ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİKRODALGA FIRINDA PİŞİRMENİN TAVUK ETİ PROTEİNLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Melike TAŞKIRAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2018

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Melike TAŞKIRAN tarafından hazırlanan **"Mikrodalga Fırında Pişirmenin Tavuk Eti Proteinleri Üzerine Etkisi"** adlı tez çalışması 03.01.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Halil VURAL
Hacettepe Üniversitesi/Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN
Ankara Üniversitesi/Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Ayla SOYER
Ankara Üniversitesi/Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

03.01.2018



Melike TAŞKIRAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKRODALGA FIRINDA PİŞİRMENİN
TAVUK ETİ PROTEİNLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Melike TAŞKIRAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Çalışmada, mikrodalga (MD) ve elektrikli fırında (EF) pişirme işleminin tavuk göğüs etinin fiziksel, biyokimyasal, tekstürel özellikleri ile proteinlerinde meydana gelen değişimler üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, çiğ ve pişmiş örneklerde, kimyasal bileşim (nem, protein, yağ ve kül içerikleri), su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH değeri, enstrümental CIE* açıklık-koyuluk (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri; tekstürel özellikler (Warner-Bratzler kesme kuvveti ve tekstür profil analizi) belirlenmiştir. Sarkoplazmik ve miyofibrilar protein profilindeki değişimler sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ile, proteinlerin ısıl değişimi ise diferansiyel taramalı kalorimetre (Differential Scanning Calorimeter-DSC) ile incelenmiştir. Gerek MD ve gerekse EF ile gerçekleştirilen pişirme nem içeriklerinde azalmaya, buna bağlı olarak protein, yağ ve kül içeriklerinde artışa neden olmuş ($p<0.05$), ancak iki yöntemin kimyasal bileşim üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Su tutma kapasitesinin pişirme sonrası önemli ölçüde düştüğü; pişirme kaybının ise farklı iki teknikten etkilenmediği görülmüştür ($p>0.05$). Uygulanan pişirme işlemleri sonucunda L*, a* ve b* değerlerinde artış görülmüş ancak aralarındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Tekstür profil analizinde, MD pişirme ile geleneksel fırında pişirmeye göre sertlik değerinin daha yüksek, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiş ($p<0.05$), iki pişirme tekniği arasında elastikiyet açısından önemli farklılıklar olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Warner-Bratzler kesme kuvveti değerleri MD grubunda 41.06 N iken EF grubunda 19.85 N olarak bulunmuştur ($p<0.05$). SDS-PAGE analizinde pişirme işleminin proteinleri denatürasyona uğrattığı ve çiğ etlerde görülen bant yoğunluklarının pişme sonrası azaldığı veya kaybolduğu, EF ve MD arasında belirgin bir fark olmadığı gözlenmiştir. Proteinlerin ısıl değişimlerinin incelenmesinin amaçlandığı DSC analizi sonucunda MD pişirmenin EF pişirmeye göre bir grup proteini daha az denatürasyona uğrattığı görülmüştür.

Ocak 2018, 66 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tavuk eti, Mikrodalga, Pişirme, Proteinler

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF MICROWAVE OVEN COOKING ON
THE PROTEINS OF CHICKEN MEAT

Melike TAŞKIRAN

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

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

In this study, the effects of cooking in the microwave (MWO) or electric oven (EO) on the physical, biochemical, textural properties, and changes in the proteins of chicken breast meat were investigated. For this purpose, proximate composition (moisture, protein, fat and ash contents), water holding capacity (WHC), cooking loss, pH value, CIE * lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) values; textural properties (Warner-Bratzler shear force and textural profile analysis) were determined for both cooked and uncooked samples. The changes in the sarcoplasmic and myofibrilar protein profiles were examined by Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) and the thermal exchange of proteins by Differential Scanning Calorimeter (DSC). Cooking with both MWO and EO caused a decrease in moisture content resulting in increases in protein, fat and ash contents ($p<0.05$). However, the effect of the two cooking methods on the chemical composition did not differ ($p>0.05$). WHC decreased significantly ($p<0.05$) after the cooking process; cooking loss was not affected by the two different techniques ($p>0.05$). L*, a* and b* values increased after the cooking process in both methods, whereas, the difference was not significant ($p<0.05$). In textural profile analysis, it was observed that in the MWO the hardness value was higher while the cohesiveness and chewiness values were lower as compared to conventional cooking method ($p<0.05$). There was no significant difference in elasticity between two cooking techniques ($p> 0.05$). The Warner-Bratzler shear force values were 41.06 N in the MWO group and 19.85 N in the EO group ($p<0.05$). In SDS-PAGE analysis no significant difference between EO and MWO methods was observed while the cooking process denatured the proteins and decreased the intensities of bands present in raw meat. In the DSC analysis conducted to examine the thermal changes of the proteins, it was noted that cooking with MWO caused less denaturation in a group of proteins in comparison to EO cooking.

