınmadan pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları karşılaştırıldığında 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde pişirme tekniklerinin a* değerlerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. 74°C merkez sıcaklığına kadar haşlama tekniği ile pişirilen örneklerin a* değerleri fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerin a* değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (F68: 10,22; F74: 8,42; F80: 7,72; H68: 10,17; H74: 9,89; H80: 8,55; T68: 10,02; T74: 8,75; T80: 8,37; Std. Hata: 0,31).

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise tüm pişirme tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığında 80°C merkez sıcaklığına göre daha yüksek a* değeri elde edilmiştir (P<0,05). Kondjoyan vd. (2014), sığır etinde 60°C'lik sıcaklık uygulamasında 80°C'lik sıcaklık uygulamasına kıyasla daha yüksek a* değeri elde edildiğini bildirmişlerdir. Becker vd. (2016), mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde domuz eti örneklerinin pişirilmesinde uygulama sıcaklığının artışı ile a* değerlerinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Depolama süresinin etkisi açısından dış yüzey a* değerleri incelendiğinde depolamanın 40. gününde, depolamanın 0., 10. ve 20. günlerine kıyasla daha düşük a* değeri tespit edilmiştir (0.Gün: 9,67; 10. Gün: 9,62; 20. Gün: 9,37; 30. Gün: 8,83; 40. Gün: 8,13; Std. Hata: 0,23).

Çizelge 4.12. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	10,93 ^a ± 0,92	10,52 ^a ± 2,23	10,91 ^a ± 2,24	9,32 ^{a-d} ± 1,36	9,41 ^{abc} ± 1,04
F74	10,88 ^a ± 1,11	10,72 ^a ± 1,96	8,93 ^{a-d} ± 1,60	6,20 ^{bcd} ± 1,57	5,38 ^d ± 0,81
F80	8,26 ^{a-d} ± 1,17	9,13 ^{a-d} ± 1,81	7,35 ^{a-d} ± 1,55	7,94 ^{a-d} ± 0,88	5,92 ^{cd} ± 1,33
H68	10,89 ^a ± 0,18	10,14 ^{ab} ± 1,85	10,18 ^a ± 1,01	10,14 ^{ab} ± 0,76	9,49 ^{abc} ± 0,96
H74	10,46 ^a ± 1,38	10,01 ^{ab} ± 1,44	10,78 ^a ± 0,81	9,69 ^{abc} ± 1,59	8,49 ^{a-d} ± 1,36
H80	8,36 ^{a-d} ± 0,42	8,81 ^{a-d} ± 0,74	9,02 ^{a-d} ± 0,46	8,81 ^{a-d} ± 0,60	7,78 ^{a-d} ± 1,20
T68	10,19 ^a ± 1,56	11,06 ^a ± 0,57	9,60 ^{abc} ± 1,62	10,01 ^{ab} ± 0,49	9,24 ^{a-d} ± 0,80
T74	8,51 ^{a-d} ± 1,19	8,78 ^{a-d} ± 1,02	9,37 ^{abc} ± 1,27	8,35 ^{a-d} ± 0,51	8,73 ^{a-d} ± 1,41
T80	8,58 ^{a-d} ± 1,21	7,42 ^{a-d} ± 1,22	8,18 ^{a-d} ± 0,54	9,00 ^{a-d} ± 0,64	8,70 ^{a-d} ± 0,46

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.12. incelendiğinde, her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde farklı pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamaları dış yüzey a* değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Fırlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örnekler dışında diğer pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıklarında depolama süresince a* değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Fırlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise depolama başlangıcında elde edilen a* değerleri depolama sonunda önemli düzeyde düşüş ($P<0,05$) göstermiştir.

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey b* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	19,937	2,861	0,006
Depolama Süresi (DS)	4	50,683	7,273	0,000
Gruplar x DS	32	3,632	0,521	0,983
Hata	135	6,968		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresinin dış yüzey b* değerlerini önemli düzeyde etkilediği ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Çizeşge 4.13).

Dış yüzey renk ölçümlerine göre en yüksek ($P<0,05$) b* değerleri ızgara pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde, en düşük ($P<0,05$) b* değerleri ise haşlama ve fırlama teknikleri ile pişirilen örneklerde belirlenmiştir (F68: 10,21; F74: 11,91; F80: 12,51; H68: 9,41; H74: 10,98; H80: 11,83; T68: 11,71; T74: 13,36; T80: 13,80; Std. Hata: 0,47). Lorenzo (2015), yaptığı çalışmada tay etinde ızgara pişirme tekniği ile fırlama tekniği ile karşılaştırıldığında ızgara pişirme tekniğinde daha yüksek b* değerlerinin elde edildiğini bildirmiştir.

Tüm pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda 68°C'ye göre daha yüksek ($P<0,05$) b^* değerleri elde edilmiştir. Becker vd. (2016), domuz eti örneklerinde sıcaklık arttıkça b^* değerlerinin de arttığını belirtmişlerdir.

Depolama süresince dış yüzey b^* değerlerinde düzenli olmamakla birlikte kademeli bir artış ($P<0,05$) olduğu görülmüştür (0.Gün: 10,83; 10. Gün: 11,54; 20. Gün: 11,87; 30. Gün: 12,11; 40. Gün: 12,37; Std. Hata: 0,35). Cava vd. (2009), yaptıkları çalışmada domuz etinde elde edilen b^* değerlerinin depolama sonunda arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.14. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	9,58 ^{e-h} ± 1,00	10,29 ^{d-h} ± 0,89	10,22 ^{d-h} ± 0,67	10,20 ^{d-h} ± 1,34	10,77 ^{c-h} ± 0,80
F74	12,15 ^{a-g} ± 1,51	12,80 ^{a-f} ± 0,93	11,22 ^{a-h} ± 1,63	11,42 ^{a-h} ± 1,02	11,96 ^{a-g} ± 0,60
F80	12,19 ^{a-g} ± 0,59	12,59 ^{a-f} ± 2,49	12,44 ^{a-f} ± 1,44	12,95 ^{a-f} ± 1,63	12,38 ^{a-f} ± 0,97
H68	7,61 ^h ± 0,05	8,38 ^{gh} ± 1,23	9,11 ^{fgh} ± 0,31	11,06 ^{a-h} ± 0,42	10,89 ^{b-h} ± 0,43
H74	9,62 ^{e-h} ± 0,40	10,71 ^{c-h} ± 1,45	10,53 ^{d-h} ± 1,04	12,03 ^{a-g} ± 0,80	12,02 ^{a-g} ± 0,56
H80	10,71 ^{c-h} ± 0,27	11,28 ^{a-h} ± 1,97	12,33 ^{a-f} ± 0,65	12,27 ^{a-f} ± 1,13	12,55 ^{a-f} ± 2,19
T68	10,31 ^{d-h} ± 1,72	11,73 ^{a-g} ± 0,37	12,64 ^{a-f} ± 1,63	11,31 ^{a-h} ± 1,27	12,58 ^{a-f} ± 0,55
T74	13,41 ^{a-e} ± 0,77	12,97 ^{a-f} ± 1,41	13,66 ^{a-d} ± 1,95	13,01 ^{a-e} ± 0,60	13,77 ^{a-d} ± 2,78
T80	11,93 ^{a-g} ± 3,07	13,16 ^{a-e} ± 0,58	14,66 ^{ab} ± 2,08	14,78 ^a ± 1,99	14,45 ^{abc} ± 1,08

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.14'e göre farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları uygulanan etlerin depolanması süresince elde edilen b^* değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

4.1.5.2. İç yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey L^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	19,937	2,861	0,006
Depolama Süresi (DS)	4	50,683	7,273	0,000
Gruplar x DS	32	3,632	0,521	0,983
Hata	135	6,968		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin iç yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Gruplar esas etkisi kendi içerisinde karşılaştırıldığında iç yüzey L* değerlerinin fırınlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucu daha yüksek ($P<0,05$), haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda ise daha düşük ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (F68: 56,59; F74: 57,98; F80: 55,86; H68:57,63; H74: 55,61; H80: 55,03; T68:57,55; T74: 56,24; T80: 56,48; Std. Hata: 0,59).

Depolama başlangıcı olan 0. günde elde edilen iç yüzey L* değeri depolamanın diğer günlerinde elde edilen L* değerlerinden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur (0. Gün: 58,60; 10. Gün: 55,76; 20.gün: 56,55; 30. Gün: 56,07; 40. Gün: 55,78; Std. Hata: 0,44).

Çizelge 4.16. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	58,84 ^a ± 0,57	54,27 ^a ± 1,90	56,95 ^a ± 1,95	56,10 ^a ± 2,26	56,76 ^a ± 1,48
F74	59,11 ^a ± 0,73	58,96 ^a ± 2,68	58,02 ^a ± 2,35	56,93 ^a ± 1,08	56,88 ^a ± 1,29
F80	57,76 ^a ± 1,48	53,40 ^a ± 1,82	56,42 ^a ± 1,59	56,62 ^a ± 4,94	55,11 ^a ± 3,76
H68	60,23 ^a ± 2,01	57,14 ^a ± 4,71	57,59 ^a ± 0,89	57,24 ^a ± 1,85	55,95 ^a ± 1,99
H74	57,51 ^a ± 3,88	57,35 ^a ± 3,83	55,03 ^a ± 0,34	53,48 ^a ± 1,89	54,67 ^a ± 3,11
H80	58,38 ^a ± 1,67	53,27 ^a ± 4,40	54,84 ^a ± 1,06	54,39 ^a ± 3,46	54,28 ^a ± 2,49
T68	59,15 ^a ± 0,76	56,30 ^a ± 2,82	57,42 ^a ± 1,18	57,50 ^a ± 2,34	57,39 ^a ± 1,81
T74	57,35 ^a ± 1,40	55,54 ^a ± 2,72	56,38 ^a ± 0,89	55,96 ^a ± 3,20	55,99 ^a ± 4,60
T80	59,03 ^a ± 0,69	55,61 ^a ± 1,20	56,34 ^a ± 4,80	55,00 ^a ± 5,46	56,48 ^a ± 3,31

Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arası fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Çizelge 4.16. incelendiğinde her bir depolama gününde L* değerleri açısından gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı görülmektedir. Ayrıca tüm pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolama süresince önemli bir değişim belirlenmemiştir.

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey a* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	409,252	91,97	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	11,802	2,65	0,036
Gruplar x DS	32	3,529	0,79	0,775
Hata	135	4,450		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları faktörlerini içeren gruplar esas etkisi ile depolama süresinin iç yüzey a* değerlerini önemli düzeyde etkilediği varyans analizi sonucunda belirlenmiştir (P<0,05).

Gruplar esas etkisi kendi içerisinde değerlendirildiğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarında en düşük ($P<0,05$) iç yüzey a^* değerleri fırınlama tekniğinde elde edilmiştir. 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamalarında ise en yüksek ($P<0,05$) a^* değerleri etler ızgara pişirme tekniği ile pişirildiğinde elde edilmiştir (F68: 17,15; F74: 11,52; F80: 10,55; H68: 21,24; H74: 14,52; H80: 10,52; T68: 22,58; T74: 18,70; T80: 18,41; Std. Hata: 0,47).

74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarına kadar pişirilen etlerin a^* değerleri 68°C'ye kadar pişirilen etlerde elde edilen a^* değerlerinden daha düşüktür ($P<0,05$). McArdle vd. (2010), sığır eti örneklerinde artan sıcaklık uygulaması ile birlikte a^* değerlerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir. a^* değerleri üzerine farklı merkez sıcaklığı uygulamasının etkisini gösteren başka bir çalışmada da benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Dai vd., 2013).

Depolama süresi esas etkisi açısından sonuçlar incelendiğinde depolama süresince a^* değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir (0.Gün: 16,89; 10. Gün: 16,42; 20. Gün: 16,36; 30. Gün: 15,64; 40. Gün: 15,52; Std. Hata: 0,35).

Çizelge 4.18. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	19,05 ^{a-f} ± 2,30	18,62 ^{a-f} ± 2,42	18,77 ^{a-f} ± 1,84	15,07 ^{d-j} ± 2,43	14,27 ^{f-j} ± 1,46
F74	12,43 ^{g-j} ± 0,36	11,80 ^{h-j} ± 1,94	11,52 ^{h-j} ± 1,23	11,12 ^j ± 0,75	10,72 ^j ± 1,12
F80	11,14 ^j ± 1,81	11,30 ^j ± 1,07	10,88 ^j ± 1,58	9,97 ^j ± 1,19	9,49 ^j ± 1,45
H68	21,73 ^{ab} ± 2,50	21,12 ^{abc} ± 1,15	21,76 ^{ab} ± 1,30	21,22 ^{abc} ± 1,72	20,38 ^{a-e} ± 1,06
H74	15,42 ^{c-j} ± 1,79	13,92 ^{f-j} ± 1,02	14,19 ^{f-j} ± 2,18	14,98 ^{e-j} ± 1,23	14,08 ^{f-j} ± 2,64
H80	10,21 ^j ± 0,60	11,16 ^j ± 0,89	10,33 ^j ± 0,92	11,82 ^{h-j} ± 1,20	10,60 ^j ± 1,84
T68	23,79 ^a ± 2,82	22,72 ^{ab} ± 2,75	23,15 ^{ab} ± 1,58	21,04 ^{a-d} ± 1,83	22,21 ^{ab} ± 2,08
T74	19,75 ^{a-f} ± 1,09	19,02 ^{a-f} ± 1,16	17,35 ^{b-h} ± 2,56	18,39 ^{a-g} ± 1,13	19,00 ^{a-f} ± 0,65
T80	18,51 ^{a-f} ± 2,23	18,12 ^{a-g} ± 1,32	19,26 ^{a-f} ± 2,09	17,21 ^{b-i} ± 1,55	18,98 ^{a-f} ± 2,05

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.18'e göre farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları et örneklerinin depolanması süresince iç yüzey a^* değerlerinde önemli bir değişim olmadığı görülmüştür.

Merkez sıcaklıkların etkisi açısından bakıldığında, haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde tüm depolama günlerinde 75°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerden daha yüksek ($P<0,05$) a^* değerleri belirlenmiştir. Fırınlama tekniğinde ise benzer durum depolamanın 0., 10. ve 20. günlerinde tespit edilmiştir ($P<0,05$). Izgara pişirme tekniğinde ise farklı merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda depolama süresince a^* değerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Depolamanın 0. gününde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde belirlenen a^* değerlerinde pişirme teknikleri açısından önemli bir fark tespit edilmezken, 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde ise ızgara tekniğinde diğer pişirme tekniklerine göre daha yüksek ($P<0,05$) a^* değeri elde edilmiştir. 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde a^* değerinde belirtilen bu farklılık depolamanın 10., 20. ve 40. günlerinde de gözlenmiştir. Depolamanın 30. gününde ise ızgara pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin iç yüzey a^* değerleri fırınlama tekniği sonucunda belirlenen değerlerden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. 74°C merkez sıcaklığına kadar ızgara pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin tüm depolama günlerinde elde edilen a^* değerleri ile haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığa kadar pişirilen örneklerin a^* değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Genel olarak ızgara pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin a^* değerleri fırınlama tekniği ile aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin a^* değerlerinden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin iç yüzey a^* değeri depolamanın 30. gününde aynı merkez sıcaklığına kadar haşlama tekniği ile pişirilen örneklerin, 40. gününde ise ızgara pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin iç yüzey a^* değerlerinden daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur.

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey b^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	49,309	35,75	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	5,864	4,25	0,003
Gruplar x DS	32	1,396	1,01	0,460
Hata	135	1,379		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresinin önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($P<0,05$).

Gruplar esas etkisi açısından b* değerleri karşılaştırıldığında 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde en yüksek ($P<0,05$) iç yüzey b* değerleri fırınlama tekniğinde, en düşük ($P<0,05$) b* değeri ise haşlama tekniğinde elde edilmiştir. 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen b* değerlerinin üzerine pişirme tekniklerinin önemli bir etkisi olmamıştır. 80°C merkez sıcaklığında ise ızgara pişirme tekniğinde haşlama tekniğine göre daha düşük ($P<0,05$) b* değeri elde edilmiştir (F68: 5,14; F74: 6,48; F80: 6,95; H68: 2,52; H74: 6,06; H80: 7,78; T68: 4,06; T74: 5,58; T80: 5,94; Std. Hata: 0,26).

Merkez sıcaklığının dış yüzey b* değerlerine etkisi incelendiğinde ise tüm konvansiyonel pişirme tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığında diğer merkez sıcaklıklara kıyasla daha düşük ($P<0,05$) b* değerleri elde edildiği gözlenmiştir. Dai vd. 2013, haşlanmış domuz eti örneklerinde uygulanan merkez sıcaklığın artışı ile b* değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir.

İç yüzey b* değerleri depolama esas etkisi açısından değerlendirildiğinde depolamanın 40. gününde b* değerlerinde 0. ve 10. günlerine göre önemli düzeyde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir (10. Gün: 6,10; 20. Gün: 5,64; 30. Gün: 5,26; 40. Gün: 5,16; Std. Hata: 0,20).

Çizelge 4.20. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	5,17 ^{c-i} ± 1,50	5,22 ^{c-i} ± 0,81	5,30 ^{c-i} ± 0,73	5,22 ^{c-i} ± 0,95	4,78 ^{f-k} ± 1,36
F74	6,00 ^{b-h} ± 0,39	7,73 ^{a-e} ± 1,01	7,11 ^{a-f} ± 1,29	5,68 ^{b-h} ± 1,37	5,87 ^{b-h} ± 0,80
F80	7,80 ^{a-d} ± 2,42	8,58 ^{ab} ± 1,42	6,37 ^{a-g} ± 0,40	5,98 ^{b-h} ± 0,69	6,03 ^{b-h} ± 0,94
H68	3,66 ^{g-k} ± 0,88	2,03 ^k ± 0,50	2,11 ^{jk} ± 0,09	2,61 ^{ijk} ± 0,80	2,20 ^{jk} ± 0,69
H74	6,41 ^{a-g} ± 1,48	6,08 ^{a-g} ± 1,58	5,57 ^{c-h} ± 0,53	6,18 ^{a-g} ± 1,10	6,06 ^{a-g} ± 0,79
H80	7,67 ^{a-f} ± 0,85	7,99 ^{abc} ± 1,39	8,99 ^a ± 1,24	7,42 ^{a-f} ± 0,95	6,85 ^{a-f} ± 0,57
T68	4,94 ^{d-k} ± 0,64	4,86 ^{e-k} ± 1,80	3,63 ^{g-k} ± 1,19	3,12 ^{h-k} ± 0,42	3,78 ^{g-k} ± 0,53
T74	5,52 ^{c-i} ± 0,66	6,02 ^{b-h} ± 0,23	5,74 ^{b-h} ± 1,20	5,58 ^{c-h} ± 1,05	5,02 ^{d-j} ± 0,62
T80	5,93 ^{b-h} ± 0,34	6,43 ^{a-g} ± 0,98	5,93 ^{b-h} ± 0,89	5,53 ^{c-i} ± 0,88	5,88 ^{b-h} ± 0,83

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.20'ye göre depolama süresinin et örneklerinin iç yüzey b* değerlerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Depolamanın 10. ve 20. günlerinde 68°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen b* değerleri haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığa kadar pişirilen örneklerin b* değerlerinden daha yüksektir (P<0,05). Depolamanın 0., 30. ve 40. günlerinde ise pişirme teknikleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Depolamanın 10., 20., 30. ve 40. günlerinde haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulanan örneklere oranla, depolamanın 0. gününde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulamasına oranla daha düşük (P<0,05) iç yüzey b* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca depolamanın 20. gününde haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde artan merkez sıcaklıklarında daha yüksek (P<0,05) b* değerleri elde edilmiştir. Izgara pişirme tekniğinde merkez sıcaklıkların iç yüzey b* değerlerine önemli bir omamıştır. Depolamanın 10. gününde fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen b* değeri 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklere göre daha düşüktür (P<0,05).

4.1.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	4,175	6,87	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	87,487	144,02	0,000
Gruplar x DS	32	0,607	1,00	0,478
Hata	135	0,607		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) TBARS değerleri tava ile pişirme tekniğinde elde edilirken, en düşük ($P<0,05$) TBARS değerleri haşlama ve fırınlama tekniklerinde elde edilmiştir (F68: 3,89; F74:3,93; F80: 3,78; H68:4,02; H74:3,76; H80:3,95; T68:5,02; T74:4,81; T80: 4,32; Std. Hata: 0,17). Juárez vd. (2010), manda etinde ızgara pişirme tekniği ile haşlama tekniğine göre daha yüksek TBARS değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçları Rodriguez-Estrada vd. (1997), sığır kıymasından elde edilmiş hamburger köftesi örneklerinde elde etmişlerdir. Merkez sıcaklığı uygulaması incelendiğinde ise tüm pişirme tekniklerinde TBARS değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Depolama süresince TBARS değerindeki değişimler incelendiğinde depolama süresince TBARS değerlerinde kademeli bir artış olduğu gözlenmiştir (0. Gün: 2,09; 10.gün: 3,41; 20. gün: 4,13; 30. Gün: 5,00; 40.gün: 6,20; Std. Hata: 0,13). Grossi vd. (2014), yüksek basınç işlemine tabi tutulmuş domuz eti örneklerinde TBARS değerlerinin 8 haftalık depolama süresi sonunda arttığı bildirmişlerdir. TBARS

değerlerinin depolama süresince değişimi ile ilgili benzer sonuçlar Rababah vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir.

Çizelge 4.22. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	$2,08^0 \pm 0,42$	$2,87^{mno} \pm 0,69$	$3,39^{i-o} \pm 0,92$	$4,68^{c-m} \pm 0,12$	$6,42^{abc} \pm 0,16$
F74	$1,80^0 \pm 0,17$	$2,88^{mno} \pm 1,16$	$3,46^{h-o} \pm 0,70$	$4,76^{c-m} \pm 0,30$	$6,73^{ab} \pm 0,19$
F80	$2,00^0 \pm 0,44$	$2,95^{mno} \pm 0,29$	$3,30^{j-o} \pm 0,22$	$4,47^{d-m} \pm 0,72$	$6,20^{a-d} \pm 0,21$
H68	$1,94^0 \pm 0,23$	$3,60^{h-o} \pm 0,92$	$4,12^{e-n} \pm 0,67$	$4,77^{c-n} \pm 0,65$	$5,65^{a-f} \pm 0,41$
H74	$1,82^0 \pm 0,44$	$3,13^{k-o} \pm 0,57$	$3,55^{h-o} \pm 0,89$	$4,59^{c-m} \pm 0,14$	$5,72^{a-f} \pm 0,22$
H80	$1,95^0 \pm 0,15$	$3,06^{l-o} \pm 0,18$	$3,69^{g-o} \pm 0,30$	$5,03^{a-k} \pm 0,84$	$6,02^{a-e} \pm 0,18$
T68	$2,47^{no} \pm 0,17$	$4,02^{f-n} \pm 0,72$	$5,55^{a-g} \pm 0,92$	$6,26^{a-d} \pm 0,52$	$6,78^a \pm 0,90$
T74	$2,39^{no} \pm 0,38$	$4,66^{c-m} \pm 0,86$	$5,23^{a-i} \pm 0,56$	$5,31^{a-h} \pm 0,49$	$6,46^{abc} \pm 0,47$
T80	$2,30^{no} \pm 0,44$	$3,53^{h-o} \pm 0,26$	$4,86^{b-l} \pm 0,73$	$5,08^{a-i} \pm 0,53$	$5,82^{a-f} \pm 0,34$

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.22'ye göre her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkların elde edilen TBARS değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Fırınlama ve haşlama tekniklerinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilen TBARS değerleri depolamanın 30. gününde, 0. güne göre önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir. Fırınlama tekniği ile 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde TBARS değerleri depolamanın 40. gününde, 0. 10. ve 20. günlerine göre önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir. 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise depolamanın 40. gününde elde edilen TBARS değeri kendinden önceki tüm depolama günlerinde elde edilen değerlerden daha yüksektir ($P<0,05$). Haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 40. gününde elde edilen TBARS değerleri 0. ve 10. depolama günlerine kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Haşlama tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 40. gününde elde edilen TBARS değeri 30. gün hariç diğer tüm depolama günlerinden daha yüksektir ($P<0,05$). Ayrıca haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 30. gününde elde edilen TBARS değeri depolamanın 10. gününe göre daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Izgara pişirme tekniği ile 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan

örneklerde depolamanın 0. gününde elde edilen TBARS değeri 10. gün hariç diğer tüm depolama günlerinde elde edilenlerden daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 10. gününde, ızgara pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 30. ve 40. günlerine kıyasla, 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilenlerde ise 40. gününe kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) TBARS değerleri elde edilmiştir. 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise depolamanın 0. gününde elde edilen TBARS değeri diğer tüm günlere göre daha düşüktür ($P<0,05$). Cava vd. (2009), domuz jambonu ve fileto örneklerinde depolama süresince TBARS değerlerinde artış gözlemlenmiştir. TBARS değerlerinin depolama süresince değişimi ile ilgili benzer sonuçlar Ma vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir.