January 2018, 66 pages

Key Words: Chicken meat, Microwave, Cooking, Proteins

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince her aşamada bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve her konuda hoşgörüsü ile desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) öncelikli olarak teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin bir çok aşamasında yardımını gördüğüm Araş. Gör. Dr. Emine ÇARKCIOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarımda deneyimlerini benden esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Eda DEMİROK ve Araş. Gör. Güliz YALDIRAK HASKARACA'ya; analizlerde ekipmanlarından faydalandığım Prof. Dr. Nuray KOLSARICI, Prof. Dr. Ayla SOYER, Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA, Prof. Dr. Aziz TEKİN'e ve Doç. Dr. Özge ŞAKIYAN DEMİRKOL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında desteğini ve ilgisini benden esirgemeyen canım aileme; tez çalışmam boyunca beni anlayışla karşılayan ve geç saatlere kadar süren laboratuvar çalışmalarımda hep yanımda olan sevgili eşim Gökhan TAŞKIRAN'a; sadece tez yazım aşamasında değil hayatımın tüm alanlarında değerli fikir ve önerileriyle yanımda olan Mehmet TOKER ve diğer dostlarıma en samimi duygularımla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiş ve 15H0443005 numaralı proje sonucu yazılmıştır.

Melike TAŞKIRAN
Ankara, Ocak 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **viii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**
2.1 Kas Proteinleri Kimyasal Yapısı **6**
2.2 Yüksek Sıcaklık Uygulamasının Kas Proteinleri Üzerine Etkisi **7**
2.2.1 Pişirme işlemi **7**
2.2.2 Et ve ürünlerinin pişirilmesi **8**
2.3 Gıdaların Pişirilmesinde Kullanılan Yöntemler **10**
2.3.1 Mikrodalga ısıtma **12**
2.3.2 Mikrodalga fırının çalışma prensibi **12**
2.4 Gıdaların Mikrodalga ile Isıtılmasına Etki Eden Faktörler **16**
2.4.1 Frekans **16**
2.4.2 Dielektrik özellikler **16**
2.4.3 Mikrodalga gücü ve ısıtma hızı **17**
2.4.4 Sıcaklık **17**
2.4.5 Gıdanın kütlesi **18**
2.4.6 Gıdanın su içeriği **18**
2.4.7 Gıdanın yoğunluğu **18**
2.4.8 Fiziksel geometri **18**
2.4.9 Termal özellikler **19**
2.4.10 Elektriksel iletkenlik **19**
2.5 Mikrodalga Pişirme **19**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **24**

3.1 Materyal **24**
3.2 Yöntem **24**
3.3 Analiz Yöntemleri **25**
3.3.1 Nem içeriği **25**
3.3.2 Yağ içeriği **26**
3.3.3 Protein içeriği **26**
3.3.4 Kül içeriği **26**
3.3.5 pH değeri **26**
3.3.6 Pişirme kaybı **27**
3.3.7 Enstrümental renk değerleri **27**
3.3.8 Su tutma kapasitesi **27**
3.3.9 Tekstür profil analizi **28**
3.3.10 Warner-Bratzler kesme kuvveti **28**
3.3.11 Protein çözünürlüğü **28**
3.3.11.1 Toplam protein çözünürlüğü **28**
3.3.11.2 Sarkoplazmik protein çözünürlüğü **29**
3.3.11.3 Miyofibrilar protein çözünürlüğü **29**
3.3.12 Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi **29**
3.3.13 Diferansiyel taramalı kalorimetre **30**
3.3.14 İstatistiksel analiz **30**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA **31**
4.1 Çiğ ve Pişmiş Tavuk Göğüs Etinin Kimyasal Bileşimi ve pH Değeri **31**
4.2 Pişirme Kaybı **32**
4.3 Enstrümental Renk Değerleri **34**
4.4 Su Tutma Kapasitesi **37**
4.5 Tekstür Profil Analizi **39**
4.6 Warner-Bratzler Kesme Kuvveti **42**
4.8 Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi **46**
4.9 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre **49**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **52**
KAYNAKLAR **54**
ÖZGEÇMİŞ **66**

SİMGELER DİZİNİ

ε''	Dielektrik kayıp faktörü
ε'	Dielektrik sabiti
dp	Penetrasyon derinliği
tan δ	Kayıp tanjant
P_r	Yansıtılan güç
C	Karbon
O	Oksijen
N	Azot
H	Hidrojen
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
mL	Mililitre
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans
UV	Ultra Viyole
Rpm	Dakikada Devir
°C	Santigrat
N	Newton
Dk	Dakika

Kısaltmalar

MD	Mikrodalga
EF	Elektrikli Fırın
DSC	Differansiyel Taramalı Kalorimetre
STK	Su Tutma Kapasitesi
TPA	Tekstür Profil Analizi
SPÇ	Sarkoplazmik Protein Çözünürlüğü
MPÇ	Miyofibrilar Protein Çözünürlüğü
TPÇ	Toplam Protein Çözünürlüğü
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Türkiye'de yıllara göre kesilen tavuk sayısı ve tavuk eti üretim miktarları (Anonim 2015) 4
Şekil 2.2 Proteinin dört farklı yapısı (Tornberg 1990) 6
Şekil 2.3 Protein denatürasyonun şematize edilmiş hali (Babür ve Gürbüz 2015) 9
Şekil 2.4 Elektromanyetik spektrum (Anonim 2017) 13
Şekil 2.5 Mikrodalga fırın bölümleri (İbiçek 2006) 15
Şekil 3.1 Deneme planı akış şeması 25
Şekil 4.1 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin L*, a* ve b* değerleri. 35
Şekil 4.2 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin su tutma kapasitesi (%) değerleri 38
Şekil 4.3 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin sertlik (hardness) değerleri 40
Şekil 4.4 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin yapışkanlık (cohesiveness) değerleri 40
Şekil 4.5 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin elastikiyet (springiness) değerleri 41
Şekil 4.6 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri 41
Şekil 4.7 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin protein çözünürlük değerleri 45
Şekil 4.8 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etini miyofibrilar protein ekstraktının SDS-PAGE profili 48
Şekil 4.9 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin sarkoplazmik protein ekstraktının SDS-PAGE profili 48
Şekil 4.10 DSC termal eğrileri. MD: Mikrodalga fırında pişirme, EF: Elektrikli fırında pişirme 51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Farklı hayvan türlerine ait etlerin dielektrik özellikleri* (Lyng vd. 2005) .. 17
Çizelge 4.1 Farklı pişirme işlemi uygulanmış tavuk etinin kimyasal bileşimi 31
Çizelge 4.2 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin pişirme kaybı değerleri (%) 32
Çizelge 4.3 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin L*, a* ve b* değerleri 34
Çizelge 4.4 Çiğ ve pişmiş tavuk göğüs etinin su tutma kapasitesi oranları (%) 38
Çizelge 4.5 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin tekstür profil analizi sonuçları 39
Çizelge 4.6 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin Warner Bratzler kesme kuvveti (shear value) değerleri 44
Çizelge 4.7 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin protein çözünürlüğü değerleri (%) 45

1. GİRİŞ

Tavuk eti; vitamin ve mineral açısından zengin, besin değeri oldukça yüksek hazmedilmesi kolay ve ekonomik olmasından dolayı, dünya genelinde üretim ve tüketimi günden güne artış gösteren hayvansal kaynaklı gıdalardan biridir (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010). Ülkemizde de gelişen ve değişen yaşam standartları ile birlikte sağlıklı beslenme bilinci oluşmakta, kırmızı ete kıyasla daha ucuz ve hazırlanması kolay olması nedeniyle tavuk eti tüketimi günden güne artış göstermektedir (Çiçekgil 2014). Tavuk eti üretiminin yıldan yıla giderek arttığı ülkemizde 2015 yılı üretimi 1 milyon 909 bin ton ve kişi başı yıllık tüketim miktarı 21.8 kg'dır (Anonim 2015).