4.1.7. Hidroperoksit analizi sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	125,048	4,19	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	22191,253	743,36	0,000
Gruplar x DS	32	34,931	1,17	0,265
Hata	135	29,853		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan gruplar esas etkisi kendi içerisinde değerlendirildiğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde en yüksek ($P<0,05$)

lipit hidroperoksit değerlerinin fırınlama tekniğinde elde edildiği gözlenmiştir. Diğer merkez sıcaklıklarda gruplar arası önemli bir farklılık bulunamamıştır (F68: 55,33; F74: 57,21; F80: 53,61; H68: 53,92; H74: 52,73; H80:49,36; T68:55,05; T74: 51,96; T80: 50,21; Std. Hata: 1,22). Lorenzo vd. (2015), tay etinde fırınlama sonucu elde edilen oksidasyon değerlerinin ızgara pişirmeye oranla daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer sonuçları Conchillo vd. (2003), tavuk göğsü örneklerinde gözlemlemişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamasının etkisi incelendiğinde ise tüm pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması ile elde edilen lipit hidroperoksit değerleri 68°C'ye göre düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. Pişirme süresi ile oksidasyon değerlerinde görülen azalma, daha yüksek sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işlemin oksidasyon değerinde düşüşe sebep olduğunu öne süren Andreo vd. (2000), tarafından rapor edilen sonuçlar ile tutarlılık göstermektedir. Roldan vd. (2014), de sous-vide tekniği ile pişirilen kuzu etlerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında 70°C ve 60°C merkez sıcaklıklarına göre daha düşük değerler elde etmişlerdir.

Ette lipid oksidasyonunun pişirme sırasındaki oranı, ısıl işlem sıcaklığına bağlıdır ve bu nedenle, daha yüksek pişirme sıcaklıklarının ve sürelerinin daha yüksek TBARS değerlerine yol açması beklenmektedir. Öte yandan ikincil lipid oksidasyon ürünü olan malonaldehit (MDA), ette bulunan DNA, proteinler, fosfolipidler gibi primer amino grupları içeren tüm bileşikler ile tepkimeye girebilme kabiliyetine sahiptir. (Ventanas, Estevez, Delgado ve Ruiz, 2007). Roldan vd (2014), bu durumun TBA ile reaksiyona girebilecek MDA ve diğer reaktif lipid karbonillerin miktarında bir azalmaya yol açabileceğini ve sonuç olarak da oksidasyon değerlerinde bir düşüşe neden olabileceğini öne sürmüştür. Bu nedenle de daha yüksek uygulama sıcaklıklarının MDA'nın diğer bileşikler ile reaksiyona girme hızını arttırıp oksidasyon değerlerinde düşüşe sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada, 80°C merkez sıcaklığı uygulaması ile elde edilen oksidasyon değerinin daha aşağıdaki merkez sıcaklıklara oranla düşük bulunması bu önerme ile uyumluluk göstermektedir.

Depolama süresince elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde lipit hidroperoksit değerlerinde kademeli bir artış ($P<0,05$) olduğu gözlenmiştir (0. Gün: 26,79;

10.Gün: 36,33; 20.Gün: 45,39; 30. Gün: 71,80; 40.Gün: 86,01; Std. Hata: 0,91). Conchillo vd. (2003), fırınlama ile pişirme işlemi uygulanmış tavuk göğsü örneklerinde depolama sonunda ilk güne göre daha yüksek oksidasyon değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Lipit hidroperoksit değerlerinin depolama süresince değişimi ile ilgili benzer sonuçlar Kılıç vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir.

Çizelge 4. 24. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipit hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
F68	28,48 ^{q-t} $\pm$ 2,58	37,99 ^{l-r} $\pm$ 3,11	47,19 ^{klm} $\pm$ 3,19	75,18 ^{d-i} $\pm$ 4,19	87,78 ^{abc} $\pm$ 8,92
F74	26,01 st $\pm$ 2,82	38,21 ^{l-r} $\pm$ 3,15	52,97 ^{jk} $\pm$ 2,07	78,48 ^{b-g} $\pm$ 2,70	90,36 ^a $\pm$ 5,39
F80	24,38 ^t $\pm$ 4,73	32,74 ^{p-t} $\pm$ 3,59	42,46 ^{k-p} $\pm$ 2,61	78,63 ^{a-g} $\pm$ 5,22	89,82 ^{ab} $\pm$ 4,35
H68	27,37 ^{q-t} $\pm$ 4,19	37,63 ^{l-s} $\pm$ 4,34	44,95 ^{k-o} $\pm$ 3,18	72,36 ^{e-i} $\pm$ 6,21	87,27 ^{abc} $\pm$ 4,40
H74	25,95 st $\pm$ 2,59	39,12 ^{l-q} $\pm$ 3,56	46,30 ^{k-n} $\pm$ 3,15	69,25 ^{ghi} $\pm$ 6,03	83,03 ^{a-f} $\pm$ 7,49
H80	26,60 ^{rst} $\pm$ 3,12	36,81 ^{m-s} $\pm$ 1,31	42,22 ^{k-p} $\pm$ 4,02	64,12 ^{ij} $\pm$ 2,22	77,06 ^{c-h} $\pm$ 1,80
T68	28,62 ^{q-t} $\pm$ 2,03	36,23 ^{m-s} $\pm$ 3,13	48,84 ^{kl} $\pm$ 3,19	71,88 ^{t-i} $\pm$ 6,46	89,68 ^{ab} $\pm$ 4,13
T74	27,77 ^{q-t} $\pm$ 4,03	33,44 ^{o-t} $\pm$ 1,19	42,45 ^{k-p} $\pm$ 2,29	70,75 ^{ghi} $\pm$ 1,98	85,41 ^{a-d} $\pm$ 4,82
T80	25,95 st $\pm$ 2,82	34,78 ^{n-t} $\pm$ 2,67	41,08 ^{l-p} $\pm$ 2,49	65,52 ^{hi} $\pm$ 5,37	83,73 ^{a-e} $\pm$ 7,37

Çizelge 4.24'e göre farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının lipit hidroperoksit değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Depolamanın 30. gününde fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerin lipit hidroperoksit değerleri, aynı merkez sıcaklığına kadar haşlama ve ızgara pişirme teknikleri ile pişirilen örneklerin lipit hidroperoksit değerlerinden daha yüksektir ($P<0,05$).

68°C ve 74°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde lipit hidroperoksit değeri depolama süresince her bir depolama gününde bir önceki güne kıyasla önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir. Fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 30. ve 40. günlerinde elde edilen lipit hidroperoksit değeri 0. 10. ve 20. günlere kıyasla önemli düzeyde yüksektir ($P<0,05$). Haşlama tekniği ile 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerin lipit hidroperoksit değerleri depolamanın 30. ve 40. günlerinde kendilerinden önceki depolama günlerine kıyasla önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir. Haşlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise lipit hidroperoksit değerinde depolama süresince gözlenen artış ($P<0,05$) 10. ve

20. günlerde birbirlerine oranla önemsiz olmuştur. Aynı durum ızgara pişirme tekniği ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde gözlenmiştir. Izgara pişirme tekniği ile 68°C ve 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolama süresince gözlenen artış ($P<0,05$) yalnızca 0. ve 10. günlerde birbirlerine oranla önemsiz olmuştur.

4.1.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan Dunnett çoklu karşılaştırma testi sonuçlarında tüm konvansiyonel pişirme tekniklerinde ve merkez sıcaklığı uygulamalarında pişirme işleminin çiğ kontrol grubuna kıyasla TMAB, koliform grubu bakteri ve maya-küf inaktivasyonunda önemli oranda etkili ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (TMAB çiğ kontrol: 5,32 log; koliform grubu bakteri çiğ kontrol: 5,27 log; toplam maya- küf çiğ kontrol: 4,29 log).

4.1.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TMAB sayımı (log KOB/g) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,747	1,56	0,149
Depolama Süresi (DS)	2	469,167	981,00	0,000
Gruplar x DS	16	0,390	0,82	0,665
Hata	81	0,478		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, depolama süresi esas etkisinin TMAB sayılarını önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları incelendiğinde TMAB inhibisyonunda teknikler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Std. Hata: 0,20).

Depolama esas etkisi açısından TMAB sayıları incelendiğinde, depolama süresince TMAB sayılarında önemli düzeyde artış ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 6,19; 40.Gün: 6,72; Std. Hata: 0,12). Sujiwo vd. (2019), sığır etinde toplam aerobik bakteri sayısının 18 günlük depolama süresi sonunda 8 log KOB/g 'a ulaştığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.26. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayısı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	20. Gün	40. Gün
F68	$<1^c$	6,47 ^{ab}	7,50 ^a
F74	$<1^c$	6,48 ^{ab}	7,01 ^{ab}
F80	$<1^c$	5,52 ^b	6,37 ^{ab}
H68	$<1^c$	6,08 ^{ab}	6,64 ^{ab}
H74	$<1^c$	6,11 ^{ab}	7,20 ^{ab}
H80	$<1^c$	6,62 ^{ab}	6,70 ^{ab}
T68	$<1^c$	5,95 ^{ab}	6,91 ^{ab}
T74	$<1^c$	6,30 ^{ab}	6,31 ^{ab}
T80	$<1^c$	6,21 ^{ab}	5,86 ^{ab}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.26'ya göre her bir depolama gününde gruplar esas etkisinin kendi içerisindeki değerlendirilmesinde pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkların TMAB sayısına önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın 20. ve 40. gününde TMAB sayıları 0. güne kıyasla önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir.

4.1.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin koliform grubu bakteri sayısı değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,632	1,82	0,085
Depolama Süresi (DS)	2	429,965	1236,30	0,000
Gruplar x DS	16	0,196	0,56	0,901
Hata	81	0,348		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin koliform grubu bakteri sayısı değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulaması esas etkileri birlikte incelendiğinde fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde daha düşük ($P<0,05$), haşlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise daha yüksek ($P<0,05$) koliform grubu bakteri sayısı elde edildiği gözlenmiştir (F80:3,67; H74:4,50; Std. Hata: 0,17).

Belirtilen pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları dışında kalan tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarından elde edilen koliform sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (F68:4,30; F74: 4,14; H68:4,09; H80:3,98; T68:4,17; T74:4,22; T80:4,01; Std. Hata: 0,17).

Depolama esas etkisi açısından koliform grubu bakteri sayıları incelendiğinde ise her bir depolama gününde koliform sayılarında önemli düzeyde bir artış ($P<0,05$) yaşandığı belirlenmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 5,79; 40.Gün: 6,42; Std. Hata: 0,10). Brooks vd. (2014), sığır etinden elde edilmiş kıyma örneklerinde depolama sonunda 0. güne kıyasla koliform grubu bakteri sayısında 7 log KOB/g'lık bir artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.28. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	20. Gün	40. Gün
F68	<1 ^c	6,08 ^{ab}	6,83 ^a
F74	<1 ^c	5,93 ^{ab}	6,49 ^{ab}
F80	<1 ^c	4,98 ^{ab}	6,04 ^{ab}
H68	<1 ^c	5,83 ^{ab}	6,45 ^{ab}
H74	<1 ^c	6,10 ^{ab}	6,64 ^a
H80	<1 ^c	5,74 ^{ab}	6,19 ^{ab}
T68	<1 ^c	5,72 ^{ab}	6,71 ^a
T74	<1 ^c	6,07 ^{ab}	6,28 ^{ab}
T80	<1 ^c	5,68 ^{ab}	4,01 ^{ab}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.28. incelendiğinde, her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkların koliform sayısına önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Koliform grubu bakteri sayısı 20. ve 40. günlerde, depolamanın ilk günün olan 0. güne kıyasla önemli oranda artış (P<0,05) göstermiştir.

4.1.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları

Konvansiyonel pişirme teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin toplam maya-küf değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Konvansiyonel pişirme teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam maya-küf değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,489	2,09	0,046
Depolama Süresi (DS)	2	69,945	298,68	0,000
Gruplar x DS	16	0,504	2,15	0,013
Hata	81	0,234		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun toplam maya-küf değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları birlikte incelendiğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde daha düşük maya-küf sayısı elde edildiği, fırınlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise daha yüksek ($P<0,05$) maya-küf sayısı elde edilmiştir ($F_{68}:1,29$; $F_{74}:1,92$; Std. Hata: 0,14).

Belirtilen pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları dışında kalan tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarından elde edilen maya-küf sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($F_{80}:1,43$; $H_{68}:1,74$; $H_{74}:1,57$; $H_{80}:1,41$; $T_{68}:1,76$; $T_{74}:1,60$; $T_{80}:1,45$).

Depolama esas etkisi açısından maya-küf sayıları incelendiğinde, depolama süresince maya-küf sayılarında önemli düzeyde artış ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 2,06; 40.Gün: 1,66; Std. Hata: 0,08). Demircioğlu (2011), kuru olgünlaştırılmış sığır eti örneklerinde toplam maya-küf sayısının 28 günlük depolama sonunda 4 log KOB/g a yakın bir değere ulaştığını rapor etmiştir.

Çizelge 4.30. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	20. Gün	40. Gün
F68	$<1^e$	1,63 ^{cd}	2,23 ^{a-d}
F74	$<1^e$	2,23 ^{a-d}	3,52 ^a
F80	$<1^e$	1,19 ^{de}	3,09 ^{ab}
H68	$<1^e$	2,51 ^{abc}	2,70 ^{abc}
H74	$<1^e$	2,16 ^{bcd}	2,53 ^{abc}
H80	$<1^e$	1,85 ^{bcd}	2,39 ^{a-d}
T68	$<1^e$	2,59 ^{abc}	2,68 ^{abc}
T74	$<1^e$	2,39 ^{a-d}	2,41 ^{abc}
T80	$<1^e$	2,00 ^{bcd}	2,34 ^{a-d}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.30 incelendiğinde, her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkların toplam maya-küf sayısına önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişilen etlerde depolamanın 40. gününde elde edilen toplam maya-küf sayısı 0. ve 20. günlere kıyasla önemli düzeyde artış ($P < 0,05$) göstermiştir. Fırınlama tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarında ve diğer pişirme tekniklerinde toplam maya-küf sayısı depolamanın 20. ve 40. günlerinde 0. güne göre önemli düzeyde artış ($P < 0,05$) göstermiştir.

4.2. Mikrodalga ve Konvansiyonel Fırınlama Teknikleri

4.2.1. Pişirme kaybı sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının karşılaştırmaları amacı ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Analiz sonuçları, farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ile pişirme tekniklerinin pişirme kaybı değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.31. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	191,010	43,27	0,000
Hata	27	4,414		
Genel Toplam	35			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Mikrodalga ve fonvansiyonel fırın pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri

Gruplar	Piştirme Kaybı (%)
YM68	32,55 ^{ef} ± 2,59
YM74	39,08 ^{cd} ± 2,01
YM80	43,21 ^{bc} ± 1,64
DM68	43,31 ^{bc} ± 0,72
DM74	44,81 ^b ± 2,83
DM80	51,93 ^a ± 2,56
KF68	28,77 ^f ± 1,58
KF74	36,63 ^{de} ± 1,96
KF80	41,35 ^{bcd} ± 2,21

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.32 incelendiğinde, tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek pişirme kaybı değerlerinin düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde elde edildiği gözlemlenmiştir (P<0,05). Yüksek güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri kullanımı ile elde edilen pişirme kaybı değerleri arasında ise fark tespit edilememiştir. Yarmand ve Homayouni (2009), mikrodalga pişirme tekniği uygulanmış keçi ve koyun eti örneklerinde fırınlama tekniğine kıyasla daha yüksek pişirme kaybı değerlerinin elde edildiği bildirmişlerdir. Yarmand vd. (2013) deve eti örneklerinde, Serrano vd. (2007) ise sığır eti örneklerinde benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Tüm pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen pişirme kaybı değerleri 68°C merkez sıcaklığı uygulananlara göre yüksektir (P<0,05). Yüksek güçte mikrodalga ve fırınlama tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer merkez sıcaklıklarına kıyasla daha düşük (P<0,05) pişirme kaybı elde edilirken, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklere göre daha yüksek pişirme kaybı değeri tespit edilmiştir (P<0,05). Pérez-Juan vd. (2012), sığır eti örneklerinin mikrodalga fırın yardımı ile pişirilmesinde mevcut çalışmada elde edilen sonuçları destekler şekilde uygulama sıcaklığının artışı ile birlikte pişirme kaybı değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir.

4.2.2. pH analizi sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin pH değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,129	39,17	0,000
Depolama Süresi	4	0,606	182,93	0,000
Gruplar x DS	32	0,035	10,73	0,000
Hata	135	0,003		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun pH değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Elde edilen pH değerleri depolama süresi dikkate alınmadan değerlendirildiğinde, tüm merkez sıcaklıklarında en yüksek pH değerleri düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilmiştir ($P<0,05$). 68°C merkez sıcaklığında en düşük ($P<0,05$) pH değeri konvansiyonel fırınlama tekniği sonucunda elde edilmiştir (YM68: 5,62; YM74: 5,57; YM80: 6,62; DM68: 5,72– DM74: 5,76; DM80: 5,69; KF68: 5,51; KF74: 5,58; KF80: 5,58; Std. Hata: 0,01). Öz ve Kotan (2016), balık etinde fırınlama tekniği ile mikrodalga pişirmeye göre daha düşük pH değeri elde edildiğini bildirmişlerdir. Serrano vd. (2007), sığır etinde benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulaması esas etkisi açısından pH sonuçları incelendiğinde, yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde merkez sıcaklığı artışı ile pH değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde 74°C merkez sıcaklık uygulanan örneklerde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklere kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) pH

değerleri tespit edilmiştir. Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde en düşük pH değeri 80°C merkez sıcaklığı uygulaması ile elde edilirken, konvansiyonel fırınlama tekniğinde en düşük pH değeri 68°C merkez sıcaklık uygulamasında elde edilmiştir. Özcan ve Bozkurt (2015), yaptıkları çalışmada mikrodalga pişirme uygulanan kavurma örneklerinde artan uygulama süresi ile birlikte pH artışı rapor edilmiştir.

Depolama süresi boyunca pH değerleri incelendiğinde, depolamanın 10. gününden itibaren pH değerlerinin istikrarlı bir şekilde azaldığı ($P<0,05$) tespit edilmiştir (0. Gün:5,75; 10. Gün:5,77; 20. Gün: 5,61; 30. Gün: 5,54; 40. Gün: 5,47; Std. Hata: 0,01).

Çizelge 4.34. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	5,80 ^{a-f} ± 0,01	5,75 ^{a-h} ± 0,01	5,55 ^{k-r} ± 0,01	5,49 ^{o-s} ± 0,06	5,51 ^{n-r} ± 0,01
YM74	5,70 ^{d-l} ± 0,01	5,89 ^a ± 0,01	5,40 ^{q-u} ± 0,01	5,55 ^{k-r} ± 0,01	5,33 ^{stu} ± 0,03
YM80	5,85 ^{a-d} ± 0,01	5,75 ^{a-h} ± 0,01	5,44 ^{p-t} ± 0,01	5,51 ^{n-r} ± 0,01	5,53 ^{m-r} ± 0,03
DM68	5,79 ^{a-f} ± 0,01	5,86 ^{abc} ± 0,01	5,78 ^{a-g} ± 0,01	5,58 ^{j-p} ± 0,01	5,61 ^{h-o} ± 0,07
DM74	5,88 ^{ab} ± 0,01	5,82 ^{a-e} ± 0,01	5,78 ^{a-g} ± 0,01	5,69 ^{d-m} ± 0,32	5,61 ^{h-o} ± 0,01
DM80	5,75 ^{a-i} ± 0,01	5,72 ^{b-j} ± 0,01	5,74 ^{a-j} ± 0,01	5,61 ^{h-o} ± 0,01	5,63 ^{g-o} ± 0,01
KF68	5,75 ^{a-i} ± 0,01	5,65 ^{e-n} ± 0,01	5,56 ^{k-q} ± 0,01	5,26 ^u ± 0,03	5,32 ^{tu} ± 0,01
KF74	5,59 ^{t-p} ± 0,01	5,74 ^{a-j} ± 0,28	5,62 ^{g-o} ± 0,01	5,54 ^{l-r} ± 0,01	5,39 ^{r-u} ± 0,03
KF80	5,62 ^{g-o} ± 0,01	5,71 ^{c-k} ± 0,01	5,65 ^{t-n} ± 0,01	5,63 ^{g-o} ± 0,01	5,30 ^{tu} ± 0,01

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.34'e göre depolamanın başlangıcı olan 0. günde düşük güçte mikrodalga tekniğinde 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerin pH değeri diğer iki pişirme tekniğine göre daha yüksektir ($P<0,05$). Aynı depolama gününde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde fırınlama tekniğine göre elde edilen pH değerleri daha yüksektir ($P<0,05$). Depolamanın 10. gününde, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen pH değerleri, fırınlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilenlerden daha yüksektir ($P<0,05$). Aynı durum depolamanın 20. gününde de gözlenmiştir. Depolamanın 20. gününde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise yüksek güçte mikrodalga pişirmede

elde edilen pH değeri diğer pişirme tekniklerine kıyasla daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 30. gününde fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde, depolamanın 40. gününde ise 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığının uygulandığı örneklere göre daha düşük ($P<0,05$) pH değerleri elde edilmiştir. Ayrıca depolamanın 40. gününde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması ile en yüksek ($P<0,05$) pH değerleri düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde en düşük pH değerleri ise yüksek güçte mikrodalga pişirme de elde edilmiştir ($P<0,05$).

Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde merkez sıcaklıkların pH değerlerine önemli bir etkisi bulunmuyorken, depolamanın 30. gününde fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen pH değeri diğer merkez sıcaklık uygulamalarında elde edilenlere göre daha düşüktür ($P<0,05$).

Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 10. gününden itibaren pH değerlerinde genel olarak bir düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). Depolamanın ilk günü olan 0. günde ise depolamanın 10. gününe göre daha düşük ($P<0,05$) pH değeri elde edilmiştir. Aynı pişirme tekniğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde en yüksek ($P<0,05$) pH değerleri 0. ve 10. günlerde tespit edilmiş, diğer depolama günlerinde ise bu iki güne kıyasla pH değerlerinde düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). 68°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen örneklerde elde edilen pH değerleri, depolamanın 30. ve 40. gününde diğer depolama günlerine kıyasla önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise bu iki pişirme tekniğinde depolamanın 40. gününde, 30. gün hariç diğer tüm depolama günlerine kıyasla pH değerlerinde önemli oranda düşüş ($P<0,05$) yaşamıştır. Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolama süresince pH değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemişken, konvansiyonel fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde en düşük pH değeri depolamanın 40. gününde elde edilmiştir ($P<0,05$).

4.2.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin ORP değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	8238,070	493,57	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	7796,820	467,13	0,000
Gruplar x DS	32	217,960	13,06	0,000
Hata	135	16,690		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun ORP değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkileri karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) ORP değerlerinin düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde elde edildiği, en düşük ($P<0,05$) ORP değerinin ise konvansiyonel fırınlama tekniğinde elde edildiği tespit edilmiştir (YM68: -71,63; YM74: -54,36; YM80: -50,83; DM68: -62,21; DM74: -41,25; DM80: -32,96; KF68: -94,01; KF74: -88,85; KF80: -61,87; Std. Hata: 0,91).

Farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının ORP değerlerine etkisi incelendiğinde tüm pişirme tekniklerinde merkez sıcaklık artışı ile birlikte ORP değerlerinde kademeli bir artış ($P<0,05$) gözlenmiştir.

Depolama süresi boyunca ORP değerleri incelendiğinde ise depolama süresi ile birlikte ORP değerlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0. Gün: -83,13; 10. Gün: -69,83; 20. Gün: -57,89; 30. Gün: -53,61; 40. Gün: -45,53; Std. Hata: 0,68).