Tavuk etlerinde lezzet, yapı, renk gibi kalite özellikleri tüketici tercihini etkileyen başlıca unsurlardır. Genel olarak etin en önemli bileşenlerinden proteinlerde ve yağlarda meydana gelen değişimler çiğ ve pişmiş et kalitesini belirleyen temel faktörlerdir. Et ve ürünlerinin tüketilebilir ve lezzetli bir hale gelmesi için yapılan pişirme sürecindeki ısıl işlem sonrası pişmiş üründe başta verim, yapı, renk ve lezzet özellikleri olmak üzere birçok kalite değerleri önemli ölçüde değişmektedir (Tornberg 2005).

Pişirme işlemi, eti insan metabolizması için sindirilebilir hale dönüştürmekte, arzu edilen lezzetin oluşmasını sağlamakta ve eti zararlı mikroorganizmalar açısından güvenilir hale getirmektedir (Calabro ve Magazu 2014). Meydana getirdiği olumlu etkilerin yanında etin kalite parametreleri üzerinde önemli rol oynayan miyofibrilar, sarkoplazmik ve bağ doku proteinleri; ısıl işlem sırasında uygulanan yönteme bağlı olarak değişime uğramaktadır. Farklı protein türlerinin ısıl işleme karşı davranışları da farklılık göstermektedir. Isıl işlem, sarkoplazmik proteinlerin büyük bir bölümünde agregasyon ve koagulasyona sebep olurken, miyofibrilar proteinlerde uygulanan sıcaklığa göre, protein-protein etkileşimleri, jelleşme ve kollajende ise denatürasyon meydana getirmektedir (Bircan ve Barringer 2002). Bu şekilde proteinlerin yapılarında ortaya çıkan değişimler ürünün kalite özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir (Choudhury vd. 2014).

Ülkemiz için oldukça önemli bir hayvansal protein kaynağı olan tavuk eti farklı şekillerde pişirilerek, çok çeşitli menülerde yer almaktadır. Etlerin pişirilmesinde kızartma, ızgara, haşlama, fırında pişirme gibi birçok yöntem uygulanmaktadır. Uygulanan bu yöntemler etin kalite parametreleri üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Son yıllarda enerji ve zaman tasarrufu sağlayan alternatif teknolojiler, gıda teknolojisinde önemi artan uygulamalardan olup pişirme işleminde de tercih edilir hale gelmiştir. Bunlar içinde gıdalarda çözme, pastörizasyon, sterilizasyon ve ön pişirme işlemlerinde kullanılan mikrodalga teknolojisi giderek yaygınlaşmaktadır (Chandrasekaran vd. 2013). İkinci Dünya Savaşı sırasında keşfedilen mikrodalga teknolojisinin şu anda yaklaşık 225 milyon kullanıcısının olduğu ve Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.), Japonya, Avustralya gibi ülkelerde tüketiciler büyük oranda tercih ettiği için elzem mutfak araçları arasında görülmektedir (Caballero vd. 2003).

Geleneksel elektrikli fırında, gıdayı saran sıcak hava gıdanın yüzeyinden iletilerek pişirme işlemi gerçekleşirken, mikrodalgada fırında ise mikrodalga enerjisi kullanılarak gıda içerisindeki su ve iyonların hareketi sonucu gıdanın ısınmasını sağlanmaktadır. Gıdadaki dipol moleküller özellikle su, saniyede yaklaşık 2450 milyon kere dönerek sürtünme oluşturmakta, bu da ısı açığa çıkararak gıdanın pişmesini sağlamaktadır (Buffler 1993, Ohlsson 1993).

Et ve et ürünlerinde mikrodalga ile pişirmenin ürünün kalitesini ve raf ömrünü arttırma, besin öğelerini koruma, daha az katkı kullanımı sağlama, üründe mikrobiyel ve kimyasal bozulmayı engelleme ve daha hızlı hazırlanmasını sağlama gibi avantajları bulunmaktadır (Kala ve Prakash 2006, Akkarachaneeyakorn vd. 2010, Domiszewski vd. 2011).

Mikrodalga fırında etlerin pişirilmesinin en önemli dezavantajı, ürünün yapısal özelliklerinde birtakım olumsuz etkiler oluşturmasıdır (Barbosa-Cánovas vd. 2014). Ancak, bu etkilerin tam olarak neden kaynaklandığı açıklığa kavuşturulmamıştır. Kumar (2006) yaptığı çalışmada tavuk, balık, kuzu etlerinin bazı kalite özellikleri üzerine mikrodalga ve fırında pişirme yöntemlerinin etkilerini incelemiş; mikrodalga ile pişirmede tiamin, riboflavin kaybının fırında pişirmeye göre çok daha az olduğunu

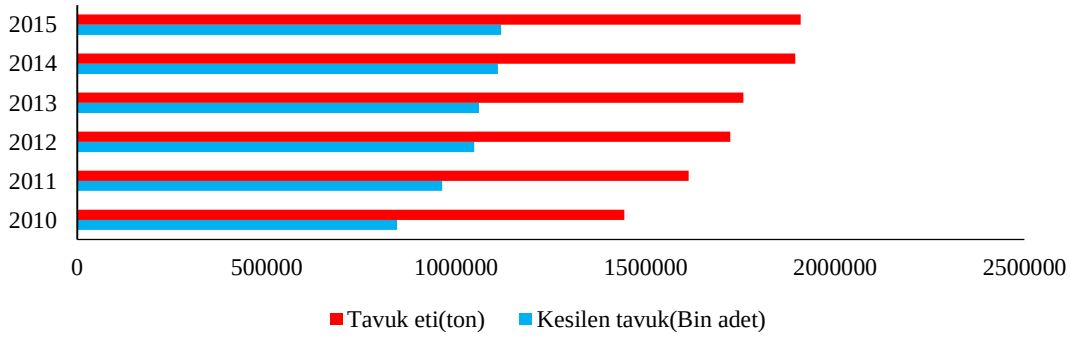
saptamıştır. Soyer vd. (1998) tavuk etinin mikrodalga ile pişirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, göğüs etinde pişirme veriminin diğer pişirme yöntemlerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, Musto vd. (2014) yaptıkları çalışmada mikrodalganın pişirme kayıplarına sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Mikrodalga pişirmenin tavuk eti proteinleri üzerine etkilerinin belirlendiği yayınlanmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, süre ve enerji tasarrufu sağlayan, geleneksel fırında pişirme yöntemine alternatif olarak görülen mikrodalga fırında pişirme yöntemi ile pişirilen tavuk etlerine ait yapısal, fiziksel, kimyasal özelliklerin ve proteinlerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesidir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüzde tavuk eti ve ürünleri üretim sürelerinin kısalığı, üretim maliyetinin kırmızı ete kıyasla daha düşük olması, besin değerinin yüksek, kolestrol ve yağ içeriğinin düşük olması gibi nedenlerden dolayı üretim ve tüketimi gün geçtikçe artan hayvansal kaynaklı gıda grubudur (Soyer vd. 1998, Chouliara vd. 2007). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2002 yılında yaklaşık 696 bin ton olan tavuk eti üretimi 2015 yılında toplam 1 milyon 909 bin tona ulaşmıştır (Şekil 2.1) (Anonim 2015). Sektörde A.B.D., Çin ve Brezilya üretim öncüleri durumunda olup 2013 yılı itibariyle Türkiye dünyada piliç eti üretiminde ilk 10 içerisinde yer almaktadır (Çiçekgil 2014).