Çizelge 4.36. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	-104,78 ^{tu} ±7,38	-69,98 ^{l-p} ±0,36	-66,25 ^{k-n} ±0,81	-64,10 ^{l-m} ±3,76	-53,05 ^{l-j} ± 2,78
YM74	-78,23 ^{o-r} ±5,35	-55,40 ^{g-k} ± 4,57	-49,08 ^{e-h} ±3,32	-49,30 ^{e-h} ±4,18	-39,80 ^{cde} ±3,18
YM80	-76,5 ^{n-r} ±2,98	-60,68 ^{h-l} ± 1,10	-41,75 ^{c-f} ±0,61	-42,65 ^{def} ±2,26	-32,53 ^{bcd} ±1,25
DM68	-77,18 ^{n-r} ±6,21	-74,05 ^{m-q} ± 0,53	-69,85 ^{l-p} ±5,01	-55,85 ^{g-k} ±4,62	-34,13 ^{bcd} ±2,78
DM74	-51,98 ^{t-i} ±3,24	-42,23 ^{def} ± 3,34	-40,13 ^{cde} ± 3,04	-36,35 ^{bcd} ±0,13	-35,58 ^{bcd} ±0,39
DM80	-50,70 ^{e-i} ±0,70	-39,58 ^{cde} ± 2,51	-27,03 ^{ab} ± 2,89	-30,13 ^{bc} ±1,95	-17,38 ^a ± 2,22
KF68	-108,90 ^u ±8,60	-108,13 ^u ±5,75	-84,58 ^{qrs} ±4,94	-81,50 ^{pqr} ±5,71	-86,95 ^{rs} ±3,65
KF74	-105,93 ^u ±9,18	-109,88 ^u ±4,31	-80,63 ^{pqr} ±2,92	-73,8 ^{m-q} ±4,45	-74,0 ^{m-q} ±4,55
KF80	-93,95 st ±6,86	-68,53 ^{l-o} ±3,61	-61,73 ^{l-l} ± 2,57	-48,83 ^{efg} ±4,21	-36,33 ^{bcd} ±2,69

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 0. ve 40. günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde diğer iki pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığının uygulandığı örneklerle kıyasla daha yüksek (P<0,05) ORP değeri elde edilmiştir. Depolamanın 10. gününde 68°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen etlerin ORP değeri diğer iki pişirme tekniğine göre daha düşük bulunmuş ve aynı durum sonraki depolama günlerinde de gözlenmiştir (P<0,05). Her bir depolama gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda diğer iki pişirme tekniğinin aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına göre daha düşük (P<0,05) ORP değeri tespit edilmiştir. Ayrıca depolamanın 0., 10. ve 30. günlerinde 74°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen ORP değeri diğer pişirme yöntemlerine göre yüksektir (P<0,05). 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise tüm depolama günlerinde en yüksek ORP değerleri düşük güçte mikrodalga pişirme yöntemi ile elde edilmiştir (P<0,05). Depolamanın 0. ve 20. günlerinde ise en düşük (P<0,05) ORP değerleri fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde elde edilmiştir.

Depolama başlangıcı olan 0. günde yüksek ve düşük güçte mikrodalga pişirme tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde aynı pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarının uygulandığı örneklerle göre düşük (P<0,05) ORP değerleri elde edilmiş ve aynı durum depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde de

gözlenmiştir. Ayrıca depolamanın 0. gününde konvansiyonel fırınlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerin ORP değerleri aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarda elde edilenlere oranla önemli düzeyde düşük bulunmuş ve bu durum depolamanın sonuna kadar devam etmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 10. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 68°C merkez sıcaklığı uygulananlara kıyasla ORP değerlerinde önemli düzeyde artış meydana gelmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 0. ve 10. günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen ORP değeri, daha yüksek derecedeki merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilenlere göre daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 20. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 80°C merkez sıcaklığı uygulananlara göre daha düşük ($P<0,05$) ORP değeri elde edilmiştir. Aynı durum depolamanın 40. gününde fırınlama tekniğinde de gözlenmiştir.

68°C ve 74°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 0. gününde elde edilen ORP değerleri diğer depolama günlerine göre daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerleri depolamanın 0., 10. ve 20. günlerinde elde edilenlere kıyasla önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Depolamanın 10. gününde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerleri daha sonraki depolama günlerine kıyasla düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 40. gününde, 0. ve 10. günlerine kıyasla artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Depolamanın 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde elde edilen ORP değerleri diğer depolama günlerine kıyasla artış ($P<0,05$) göstermiştir. Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 0. gününde, 30. ve 40. günlerine kıyasla düşük ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir. 80°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20. gününde elde edilen ORP değerlerinin depolamanın 10. gününe göre, depolamanın 40. gününde elde edilen ORP değerinin ise depolamanın 30. gününe göre daha yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Konvansiyonel

fırınlama tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarının uygulandığı örneklerde depolamanın 0. ve 10. günlerinde diğer depolama günlerine kıyasla düşük ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir. 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise ORP değerlerinde depolama süresince istikrarlı bir düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiş ve yalnızca 10. ve 20. depolama günleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

4.2.4. Su aktivitesi (a_w) analizi sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin a_w değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,000	9,66	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	0,000	1,18	0,322
Gruplar x DS	32	0,000	0,47	0,992
Hata	135	0,000		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları faktörlerini içeren gruplar esas etkisinin a_w değerlerini önemli düzeyde etkilediği varyans analizi sonucunda belirlenmiştir ($P<0,05$).

Elde edilen a_w sonuçları pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi açısından incelendiğinde, en düşük ($P<0,05$) a_w değerleri düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilmiştir. (YM68: 0,929; YM74: 0,930; YM80: 0,932; DM68: 0,932; DM74: 0,930; DM80: 0,914; KF68: 0,935; KF74:0,934; KF80: 0,932; Std hata:0,002).

Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde artan merkez sıcaklığı uygulamaları elde edilen a_w değerinde düşüşe ($P<0,05$) sebep olurken diğer pişirme tekniklerinde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Depolama süresi açısından sonuçlar incelendiğinde depolamanın elde edilen a_w değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (0. Gün: 0,930 -10. Gün:0,930; 20. Gün: 0,929; 30. Gün: 0,932; 40. Gün: 0,928; Std. Hata: 0,002).

Çizelge 4.38. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	0,927 ^{abc} ±0,01	0,924 ^{abc} ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01
YM74	0,930 ^{abc} ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01	0,928 ^{abc} ±0,02
YM80	0,934 ^{abc} ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01	0,934 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01	0,927 ^{abc} ±0,02
DM68	0,936 ^{ab} ±0,01	0,932 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01	0,929 ^{abc} ±0,02
DM74	0,934 ^{abc} ±0,01	0,929 ^{abc} ±0,01	0,929 ^{abc} ±0,01	0,934 ^{abc} ±0,01	0,927 ^{abc} ±0,02
DM80	0,914 ^{abc} ±0,01	0,910 ^b ±0,01	0,912 ^{bc} ±0,01	0,916 ^{abc} ±0,01	0,918 ^{abc} ±0,01
KF68	0,934 ^{abc} ±0,01	0,939 ^a ±0,01	0,934 ^{abc} ±0,01	0,940 ^a ±0,01	0,931 ^{abc} ±0,01
KF74	0,932 ^{abc} ±0,01	0,940 ^a ±0,01	0,928 ^{abc} ±0,01	0,938 ^{ab} ±0,01	0,932 ^{abc} ±0,01
KF80	0,93 ^{abc} ±0,01	0,938 ^{abc} ±0,01	0,928 ^{abc} ±0,01	0,934 ^{abc} ±0,01	0,933 ^{abc} ±0,01

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.38'e göre her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamalarının elde edilen a_w değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

4.2.5. Renk analizi sonuçları

Pişmiş sığır eti örneklerinde renk ölçümü iç ve dış yüzey olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır.

4.2.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey L^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	336,244	59,54	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	261,919	46,38	0,000
Gruplar x DS	32	13,879	2,46	0,000
Hata	135	5,647		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun dış yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek ($P<0,05$) L* değerlerinin yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde, en düşük ($P<0,05$) L* değerlerinin ise düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniğinde elde edilmiştir (YM68: 49,28; YM74: 46,85; YM80:43,20; DM68: 45,07; DM74:40,71; DM80: 39,39; KF68:38,73; KF74:38,05; KF80:38,44; Std hata:0,53). Pérez-Juan vd. (2012), sığır etinin mikrodalga pişirilmesinde güç düzeyinin artışı ile birlikte dış yüzey L* değerinde artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Dış yüzey L* değerlerine merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise yüksek ve düşük güçte mikrodalga pişirme tekniklerinde merkez sıcaklık artışı ile birlikte dış yüzey L* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir. Özcan ve Bozkurt (2015), mikrodalga ile pişirilmiş kavurma örneklerinde artan işlem süresi ile birlikte L* değerlerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca dış yüzey L* değerleri incelendiğinde depolama süresi sonunda depolama başlangıcı olan 0. güne kıyasla L* değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir (0. Gün: 40,64; 10. Gün: 39,60; 20. Gün: 41,63; 30. Gün: 42,47; 40. Gün: 46,62; Std. Hata: 0,40). Borilova vd. (2016), yaban domuzu but etinde 21 günlük depolama (15°C'de) sonunda L* değerinde artış meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.40. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	45,89 ^{a-h} ± 3,24	45,44 ^{b-i} ± 2,67	50,13 ^{a-e} ± 2,62	52,52 ^a ± 1,50	52,43 ^a ± 1,02
YM74	43,97 ^{d-l} ± 3,15	40,99 ^{g-o} ± 0,62	46,44 ^{a-g} ± 3,11	51,24 ^{abc} ± 1,26	51,63 ^{ab} ± 0,82
YM80	41,85 ^{g-o} ± 3,71	39,14 ^{h-o} ± 1,18	43,33 ^{f-n} ± 2,13	42,24 ^{g-o} ± 3,38	49,42 ^{a-f} ± 1,44
DM68	44,36 ^{d-k} ± 3,12	42,45 ^{g-o} ± 1,95	43,43 ^{e-m} ± 4,78	44,47 ^{c-j} ± 2,49	50,62 ^{a-d} ± 0,29
DM74	40,54 ^{g-o} ± 1,22	39,02 ^{i-o} ± 2,30	38,24 ^{j-o} ± 2,34	40,60 ^{g-o} ± 4,28	45,17 ^{b-i} ± 1,26
DM80	38,33 ^{j-o} ± 1,59	37,59 ^{k-o} ± 0,86	40,93 ^{g-o} ± 0,79	39,30 ^{h-o} ± 3,44	40,79 ^{g-o} ± 0,60
KF68	38,02 ^{j-o} ± 1,12	36,85 ^{mno} ± 2,88	36,63 ^{no} ± 2,03	36,32 ^o ± 1,48	45,82 ^{a-h} ± 1,55
KF74	36,37 ^o ± 1,16	36,14 ^o ± 3,85	37,77 ^{j-o} ± 1,61	37,33 ^{i-o} ± 2,06	42,65 ^{f-o} ± 0,94
KF80	36,46 ^o ± 1,42	38,77 ^{i-o} ± 3,80	37,76 ^{j-o} ± 4,08	38,20 ^{j-o} ± 1,76	41,03 ^{g-o} ± 1,31

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 0., 20. ve 30. günlerinde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulanan, depolamanın 10. gününde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan, depolamanın 40. gününde ise 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen dış yüzey L* değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerin L* değerlerinden daha yüksektir (P<0,05). Depolamanın 20. ve 30. günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde, depolamanın 20. ve 40. günlerinde ise 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde, konvansiyonel fırınlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığının uygulandığı örneklerle göre daha yüksek (P<0,05) L* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca depolamanın 20. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde, depolamanın 40. gününde ise 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde elde edilen dış yüzey L* değeri yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklıkların uygulandığı örneklerle kıyasla daha düşüktür (P<0,05).

Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen dış yüzey L* değerleri depolamanın 20. gününde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerin L* değerlerinden, depolamanın 30. gününde ise 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerin L* değerlerinden daha yüksektir (P<0,05). Depolamanın 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde

68°C'ye kadar pişirilen örneklerde 80°C'ye kadar pişirilenlerden daha yüksek ($P<0,05$) L^* değeri elde edilmiştir.

Depolamanın 40. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı ve konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer depolama günlerinden daha yüksek dış yüzey L^* değeri elde edilmiştir ($P<0,05$). Yine depolamanın 40. gününde dış yüzey L^* değerleri, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde 10. ve 20. günlere göre, 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise 20. güne göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Depolamanın 30. ve 40. günlerinde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 10. gününe göre, 74°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerde ise 0. ve 10. günlere göre dış yüzey L^* değerinde artış meydana gelmiştir ($P<0,05$).

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey a^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	60,368	157,40	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	138,872	362,09	0,000
Gruplar x DS	32	3,561	9,29	0,000
Hata	135	0,384		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun dış yüzey a^* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Sonuçlar pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları açısından karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerlerinin elde edilmiştir. 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde daha düşük ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir (YM68:5,77; YM74:5,63; YM80:5,77;DM68: 5,93; DM74: 3,98; DM80: 2,58; KF68: 8,90; KF74: 6,38; KF80: 4,68; Std. Hata: 0,14).

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelenendiğinde, düşük güçte Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde artan merkez sıcaklıklarda dış yüzey a^* değerinde düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir. Kondjoyan vd. (2014), sığır etinin pişirilmesinde merkez sıcaklığın artışı ile birlikte a^* değerlerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Depolama esas etkisi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde depolama süresince dış yüzey a^* değerinde istikrarlı bir düşüş ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (0.gün: 8,04; 10. gün: 6,80; 20. gün: 5,47; 30. gün: 4,03; 40. gün: 3,23; Std. Hata: 0,10). Borilova vd. (2016), yaban domuzu karkasında 21. depolama gününde 14. güne kıyasla daha düşük a^* değeri elde edildiği rapor edilmiştir.

Çizelge 4.42. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	9,29 ^{bcd} ± 0,31	7,68 ^{d-g} ± 0,76	4,79 ^{j-n} ± 0,71	3,04 ^{p-t} ± 0,60	4,06 ^{k-q} ± 0,67
YM74	8,18 ^{c-f} ± 1,02	8,03 ^{c-f} ± 0,31	4,67 ^{j-n} ± 0,28	3,43 ^{m-r} ± 0,21	3,84 ^{l-q} ± 0,22
YM80	8,31 ^{b-e} ± 0,98	7,87 ^{def} ± 0,50	4,93 ^{j-n} ± 0,62	4,74 ^{j-n} ± 0,53	3,00 ^{p-u} ± 0,64
DM68	7,46 ^{e-h} ± 0,67	6,43 ^{f-j} ± 0,44	5,69 ^{h-k} ± 0,59	5,14 ^{i-m} ± 0,70	4,95 ^{j-n} ± 0,95
DM74	6,78 ^{e-i} ± 0,62	5,14 ^{i-m} ± 0,52	3,26 ^{n-s} ± 0,86	2,65 ^{q-u} ± 0,36	2,07 ^{r-u} ± 0,20
DM80	4,25 ^{k-q} ± 0,64	2,58 ^{q-u} ± 0,50	3,37 ^{n-s} ± 0,33	1,47 ^{tu} ± 0,35	1,27 ^u ± 0,30
KF68	12,91 ^a ± 0,97	9,67 ^{bc} ± 0,70	9,95 ^b ± 0,76	6,80 ^{e-i} ± 0,90	5,15 ^{i-m} ± 0,36
KF74	8,12 ^{c-f} ± 0,75	7,69 ^{d-g} ± 0,81	7,78 ^{d-g} ± 0,59	5,22 ^{i-l} ± 0,43	3,09 ^{o-t} ± 0,71
KF80	7,05 ^{e-h} ± 0,78	6,09 ^{g-j} ± 0,48	4,81 ^{j-n} ± 0,64	3,79 ^{l-r} ± 0,49	1,66 ^{stu} ± 0,33

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Konvansiyonel fırınlama tekniğinde depolamanın 0., 10. ve 20. gününde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde, depolamanın 20. ve 30. günlerinde ise 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde mikrodalga pişirme yöntemlerinde aynı merkez sıcaklığın uygulandığı örneklerine göre daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey a^* değeri elde edilmiştir. Depolamanın 0. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin dış yüzey a^* değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin a^* değerlerinden, 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen a^* değerleri ise diğer iki pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulaması ile elde edilenlerden daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 30. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde diğer iki pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklere göre daha düşük ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca depolamanın 30. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer pişirme teknikleri ile aynı merkez sıcaklığın uygulandığı örneklere göre daha düşük ($P<0,05$) dış yüzey a^* değeri elde edilmiştir. Depolamanın 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığın uygulandığı örneklere göre daha düşük ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir.

Depolamanın 20. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen a^* değerleri aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklıkların uygulandığı örneklere oranla önemli düzeyde yüksektir ($P<0,05$). Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örnekler ile elde edilen a^* değerleri depolamanın 0. gününde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasından, 10. gününde ise 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulamalarından daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 20., 30. ve 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen dış yüzey a^* değerleri 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilenlere oranla önemli düzeyde düşüktür ($P<0,05$). Tüm depolama günlerinde konvansiyonel fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen dış yüzey a^* değerlerinin diğer merkez sıcaklıklarının uygulandığı örneklerde elde edilenlere göre daha yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca

depolamanın 20. gününde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen a* değeri 74°C merkez sıcaklığı uygulananlara kıyasla daha düşüktür ($P<0,05$).

Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında ve düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında depolamanın 0. ve 10. günlerinde elde edilen dış yüzey a* değerleri diğer depolama günlerine kıyasla yüksektir ($P<0,05$). 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20. günü ile 30. günü arasında dış yüzey a* değeri önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Depolamanın 30. ve 40. günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen etlerde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilen dış yüzey a* değerleri, depolama başlangıcı olan 0. güne oranla önemli düzeyde yüksektir ($P<0,05$). Konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 30. ve 40. gününde elde edilen dış yüzey a* değeri daha önceki depolama günlerine göre daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 40. gününde 80°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen etlerde, depolamanın 20. ve 30. günlerine kıyasla, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise depolamanın 30. ve 40. günlerinde, 20. gününe göre dış yüzey a değerinde düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). Konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 30. ve 40. günlerinde dış yüzey a* değerinde 10. ve 20. günlerine kıyasla artış ($P<0,05$) tespit edilmiştir. 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel fırınlama tekniği pişirilen örneklerde depolamanın 40. gününde a* değerinde önceki tüm depolama günlerine kıyasla düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). Ayrıca 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilen a* değerleri depolamanın 0. gününde, depolamanın 20. ve 30. günlerine kıyasla, depolamanın 10. gününde ise 30. gününe göre daha yüksektir ($P<0,05$).

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey b* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	18,815	50,51	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	85,193	228,70	0,000
Gruplar x DS	32	1,674	4,49	0,000
Hata	135	0,372		
Genel Toplam	189			

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun dış yüzey b* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında konvansiyonel fırınlama tekniğinde daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey b* değerleri elde edilmiştir. Yüksek ve düşük güçte mikrodalga pişirme teknikleri ile pişirilen örneklerde ise daha düşük ($P<0,05$) b* değerleri elde edilmiştir (YM68:6,78; YM74: 7,04; YM80: 7,44; DM68: 7,02; DM74: 6,91; DM80: 7,39; KF68: 8,87; KF74: 8,78; KF80: 9,27; Std. Hata: 0,14).

Merkez sıcaklığının dış yüzey b* değerlerine etkisi incelendiğinde ise uygulanan merkez sıcaklıkların b* değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuçlar depolama süresince değerlendirildiğinde dış yüzey b* değerlerinde depolama süresince istikrarlı bir düşüş ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (0.Gün: 6,02;10. Gün: 6,65; 20. Gün: 7,64; 30. Gün: 8,36; 40. Gün: 9,95; Std. Hata: 0,10). Sujiwo vd. (2019), sığır eti örneklerinde 18 günlük depolama (+4°C'de) sonunda b* değerinde düşüş yaşandığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.44. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	6,08 ^{l-r} ± 0,84	5,61 ^{n-r} ± 0,39	5,65 ^{n-r} ± 0,51	7,60 ^{l-m} ± 0,77	8,97 ^{c-g} ± 0,70
YM74	5,50 ^{n-r} ± 0,45	5,87 ^{m-r} ± 0,30	7,64 ^{l-r} ± 0,37	7,08 ^{h-p} ± 0,78	9,11 ^{c-g} ± 0,91
YM80	5,38 ^{pqr} ± 0,40	6,04 ^{l-r} ± 0,83	7,96 ^{e-k} ± 0,44	8,61 ^{c-h} ± 0,54	9,23 ^{c-g} ± 0,57
DM68	4,96 ^{q-r} ± 0,49	6,58 ^{j-r} ± 0,99	6,67 ^{i-q} ± 0,69	7,21 ^{h-n} ± 0,44	9,78 ^{bcd} ± 0,94
DM74	4,85 ^r ± 0,17	6,34 ^{k-r} ± 0,91	7,16 ^{h-o} ± 0,89	8,10 ^{d-j} ± 0,68	8,13 ^{d-j} ± 0,54
DM80	5,42 ^{o-r} ± 0,04	6,65 ^{j-q} ± 0,15	7,58 ^{f-m} ± 0,32	8,14 ^{d-j} ± 0,09	9,18 ^{c-g} ± 0,49
KF68	6,43 ^{i-r} ± 0,25	6,53 ^{j-r} ± 0,61	9,64 ^{cde} ± 0,37	9,95 ^{bc} ± 0,57	11,82 ^a ± 1,28
KF74	7,53 ^{g-m} ± 0,33	7,61 ^{f-m} ± 0,40	8,03 ^{e-k} ± 0,72	9,30 ^{c-f} ± 0,48	11,44 ^{ab} ± 0,20
KF80	8,01 ^{e-k} ± 0,56	8,68 ^{c-h} ± 0,50	8,41 ^{c-i} ± 0,33	9,31 ^{c-f} ± 0,77	11,93 ^a ± 0,79

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 10. gününde konvansiyonel fırınlama yöntemi ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen dış yüzey b* değerleri 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklere oranla daha yüksektir (P<0,05). Depolamanın 20. gününde ise yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerde diğer iki merkez sıcaklığın uygulandığı etlere göre daha düşük (P<0,05) dış yüzey b* değeri elde edilmiştir. Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 30. ve 40. günlerinde, 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise depolamanın 20. ve 40. günlerinde elde edilen b* değerinde depolamanın 0. ve 10. gününe göre önemli oranda düşüş meydana gelmiştir (P<0,05). Aynı durum 80°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde de gözlenmiştir (P<0,05). Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 30. ve 40. gününde, diğer depolama günlerine kıyasla dış yüzey b* değerinde artış yaşanmıştır. 74°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin dış yüzey b* değerinde depolamanın 20. ve 40. günlerinde, 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise 20., 30. ve 40. günlerinde depolamanın 0. ve 10. gününe oranla artış (P<0,05) gözlenmiştir. Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 30. günü ile 40. günü arasında dış yüzey b* değeri önemli düzeyde artış göstermiştir (P<0,05). Depolamanın 30. ve 40. günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında dış yüzey b*

değerlerinde depolama başlangıcı olan 0. güne oranla artış ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde dış yüzey b^* değerlerinde, 20., 30. ve 40. günlerde depolamanın 0. gününe oranla artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde dış yüzey b^* değerleri depolamanın 30. ve 40. günlerinde, 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 40. gününde 10. güne göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). 68°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen etlerde depolamanı 40. gününde diğer tüm depolama günlerine göre elde edilen b^* değerleri önemli oranda düşüktür ($P<0,05$). Konvansiyonel fırınlama tekniğinde ise 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde dış yüzey b^* değerleri depolamanın 20. ve 30. günlerinde, depolamanın 0. ve 10. günlerine göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanı 40. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında diğer tüm depolama günlerine oranla b^* değerinde düşüş ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir.

4.2.5.2. İç yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey L^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	328,490	76,36	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	169,969	39,51	0,000
Gruplar x DS	32	18,027	4,19	0,000
Hata	135	4,302		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun iç yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan deneme grupları kendi içerisinde karşılaştırıldığında 68°C merkez sıcaklığında düşük güçte mikrodalga pişirmede elde edilen iç yüzey L* değerleri konvansiyonel fırınlama tekniğine kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) iç yüzey L* değerlerinin konvansiyon fırın ile pişirme tekniğinde elde edildiği gözlenirken, en düşük L* değerleri düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde saptanmıştır (YM68:53,17; YM74:50,17; YM80:48,33; DM68: 52,06; DM74:46,05; DM80: 44,25; KF68:54,39; KF74: 56,22; KF80: 54,01; Std. Hata: 0,46). Pérez-Juan vd. (2012), mikrodalga yardımı ile pişirilen sığır eti örneklerinde güç düzeyindeki artış ile L* değerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi incelendiğinde düşük ve yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen L* değeri 68°C merkez sıcaklığı uygulananlara göre daha düşüktür ($P<0,05$). Fırınlama tekniğinde ise 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen L* değerleri 80°C merkez sıcaklığına oranla daha yüksektir ($P<0,05$). İcier vd. (2014), yarı pişirilmiş köfte örneklerinde merkez sıcaklığın artması sonucunda iç yüzey L* değerlerinde düşüş yaşandığını bildirmişlerdir.

Depolamanın iç yüzey L* değerlerine etkisi incelendiğinde ise depolamanın 20. gününden itibaren L* değerlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (0.Gün: 50,75; 10. Gün: 49,08; 20. Gün: 49,50; 30. Gün: 50,88; 40. Gün: 54,59; Std. Hata: 0,35).

Çizelge 4.46. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	49,70 ^{g-n} ± 0,99	50,59 ^{e-l} ± 1,75	54,97 ^{a-g} ± 1,45	56,31 ^{a-e} ± 1,45	54,29 ^{a-g} ± 2,32
YM74	46,33 ^{j-p} ± 0,36	45,03 ^{l-p} ± 2,76	49,45 ^{g-o} ± 2,01	54,82 ^{a-g} ± 1,76	55,22 ^{a-g} ± 0,83
YM80	47,64 ^{h-p} ± 2,70	44,51 ^{m-p} ± 1,68	46,28 ^{j-p} ± 3,10	49,61 ^{g-n} ± 0,58	53,63 ^{b-g} ± 2,11
DM68	53,24 ^{b-h} ± 2,53	51,43 ^{d-j} ± 2,35	49,94 ^{i-m} ± 1,65	51,02 ^{d-k} ± 3,69	54,67 ^{a-g} ± 2,76
DM74	47,32 ^{h-p} ± 2,91	44,80 ^{l-p} ± 0,65	43,56 ^{op} ± 1,16	44,51 ^{m-p} ± 2,42	50,08 ^{t-m} ± 3,29
DM80	45,24 ^{k-p} ± 1,87	42,27 ^p ± 3,35	42,66 ^p ± 1,77	43,90 ^{op} ± 0,86	47,20 ^{i-p} ± 2,11
KF68	54,60 ^{a-g} ± 1,80	52,54 ^{c-i} ± 1,65	52,60 ^{c-i} ± 0,70	52,39 ^{c-i} ± 2,17	59,80 ^a ± 1,68
KF74	56,89 ^{a-d} ± 0,72	56,62 ^{a-d} ± 2,50	54,63 ^{a-g} ± 1,59	54,19 ^{a-g} ± 3,37	58,78 ^{a-b} ± 1,69
KF80	55,82 ^{a-f} ± 1,75	53,94 ^{a-g} ± 3,22	51,45 ^{d-j} ± 0,70	51,18 ^{d-j} ± 1,25	57,64 ^{abc} ± 1,06

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.46'ya göre tüm depolama günlerinde konvansiyonel fırınlama tekniği ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin iç yüzey L* değerleri, aynı merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin L* değerlerinden daha yüksektir (P<0,05). Depolamanın 0. ve 10. günlerinde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığın uygulandığı örneklere göre daha yüksek (P<0,05) iç yüzey L* değeri elde edilmiştir. Depolamanın 30. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde, depolamanın 40. gününde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklere göre daha yüksek (P<0,05) iç yüzey L* değerleri tespit edilmiştir (P<0,05).

Depolamanın başlangıcı olan 0. günde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde aynı pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklere göre önemli düzeyde yüksek iç yüzey b* değerleri elde edilmiş ve aynı durum depolamanın 40. gününde de gözlenmiştir (P<0,05). Depolamanın 10., 20. ve 30. günlerinde elde edilen L* değerleri 68°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga tekniği ile pişirilen örneklerde aynı pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerden, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde ise aynı pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulananlara göre daha yüksektir

($P<0,05$). Merkez sıcaklığı uygulaması, konvansiyonel fırınlama tekniğinde elde edilen iç yüzey L^* değerlerinde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Depolamanın 30. gününde 68°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 0. gününe göre, depolamanın 30. ve 40. gününde ise 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde 0. ve 10. günlere göre iç yüzey L^* değerleri önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 40. gününde elde edilen L^* değerleri depolamanın 0., 10. ve 20. günlerine göre artış ($P<0,05$) yaşamıştır. Depolamanın 40. gününde 74°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde iç yüzey L^* değerleri depolamanın 20. gününe göre önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir ($P<0,05$). Aynı pişirme tekniğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklıklarına kadar pişirilen örneklerde depolama süresinin L^* değerlerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Depolamanın 40. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 10., 20. ve 30. günlerine oranla, 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 20. ve 30. günlerine göre daha yüksek ($P<0,05$) iç yüzey L^* değerleri elde edilmiştir.

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey a^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	345,651	430,24	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	179,352	223,24	0,000
Gruplar x DS	32	5,025	6,25	0,000
Hata	135	0,803		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun iç yüzey a^* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Sonuçlar pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları açısından değerlendirildiğinde tüm merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) iç yüzey a^* değerleri fırınlama tekniğinde elde edilmiştir. En düşük a^* değerleri ise düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C 'ye kadar pişirilen etlerde ($P<0,05$) elde edilmiştir (YM68:9,89; YM74: 9,06; YM80: 9,98; DM68: 9,73; DM74: 8,23; DM80: 4,99; KF68: 18,81; KF74: 15,50; KF80: 13,38; Std. Hata: 0,20).

Merkez sıcaklığı uygulaması esas etkisi açısından iç yüzey a^* değerleri incelendiğinde, düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde merkez sıcaklığı artışı ile iç yüzey a^* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerde 74°C merkez sıcaklık uygulananlara göre daha yüksek ($P<0,05$) iç yüzey a^* değeri elde edilmiştir. Becker vd. (2016) fırınlama ile pişirilmiş domuz eti örneklerinde merkez sıcaklık artışı ile daha düşük a^* değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir.

Depolama süresi esas etkisi açısından iç yüzey a^* değerleri incelendiğinde depolama süresince elde edilen a^* değerlerinde istikrarlı bir düşüş ($P<0,05$) yaşandığı gözlenmiştir (0. Gün: 13,42; 10. Gün: 12,29; 20. Gün: 11,68; 30. Gün: 10,33; 40. Gün: 7,60; Std. Hata: 0,15).

Çizelge 4.48. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	11,50 ^{e-i} ±0,93	11,58 ^{e-h} ±0,31	10,68 ^{f-k} ±0,70	9,07 ^{h-m} ±0,48	6,63 ^{mno} ±0,94
YM74	11,11 ^{e-j} ±0,72	10,76 ^{e-j} ±0,51	9,36 ^{g-l} ±0,76	8,15 ^{k-n} ±0,34	5,92 ^{no} ±0,82
YM80	11,92 ^{efg} ±0,75	11,16 ^{e-j} ±0,45	10,68 ^{f-k} ±0,37	9,51 ^{g-l} ±0,90	6,65 ^{mno} ±0,27
DM68	11,22 ^{e-i} ±0,48	11,08 ^{e-j} ±0,80	9,25 ^{h-l} ±0,78	9,49 ^{g-l} ±0,87	7,62 ^{lmn} ±0,67
DM74	10,33 ^{f-k} ±0,39	8,96 ^{i-m} ±0,86	9,11 ^{h-m} ±0,59	6,98 ^{l-o} ±0,73	5,79 ^{no} ±0,61
DM80	8,63 ^{j-m} ±0,53	5,77 ^{no} ±0,59	4,84 ^{op} ±0,49	2,64 ^p ±0,42	3,08 ^p ±0,38
KF68	22,06 ^a ±1,78	21,02 ^a ±1,24	21,26 ^a ±1,63	17,44 ^b ±1,46	12,27 ^{ef} ±0,42
KF74	17,34 ^{bc} ±1,49	17,00 ^{bc} ±1,26	15,09 ^{bcd} ±1,00	16,85 ^{bc} ±1,98	11,23 ^{e-i} ±0,80
KF80	16,66 ^{bc} ±1,76	13,26 ^{de} ±0,54	14,86 ^{cd} ±1,74	12,85 ^{def} ±0,71	9,26 ^{h-l} ±0,47

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Tüm depolama günlerinde ve merkez sıcaklığı uygulamalarında konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerin iç yüzey a* değerleri mikrodalga pişirme teknikleri ile pişirilen örneklere göre daha yüksek (P<0,05) bulunmuştur. Ayrıca tüm depolama günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilenlere göre daha düşük (P<0,05) iç yüzey a* değerleri elde edilmiştir.

Depolamanın 40. günü hariç tüm depolama günlerinde konvansiyonel fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde aynı pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarının uygulandığı örneklere göre daha yüksek iç yüzey a* değerleri elde edilmiştir (P<0,05). Depolamanın 40. gününde ise konvansiyonel fırınlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerin iç yüzey a* değeri 80°C merkez sıcaklığı uygulananlara oranla yüksek bulunmuştur (P<0,05). Depolamanın 0. günü hariç diğer tüm depolama günlerinde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde aynı pişirme tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarının uygulandığı örneklere göre daha düşük iç yüzey a* değerleri elde edilmiştir (P<0,05). Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin iç yüzey a* değerlerine merkez sıcaklığı uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır.

Depolamanın 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örnekler hariç tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında iç yüzey a* değerleri, 0., 10. ve 20. günlerine göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen etlerde elde edilen a* değerleri depolamanın 0. ve 10. günlerine göre düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 30. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C'ye kadar, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C ve 80°C'ye kadar ve konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen a* değerleri depolamanın 0. ve 10. günlerine göre artış ($P<0,05$) göstermiştir.

Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde, konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde ise tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 30. günü ile 40. günü arasında iç yüzey a* değerleri önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 0. gününde 20. gününe kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) a* değerleri elde edilmiştir. 68°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20. günü ile 30. günü arasında iç yüzey a* değerleri önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($P<0,05$). Aynı pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 0. gününde elde edilen iç yüzey a* değeri depolamanın 10. ve 30. günlerine göre daha düşüktür ($P<0,05$).

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey b* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	35,947	89,81	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	74,645	186,50	0,000
Gruplar x DS	32	3,205	8,01	0,000
Hata	135	0,402		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun iç yüzey b* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları esas etkileri karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklıklarında en düşük ($P<0,05$) b* değerleri konvansiyonel fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilmiştir. Ayrıca 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek b* değerlerinin yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile elde edilmiştir (YM68: 6,94; YM74: 6,65; YM80: 7,37; DM68: 6,20; DM74: 6,55; DM80: 5,71; KF68: 3,72; KF74: 3,80; KF80: 4,87; Std. Hata: 0,14).

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde konvansiyonel fırınlama ve yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniklerinde artan merkez sıcaklıklarda iç yüzey b* değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir. Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde ise 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde 74°C'ye kadar pişirilenlere göre daha düşük b* değerleri elde edilmiştir. Becker vd. (2016) domuz etinde uygulama sıcaklığının artması ile birlikte b* değerlerinde artış rapor etmişlerdir.

Depolama süresince iç yüzey b* değeri incelendiğinde depolama süresince istikrarlı bir artış ($P<0,05$) olduğu gözlenmiştir (0.Gün: 4,05; 10. Gün: 4,67; 20. Gün: 5,75; 30. Gün: 6,77; 40. Gün: 7,54; Std. Hata: 0,11). Cava vd. (2009), domuz eti örneklerinde depolama süresi sonunda b* değerlerinde artış yaşandığını bildirmişlerdir. b* değerlerinin depolama süresince değişimi ile ilgili benzer sonuçlar Borilova vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada da rapor edilmiştir.

Çizelge 4.50. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	5,33 ^{i-p} ±0,84	5,06 ^{k-r} ±0,38	6,99 ^{e-i} ±1,06	8,83 ^{a-d} ± 0,92	8,51 ^{a-e} ± 0,50
YM74	4,19 ^{n-s} ±0,82	5,04 ^{l-r} ±0,73	6,88 ^{e-j} ±0,89	7,64 ^{c-g} ± 0,52	9,51 ^{ab} ±1,03
YM80	4,62 ^{l-s} ±0,37	6,12 ^{g-m} ±0,74	7,00 ^{e-i} ±0,88	9,16 ^{abc} ± 0,37	9,95 ^a ±0,67
DM68	3,84 ^{o-s} ±0,87	6,08 ^{g-m} ±1,00	6,85 ^{e-k} ±0,37	7,12 ^{d-i} ± 0,51	7,10 ^{d-i} ± 0,64
DM74	4,24 ^{n-s} ±0,64	5,91 ^{g-n} ±0,75	7,53 ^{c-g} ±0,85	7,02 ^{e-i} ± 0,76	8,03 ^{b-f} ±0,55
DM80	3,35 ^{qrs} ±0,36	3,29 ^{rs} ±0,43	5,60 ^{h-o} ±0,57	7,20 ^{d-h} ± 0,33	9,12 ^{abc} ±0,29
KF68	3,42 ^{qrs} ±0,37	3,48 ^{q-s} ±0,30	3,14 ^s ±0,55	4,46 ^{m-s} ± 0,69	4,12 ^{n-s} ±0,57
KF74	3,31 ^{rs} ±0,26	3,16 ^s ±0,56	3,75 ^{p-s} ±0,22	3,65 ^{p-s} ± 0,37	5,13 ^{j-q} ±0,50
KF80	4,16 ^{n-s} ±0,41	3,91 ^{o-s} ±0,68	4,03 ^{o-s} ±0,36	5,89 ^{g-n} ± 0,55	6,36 ^{l-l} ±0,65

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 0. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin iç yüzey b* değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin b* değerinden daha düşük bulunmuştur (P<0,05). Depolamanın 10. 20. ve 30. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulamalarında mikrodalga pişirme tekniklerinde, 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına göre daha düşük (P<0,05) iç yüzey b* değeri elde edilmiştir. Depolamanın 30. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasına göre daha yüksek (P<0,05) iç yüzey b* değeri tespit edilmiştir. 40. günde ise düşük ve yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklıklarında elde edilen b* değeri konvansiyonel fırınlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilen değerlere kıyasla daha yüksektir (P<0,05).

Depolamanın 0. 10. ve 20. gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında aynı pişirme tekniğinde daha düşük derecedeki merkez sıcaklığı uygulamalarına oranla önemli düzeyde düşük iç yüzey b* değeri elde edilmiştir (P<0,05). Fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen b* değeri depolamanın 30. gününde 74°C merkez sıcaklığı uygulananlardan, depolamanın 40. gününde ise 68°C merkez sıcaklığı

uygulanan örneklerden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Ayrıca depolamanın 40. günündedüşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında aynı pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasına oranla önemli düzeyde yüksek b^* değeri elde edilmiştir ($P<0,05$).

Depolamanın 30. ve 40. günlerinde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında, iç yüzey b^* değeri 0. ve 10. günlerine göre artış ($P<0,05$) göstermiştir. 68°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen etlerde depolamanın 10. gününden 30. gününe kadar iç yüzey b^* değerlerinde istikrarlı bir artış yaşandığı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Aynı durum yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 0. günü ile 30. günü arasında gözlenmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde iç yüzey b^* değerleri, depolamanın 20. gününe göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Düşük güçte mikrodalga tekniği ile pişirilen örneklerde depolama başlangıcı olan 0. günde elde edilen b^* değerleri, 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde tüm diğer depolama günlerinden, 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 20., 30. ve 40. günlerine göre daha düşüktür ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde 80°C merkez sıcaklığına kadar düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde diğer tüm depolama günlerine kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) b^* değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanın 20. ve 30. günlerinde elde edilen b^* değerleri depolamanın 10. gününe göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde, 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 0. ve 10. günlerine kıyasla, 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise diğer tüm depolama günlerine kıyasla b^* değerinde düşüş gözlenmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 30. gününde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerin iç yüzey b^* değerlerinde depolamanın 10. ve 20. günlerine göre artış meydana gelmiştir ($P<0,05$).

4.2.6. Tiyoobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	5,083	31,81	0,000
Depolama Süresi	4	66,041	413,27	0,000
Gruplar x DS	32	0,463	2,90	0,000
Hata	135	0,159		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Elde edilen TBARS değerleri pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi açısından incelendiğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek oksidasyon değerleri yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinde elde edilmiştir ($P<0,05$). 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında en düşük ($P<0,05$) TBARS değerleri düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde, 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde elde edilmiştir (YM68: 3,63; YM74: 3,90; YM80: 4,14; DM68: 2,79; DM74: 2,75; DM80: 3,11; KF68: 2,84; KF74: 3,48; KF80: 3,50; Std. Hata: 0,09). Domínguez vd. (2014) ve Lorenzo vd. (2015), tay etinde mikodalga pişirme tekniği ile ızgara pişirme tekniğine kıyasla daha yüksek TBARS değerlerinin elde edildiğini rapor etmişlerdir. Kavurma örneklerinde benzer şekilde mikrodalga pişirme tekniğini ile konvansiyonel fırınlama tekniğine kıyasla daha yüksek oksidasyon değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Özcan ve Bozkurt, 2015).

Merkez sıcaklık uygulamalarının etkisine bakıldığında ise yüksek güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde aynı pişirme tekniklerinde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerle göre elde edilen TBARS değerlerinde artış ($P<0,05$) yaşanmıştır. Ma vd. (2007), sığır ve tavuk eti örneklerinde uygulama sıcaklığındaki artış ile daha yüksek TBARS değerleri elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Piştirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları dikkate alınmadan sonuçlar depolama süresince incelendiğinde, 40 günlük depolama süresi boyunca TBARS değerlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) yaşandığı gözlenmiştir (0.Gün:1,91; 10.Gün: 2,46; 20. Gün:3,09; 30.Gün:3,94; 40.Gün:5,36; Std. Hata: 0,07). Yetim vd. (2006), kavurma örneklerinde 6 aylık depolama sonunda TBARS değerlerinin yükseldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.52. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	1,90 ^{bqr} ±0,25	2,40 ^{l-r} ±0,28	3,35 ^{h-l} ±0,25	4,49 ^{d-g} ±0,28	6,01 ^{abc} ±0,64
YM74	2,07 ^{m-r} ±0,17	2,80 ^{j-q} ±0,52	3,56 ^{f-k} ±0,36	4,71 ^{de} ±0,19	6,35 ^{ab} ±0,62
YM80	2,15 ^{m-r} ±0,10	2,83 ^{j-q} ±0,55	3,71 ^{e-j} ±0,43	5,26 ^{bcd} ±0,44	6,77 ^a ±0,38
DM68	1,64 ^r ±0,28	1,98 ^{n-r} ±0,30	2,45 ^{l-r} ±0,22	3,35 ^{g-l} ±0,47	4,52 ^{def} ±0,23
DM74	1,76 ^{qr} ±0,35	2,04 ^{m-r} ±0,17	2,38 ^{l-r} ±0,23	3,11 ⁱ⁻ⁿ ±0,17	4,47 ^{d-h} ±0,27
DM80	1,91 ^{o-r} ±0,35	2,09 ^{m-r} ±0,06	2,93 ^{i-p} ±0,82	3,49 ^{l-l} ±0,57	5,14 ^{cd} ±0,28
KF68	1,79 ^{bqr} ±0,42	2,04 ^{m-r} ±0,24	2,78 ^{j-q} ±0,37	3,15 ^{l-m} ±0,38	4,45 ^{d-h} ±0,28
KF74	2,00 ^{n-r} ±0,62	2,89 ^{i-q} ±0,38	3,17 ^{i-m} ±0,40	3,97 ^{e-l} ±0,94	5,40 ^{bcd} ±0,10
KF80	1,92 ^{o-r} ±0,24	3,05 ^{i-o} ±0,19	3,48 ^{l-l} ±0,29	3,91 ^{e-j} ±0,34	5,50 ^{cd} ±0,62

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.52'ye göre farklı merkez sıcaklık uygulamalarının etlerin depolanması süresince elde edilen TBARS değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Depolamanın 30. gününde konvansiyonel fırınlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde mikrodalga piştirme tekniklerine kıyasla daha düşük TBARS değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde ise yüksek güçte mikrodalga piştirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen

örneklerin TBARS değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar diğer iki pişirme tekniği ile pişirilen örneklerin TBARS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 30. ve 40. depolama günlerinde elde edilen TBARS değerleri, 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde, 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise düşük güçte Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde elde edilenlere kıyasla daha yüksektir ($P<0,05$).

Depolama süresince yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğinin ile tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında, oksidasyon oranında istikrarlı bir artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Düşük güçte mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde ise tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 40. gününde önceki günlere göre TBARS değerinde önemli oranda artış ($P<0,05$) gözlenmiştir, depolamanın 30. gününde ise elde edilen TBARS değerleri depolamanın 0. gününe göre daha yüksektir ($P<0,05$). Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilen TBARS değerleri depolamanın 30. gününde, 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$).

4.2.7. Hidroperoksit analizi sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.53’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	370,50	46,88	0,000
Depolama Süresi	4	12920,30	1634,92	0,000
Gruplar x DS	32	20,1	2,54	0,000
Hata	135	7,9		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında yüksek ($P<0,05$) lipid hidroperoksit değerleri yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile elde edilmiştir. 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarında düşük güçte mikrodalga ve fırınlama teknikleri sonucunda, 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği sonucunda daha düşük ($P<0,05$) lipid hidroperoksit değerleri elde edilmiştir (YM68: 49,06; YM74: 47,58; YM80: 52,88; DM68: 39,80; DM74: 42,72; DM80: 42,85; KF68: 40,65; KF74: 42,84; KF80: 46,58; Std. Hata: 0,63). Bu sonuçlar neticesinde TBARS ile lipid hidroperoksit değerlerinin tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Soladoye vd. (2017), domuz pastırması örneklerinde mikrodalga pişirme işleminin tavada pişirme tekniğine kıyasla daha yüksek oksidasyon değerlerine sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da hamburger köftelerinin pişirilmesinde mikrodalga pişirmenin örneklerde konvansiyonel pişirme tekniklerinden daha fazla oksidasyona neden olduğu bildirilmiştir (Rodriguez-Estrada vd., 1997).

Tüm pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulamasının aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) lipid hidroperoksit değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur.

Sonuçlar pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları dikkate alınmadan depolama esas etkisi açısından incelendiğinde, depolama süresi boyunca lipid hidroperoksit değerinin istikrarlı bir şekilde arttığı gözlenmiştir (0.Gün:21,86; 10.Gün: 32,67; 20. Gün: 44,48; 30.Gün: 55,87; 40.Gün: 70,09; Std. Hata: 0,47). Sujiwo vd. (2019), sığır eti örneklerinde depolama süresi sonunda mevcut çalışmayı destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 4.54. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipit hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
YM68	22,10 st $\pm 2,43$	35,98 ^{m-p} $\pm 1,66$	51,37 ^{ijk} $\pm 3,10$	60,34 ^{e-h} $\pm 3,64$	75,53 ^{ab} $\pm 3,68$
YM74	22,49 st $\pm 1,76$	33,46 ^{m-q} $\pm 2,46$	50,41 ^{ijk} $\pm 3,15$	58,40 ^{f-i} $\pm 2,35$	73,14 ^{abc} $\pm 1,80$
YM80	24,51 ^{r-u} $\pm 2,06$	39,97 ^{lm} $\pm 3,47$	54,14 ^{hij} $\pm 2,61$	65,06 ^{def} $\pm 3,47$	80,70 ^a $\pm 2,76$
DM68	19,91 ^u $\pm 1,62$	27,06 ^{q-u} $\pm 3,05$	38,95 ^{lmn} $\pm 2,86$	49,59 ^{jk} $\pm 3,27$	63,49 ^{d-g} $\pm 3,79$
DM74	21,14 ^u $\pm 1,69$	31,09 ^{n-r} $\pm 3,22$	40,50 ^{lm} $\pm 3,28$	51,87 ^{ijk} $\pm 1,80$	69,02 ^{bcd} $\pm 3,82$
DM80	21,68 ^{tu} $\pm 1,13$	30,00 ^{o-s} $\pm 2,54$	40,60 ^{lm} $\pm 1,69$	54,62 ^{hij} $\pm 3,83$	67,33 ^{cde} $\pm 1,55$
KF68	21,33 ^{tu} $\pm 1,54$	29,17 ^{p-t} $\pm 2,81$	37,27 ^{mno} $\pm 3,29$	50,53 ^{ijk} $\pm 2,56$	64,94 ^{def} $\pm 3,21$
KF74	20,35 ^u $\pm 0,79$	30,58 ^{o-r} $\pm 2,54$	41,32 ^{lm} $\pm 3,20$	56,08 ^{g-j} $\pm 3,33$	65,85 ^{c-f} $\pm 3,87$
KF80	23,20 ^{r-u} $\pm 2,03$	36,73 ^{m-p} $\pm 3,01$	45,79 ^{kl} $\pm 3,91$	56,38 ^{g-j} $\pm 2,32$	70,81 ^{bcd} $\pm 3,18$

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P < 0,05$).

Çizelge 4.54'e göre, merkez sıcaklık uygulamalarının elde edilen oksidasyon değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır.

Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde 0. gün hariç diğer tüm depolama günlerinde, 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde ise depolamanın 10., 20. ve 40. günlerinde elde edilen oksidasyon değerleri yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniğine göre daha düşüktür ($P < 0,05$). 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20. gününden itibaren diğer pişirme tekniklerine kıyasla daha yüksek ($P < 0,05$) oksidasyon değerleri elde edilmiştir. Depolamanın 20. gününde aynı durum yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde gözlenmiştir.

40 günlük depolama süresince tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında oksidasyon oranının her bir depolama gününde önceki depolama gününe göre istikrarlı bir biçimde arttığı ($P < 0,05$) tespit edilmiştir.

4.2.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan Dunnett çoklu karşılaştırma testi sonuçlarında mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama tekniklerinde ve tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında pişirme işleminin çiğ

kontrol grubuna kıyasla TMAB, koliform grubu bakteri ve maya-küf inaktivasyonunda önemli oranda etkili ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (TMAB çiğ kontrol: 4,78 log; koliform grubu bakteri çiğ kontrol: 4,32 log; toplam maya- küf çiğ kontrol: 4,40 log).

4.2.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TMAB sayısı (log KOB/g) üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.55’de verilmiştir.

Çizelge 4.55. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD***	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,374	1,33	0,240
Depolama Süresi (DS)	2	591,736	2105,64	0,000
Gruplar x DS	16	1,174	4,18	0,000
Hata	81	0,281		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun TMAB sayısını önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları birlikte incelendiğinde bu iki etmenin TMAB sayısına önemli bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Std. Hata: 0,15).

Depolama süresi esas etkisi açısından sonuçlar incelendiğinde depolama süresince TMAB sayısında artış ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 7,25; 40.Gün: 7,76; Std. Hata: 0,09). Echegaray vd. (2018), paketlenmiş domuz eti örneklerine $+4^{\circ}\text{C}$ ’de depolamanın etkisini inceledikleri çalışmalarında 28 günlük depolama süresi sonunda 7,49 log canlı elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.56. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0. gün	20. gün	40. Gün
YM68	<1 ^e	7,60 ^{abc}	8,01 ^{ab}
YM74	<1 ^e	7,46 ^{abc}	7,72 ^{abc}
YM80	<1 ^e	7,55 ^{abc}	7,85 ^{abc}
DM68	1,52 ^d	6,64 ^{bc}	8,10 ^a
DM74	<1 ^{de}	7,33 ^{abc}	7,39 ^{abc}
DM80	<1 ^{de}	7,83 ^{abc}	7,58 ^{abc}
KF68	<1 ^e	7,20 ^{abc}	7,49 ^{abc}
KF74	<1 ^e	7,14 ^{abc}	7,74 ^{abc}
KF80	1,50 ^d	6,53 ^c	7,99 ^{ab}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Düşük güçte mikodalga pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 0. gününde diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasına kıyasla daha yüksek (P<0,05) toplam aerobik sayısı elde edilmiştir. 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise aynı depolama gününde düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile elde edilen TMAB sayısı fırınlama tekniğine oranla daha düşük (P<0,05) bulunmuştur. Depolamanın 20. ve 40. günlerinde uygulanan pişirme teknikleri TMAB sayısında bir fark yaratmamıştır.

Fırınlama tekniğinde depolamanın 0. gününde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan etlerde elde edilen TMAB sayısı diğer merkez sıcaklığı uygulamalarına oranla yüksektir (P<0,05).

Depolama süresince tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 0. gününde elde edilen değerler diğer depolama günlerine göre daha düşüktür (P<0,05). Düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı ve fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen TMAB sayıları depolama süresince önemli oranda artış (P<0,05) göstermiştir.

4.2.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD***	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	2,767	21,16	0,000
Depolama Süresi (DS)	2	241,948	1063,04	0,000
Gruplar x DS	16	1,604	7,05	0,000
Hata	81	0,228		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun koliform grubu bakteri sayısını (log KOB/g) önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları birlikte incelendiğinde, 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulamalarında fırınlama tekniğinin koliform grubu bakteri sayısı üzerinde mikrodalga pişirme tekniklerine kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise düşük güçte mikrodalga pişirme tekniğinin koliform grubu bakteri sayısı üzerindeki etkinliği diğer iki tekniğe göre daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur (YM68: 3,76; YM74: 3,49; YM80: 3,04; DM68: 3,21; DM74: 3,33; DM80: 3,19; F68: 2,20; F74: 2,85; F80: 2,54; Std. Hata: 0,14).

Depolama süresi esas etkisi açısından koliform grubu bakteri sayıları incelendiğinde ise depolama sonunda ilk güne kıyasla koliform sayılarında önemli düzeyde bir artış ($P<0,05$) olmuştur (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 4,60; 40.Gün: 4,52; Std. Hata: 0,08). Keçeci (2018), turşu suyu tozlarının sığır eti örneklerine etkisini incelemiş ve depolama süresi sonunda koliform grubu bakteri sayılarında artış tespit etmiştir.

Çizelge 4.58. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0. Gün	20. Gün	40. Gün
YM68	<1 ^h	5,62 ^a	5,65 ^a
YM74	<1 ^h	5,56 ^a	4,67 ^{a-e}
YM80	<1 ^h	4,90 ^{abc}	4,22 ^{b-g}
DM68	<1 ^h	5,49 ^{ab}	4,15 ^{c-g}
DM74	<1 ^h	4,71 ^{a-e}	5,27 ^{abc}
DM80	<1 ^h	5,04 ^{abc}	4,52 ^{a-e}
KF68	<1 ^h	3,50 ^{d-e}	3,10 ^g
KF74	<1 ^h	3,43 ^{efg}	4,72 ^{a-d}
KF80	<1 ^h	3,20 ^{fg}	4,41 ^{a-f}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 20. gününde fırınlama tekniğinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilen koliform grubu bakteri sayısı diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına oranla düşüktür (P<0,05). 40. günde ise yüksek güçte mikrodalga ile pişirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklık uygulamalarına kıyasla daha yüksek (P<0,05) koliform grubu bakteri sayıları tespit edilmiştir.

Fırınlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklık uygulaması depolamanın 20. günündeki koliform grubu bakteri sayısı üzerinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha etkili olmuştur. Depolamanın 40. gününde ise yüksek güçte mikodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar ve 68°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen toplam koliform grubu bakteri sayıları aynı pişirme tekniklerinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarında elde edilenlerden daha düşüktür (P<0,05).

Depolama süresince tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 0. gününde elde edilen değerler diğer depolama günlerine kıyasla düşük (P<0,05) bulunmuştur. Düşük güçte mikrodalga ve fırınlama tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında koliform grubu bakteri sayısı depolamanın 40.

gününde 20. güne göre artış ($P<0,05$) göstermiştir. Aynı durum fırınlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında da gözlenmiştir.

4.2.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları

Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin toplam maya-küf sayısı (log KOB/g) üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çizelge 4.59. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	1,052	14,58	0,000
Depolama Süresi (DS)	2	48,561	672,62	0,000
Gruplar x DS	16	0,794	11,00	0,000
Hata	81	0,072		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun toplam maya-küf sayısını (log KOB/g) önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulamalarında en yüksek ($P<0,05$) maya-küf sayısının fırınlama tekniğinde elde edildiği gözlenmiştir. 80°C’de ise inaktivasyon yeteneği en düşük ($P<0,05$) olan tekniğin düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği olduğu tespit edilmiştir (YM68:1,08; YM74:1,19; YM80:1,24; DM68:1,25; DM74: <1log; DM80:1,65; KF68:1,87; KF74:1,56; KF80:1,46; Std Hata:0,08).

Depolama süresi dikkate alınmadan merkez sıcaklığı uygulamaları incelendiğinde düşük güçte mikrodalga ve fırınlama tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı

uygulamasının maya-küf sayısı üzerinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasına oranla daha etkili olduğu gözlenmiştir (Std. Hata: 0,08).

Piştirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları dikkate alınmadan sadece depolama esas etkisi açısından elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise depolama süresince maya-küf sayılarında önemli düzeyde bir artış ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 1,73; 40.Gün: 2,29; Std. Hata: 0,05). Özdemir (2013), yaptığı tez çalışmasında soğukta depolanan sığır köftelerinde 9 günlük depolama süresi sonunda maya-küf sayısında artış tespit etmiştir.

Çizelge 4.60. Mikrodalga ve konvansiyonel fırınlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen toplam maya-küf sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0. Gün	20. Gün	40. Gün
YM68	$<1^i$	1,15 ^h	2,10 ^{c-g}
YM74	$<1^i$	1,43 ^{gh}	2,16 ^{c-f}
YM80	$<1^i$	1,68 ^{gh}	3,04 ^{c-g}
DM68	$<1^i$	1,99 ^{c-g}	1,5 ^{gh}
DM74	$<1^i$	1,61 ^{gh}	1,19 ^h
DM80	$<1^i$	1,85 ^{gh}	2,39 ^a
KF68	$<1^i$	2,54 ^{b-e}	3,05 ^{ab}
KF74	$<1^i$	1,84 ^h	2,58 ^{bc}
KF80	$<1^i$	1,82 ^{e-h}	2,55 ^{bcd}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.60 incelendiğinde, tüm gruplarda depolama başlangıcı olan 0. gündeki maya-küf sayısının 20. ve 40. günlerine kıyasla önemli düzeyde düşük ($P<0,05$) olduğu bulunmuştur.

Depolamanın 20. gününde yüksek güçte mikrodalga piştirme tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında diğer piştirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha düşük ($P<0,05$) toplam maya-küf sayısı tespit edilmiştir. 40. günde ise fırınlama tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklıklarında diğer piştirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) sayıda maya-küf elde edilmiştir. Ayrıca 74°C ve 80°C merkez

sıcaklığı uygulamalarında en düşük maya-küf sayısı düşük ($P<0,05$) güçte mikrodalga pişirme tekniği ile elde edilmiştir.

Depolamanın 40. gününde düşük güçte mikrodalga pişirmede 80°C merkez sıcaklığı uygulamasının aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla maya-küf sayısı üzerinde daha az etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulanan, düşük güçte mikrodalga pişirme tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan, fırınlama tekniğinde ise 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde toplam maya-küf sayısında depolamanın 40. gününde 20. güne göre artış ($P<0,05$) yaşanmıştır.

4.3. Ultrasonik ve Konvansiyonel Haşlama

4.3.1. Pişirme kaybı sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının karşılaştırmaları amacı ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.61’de verilmiştir. Analiz sonuçları, farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ile pişirme tekniklerinin pişirme kaybı değerleri üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.61. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince elde edilen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD***	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	153,344	83,25	0,000
Hata	27	1,842		
Genel Toplam	35			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda elde edilen pişirme kaybı değerleri

Gruplar	Pişirme Kaybı (%)
HU68	27,73 ^e ±1,87
HU74	31,26 ^d ±1,84
HU80	37,43 ^{ab} ±1,34
YU68	23,49 ^f ±1,62
YU74	34,94 ^{bc} ±1,26
YU80	38,83 ^a ±0,35
KH68	23,23 ^f ±1,46
KH74	33,41 ^{cd} ±0,48
KH80	39,21 ^a ±1,11

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.62 incelendiğinde, 68°C merkez sıcaklığında en yüksek pişirme kaybı değeri ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile pişirilen örneklerde tespit edilmiştir (P<0,05). 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ultrases destekli yavaş haşlama yöntemi hızlı haşlamaya kıyasla daha fazla (P<0,05) pişirme kaybına neden olmuştur (P<0,05). 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise pişirme yöntemleri arasında fark tespit edilememiştir. Tüm pişirme tekniklerinde merkez sıcaklıkların yükselişi ile birlikte pişirme kaybı değerlerinde artış meydana gelmiştir (P<0,05). Pohlman vd. (1997), sığır eti örneklerinde ultrason uygulanmasının hiç ultrason uygulanmamış kontrol örneklerine kıyasla pişirme kaybı değerlerinde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.2. pH analizi sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin pH değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD***	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,072	22,41	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	0,173	53,74	0,000
Gruplar x DS	32	0,007	2,31	0,000
Hata	135	0,003		
Genel Toplam				

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun pH değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Elde edilen pH sonuçları pişirme teknikleri ve merkez sıcaklıkları esas etkileri açısından değerlendirildiğinde, ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde hızlı haşlama tekniğinden daha düşük pH değerleri elde edilmiştir. 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile hızlı haşlamaya oranla daha yüksek ($P<0,05$) bir pH değeri elde edilmiştir (HU68:5,55; HU74:5,56; HU80:5,63; YU68:5,48; YU74:5,63; YU80:5,67; KH68:5,53; KH74:5,58; KH80:5,64; Std. Hata: 0,01). Amiri vd. (2018), miyofibriler proteinlere sonikasyonun etkisini inceledikleri çalışmada, sonikasyona maruz kalma süresinin artışı ile birlikte pH değerlerinde artış yaşandığını bildirmişlerdir.

Artan merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise tüm haşlama tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 68°C merkez sıcaklığı uygulananlara oranla pH değerlerinde artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir.

Depolama süresince elde edilen pH değerleri incelendiğinde depolama sonunda pH değerlerinde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0. Gün: 5,67; 10. Gün: 5,63; 20. Gün: 5,61; 30. Gün: 5,51; 40. Gün: 5,52; Std. Hata: 0,01). Peña-Gonzalez vd. (2018), sığır etinde depolama sonrası uygulanan ultrases işleminin depolamanın 14. gününde 7. Gününe oranla daha düşük pH değerlerine sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.64. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	5,65 ^{a-f} ±0,13	5,67 ^{a-d} ±0,08	5,53 ^{c-i} ±0,06	5,46 ^{g-j} ±0,10	5,45 ^{g-j} ±0,09
HU74	5,63 ^{a-f} ±0,05	5,56 ^{a-i} ±0,01	5,59 ^{a-g} ±0,07	5,50 ^{e-j} ±0,08	5,54 ^{b-i} ±0,04
HU80	5,70 ^{ab} ±0,05	5,63 ^{a-f} ±0,09	5,64 ^{a-f} ±0,02	5,59 ^{a-g} ±0,07	5,60 ^{a-g} ±0,02
YU68	5,61 ^{a-g} ±0,02	5,60 ^{a-g} ±0,01	5,50 ^{e-j} ±0,01	5,37 ^j ±0,04	5,35 ^j ±0,03
YU74	5,65 ^{a-f} ±0,01	5,70 ^{ab} ±0,09	5,67 ^{abc} ±0,10	5,56 ^{a-i} ±0,02	5,57 ^{a-g} ±0,04
YU80	5,70 ^{ab} ±0,06	5,70 ^a ±0,06	5,71 ^a ±0,06	5,59 ^{a-g} ±0,05	5,64 ^{a-f} ±0,05
KH68	5,69 ^{abc} ±0,08	5,56 ^{a-i} ±0,03	5,58 ^{a-h} ±0,02	5,41 ^{ij} ±0,07	5,42 ^{hij} ±0,01
KH74	5,68 ^{abc} ±0,05	5,61 ^{a-g} ±0,01	5,62 ^{a-f} ±0,06	5,49 ^{f-j} ±0,05	5,51 ^{d-j} ±0,01
KH80	5,70 ^a ±0,08	5,66 ^{a-e} ±0,06	5,62 ^{a-f} ±0,03	5,61 ^{a-g} ±0,09	5,61 ^{a-g} ±0,02

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.64 incelendiğinde, her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde kullanılan pişirme tekniklerinin elde edilen pH değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Depolamanın 20. ve 30. günlerinde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde aynı pişirme tekniğinde 74°C ve 80°C'ye kadar pişirilen örneklerle göre daha düşük pH değerleri elde edilmiştir (P<0,05). Depolamanın 40. gününde ise konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen pH değerleri 80°C merkez sıcaklığı uygulananlara göre daha düşüktür (P<0,05).

Depolamanın 30. ve 40. günlerinde ultrases destekli pişirme tekniklerinde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında pH değerleri, depolamanın 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir (P<0,05). Konvansiyonel haşlama işleminde ise 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 30. ve 40. günlerinde 0. gününe göre daha düşük (P<0,05) pH değerleri elde edilmiştir. 68°C merkez sıcaklığına kadar fırınlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 20. günü ile 30. günü arasında pH değerlerinde önemli düzeyde düşüş (P<0,05) meydana gelmiştir.

4.3.3. Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP) analizi sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin ORP değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.65’de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen ORP değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	6426,400	375,56	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	21244,200	1241,50	0,000
Gruplar x DS	32	503,500	29,43	0,000
Hata	135	17,100		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun ORP değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları depolama süresi göz önüne alınmadan karşılaştırıldığında 68°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında en yüksek ($P<0,05$) ORP değerleri ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen etlerde elde edilmiştir. 74°C merkez sıcaklığında ise en yüksek ($P<0,05$) ORP değerleri ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile pişirilen etlerde elde edilmiştir (HU68: -95,87; HU74: -82,13; HU80: -55,04; YU68: -83,76; YU74: -58,20; YU80: -45,94; KH68: -84,04; KH74: -67,24; KH80: -49,37; Std. Hata: 0,93).

Depolama günleri göz önüne alınmadan sonuçlar incelendiğinde, tüm pişirme tekniklerinde merkez sıcaklık artışı ile birlikte ORP değerlerinde artış meydana gelmiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi boHUnca ORP değerleri incelendiğinde ise artan her bir depolama günü ile birlikte ORP değerlerinde kademeli artış gözlenmiştir (0. Gün: -106,25; 10. Gün: -77,29; 20. Gün: -62,98; 30. Gün: -56,45; 40. Gün: -42,35; Std. Hata: 0,69).

Çizelge 4.66. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen ORP değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	-124,98 ^s ±2,07	-105,75 ^{pq} ±2,07	-112,18 ^{qr} ±2,07	-80,53 ^{lmn} ±2,07	-55,93 ^{ghi} ±2,07
HU74	-137,73 ^t ±2,07	-94,78 ^{op} ±2,07	-90,60 ^{no} ±2,07	-49,40 ^{d-h} ±2,07	-38,15 ^{bcd} ±2,07
HU80	-97,35 ^{op} ±2,07	-59,95 ^{hij} ±2,07	-45,78 ^{d-g} ±2,07	-44,30 ^{d-g} ±2,07	-27,80 ^{ab} ±2,07
YU68	-118,20 ^{rs} ±2,07	-90,90 ^{no} ±2,07	-69,95 ^{kl} ±2,07	-80,05 ^{lmn} ±2,07	-59,70 ^{hij} ±2,07
YU74	-100,18 ^{op} ±2,07	-49,88 ^{d-h} ±2,07	-43,23 ^{def} ±2,07	-51,20 ^{e-h} ±2,07	-46,53 ^{d-g} ±2,07
YU80	-74,05 ^{kl} ±2,07	-44,98 ^{d-g} ±2,07	-38,43 ^{bcd} ±2,07	-42,95 ^{def} ±2,07	-29,28 ^{abc} ±2,07
KH68	-116,50 ^{qrs} ±2,07	-88,53 ^{mno} ±2,07	-77,38 ^{klm} ±2,07	-79,33 ^{lmn} ±2,07	-58,45 ^{hij} ±2,07
KH74	-98,85 ^{op} ±2,07	-94,20 ^{op} ±2,07	-49,95 ^{d-h} ±2,07	-52,68 ^{gh} ±2,07	-40,50 ^{cde} ±2,07
KH80	-88,43 ^{mno} ±2,07	-66,68 ^{ijk} ±2,07	-39,30 ^{bcd} ±2,07	-27,63 ^{ab} ±2,07	-24,80 ^a ±2,07

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Depolamanın 0. gününde konvansiyonel haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin ORP değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar diğer haşlama teknikleri ile pişirilen örneklerin ORP değerine göre daha yüksek (P<0,05) bulunmuştur. Depolamanın 30. gününde de aynı durum gözlenmiştir. Depolamanın 0. ve 20 günlerinde 74°C merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen etlerin ORP değerlerinin diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklıkların uygulandığı örnekler göre daha düşük (P<0,05) olduğu tespit edilmiş ve depolamanın 10. gününde aynı durum 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde de gözlenmiştir. Ayrıca depolamanın 10. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklıkların uygulandığı örnekler göre daha yüksek (P<0,05) ORP değerleri elde edilmiştir.

Depolamanın 0. gününde ultrases destekli yavaş haşlama yöntemi ile pişirilen örneklerde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerleri diğer merkez sıcaklıklarda elde edilenlere göre daha düşük (P<0,05) bulunmuş ve aynı durum depolamanın 20. gününde de gözlenmiştir. Depolamanın 0. gününde ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 74°C'ye kadar pişirilen örneklerde 68°C'ye kadar pişirilenlere göre daha düşük (P<0,05) ORP değerleri elde edilmiştir. Aynı pişirme tekniğinde en yüksek ORP değerleri ise 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilmiştir. Depolamanın 10. gününde ultrases destekli hızlı haşlama ve konvansiyonel haşlama tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulananlarda aynı

pişirme tekniklerinde diğer merkez sıcaklıkların uygulandığı örneklere göre daha yüksek ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir. Aynı depolama gününde ultrases destekli yavaş haşlama yöntemi ile 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında diğer merkez sıcaklıklara kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bir ORP değeritespit edilmiştir. Aynı duruma depolamanın 20. ve 30. günlerinde de rastlanmıştır. Depolamanın 20. gününde ultrases destekli hızlı haşlamada artan merkez sıcaklıkları ORP değerlerinde istikrarlı bir artışa ($P<0,05$) sebep olmuştur. 30. ve 40. depolama günlerinde ise ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında diğer merkez sıcaklıklara kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bir ORP değeri elde edilmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğinde 30. ve 40. günlerde ise artan merkez sıcaklığı ile ORP değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir. Ayrıca depolamanın 40. gününde ultrases destekli yavaş haşlama yönteminde artan merkez sıcaklığı ile birlikte ORP değerlerinde artış ($P<0,05$) yaşanmıştır.

Tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 0. gününde diğer depolama günlerine kıyasla daha düşük ($P<0,05$) ORP değerleri elde edilmiştir. Depolamanın 30. ve 40. günlerinde ultrases destekli hızlı haşlama ile 68°C ve 74°C 'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerlerinde depolamanın 10. ve 20. günlerine göre düşüş meydana gelmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile pişirilen örneklerde ise diğer tüm depolama günlerine oranla ORP değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir. Ayrıca 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 20. ve 30. depolama günlerinde elde edilen ORP değerleri depolamanın 10. Gününde elde edilenlere göre yüksektir ($P<0,05$). Depolamanın 40. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerleri depolamanın 10. ve 30. günlerinde elde edilenlere göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanın 20. gününde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen ORP değerleri depolamanın 10. ve 30. günlerine göre daha düşüktür ($P<0,05$). 68°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen ORP değerleri depolamanın 40. gününde diğer tüm depolama günlerine göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Konvansiyonel haşlama tekniğinde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise elde edilen ORP değerleri depolamanın 10. gününde, kendisinden sonraki günlere göre önemli düzeyde düşüktür ($P<0,05$). 68°C

merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde depolamanın 30. günü ile 40. günü arasında, 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 20. günü ile 40. günü arasında ORP değerlerinde önemli düzeyde artış meydana gelmiştir ($P<0,05$).

4.3.4. Su aktivitesi (a_w) analizi sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin su aktivitesi (a_w) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen su aktivitesi (a_w) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	0,000	3,90	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	0,000	6,87	0,000
Gruplar x DS	32	0,000	1,32	0,137
Hata	135	0,000		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkilerinin su aktivitesi (a_w) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında en düşük a_w değerinin ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında elde edildiği gözlenmiştir (HU68: 0,938; HU74: 0,939; HU80: 0,939; YU68: 0,940; YU74: 0,939; YU80: 0,932; KH68: 0,941; KH74: 0,940; KH80: 0,940; Std. Hata: 0,001).

Depolama süresince pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları göz önüne alınmadan a_w değerleri incelendiğinde, 40 günlük depolama sonunda a_w değerlerinde

düşüş ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir (0. Gün: 0,942; 10. Gün: 0,940; 20. Gün: 0,936; 30. Gün: 0,938; 40. Gün: 0,936; Std. Hata: 0,001).

Çizelge 4.68. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	0,945 ^{ab} ±0,003	0,935 ^{abc} ±0,003	0,935 ^{abc} ±0,003	0,939 ^{abc} ±0,003	0,937 ^{abc} ±0,003
HU74	0,945 ^{ab} ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003	0,934 ^{abc} ±0,003	0,941 ^{abc} ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003
HU80	0,942 ^{ab} ±0,003	0,940 ^{abc} ±0,003	0,934 ^{abc} ±0,003	0,941 ^{abc} ±0,003	0,937 ^{abc} ±0,003
YU68	0,943 ^{ab} ±0,003	0,942 ^{abc} ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003	0,940 ^{abc} ±0,003	0,939 ^{abc} ±0,003
YU74	0,940 ^{abc} ±0,003	0,942 ^{ab} ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003	0,939 ^{abc} ±0,003	0,937 ^{abc} ±0,003
YU80	0,926 ^c ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003	0,932 ^{bc} ±0,003	0,933 ^{abc} ±0,003	0,933 ^{abc} ±0,003
UH68	0,946 ^{ab} ±0,003	0,942 ^{abc} ±0,003	0,943 ^{abc} ±0,003	0,939 ^{abc} ±0,003	0,935 ^{abc} ±0,003
UH74	0,949 ^a ±0,003	0,942 ^{ab} ±0,003	0,938 ^{ab} ±0,003	0,936 ^{abc} ±0,003	0,933 ^{abc} ±0,003
UH80	0,946 ^{ab} ±0,003	0,942 ^{ab} ±0,003	0,937 ^{abc} ±0,003	0,936 ^{abc} ±0,003	0,938 ^{abc} ±0,003

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.68 incelendiğinde, her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde merkez sıcaklıkları ve depolama süresinin elde edilen a_w değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Depolama başlangıcı olan 0. günde, ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde elde edilen a_w değerleri diğer pişirme tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulannalara göre daha düşüktür ($P<0,05$).

4.3.5. Renk analizi sonuçları

Pişmiş sığır eti örneklerinde renk ölçümü iç ve dış yüzey olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır.

4.3.5.1. Dış yüzey renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey L^* değerleri üzerine

etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.69’da verilmiştir.

Çizelge 4. 69. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	57,175	7,72	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	265,712	35,88	0,000
Gruplar x DS	32	12,624	1,70	0,019
Hata	135	7,405		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun dış yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan sonuçlar değerlendirildiğinde uygulanan haşlama tekniklerinin L* değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (Std. Hata: 0,61).

Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulaması esas etkisi incelendiğinde ise ultrases destekli hızlı haşlama yönteminde 80°C’ye kadar pişirilen örneklerde 68°C’ye kadar pişirilenlere göre dış yüzey L* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde ise en yüksek ($P<0,05$) L* değerleri 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğine ise merkez sıcaklıkların dış yüzey L* değerine önemli bir etkisi olmamıştır (HU68: 46,11; HU74: 44,91; HU80: 42,23; YU68: 46,44; YU74: 42,70; YU80: 42,03; Std. Hata: 0,61).

Depolama süresi boHUnca sonuçlar incelendiğinde ise depolamanın 30. ve 40. günlerinde dış yüzey L* değerlerinde önceki depolama günlerine göre artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0. Gün: 42,85; 10. Gün: 41,18; 20. Gün: 42,46; 30. Gün: 46,76; 40. Gün: 47,21; Std. Hata: 0,45). Peña-Gonzalez (2018), depolamanın sonrası

ultrason uygulanmış sığır eti örneklerinde elde edilen L* değerinin depolamanın 7. gününde 0. güne göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.70. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	41,70 ^{d-k} ± 1,56	46,03 ^{a-j} ± 3,64	44,69 ^{a-k} ± 3,17	49,59 ^{ab} ± 0,87	48,52 ^{a-d} ± 0,53
HU74	43,79 ^{a-k} ± 3,95	41,69 ^{d-k} ± 3,85	42,04 ^{b-k} ± 3,87	47,53 ^{a-e} ± 1,93	49,51 ^{abc} ± 0,71
HU80	38,81 ^{ijk} ± 2,36	40,11 ^{e-k} ± 3,72	40,91 ^{d-k} ± 2,61	45,41 ^{a-k} ± 2,04	45,93 ^{a-j} ± 1,02
YU68	47,14 ^{a-g} ± 2,22	42,21 ^{b-k} ± 3,68	44,40 ^{a-k} ± 1,19	48,47 ^{a-d} ± 2,16	49,99 ^a ± 3,45
YU74	37,70 ^k ± 2,76	40,51 ^{e-k} ± 2,62	41,96 ^{b-k} ± 3,66	46,12 ^{a-i} ± 2,54	47,21 ^{a-f} ± 1,08
YU80	40,92 ^{d-k} ± 4,35	38,31 ^{jk} ± 3,24	41,75 ^{c-k} ± 3,18	44,89 ^{a-k} ± 0,63	44,28 ^{a-k} ± 0,56
KH68	46,71 ^{a-h} ± 4,97	39,62 ^{i-k} ± 4,19	44,57 ^{a-k} ± 3,19	47,13 ^{a-g} ± 2,22	47,68 ^{a-e} ± 2,18
KH74	42,40 ^{a-k} ± 3,09	39,44 ^{g-k} ± 3,35	39,20 ^{h-k} ± 3,02	46,93 ^{a-h} ± 2,09	45,96 ^{a-j} ± 1,17
KH80	46,49 ^{a-i} ± 0,94	42,72 ^{a-k} ± 1,80	42,64 ^{a-k} ± 2,35	44,74 ^{a-k} ± 0,50	45,86 ^{a-j} ± 2,34

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.70'e göre pişirme tekniklerinin dış yüzey L* değerlerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Merkez sıcaklık uygulamasının etkisi incelendiğinde ise depolamanın 0. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen L* değerleri 74°C'ye kadar pişirilenlerde elde edilenlere göre daha yüksektir (P<0,05).

Ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde dış yüzey L* değerinin depolamanın 30. gününde 0. gününe kıyasla daha yüksek (P<0,05) olduğu bulunmuştur. 74°C merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde ise depolamanın 40. gününde 10. güne oranla artış meydana gelmiştir (P<0,05). Aynı durum ultrases destekli yavaş haşlama yönteminde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde de gözlenmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama yöntemi ile 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın etkisi 30. ve 40. günlerde depolama başlangıcı olan 0. güne göre daha yüksek (P<0,05) dış yüzey L* değerleri elde edilmesi yönünde olmuştur. Konvansiyonel haşlama tekniği ile uygulanan tüm merkez sıcaklıkları sonucunda depolama süresince örneklerin dış yüzey L* değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey a^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	65,336	54,42	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	68,337	56,92	0,000
Gruplar x DS	32	5,459	4,55	0,000
Hata	135	1,201		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonunun dış yüzey a^* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi kendi içerisinde karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile pişirilen örneklerde yavaş haşlama tekniğine kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) a^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca konvansiyonel haşlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilene göre daha düşük ($P<0,05$) a^* değerleri elde edilmiştir (HU68: 10,58; HU74: 8,18; HU80: 7,44; YU68: 9,34; YU74: 7,08; YU80: 5,45; KH68: 10,06; KH74: 7,57; KH80: 5,64; Std. Hata: 0,25). Pohlman vd. (1996), ön ısıtmaya ve ardından sonikasyona maruz bırakılmış sığır eti örneklerinde uygulama süresinin artışı ile birlikte a^* değerinde düşüş yaşandığını rapor etmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi depolama göz önüne alınmadan incelendiğinde ise tüm pişirme tekniklerinde artan merkez sıcaklıklarında dış yüzey a^* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Yalnızca ultrases destekli hızlı haşlama işleminde 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamaları arasındaki fark önemli oranda olmamıştır. Botinestean, vd. (2016), sığır eti örneklerinde uygulama

sıcaklığının 50°C'den 65°C'ye çıkması sonucu a* değerlerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar depolama esas etkisi açısından incelendiğinde depolama süresi sonunda dış yüzey a* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir (0.Gün: 9,90; 10. Gün: 8,51; 20. Gün: 7,81; 30. Gün: 7,15; 40. Gün: 6,27; Std. Hata: 0,18).

Çizelge 4.72. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	10,75 ^{bcd} ±1,54	10,22 ^{b-e} ±2,00	10,99 ^{abc} ±1,59	10,22 ^{b-e} ±1,74	10,75 ^{bcd} ±0,53
HU74	8,17 ^{c-j} ±1,16	8,89 ^{c-i} ±1,05	8,16 ^{c-i} ±1,73	8,57 ^{c-j} ±0,78	7,12 ^{e-o} ±0,44
HU80	9,94 ^{b-f} ±0,85	8,32 ^{c-j} ±1,34	8,36 ^{c-j} ±0,72	5,01 ^{k-p} ±0,43	5,58 ^{j-p} ±1,25
YU68	10,65 ^{bcd} ±1,11	9,04 ^{c-h} ±0,77	9,73 ^{b-g} ±1,26	9,47 ^{c-h} ±1,30	7,78 ^{d-l} ±1,07
YU74	10,03 ^{b-e} ±0,79	7,15 ^{e-o} ±1,44	6,49 ^{b-p} ±1,14	6,88 ^{f-p} ±1,63	4,87 ^{k-p} ±0,38
YU80	7,20 ^{e-o} ±0,89	5,88 ^{i-p} ±0,57	5,71 ^{i-p} ±0,86	4,64 ^{m-p} ±0,66	3,82 ^p ±0,58
KH68	13,95 ^a ±1,64	12,64 ^{ab} ±1,54	9,12 ^{c-h} ±1,64	7,19 ^{e-o} ±0,74	7,42 ^{e-n} ±0,83
KH74	10,24 ^{b-e} ±0,68	7,77 ^{d-l} ±1,30	7,51 ^{e-m} ±1,02	7,98 ^{c-k} ±0,43	4,36 ^{nop} ±0,77
KH80	8,18 ^{c-j} ±0,96	6,68 ^{g-p} ±0,84	4,21 ^{o-p} ±0,59	4,37 ^{nop} ±0,16	4,75 ^{l-p} ±0,52

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolamanın 0. gününde konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ultrases destekli haşlama tekniklerinde aynı merkez sıcaklığının uygulandığı örneklerle göre daha yüksek ($P<0,05$) a* değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$). Aynı durum depolamanın 10. gününde ultrases destekli yavaş haşlama ve konvansiyonel haşlama teknikleri arasında gözlenmiştir ($P<0,05$). Ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile depolamanın 20. gününde 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde, 40. gününde ise 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde konvansiyonel haşlama tekniği ile aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerden daha yüksek a* değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$).

Tüm depolama günlerinde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilen dış yüzey a* değerleri 80°C merkez sıcaklığı uygulananlara kıyasla daha yüksektir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanın 20. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 74°C'ye kadar pişirilen örneklerde 68°C'ye kadar pişirilenlere göre daha düşük ($P<0,05$) a* değerleri elde

edilmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulaması ile depolamanın 0. ve 10. günlerinde aynı pişirme tekniğinde diğer merkez sıcaklığı uygulamalarına kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir. Depolamanın 20. gününde ise aynı pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen a^* değerleri 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde elde edilenden daha yüksek ($P<0,05$) bulunmuştur. Depolamanın 30. gününde ise konvansiyonel haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda 74°C merkez sıcaklığı uygulamasına göre a^* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Ultrases destekli hızlı haşlamada ise depolamanın 30. ve 40. günlerinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen a^* değerleri diğer merkez sıcaklıkların uygulandığı örneklere göre daha yüksektir ($P<0,05$).

Ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda depolamanın 30. gününde daha önceki günlerine göre daha düşük ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca aynı pişirme tekniği ile depolamanın 40. gününde elde edilen dış yüzey a^* değerleri 0. güne kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur. 68°C ve 74°C merkez sıcaklık uygulanan örneklere ise depolamanın önemli bir etkisi olmamıştır. 68°C'ye kadar ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile pişirilen etlerde depolamanın önemli bir etkisi bulunmuyorken, depolamanın 0. Gününd 74°C merkez sıcaklığı uygulaması ile depolamanın 10. gününden itibaren elde edilen değerlere göre daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey a^* değerleri elde edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise dış yüzey a^* değerlerinde depolamanın 40. gününde 0. güne kıyasla düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Konvansiyonel haşlama yönteminde depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 0. ve 10. gününe kıyasla, 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilenlerde ise 0. güne kıyasla dış yüzey a^* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir. 74°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde ise depolamanın 40. gününde elde edilen dış yüzey a^* değeri diğer günlere kıyasla daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur.

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin dış yüzey b^* değerleri üzerine

etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.73’de verilmiştir.

Çizelge 4. 73. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	13,218	17,01	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	40,939	52,68	0,000
Gruplar x DS	32	1,450	1,87	0,008
Hata	135	0,777		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun dış yüzey b* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları karşılaştırıldığında 74°C’ye kadar ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen b* değerleri konvansiyonel haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilenlere göre daha yüksektir ($P<0,05$). Ayrıca ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda diğer iki haşlama tekniğine göre daha yüksek ($P<0,05$) b* değerleri elde edilmiştir (HU68:6,26; HU74: 6,71; HU80: 8,14; YU68: 5,59; YU74: 7,17; YU80: 6,32; KH68: 5,68; KH74: 6,11; KH80: 5,88; Std. Hata: 0,20). Pohlman vd. (1996), yaptıkları çalışmada sonikasyona maruz bırakılma süresinin artışı ile birlikte b* değerlerinde artış gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Merkez sıcaklığının dış yüzey b* değerlerine etkisi incelendiğinde, ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda daha düşük merkez sıcaklık uygulamalarına kıyasla daha yüksek ($P<0,05$) dış yüzey b* değerleri elde edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama yönteminde ise 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde 68°C uygulananlara göre b* değerinde artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Depolamanın dış yüzey b* değerlerine etkisi ile ilgili benzer sonuçlar Christensen vd. (2011) tarafından da rapor edilmiştir.

Dış yüzey b* değerleri pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları göz önüne alınmadan depolama süresinde değerlendirildiğinde ise depolama süresinin sonunda b* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir (0. Gün: 7,25; 10. Gün: 7,42; 20. Gün: 6,83; 30. Gün: 5,69; 40. Gün: 4,95; Std. Hata: 0,15). Pohlman vd. (1997), mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde depolama ile birlikte b* değerinde düşüş yaşandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.74. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen dış yüzey b* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	6,92 ^{c-k} ±1,14	7,71 ^{a-g} ±1,00	6,27 ^{e-k} ±0,43	5,58 ^{f-k} ±0,19	4,80 ^{h-k} ±0,53
HU74	7,29 ^{b-i} ±2,29	8,01 ^{a-f} ±0,74	7,52 ^{b-h} ±0,92	5,81 ^{f-k} ±0,71	4,92 ^{h-k} ±0,44
HU80	10,13 ^a ±0,74	8,99 ^{abc} ±0,59	8,93 ^{a-d} ±1,40	6,82 ^{c-k} ±0,57	5,84 ^{f-k} ±0,34
YU68	5,58 ^{f-k} ±0,48	6,91 ^{c-k} ±1,10	6,08 ^{e-k} ±1,66	4,97 ^{h-k} ±0,35	4,40 ^k ±0,44
YU74	9,54 ^{ab} ±0,80	8,44 ^{a-e} ±1,09	6,74 ^{c-k} ±0,65	5,89 ^{f-k} ±0,88	5,24 ^{g-k} ±0,59
YU80	7,11 ^{b-i} ±1,39	7,30 ^{b-i} ±1,12	6,33 ^{e-k} ±0,99	5,81 ^{f-k} ±0,84	5,07 ^{h-k} ±0,41
KH68	5,81 ^{f-k} ±0,50	6,44 ^{d-k} ±0,73	6,61 ^{c-k} ±0,94	5,09 ^{h-k} ±0,64	4,43 ^{jk} ±0,32
KH74	6,95 ^{c-j} ±1,29	6,14 ^{e-k} ±1,23	7,01 ^{c-i} ±0,65	5,56 ^{f-k} ±0,44	4,90 ^{h-k} ±0,42
KH80	5,98 ^{e-k} ±0,43	6,80 ^{c-k} ±1,17	5,98 ^{e-k} ±0,56	5,67 ^{f-k} ±0,15	4,96 ^{h-k} ±0,76

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerde depolamanın 0. gününde elde edilen b* değerleri konvansiyonel haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilenlere kıyasla daha yüksektir ($P<0,05$). Depolamanın 0. ve 20. günlerinde ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda diğer haşlama tekniklerinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilenlere göre daha yüksek ($P < 0,05$) dış yüzey b* değerleri elde edilmiştir.

Depolama başlangıcı olan 0. günde ultrases destekli hızlı haşlama yönteminde 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde aynı pişirme tekniğinde 68°C ve 74°C'ye kadar pişirilen örneklerle göre önemli düzeyde yüksek ($P < 0,05$) b* değerleri elde edilmiştir. Depolamanın 0. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde elde edilen dış yüzey b* değerlerinde 74°C merkez sıcaklık uygulaması sonucunda 68°C'ye göre artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Depolamanın 20. gününde ise

ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında elde edilen b* değerleri 68°C merkez sıcaklığına oranla daha yüksektir (P<0,05).

Ultrases destekli hızlı haşlama yönteminde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında b* değeri depolamanın 40. gününde 10. güne göre düşüş (P<0,05) yaşamıştır. Ayrıca 80°C merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile pişirilen örneklerde 40. günde elde edilen b* değerinin depolamanın 0. ve 20. günlerine kıyasla da düşük (P<0,05) bulunmuştur. Aynı merkez sıcaklığı uygulamasında depolamanın 30. gününde 0. güne kıyasla dış yüzey b* değerinde düşüş (P<0,05) yaşandığı da gözlenmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde ise 74°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde dış yüzey b* değerleri depolamanın 30. ve 40. gününde, 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir (P<0,05). Yine aynı örneklerde depolamanın 0. günü ile 20. günü arasında dış yüzey b* değerleri önemli düzeyde düşüş göstermiştir (P<0,05). Konvansiyonel haşlama tekniğinde ise depolamanın dış yüzey b* değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

4.3.5.1. İç yüzey renk (L*, a*, b*) değerleri

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey L* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4. 75. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	16,475	2,99	0,004
Depolama Süresi (DS)	4	140,065	25,42	0,000
Gruplar x DS	32	7,195	1,31	0,149
Hata	135	5,510		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkisinin iç yüzey L* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir (P<0,05).

Elde edilen dış yüzey L* değerleri pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi açısından değerlendirildiğinde ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde daha yüksek (P<0,05) L* değerleri elde edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda ise daha düşük L* değerleri elde edilmiştir (HU68: 57,36; HU74: 56,84; HU80: 56,81; YU68: 59,12; YU74: 56,40; YU80: 56,42; KH68: 57,98; KH74: 57,91; KH80: 58,04; Std. Hata: 0,53).

Depolama esas etkisi açısından iç yüzey L* değerleri incelendiğinde, depolama süresi sonunda ilk güne kıyasla L* değerlerinde artış (P<0,05) meydana gelmiştir (0. Gün: 55,51; 10. Gün: 55,54; 20. Gün: 57,31; 30. Gün: 58,87; 40. Gün: 59,92; Std. Hata: 0,39). Pohlman vd. (1997), sonikasyona maruz bırakılmış sığır eti örneklerinde depolama süresi sonunda L* değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.76. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey L* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	52,75 ^{de} ±3,86	55,77 ^{a-e} ±4,57	59,26 ^{a-d} ±1,15	59,61 ^{abc} ±0,41	59,38 ^{a-d} ±3,71
YU74	55,26 ^{be} ±4,12	53,89 ^{cde} ±3,87	57,14 ^{a-e} ±1,26	58,98 ^{a-d} ±1,63	58,92 ^{a-d} ±2,09
YU80	54,76 ^{be} ±3,33	54,60 ^{b-e} ±1,84	56,96 ^{a-e} ±0,91	58,50 ^{a-d} ±1,38	59,21 ^{a-d} ±1,16
YU68	57,52 ^{a-e} ±2,76	56,19 ^{a-e} ±3,83	58,77 ^{a-d} ±1,43	61,07 ^{ab} ±0,91	62,05 ^a ±1,38
YU74	51,54 ^e ±1,41	56,17 ^{a-e} ±2,64	56,08 ^{a-e} ±1,29	58,12 ^{a-e} ±1,83	60,08 ^{abc} ±2,80
YU80	55,61 ^{a-e} ±4,15	56,59 ^{a-e} ±2,24	56,15 ^{a-e} ±0,57	55,61 ^{a-e} ±2,40	58,16 ^{a-e} ±0,54
KH68	57,34 ^{a-e} ±1,11	54,44 ^{b-e} ±3,85	57,89 ^{a-e} ±3,62	59,16 ^{a-d} ±1,38	61,06 ^a ±2,46
KH74	58,11 ^{a-e} ±1,02	55,38 ^{a-e} 3,48	55,51 ^{a-e} ±2,29	59,61 ^{abc} ±1,08	60,94 ^{ab} ±0,81
KH80	56,66 ^{a-e} ±2,36	56,84 ^{a-e} 1,92	58,05 ^{a-e} ±2,00	59,18 ^{a-d} ±1,31	59,49 ^{abc} ±0,81

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Çizelge 4.76'ya göre her bir depolama gününde grupların kendi içerisindeki değerlendirilmesinde, kullanılan pişirme tekniklerinin ve merkez sıcaklıklarının iç yüzey L* değerlerine önemli bir etkisinin olmamıştır.

Ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde depolamanın 30. gününde, ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığına kadar pişen örneklerde ise depolamanın 40. gününde, iç yüzey L^* değerlerinde 0. güne göre artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğinde ise iç yüzey L^* değerleri depolamanın 40. günü ile 10. günü arasında önemli oranda artış ($P<0,05$) göstermiştir.

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey a^* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey a^* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	396,720	143,13	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	73,682	26,58	0,000
Gruplar x DS	32	3,579	1,29	0,159
Hata	135	2,772		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkisinin iç yüzey a^* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları esas etkisi değerlendirildiğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklıkları uygulamalarında en düşük ($P<0,05$) a^* değerleri ultrases destekli hızlı haşlamada elde edilmiştir. En yüksek ($P<0,05$) a^* değerleri ise düşük sıcaklıkta ultrasonik ve konvansiyonel haşlama tekniklerinde elde edilmiştir (HU68: 18,45; HU74: 14,09; HU80: 12,03; YU68: 21,52; YU74: 13,65; YU80: 9,87; KH68: 21,35; KH74: 14,23; KH80: 9,95; Std. Hata: 0,37). Peña-Gonzalez (2018), ultrason uygulanmış sığır eti örneklerinde kontrol grubuna göre daha düşük a^* değerleri elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde, tüm pişirme tekniklerinde artan merkez sıcaklığı ile birlikte iç yüzey a* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ile benzer şekilde Vaudagna vd. (2002), sığır etinin pişirilmesinde artan merkez sıcaklıklarında a* değerlerinde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Haşlama teknikleri ve merkez sıcaklıkları dikkate alınmadan depolama süresince iç yüzey a* değerleri incelendiğinde ise depolama süresi sonunda a* değerlerinde düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir (0.Gün:16,85; 10.Gün: 15,81; 20. Gün:15,06; 30.Gün:14,24; 40.Gün:13,12; Std. Hata: 0,28).

Çizelge 4.78. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey a* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0. Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	19,71 ^{b-e} ±2,51	19,63 ^{b-e} ±2,98	19,25 ^{b-f} ±2,09	17,61 ^{c-h} ±2,09	15,96 ^{d-l} ±2,05
HU74	16,03 ^{d-i} ±1,45	14,52 ^{f-k} ±0,86	15,05 ^{e-j} ±2,94	13,19 ^{h-l} ±1,24	11,66 ^{i-l} ±1,64
HU80	12,50 ^{i-l} ±1,66	13,00 ^{h-l} ±0,51	12,58 ^{i-l} ±1,25	11,28 ^{i-m} ±1,59	10,81 ^{j-m} ±0,49
YU68	23,85 ^{ab} ±2,02	22,12 ^{abc} ±0,90	20,23 ^{a-d} ±2,19	21,06 ^{abc} ±1,84	20,35 ^{a-d} ±1,75
YU74	14,11 ^{g-k} ±1,33	14,49 ^{g-k} ±2,15	14,50 ^{g-k} ±1,96	13,43 ^{h-l} ±0,59	11,74 ^{i-l} ±1,01
YU80	11,10 ^{j-m} ±0,74	10,22 ^{klm} ±1,03	9,22 ^{lm} ±1,68	9,90 ^{klm} ±0,53	8,91 ^{lm} ±0,72
KH68	24,66 ^a ±2,48	22,20 ^{abc} ±1,93	20,67 ^{a-d} ±0,89	20,00 ^{a-d} ±1,15	19,26 ^{b-f} ±0,72
KH74	18,31 ^{c-g} ±2,77	15,08 ^{e-j} ±0,66	13,37 ^{h-l} ±1,96	11,69 ^{i-l} ±1,75	12,69 ^{i-l} ±1,71
KH80	11,35 ^{i-m} ±1,40	11,08 ^{j-m} ±1,83	10,68 ^{j-m} ±1,93	9,90 ^{klm} ±0,88	6,72 ^m ±0,59

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolama başlangıcı olan 0. günde konvansiyonel haşlama tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığı uygulamasına kıyasla daha yüksek a* değeri elde edilmiştir.

Depolamanın 0. ve 10. günlerinde tüm pişirme tekniklerinde 68°C merkez sıcaklığına uygulaması sonucunda 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarına oranla daha yüksek ($P<0,05$) iç yüzey a* değerleri elde edilmiştir. Ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile depolamanın 20. ve 30. günlerinde elde edilen a* değerleri 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında 68°C'ye kıyasla düşüş ($P<0,05$) yaşamıştır. Depolamanın 20. gününden itibaren ultrases destekli yavaş haşlama ve konvansiyonel haşlama

teknikleri ile 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen iç yüzey a* değerlerinin 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarına oranla daha düşük ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama yönteminde depolamanın 20. gününde, konvansiyonel haşlama tekniğinde ise depolamanın 40. gününde iç yüzey a* değerlerinin artan merkez sıcaklıklarda istikrarlı bir düşüş ($P<0,05$) yaşadığı gözlenmiştir.

68°C merkez sıcaklığına kadar konvansiyonel haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen iç yüzey a* değerlerinde depolamanın 40. gününde, 0. gününe göre önemli düzeyde düşüş ($P<0,05$) meydana gelmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniği ile 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda depolamanın 20. gününden itibaren elde edilen iç yüzey a* değerleri 0. güne göre daha düşüktür ($P<0,05$).

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin iç yüzey b* değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen iç yüzey b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	26,115	119,02	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	9,404	42,86	0,000
Gruplar x DS	32	0,635	2,89	0,000
Hata	135	0,219		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonun iç yüzey b* değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

İç yüzey b* değerleri için pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları esas etkisi incelendiğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda en yüksek b* değerlerinin ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde, en düşük b* değerlerinin ise

ultrases destekli yavaş haşlama ve konvansiyonel haşlama tekniklerinde elde edilmiştir ($P<0,05$). 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında ise en düşük ($P<0,05$) b^* değerleri konvansiyonel haşlama tekniğinde, en yüksek ($P<0,05$) b^* değerleri ise ultrases destekli hızlı ve yavaş haşlama tekniklerinde elde edilmiştir (HU68: 2,53; HU74: 3,61; HU80: 4,26; YU68: 1,42; YU74: 3,78; YU80: 4,32; KH68: 1,55; KH74: 2,82; KH80: 4,24; Std. Hata: 0,11). Pohlman vd. (1996), 5 dakika ultrason uygulanmış sığır eti örneklerinde hiç ultrason uygulanmamış olanlara göre daha yüksek b^* değerleri elde edildiğini bildirmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise artan merkez sıcaklığı ile tüm grupların iç yüzey b^* değerlerinde artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir.

Depolama süresince iç yüzey b^* değerlerindeki değişim incelendiğinde iç yüzey b^* değerlerinde depolama süresi boyunca düşüş ($P<0,05$) gözlenmiştir (0.Gün: 3,89; 10.Gün: 3,44; 20.Gün: 3,07; 30.Gün: 2,86; 40.Gün: 2,58; Std. Hata: 0,08). Pohlman vd. (1997), mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde sığır eti örneklerinde depolamanın 20. gününe kadar b^* değerinde istikrarlı bir düşüş yaşandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.80. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen iç yüzey b^* değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	3,58 ^{c-h} ±0,43	3,39 ^{d-i} ±0,37	1,91 ^{k-n} ±0,15	1,80 ^{lmn} ±0,55	1,97 ^{j-n} ±0,36
HU74	4,16 ^{a-f} ±0,64	4,23 ^{a-f} ±0,54	3,33 ^{d-i} ±0,33	3,15 ^{f-k} ±0,07	3,21 ^{f-k} ±0,58
HU80	4,73 ^{abc} ±0,42	4,61 ^{a-d} ±0,23	4,57 ^{a-e} ±0,66	3,98 ^{a-g} ±0,18	3,38 ^{d-i} ±0,48
YU68	1,54 ^{mn} ±0,19	1,45 ⁿ ±0,42	1,74 ^{lmn} ±0,18	1,28 ⁿ ±0,44	1,08 ⁿ ±0,13
YU74	5,30 ^a ±0,64	3,63 ^{c-h} ±0,58	3,62 ^{c-h} ±0,43	3,36 ^{d-i} ±0,29	2,97 ^{f-l} ±0,41
YU80	5,10 ^{ab} ±1,19	5,07 ^{ab} ±0,22	3,68 ^{c-h} ±0,25	4,07 ^{a-g} ±0,80	3,68 ^{c-g} ±0,53
KH68	1,97 ^{j-n} ±0,86	1,60 ^{mn} ±0,26	1,34 ⁿ ±0,31	1,47 ⁿ ±0,28	1,38 ⁿ ±0,30
KH74	3,46 ^{c-i} ±0,45	2,34 ^{h-n} ±0,37	3,27 ^{e-j} ±0,16	2,82 ^{g-m} ±0,47	2,20 ⁱ⁻ⁿ ±0,09
KH80	5,20 ^a ±0,22	4,64 ^{a-d} ±0,69	4,18 ^{a-f} ±0,72	3,82 ^{b-g} ±0,48	3,38 ^{d-i} ±0,18

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolamanın 0. ve 10. gününde ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda diğer iki pişirme tekniklerinin aynı merkez

sıcaklığı uygulamasına göre daha yüksek ($P<0,05$) iç yüzey b^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca konvansiyonel haşlama tekniğinde 74°C 'ye kadar pişirilen etlerde elde edilen b^* değerleri depolamanın 0. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde, 10. gününde ise ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklığına kadar pişirilen etlerden daha düşük ($P<0,05$) iç yüzey b^* değerleri elde edilmiştir.

Ultrases destekli yavaş haşlama ve konvansiyonel haşlama tekniklerinde tüm depolama günlerinde, ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde ise depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde 68°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda aynı pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulamasına göre önemli düzeyde düşük ($P<0,05$) iç yüzey b^* değerleri elde edilmiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğinde depolamanın 0. gününde, ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde ise depolamanın 10. gününde merkez sıcaklığı artışı ile birlikte iç yüzey b^* değerlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) gözlenmiştir.

68°C merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen örneklerde elde edilen iç yüzey b^* değerleri depolamanın 20., 30. ve 40. günlerinde 0. günde elde edilenlere göre düşüktür ($P<0,05$). Ayrıca aynı pişirme tekniği ile 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında depolamanın 10. gününde kendisinde sonraki depolama günlerine kıyasla yüksek ($P<0,05$) b^* değerleri elde edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 74°C 'ye kadar pişirilen örneklerde en yüksek ($P<0,05$) b^* değerleri depolama başlangıcı olan 0. günde elde edilmiştir. Ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde ise iç yüzey b^* değerleri depolamanın 20. ve 40. gününde 0. ve 10. gününe göre önemli düzeyde düşüş ($P<0,05$) göstermiştir. Konvansiyonel haşlama tekniğinde 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 30. ve 40. günlerinde 0. güne kıyasla daha düşük ($P<0,05$) b^* değerleri elde edilmiştir.

4.3.6. Tiyoarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TBARS ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri

üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.81’de verilmiştir.

Çizelge 4.81. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TBARS (μmol/kg) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	2,400	13,89	0,00
Depolama Süresi (DS)	4	95,460	552,34	0,00
Gruplar x DS	32	0,284	1,65	0,027
Hata	135	0,172		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonun TBARS (μmol/kg)değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında 68°C merkez sıcaklığı uygulamasında ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde konvansiyonel haşlama tekniğinden daha düşük ($P<0,05$) bir TBARS değeri elde edilmiştir. 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında ise en düşük TBARS değeri ultrases destekli hızlı haşlamada, en yüksek TBARS değerleri ise düşük sıcaklıkta ultrasonik ve konvansiyonel haşlama tekniğinde elde edilmiştir (HU68: 3,50; HU74: 3,80; HU80: 3,65; YU68: 3,85; YU74: 4,30; YU80: 4,19; KH68: 4,04; KH74: 4,39; KH80: 4,51; Std. Hata: 0,09). Mevcut çalışma ile benzer şekilde Kang vd. (2016), ultrason işlemi uygulanan sığır eti örneklerinde artan uygulama süresi ile birlikte TBARS değerlerinde artış gözlemlediklerini rapor etmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamalarının etkisi incelendiğinde, ultrases destekli yavaş haşlamayönteminde 74°C merkez sıcaklığı uygulamasında, konvansiyonel haşlama tekniğinde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulamasında 68°C merkez sıcaklığına kıyasla TBARS değerlerinde artış ($P<0,05$) yaşandığı gözlenmiştir (Std. Hata: 0,09). Peiretti vd. (2012), haşlanmış sığır ve hindi eti örneklerinde artan merkez sıcaklıklarda TBARS değerlerinde artış tespit etmişlerdir.

Gruplar dikkate alınmadan depolama süresince TBARS değerleri incelendiğinde depolama boyunca TBARS değerlerinde artış ($P<0,05$) tespit edilmiştir (0.Gün: 2,03; 10.Gün: 3,07; 20.Gün: 3,86; 30.Gün: 4,95; 40.Gün: 6,22; Std. Hata: 0,07). Pişirme teknikleri üzerine yapılan başka çalışmalarda mevcut çalışmayı destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir (Yetim vd., 2006; Rababah vd., 2006).

Çizelge 4.82. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TBARS değerleri($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	1,89 ^s ±0,57	2,66 ^{p-s} ±0,23	3,30 ^{k-q} ±0,11	4,22 ^{h-m} ±0,42	5,44 ^{c-g} ±0,40
HU74	1,99 ^s ±0,63	2,86 ^{o-s} ±0,40	3,48 ^{k-p} ±0,11	4,68 ^{t-j} ±0,38	5,96 ^{b-e} ±0,31
HU80	1,85 ^s ±0,34	2,71 ^{p-s} ±0,31	3,45 ^{k-p} ±0,41	4,41 ^{g-k} ±0,34	5,84 ^{b-f} ±0,22
YU68	2,03 ^{rs} ±0,61	3,03 ^{m-s} ±0,56	3,71 ^{j-p} ±0,47	4,84 ^{e-j} ±0,82	5,66 ^{b-f} ±0,34
YU74	2,13 ^{qrs} ±0,42	3,72 ^{j-p} ±0,24	4,15 ^{h-n} ±0,18	5,08 ^{d-i} ±0,30	6,42 ^{abc} ±0,36
YU80	2,08 ^{rs} ±0,27	3,49 ^{k-p} ±0,27	4,01 ^{h-o} ±0,12	4,88 ^{d-j} ±0,33	6,50 ^{abc} ±0,40
KH68	1,97 ^s ±0,26	2,99 ^{n-s} ±0,38	3,97 ^{i-o} ±0,69	5,20 ^{d-h} ±0,50	6,06 ^{bcd} ±0,55
KH74	2,15 ^{qrs} ±0,38	2,96 ^{o-s} ±0,79	4,26 ^{g-l} ±0,48	5,08 ^{b-f} ±0,67	6,76 ^{ab} ±0,13
KH80	2,17 ^{qrs} ±0,22	3,20 ^{l-r} ±0,12	4,38 ^{g-l} ±0,33	5,43 ^{c-g} ±0,42	7,35 ^a ±0,24

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolamanın 40. gününde konvansiyonel haşlama tekniği ile 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin TBARS değeri, aynı merkez sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen örneklerin TBARS değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Depolamanın 40. gününde konvansiyonel haşlama yöntemi ile 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde 68°C merkez sıcaklığı uygulannalara kıyasla daha yüksek TBARS değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$).

Tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında TBARS değerleri depolamanın 20. gününde, 0. güne göre önemli düzeyde artış ($P<0,05$) göstermiştir. Depolamanın 40. gününde ultrases destekli hızlı ve yavaş haşlama yöntemleri ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerde elde edilen TBARS

değerleri depolama başlangıcı olan 0. güne oranla artış ($P<0,05$) göstermiştir. Depolamanın 30. gününde ultrases destekli hızlı haşlama yöntemi ile 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda, depolamanın 30. ve 40. günlerinde konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C ve 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda depolamanın daha önceki günlerine oranla TBARS değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir. Depolamanın 30. ve 40. günlerinde ultrases destekli hızlı ve yavaş haşlama tekniklerinde 68°C'ye kadar pişirilen örneklerde ve konvansiyonel haşlama tekniği ile 80°C'ye kadar pişirilen örneklerde elde edilen TBARS değerleri depolamanın 0. ve 10. günlerinde elde edilenlere göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($P<0,05$). Ayrıca bu belirtilen pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları sonucunda depolamanın 40. günü ile 20. günü arasında TBARS değerlerinde önemli düzeyde artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir.

4.3.7. Hidroperoksit analizi sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.83'de verilmiştir.

Çizelge 4.83. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	351,400	37,19	0,000
Depolama Süresi (DS)	4	13839,700	1464,85	0,000
Gruplar x DS	32	22,800	2,41	0,000
Hata	135	9,400		
Genel Toplam	179			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksiyonunun lipid hidroperoksit ($\mu\text{mol/kg}$) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Depolama süresi dikkate alınmadan farklı pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında tüm merkez sıcaklıklarında en düşük ($P<0,05$) lipit hidroperoksit değerleri ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirmede elde edilmiş, 74°C ve 80°C merkez sıcaklıklarında ise en yüksek ($P<0,05$) lipit hidroperoksit değerleri konvansiyonel haşlama tekniği sonucunda elde edilmiştir (HU68: 45,66; HU74: 50,83; HU80: 50,49; YU68: 50,24; YU74: 55,09; YU80: 54,32; KH68: 50,79; KH74: 59,14; KH80: 57,51; Std. Hata: 0,69). Alves vd. (2018), yaptıkları çalışmada kullandıkları salam örneklerinde ultrason uygulama süresinin artışı ile birlikte oksidasyon oranının arttığını bildirmişlerdir.

Merkez sıcaklığı uygulamalarının lipit hidroperoksit değerlerine etkisi incelendiğinde tüm pişirme tekniklerinde 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda 68°C'ye kıyasla iç yüzey b* değerlerinde artış ($P<0,05$) gözlenmiştir.

Depolama süresi boyunca pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları göz önüne alınmadan lipit hidroperoksit değerleri incelendiğinde ise her bir depolama günü ile birlikte iç yüzey b* değerlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) yaşandığı tespit edilmiştir (0. Gün: 27,46; 10. Gün: 41,23; 20. Gün: 52,25; 30. Gün: 64,80; 40. Gün: 77,65; Std. Hata: 0,51).

Çizelge 4.84. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen lipit hidroperoksit değerleri($\mu\text{mol/kg}$) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	10. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün
HU68	23,51 ^t ±2,55	33,16 ^{p-s} ±1,34	48,45 ^{j-n} ±3,71	55,97 ^{g-j} ±4,08	67,23 ^{def} ±2,61
HU74	25,34 st ±2,12	38,52 ^{o-r} ±2,66	54,61 ^{g-k} ±1,75	60,58 ^{feh} ±2,94	75,07 ^{bcd} ±4,93
HU80	27,18 st ±2,61	40,75 ^{nop} ±1,81	51,81 ^{h-m} ±2,33	60,01 ^{feh} ±3,16	72,72 ^{cd} ±3,51
YU68	26,91 st ±1,44	40,25 ^{n-q} ±3,46	47,65 ^{j-n} ±3,17	63,15 ^{efg} ±5,91	73,27 ^{cd} ±2,17
YU74	27,90 st ±1,15	44,25 ^{mno} ±4,10	53,12 ^{h-l} ±2,64	69,63 ^{de} ±3,10	80,55 ^{abc} ±2,54
YU80	28,03 st ±3,70	31,55 ^{nop} ±3,94	51,04 ^{i-m} ±0,90	68,70 ^{def} ±3,98	82,32 ^{ab} ±3,72
KH68	26,20 st ±1,65	39,97 ^{n-q} ±1,49	50,53 ^{i-m} ±3,40	62,67 ^{efg} ±3,70	74,57 ^{bcd} ±3,14
KH74	31,53 ^{q-t} ±3,68	45,81 ^{l-o} ±2,51	57,48 ^{ghi} ±3,58	72,22 ^{cd} ±2,11	88,66 ^a ±2,16
KH80	30,52 ^{rst} ±3,31	46,79 ^{k-o} ±2,92	55,55 ^{g-k} ±4,43	70,24 ^{de} ±1,51	84,46 ^a ±2,56

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolamanın 30. ve 40. günlerinde konvansiyonel haşlama tekniği ile, 74°C ve 80°C merkez sıcaklığına kadar pişirilen örneklerin lipit hidroperoksit değeri, aynı merkez

sıcaklığına kadar ultrases destekli hızlı haşlama tekniği ile pişirilen örneklerin değerlerinden daha yüksektir ($P<0,05$). Ultrases destekli yavaş haşlama tekniği ile depolamanın 30. gününde 74°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda, 40. gününde ise 80°C merkez sıcaklığı uygulaması sonucunda ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde aynı merkez sıcaklıklarında elde edilen değerlerden daha yüksek ($P<0,05$) lipid hidroperoksit değerleri elde edilmiştir.

Konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerde depolamanın 30. gününde 74°C merkez sıcaklığı uygulan, 40. gününde ise 74°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulanan örneklerden daha düşük ($P<0,05$) oksidasyon değerleri elde edilmiştir. Ayrıca depolamanın 40. gününde ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinde 68°C'ye kadar pişirilen etlerde aynı pişirme tekniğinde 80°C'ye kadar pişirilenlerden önemli düzeyde daha düşük ($P<0,05$) lipid hidroperoksit değerleri elde edilmiştir. Ultrason destekli hızlı haşlama yönteminde ise merkez sıcaklıkların lipid hidroperoksit değerlerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında lipid hidroperoksit değerleri depolama süresince genel olarak istikrarlı bir artış göstermiş ve depolamanın 40. gününde 0. gününe göre önemli düzeyde daha yüksek lipid hidroperoksit değerleri elde edilmiştir ($P<0,05$).

4.3.8. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan Dunnett çoklu karşılaştırma testi sonuçlarında ultrases destekli ve desteksiz haşlama tekniklerinde ve tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında pişirme işleminin çiğ kontrol grubuna kıyasla TMAB, koliform grubu bakteri ve maya-küf inaktivasyonunda önemli oranda etkili ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (TMAB çiğ kontrol: 3,53 log; koliform grubu bakteri çiğ kontrol: 3,10 log; toplam maya- küf çiğ kontrol: 2,93 log).

4.3.8.1. Toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) sayımı sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin TMAB sayısı (log KOB/g)

üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.85’de verilmiştir.

Çizelge 4.85. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	1,017	1,71	0,109
Depolama Süresi (DS)	2	535,863	898,65	0,000
Gruplar x DS	16	0,222	0,37	0,985
Hata	81	0,596		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Depolama süresi esas etkisinin TMAB sayısını (log KOB/g) önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir ($P<0,05$).

Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamaları depolama süresi dikkate alınmadan karşılaştırıldığında TMAB sayısına önemli bir etkilerinin olmadığı tespit edilmiştir (Std. Hata: 0,22).

Sonuçlar depolama esas etkisi açısından incelendiğinde depolama süresince TMAB sayılarında artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 6,83; 40.Gün: 7,47; Std. Hata: 0,13). Nyati (2000), sous-vide teknolojisi ile pişirilen kuzu pirzola örneklerinde toplam bakteri sayısının depolama süresi sonunda 7 log KOB/g’a ulaştığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.86. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen TMAB sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	20. Gün	40. Gün
HU68	<1 ^b	7,28 ^a	7,76 ^a
HU74	<1 ^b	6,74 ^a	7,29 ^a
HU80	<1 ^b	6,61 ^a	7,00 ^a
YU68	<1 ^b	7,30 ^a	7,68 ^a
YU74	<1 ^b	6,90 ^a	7,72 ^a
YU80	<1 ^b	6,35 ^a	7,44 ^a
KH68	<1 ^b	7,27 ^a	7,96 ^a
KH74	<1 ^b	6,44 ^a	7,21 ^a
KH80	<1 ^b	6,60 ^a	7,14 ^a

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır (P<0,05).

Tüm pişirme tekniği ve merkez sıcaklığı uygulamalarında depolamanın 0. gününde diğer iki depolama gününe kıyasla daha düşük (P<0,05) sayıda TMAB bulunmuştur.

4.3.8.2. Koliform grubu bakteri sayımı sonuçları

Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile farklı merkez sıcaklığı uygulamaları ve depolama süresinin pişmiş etlerin koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.87’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ile pişirilen et örneklerinde depolama süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD**	KO***	F Değeri	P Değeri
Gruplar*	8	2,114	7,71	0,000
Depolama Süresi (DS)	2	194,817	710,44	0,000
Gruplar x DS	16	0,870	3,17	0,000
Hata	81	0,274		
Genel Toplam	107			

*Gruplar: Pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları; **SD: Serbestlik derecesi; ***KO: Kareler Ortalaması

Varyans analizi sonuçları, pişirme teknikleri ve merkez sıcaklık uygulamaları ile depolama süresi esas etkileri ve gruplar x DS interaksyonunun koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerini önemli düzeyde etkilediğini göstermiştir (P<0,05).

Depolama dikkate alınmadan pişirme teknikleri incelendiğinde tüm merkez sıcaklıklarında ultrases destekli yavaş haşlama tekniğinin koliform grubu bakteriler üzerinde konvansiyonel haşlama tekniğinden daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Std. Hata: 0,05).

Koliform grubu bakteri sayılarına merkez sıcaklığın etkisi incelendiğinde ise düşük sıcaklıkta ultrasonik ve konvansiyonel haşlama tekniklerinde merkez sıcaklıkların önemli bir etkisinin olmadığı ancak ultrases destekli hızlı haşlama tekniğinde 74°C merkez sıcaklığında 68°C'ye kıyasla daha düşük ($P<0,05$) sayıda koliform bakteri grubu elde edildiği tespit edilmiştir (HU68:3,40; HU74:2,69; Std.Hata:0,15). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar yüksek sıcaklık uygulamasının mikrobiyal inaktivasyonda etkili olduğunu belirten çalışmalar ile tutarlılık göstermektedir (Bigelow, 1921; Richardson, 2001; Smelt ve Brul 2014).

Piştirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları dikkate alınmadan depolama esas etkisi açısından koliform grubu bakteri sayıları incelendiğinde depolama süresi sonunda koliform sayılarında ilk güne kıyasla önemli düzeyde artış ($P<0,05$) meydana gelmiştir (0. Gün: <1 log; 20.Gün: 4,01; 40.Gün: 4,66; Std. Hata: 0,09). Sebastiá vd. (2010), yaptıkları çalışmada sous-vide piştirme tekniği ile pişirilen sığır eti örneklerinde aerobik bakteri sayılarının 30 günlük depolama sonunda 2.55-3.74 log KOB/g'a çıktığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.88. Ultrases destekli ve konvansiyonel haşlama teknikleri ve farklı merkez sıcaklıkları uygulanarak pişirilen etlerin depolanması süresince belirlenen koliform grubu bakteri sayımı (log KOB/g) değerlerine ait ortalamaların tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Gruplar	0.Gün	20. Gün	40. Gün
HU68	$<1^d$	4,35 ^{ab}	5,28 ^a
HU74	$<1^d$	4,07 ^{abc}	4,00 ^{abc}
HU80	$<1^d$	4,16 ^{abc}	3,95 ^{abc}
YU68	$<1^d$	5,00 ^a	5,32 ^a
YU74	$<1^d$	4,80 ^a	5,36 ^a
YU80	$<1^d$	4,52 ^{ab}	4,67 ^a
KH68	$<1^d$	3,23 ^{bc}	4,81 ^a
KH74	$<1^d$	3,11 ^{bc}	4,15 ^{abc}
KH80	$<1^d$	2,89 ^c	4,39 ^{ab}

Çizelgede sunulan ve farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0,05$).

Depolamanın 20. gününde tüm merkez sıcaklığı uygulamalarında konvansiyonel haşlama tekniği ultrases destekli yavaş haşlama tekniğine kıyasla koliform grubu bakteri sayısı üzerinde daha etkili olmuştur ($P<0,05$). Alves vd. (2018), ultrason uygulanmış salam örneklerde hiç ultrason uygulanmamış kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek bakteri sayıları elde etmiş ve 9 dakikadan daha uzun süre ultrason uygulamasının bakteri büyümesine teşvikte bulunabileceğini bildirmişlerdir.

Feng vd. (2008), ultrason uygulaması ile bakteri sayısında oluşan artışın, ultrason etkisi ile makromoleküllerin kırılması ve bunun sonucu olarak da ancak uzun bir süre sonra absorbe edilebilecek olan besinlerin bulunabilirliğinin artmasından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Diğer bir hipotez ise ultrasonu uygulamasının rekabetçi mikroorganizmaların azalmasına neden olmasını savunmaktadır (Feng vd. 2008; Bilek ve Turantaş, 2013; Marchesini vd., 2015).

Tüm pişirme teknikleri ve merkez sıcaklığı uygulamalarında 40 günlük depolama süresi sonunda 0. güne göre koliform grubu bakteri sayısında önemli oranda artış ($P<0,05$) gözlenmiştir. Ayrıca konvansiyonel haşlama tekniğinde 68°C ve 80°C merkez sıcaklığı uygulamalarında tüm depolama günlerinde istikrarlı bir artış ($P<0,05$) yaşanmıştır.

4.3.8.3. Toplam maya-küf sayımı sonuçları

Çiğ ette yapılan maya-küf sayımı sonucunda 2,93 log KOB/g canlı sayısı elde edilirken, uygulanan pişirme teknikleri sonrası 40 günlük depolama süresince sayılabilir aralıkta (>1 log) maya-küf elde edilememiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ısı ve ısı olmayan alternatif gıda işleme yöntemleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının etlerin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmaya göre varılan genel sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Birinci aşamada konvansiyonel pişirme teknikleri olan haşlama, fırınlama ve ızgara teknikleri ile 68°C, 74°C ve 80°C merkez sıcaklıkları etlerin pişirilmesinde hedef faktörler olarak seçilmiştir. Birinci aşama sonucunda haşlama ve fırınlama tekniklerinde pişirme kaybı değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Fırınlama tekniğinde özellikle 80°C’de, haşlama tekniğinde ise merkez sıcaklık uygulamaları arttıkça pişirme kaybı değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Izgara pişirme tekniğinde ise merkez sıcaklığı değişiminden pişirme kaybı değerleri etkilenmemiştir. Haşlama ve ızgara tekniklerinin kullanımı sonucunda et örneklerinde su aktivitesi değerlerinin daha yüksek olduğu ve merkez sıcaklık uygulamalarının su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Konvansiyonel pişirme teknikleri ve farklı merkez sıcaklığı uygulamalarının renk özellikleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğu çalışma sonucunda belirlenmiştir. TBARS ve HP analizleri haşlama tekniği sonucunda daha düşük oksidasyon seviyelerinin elde edildiğini göstermiştir. Konvansiyonel pişirme teknikleri olan haşlama ve ızgara tekniğinin et kalitesinin korunması açısından daha etkili olduğu çalışma sonucunda görülmüştür.

İkinci aşamada alternatif işleme yöntemlerinden mikrodalga ile konvansiyonel bir pişirme tekniği olan fırınlama yöntemi karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde düşük güçte mikrodalga uygulaması sonucunda fiziko-kimyasal özellikler açısından et kalitesinin daha iyi olduğu bulunmuştur. Oksidatif değişimler açısından bakıldığında düşük güçte mikrodalgada daha düşük oksidasyon seviyesinin elde edildiği görülmüştür. Mikrodalgada uygulanan güç artışı oksidasyon seviyelerini de arttırmıştır. Konvansiyonel fırınlama ile karşılaştırıldığında mikrodalga uygulamasının et işlemede kalitenin artırılmasında önerilebileceği ancak mikrodalgada daha yüksek güç kullanımının kaliteyi olumsuz yönde etkilediği çalışma sonucunda görülmüştür.

Üçüncü aşamada ise haşlama işlemi ile birlikte ultrases destekli haşlama yöntemi karşılaştırılmıştır. Ultrases destekli haşlama işlemi yavaş ve hızlı pişirme olacak şekilde iki farklı ölçekte gruplandırılmıştır. Çalışma sonucunda en düşük ORP, TBARS ve HP değerleri ultrases destekli haşlama yönteminde hızlı pişirme yapıldığında elde edilmiştir. Diğer ölçümlerde gruplar arasındaki değişimler düşünüldüğünde ultrases destekli haşlama yönteminin kalitenin artırılmasında kullanılabileceği görülmüştür. Ultrases destekli haşlama yönteminde hızlı pişirmenin kalite kriterleri üzerine etkisinin diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuç verdiği görülmüştür.



KAYNAKÇA

- Alfaia, C.M.M., Alves, S.P. , Lopes, A.F., Fernandes, M.J.E., Costa, A. S.H., Fontes, C.M.G.A., Castro, M. L.F., Bessa, R. J.B., Prates, J.A.M., 2010. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. Meat Science, 84, 769-777.
- Alligar, H., 1975.Ultrasonic disruption. Am. Lab.,10, 75-85.
- Alves, L.L., Silva, M.S., Flores, D.R.M., Athayde, D.R., Ruviano, A.R., Brum, D.S., Batista, V.S.F., Mello, R.O., Menezes, R., Campagnol, P.C.B., Wagner, R., Barin, J.S., Cichoski, A.J., 2018. Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami. Food Research International, 106, 363-373.
- Amiri, A., Sharifian, P., Soltanizadeh, N., 2018. Application of ultrasound treatment for improving the physicochemical, functional and rheological properties of myofibrillar proteins. International Journal of Biological Macromolecules, 111, 139-147.
- Andreo, A., Garro, O., Judis, M. A., 2000. Correlacion entre sustancias aldehidicas y de pardeamiento no enzimatico en emulsiones. Universidad Nacional del Nordeste: Comunicaciones Cientificas y Tecnologicas.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analyses. Association of Official Analytical Chemist. IAC, Arlington, VA, USA.
- Apostolou, I., Papadopoulou, C., Levidiotou, S., Ioannides, K., 2005. The effect of short-time microwave exposures on *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto chicken meat portions and whole chickens. International Journal of Food Microbiology, 101, 105-110.
- Apte, S., Morrissey, P.A., 1987. Effect of water-soluble haem and non-haem iron complexes on lipid oxidation of heated muscle systems. Food Chem., 26, 213-222.
- Aşçıoğlu, Ç., 2013, Farklı Pişirme Yöntemlerinin Sığır Bonfilelerinin (*Longissimus dorsi*) Besinsel ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49s, Afyon.
- Awad, T. , Moharram, H., Shaltout, O. , Asker, D., Youssef, M., 2012. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review. Food Res. Int. 48, 410-427.
- Baldwin, R.E., Korchgen, B.M., Russel, M.S., Mabesa, L., 1976. Proximate analysis, free amino acid, vitamin and mineral content of microwave cooked meat, Journal of Food Science, 41(4), 762-765.
- Bayraktar, M., 2016. Ultrases Teknolojisinin Balın Kalitesi Üzerine (hmf, Enzim) Etkisinin Belirlenmesi ve Sanayideki Geleneksel Isıtma Yöntemlerine

- Becker, A., Boulaaba, A., Pinggen, S., Krischek, C., Klein, G., 2016. Low temperature cooking of pork meat - Physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 118, 82-88.
- Bejerholm, C., Aaslyng, M. D., 2003. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork, depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference*, 15, 19-30.
- Bigelow W.D., 1921. The logarithmic nature of thermal death time curves. *Journal of Infectious Diseases*, 29, 528-536.
- Bilek, S.E., Turantaş, F., 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1), 155-162.
- Borilova, G., Hulankova, R., Svobodova, I., Jezek, F., Hutarova, Z., Vecerek, V., Steinhäuserova, I., 2016. The effect of storage conditions on the hygiene and sensory status of wild boar meat. *Meat Science*, 118, 71-77.
- Botinestean, C., Keenan, D.F., Kerry, J.P., Hamill, R.M., 2016. The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers. *LWT; Food Science and Technology*, 74, 154-159.
- Bragagnolo, N., Mariutti, L.R.B., 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. *Food Research International*, 94, 90-100.
- Broncano, J.M., Petró, M.J., Parra, V., Timón, M.L., 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 83, 431-437.
- Brooks, J.C., Rogers, H.B., Martin, J.N., Tittor, A., Miller, M.F., Brashears, M.M., 2014. The impact of packaging system and temperature abuse on the shelf life characteristics of ground beef. *Meat Science*, 97, 1-10.
- Brugiapaglia, A., Destefanis, G., 2012. Effect of cooking method on the nutritional value of Piedmontese beef. In *Proceedings of the 58th International Congress of Meat Science and Technology*, 12-17 August, Montreal, Canada.
- Butz, P., Tauscher, B., 2002. Emerging Technologies: Chemical Aspects. *Food Research International*, 35, 279-284.
- Campo, M. M., Muela, E., Olleta, J.L., Moreno, L.A., Santaliestra-Pasí'as, A.M., Mesana, M.I., Sanudo, C., 2013. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31, 185-190.

- Cava, R., Ladero, L., González, S., Carrasco, A., Ramírez, M. R., 2009. Effect of pressure and holding time on colour, protein and lipid oxidation of sliced drycured Iberian ham and loin during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 76-81.
- Chaijan, M., 2008. Lipid and Myoglobin Oxidation in Muscle Foods. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(1), 47-53.
- Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., Basak, T., 2013. Microwave food processing—A review. *Food Research International*, 52, 243-261.
- Chen, C.C., Pearson, A.M., Gray, J.I., Fooladi, M.H., Ku, P.K., 1984. Some factors influencing the nonheme content of meat and its implications in oxidation. *J. Food Sci.* 49, 581-584.
- Cheng, Q., Sun, D. W., 2008. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 137-159.
- Chiavaro, E., Rinaldi, M., Vittadini, E. and Barbanti, D. 2009. Cooking of pork longissimus dorsi at different temperature and relative humidity values: Effects on selected physico-chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 93, 158-165.
- Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D., Christensen, M., 2011. Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science*, 88, 280-285.
- Conchillo, A., Ansorena, D., Astiasaran, I., 2003. Combined effect of cooking (grilling and roasting) and chilling storage (with and without air) on lipid and cholesterol oxidation in chicken breast. *Journal of Food Protection*, 66, 840–846.
- Çoksaygılı, N., 2008. Mikrodalga Enerjisinin Kasap Köfteye İnoküle Edilen *listeria monocytogenes* Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 78s, Bursa.
- Dai, Y., Miao, J., Yuan, S.Z., Liu, Y., Li, X.M., Dai, R.T., 2013. Colour and sarcoplasmic protein evaluation of pork following water bath and ohmic cooking. *Meat Science*, 93, 898-905.
- De la Ossa, T.I.P., 2009. Omega-3 Enrichment and Oxidative Stability of Broiler Chicken Meat. University of Alberta, Master of Science in Food Science and Technology. (Erişim tarihi: 10.04.19) <https://era.library.ualberta.ca/items/3474e341-6034-4b60-85c4-776ec7aa6454>
- Demirdöven, A., Baysal, T., 2009, The Use of Ultrasound and Combined Technologies in Food Preservation. *Food Reviews International*, 25, 1-11.

- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S., Lorenzo, J., M., 2014. Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *LWT - Food Science and Technology*, 58, 439-445.
- Dominguez-Hernandez, E., Salaseviciene, A., Ertbjerg, P., 2018. Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, 143, 101-113.
- Echegaray, N., Domínguez, R., Franco, D., Lorenzo, J. M., Carballo, J., 2018. Effect of the use of chestnuts (*Castanea sativa* Miller) in the finishing diet of Celta pig breed on the shelf-life of meat refrigerated and frozen. *Food Research International*, 114, 114-122.
- El-Alim, S.S.L., Lugasi, A., Hovari, J., Dworschak, E.A., 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage.
- El-Shimi, N. M., 1992. Influence of microwave and conventional cooking and reheating on sensory and chemical characteristics of roast beef. *Food Chemistry*, 45(1), 11-14.
- Ercan S.S., Soysal, C., 2013. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Science*, 5, 5-13.
- Fabre, R., Dalzotto, G., Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., Tisocco, O., 2018. Cooking method effect on Warner-Bratzler shear force of different beef Muscles. *Meat Science*, 138, 10-14.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., Suman, S. P., 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86, 86-94.
- Feng, H., Yang, W., Hielscher, T., 2008. Power ultrasound. *Food Science and Technology International*, 14(5), 433-436.
- Grossi, A., Bolumar, T., Søltoft-Jensen, J., Orlien, V., 2014. High pressure treatment of brine enhanced pork *semitendinosus*: Effect on microbial stability, drip loss, lipid and protein oxidation, and sensory properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 11-21.
- Guyon, C., Meynier, A., Lamballerie, M., 2016. Protein and lipid oxidation in meat A review with emphasis on high pressure treatments. *Trends in Food Science & Technology*, 50, 131-143.
- Hollywood, N. W., Varabioff, Y., Mitchell, G. E., 1991. The effect of microwave and conventional cooking on the temperature profiles and microbial flora of minced beef. *Int. J. Food Microbiol.* 14, 67-76.
- Hullberg, A., Lundström, K. 2004. The effects of RN genotype and tumbling on processing yield in cured-smoked pork loins. *Meat Science*, 67, 409-419.

- Jayasooriya, S. D., Bhandari, B. R., Torley, P., D'Arcy, B. R., 2004. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review. *International Journal of Food Properties*, 2, 301–319.
- Jeong, J.Y., Lee, E.S., Choi, J.H., Lee, J.Y., Kim, J.M., Min, S.G., Chae, Y.C., Kim, C.J., 2007, Variability in temperature distribution and cooking properties of ground pork patties containing different fat level and with/without salt cooked by microwave energy. *Meat Science*, 75, 415-422.
- Jouquand, C., Tessier, F. J., Bernard, J., Marier, D., Woodward, K., Jacolot, P., Gadonna-Widehem, P., Laguerre, J. C. (2015). Optimization of microwave cooking of beef burgundy in terms of nutritional and organoleptic properties. *LWT; Food Science and Technology*, 60, 271-276.
- Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Pena, F., Avilés, C., Polvillo, O., 2010. Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food Bioprod. Process.* 88, 145-148.
- Kang, D., Zou, Y., Cheng, Y., Xing, L., Zhou, G., Zang, W., 2016. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. *Ultrasonics Sonochemistry*, 33, 47-53.
- Karaca-Demircioğlu, S., 2011. Kuru ve yaş olgünlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 160s, Manisa.
- Karahan, A. G., Arıdoğan, B. C., Çakmakçı, M. L., 2002. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu. S. Demirel Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 24, 171s, Isparta.
- Karakaya, S., 1991, Mikrodalga Fırında Pişirmenin Gıdaların besin değerine Etkisi Açısından Elektrikli Fırında Pişirme Yöntemi ile Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s, İzmir.
- Keçeci, S., 2018. Sığır Eti Köftelerinin Bazı Fizikokimyasal, Tekstürel Ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Farklı Düzeylerde Dondurarak Kurutulmuş Çeşitli Sebze Turşusu Tozlarının Etkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98, Konya.
- Khan, I. A. , Liu, D., Yao, M., Memon, A., Huang, J., Huang, M., 2019. Inhibitory effect of *Chrysanthemum morifolium* flower extract on the formation of heterocyclic amines in goat meat patties cooked by various cooking methods and temperatures. *Meat Science*, 147, 70-81.
- Kılıç, B., Şimşek, A., Claus, J.R., Atılgan, E., 2014. Encapsulated phosphates reduce lipid oxidation in both ground chicken and ground beef during raw and cooked meat storage with some influence on color, pH, and cooking loss. *Meat Science*, 97, 93-103.

- Kim, T., Choi, J., Choi, Y., Kim, H., Kim, S., Kim, S., Kim, H., Kim, C., 2011. Physicochemical Properties of Thawed Chicken Breast as Affected by Microwave Power Levels. *Food Sci. Biotechnol.*, 20 (4), 971-977.
- Konak, Ü.İ., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. *Teknolojik Araştırmalar GTED*, 4(3), 20-31.
- Kondjoyan, A., Kohler, A., Realini, C.E., Portanguen, S., Kowalski, R., Clerjon, S., Gatellier, P., Chevolleau, S., Bonny, J., Debrauwer, L., 2014. Towards models for the prediction of beef meat quality during cooking. *Meat Science*, 97, 323-331.
- Kurt, Ç., 2013. Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Fermente Süt İçeceğinin Fiziksel Özelliklerine Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 143s, İstanbul.
- Lasse, A., Ovesen, L., 1995. Nutritional effects of microwave cooking. *Nutrition & Food Science*, 4, 8-10.
- Lee, H., Zhou, B., Liang, W., Feng, H., Martin, S.E., 2009. Inactivation of *Escherichia coli* cells with sonication, manosonication, thermosonication, and manothermosonication: microbial responses and kinetics modeling, *J. Food Eng.* 93, 354-364.
- Lillard, H.S. 1993. Bactericidal effect of chlorine on attached salmonellae with and without sonification. *J. Food Prot.* 56, 716.
- Lorenzo, J.M., Cittadini, A., Munekata, P.E., Domínguez, R., 2015. Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods, *Meat Sci.* 108, 50-54.
- Love, J.D., Pearson, A.M., 1970, Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 48, 547-549.
- Ma, H. J., Frazier, A.I., Ledward, D. A., Zamri, R. A., Zhou, G. H., 2007. Effects of high pressure/thermal treatment on lipid oxidation in beef and chicken muscle. *Food Chemistry*, 104, 1575-1579.
- Marchesini, G., Fasolato, L., Novelli, E., Balzan, S., Contiero, B., Montemurro, F., Segato, S., 2015. Ultrasonic inactivation of microorganisms: A compromise between lethal capacity and sensory quality of milk. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 29, 215-221.
- McArdle, R., Marcos, B., Kerry, J. P., Mullen, A., 2010. Monitoring the effects of high pressure processing and temperature on selected beef quality attributes. *Meat Science*, Corrected Proof, 86, 629-634.
- Moiseeve, I.V., Cornforth, D.P., 1999. Treatments for Prevention of Persistent Pinking in Dark-Cutting Beef Patties. *Journal of Food Science*, 64, 738-743.

- Nyati, H., 2000. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf life products. *Food Control* 11, 471-476.
- Ojha, S., Mason, T. J., O'Donnell, C.P., Kerry, J. P., Tiwari, B.K., 2017. Ultrasound technology for food fermentation applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 410-417.
- Öz, F., Kotan, G., 2016. Effects of different cooking methods and fat levels on the formation of heterocyclic aromatic amines in various fishes. *Food Control* 67, 216-224.
- Özcan, A. U., Bozkurt, H., 2015. Physical and Chemical Attributes of a Ready-to-Eat Meat Product during the Processing: Effects of Different Cooking Methods, *International Journal of Food Properties*, 18, 2422-2432.
- Özçelik, S., 1998. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulama Kılavuzu. S. Demirel Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No:7, Ders Kitapları No:7, 135s, Isparta.
- Özdemir, H., 2013. Nar Kabuğu Ekstraktının Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesinin Köfte Kalitesine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 90s, Ankara.
- Peiretti, P.G., Medana, C., Visentin, S., Dal Bello, F., Meineri, G., 2012. Effect of cooking method on carnosine and its homologues, pentosidine and thiobarbituric acid-reactive substance contents in beef and turkey meat. *Food Chemistry*, 132, 80-85.
- Peña-Gonzalez, E., Carrillo-Lopez, L., Alarcon-Rojas, A.D., Garcia-Galicia, I., Huerta-Jimenez, M., 2018. Ultrasound as a potential process to tenderize beef: Sensory and technological parameters. *Ultrasonics-Sonochemistry*, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.12.045>
- Pérez-Juan, M., Kondjoyan, A., Picouet, P., Realini, C.E., 2012. Effect of marination and microwave heating on the quality of *Semimembranosus* and *Semitendinosus* muscles from Friesian mature cows. *Meat Science*, 92, 107-114.
- Piyasena, P., Mohareb, E., McKellar, R.C., 2003. Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 87, 207-216.
- Pohlman, F.W., Dikeman, Kropf, D.H., 1996. Effects of High Intensity Ultrasound Treatment, Storage Time and Cooking Method on Shear, Sensory, Instrumental Color and Cooking Properties of Packaged and Unpackaged Beef pectoral & Muscle. *Meat Science*, Vol. 46 (1), 89-100.
- Pohlman, F. W., Dikeman, M. E., Zayas, J. F., Unruh, J. A., 1997. Effects of ultrasound and convection cooking to different end point temperatures on cooking characteristics, shear force and sensory properties, composition and

microscopic morphology of beef *Longissimus* and *Pectoralis* muscles. Journal of Animal Science, 75, 386-401.

- Rababah, T.M., Ereifej, K.I., Al-Mahasneh, M.A., Al-Rababah, M.A., 2006. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave. Poultry Science, 85,148-154.
- Raso, J., Palop, A., Pagán, R., Condón, S., 1998. Inactivation of *Bacillus subtilis* spores by combining ultrasonic waves under pressure and mild heat treatment. Journal of Applied Microbiology 85 (5), 849-854.
- Raviyan, P., Zhang, Z., Feng, H., 2005. Ultrasonication for tomato pectinmethylesterase inactivation: Effect of cavitation intensity and temperature on inactivation. J Food Eng, 70, 189-196.
- Rhee, K.S., Ziprin, Y.A., 1987. Modification of schricker nonheme iron method to minimize pigment effects for red meats. J. Food Sci., 52, 1174-1176.
- Richardson, P., 2001. Thermal technology in food processing. Boca Raton, FL/ Cambridge: CRC Press/Woodhead Publishing Limited.
- Rodriguez-Estrada, M.T., Penazzi, G., Caboni, M.F., Bertacco, G., Lercker, G., 1997. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. Meat Science, 45(3), 365-375.
- Roldan, M., Antequera, T., Armenteros, M., Ruiz, J., 2014. Effect of different temperature–time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. Food Chemistry. 149, 129-136.
- Schnepf, M., Barbeau, W., 1989. Survival of *Salmonella typhimurium* in roasting chickens cooked in a microwave, convection microwave, and a conventional electric oven. J. Food Safety, 9, 245-252.
- Schricker, B.R., Miller, D.D., Stouffer, J.R., 1982. Measurement and content of nonheme and total iron in muscle. J. Food Sci., 47, 740-743.
- Sebastiá, C., Soriano, J.M., Iranzo, M., Rico, H., 2010. Microbiological quality of sous vide cook-chill preserved food at different shelf life. Journal of Food Processing and Preservation, 34, 964-974.
- Serrano, A., Cofrades, S., Librelotto, J., Sanchez-Muniz, F.J., Jimenez Colmenero, F., 2007. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method.
- Shahidi, F., Wanasundara, U. N., 1996. Methods for Evaluation of the Oxidative Stability of Lipid-Containing Foods. Food Sci. Technol., Int., 2 (2), 73-81.

- Shantha, N.C., Decker, E.A., 1994. Rapid, Sensitive, Iron-based Spectrophotometric Methods for Determination of Lipid Hydroperoxides of Food Lipids. *Journal of AOAC International*, 77, 421-424.
- Smelt, J.P.P.M., Brul, S., 2014. Thermal inactivation of microorganisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54, 1371-1385.
- Soladoye, O.P., Shand, P., Dugan, M.E.R., Gariépy, C., Aalhus, J.L., Estévez, M., Juárez, M., 2017. Influence of cooking methods and storage time on lipid and protein oxidation and heterocyclic aromatic amines production in Bacon. *Food Research International*, 99, 660-669.
- Stadnik, J., Dolatowski, Z. J., 2008. Influence of sonication on the oxidative stability of beef.
- Sujiwo, J., Kim, H.J., Song, S.O., Jang, A., 2019. Relationship between quality and freshness traits and torrymeter value of beef loin during cold storage. *Meat Science*, 149, 120-125.
- Şakıyan, Ö., Şumnu, G., Meda, V., Serpil Şahin, S., 2006. Mikrodalga ve Kızılötesi-Mikrodalga Kombinasyonu ile Pişirilen Keki Dielektrik Özelliklerinin İncelenmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, 433-436.
- Şumnu, G., 2001. A review on microwave baking of foods. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 117-127.
- Tang, X., Lyng, J.G., Cronin, D.A., Durand, C., 2006, Radio frequency heating of beef rolls from biceps femoris muscle. *Meat Science*, 72, 467-474.
- Tornberg, E., 2005. Effects of heat on meat proteins; Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493-508.
- Turp, G.Y., 2016. Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour. *Meat Science*, 121, 40-46.
- Vasanthi, C., Venkataramanujam, V., Dushyanthan, K., 2007. Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Meat Science*, 76, 274-280.
- Vaudagna, S., Sanchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M., Lasta, J. A., 2002. Sous vide cooked beef muscles: Effects of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 425-441.
- Wall, K. R., Kerth C.R., Miller, R. K., Alvarado, C., 2019. Grilling temperature effects on tenderness, juiciness, flavor and volatile aroma compounds of aged ribeye, strip loin, and top sirloin steaks. *Meat Science*, 150, 141-148.

- Whitfield, F.B., 1992. Volatiles from interactions of Maillard reactions and lipids. Food Science and Nutrition, 31, 1–58.
- Yarmand, M. S., Homayouni, A., 2009. Effect of microwave cooking on the microstructure and quality of meat in goat and lamb. Food Chemistry, 112, 782-785.
- Yarmand, M. S., Nikmaram, P., Emam Djomeh, Z., Homayouni, A., 2013. Microstructural and mechanical properties of camel *longissimus dorsi* muscle during roasting, braising and microwave heating. Meat Science, 95(2), 419-424.
- Yetim, H.; Kayacier, A.; Kesmen, Z.; Sagdıç, O., 2006. The effects of nitrite on the survival of Clostridium sporogenes and the autoxidation properties of the Kavurma. Meat Science, 72, 206-210.
- Zambak, Ö., 2015. Ultrases önışleminin sığır bonfile ve tavuk göğüs etlerinin kurutma davranışları üzerine etkisi / Effect of ultrasound pretreatment on drying behavior of beef tenderloin and chicken breast meat. Pamukkale Üniversitesi Açık Erişim Arşivi, (Erişim Tarihi: 29.12.18) <https://core.ac.uk/display/53026666>.
- Zhang, Y., Yao, Y., Gao, L., Wang, Z., Xu, B., 2018. Characterization of a microbial community developing during refrigerated storage of vacuum packed Yao meat, a Chinese traditional food. LWT - Food Science and Technology, 90, 562-569.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Dilara AYDIN
Doğum Yeri ve Yılı : Hatay, 1993
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : dilara.aydin.7@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Antalya Muratpaşa Lisesi, 2010
Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, 2015

Mesleki Deneyim

Ekinciler Kokoreç Tesisleri (Isparta) 2018 - (halen)

Yayınlar

Gül H., Tekeli S.G., Altınay B., Aydın D., Hayıt F., Flat Bread with Quinoa for Coeliac Patients 15th International Cereal and Bread Congress April 18-21, 2016, İstanbul, Turkey. P:173.