Sağlıklı bir bireyin günlük tüketmesi gereken proteinin % 40-50'sinin hayvansal kaynaklı proteinlerden olması gerekmektedir (Aygün vd. 2004). Fakat ülkemizde kişi başına tüketilen proteinin sadece %29'u hayvansal kaynaklıdır (Gündüz vd. 2006). Besd-Bir 2015 yılı raporu ve FAO verilerine göre 2014 yılına ait dünyadaki kişi başına ortalama et tüketim miktarı 42.9 kg, gelişmiş ülkeler ortalaması 76.1 kg iken, bu oran ülkemizde 34.9 kg olarak belirlenmiştir. Yıllık kişi başına düşen piliç eti tüketimi 2015 yılı için ise Türkiye'de 22.8 kg'dır (Anonim 2015). Bu veriler de göstermektedir ki hayvansal protein açığının kapatılmasında önemli rol oynayan tavuk et ve ürünleri ülkemizde oldukça rağbet gören bir gıda grubudur.



Şekil 2.1 Türkiye'de yıllara göre kesilen tavuk sayısı ve tavuk eti üretim miktarları (Anonim 2015)

Teknolojinin ilerlemesi ve insanların gıda konusunda bilinçlenmesi, tüketicinin gıda ürünlerini tercih sebeplerini değiştirmiştir. Günümüzde tüketiciler mümkün olduğunca doğal, katkısız ve en az işlemden geçmiş ürünleri tercih etmektedir. Bu durum ise gıda işlemede yeni teknolojilerin gelişimini teşvik etmiştir (Ramos ve Smith 2009). Tüketiciler fiyat açısından uygunluk gösteren kolay hazırlanabilen sağlıklı doğal ve yüksek kalitedeki ürünleri tercih etme eğilimindedir. Endüstri ise artan üretim ve isteklere cevap vermek durumunda olduğu gibi birtakım yasal yükümlülükleri de yerine getirmek zorundadır. Tüketicinin ve üreticinin bu istekleri yeni teknolojilerin gelişimini zorunlu kılmıştır ve bu konuda yapılan birçok bilimsel çalışma mevcuttur (ElMasry vd. 2012).

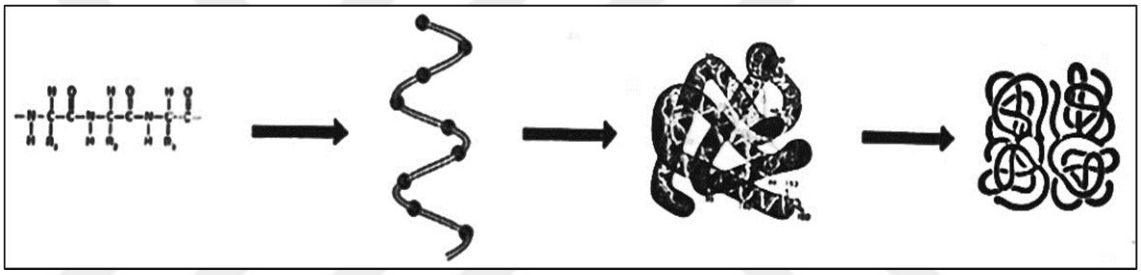
Değişen yaşam şartları ülkemizde de insanları sağlıklı, lezzetli, hazırlanması kolay yeni ürünler keşfetmeye doğru itmektedir. Ülkemizdeki tavuk eti üretim ve tüketim oranlarının yüksekliği, yeni teknolojilerin bu sektörde de kullanılmasını böylelikle farklı formasyonlarda ya da farklı proses koşullarında tavuk et ve ürünlerinin üretilmesini teşvik etmiştir.

Tavuk etinden elde edilen ürünlerin daha fonksiyonel hale getirilmesi ve proses şartlarının iyileştirilebilmesi için öncelikle tavuğun kimyasal yapısı dikkate alınmalıdır. Renk, gevreklik, sululuk, lezzet gibi etin kalite parametrelerini oluşturan unsurların birçoğunun tavuğun kimyasal yapısıyla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010).

Beslenme açısından oldukça değerli olan et proteinleri, gerek taze ette gerekse ileri işlenmiş ürünlerde ürünün fonksiyonel ve duyusal özellikleri üzerine önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle, tavuk etinin özellikleri incelenirken, proteinlerin özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010).

2.1 Kas Proteinlerinin Kimyasal Yapısı

Ortalama % 50-55 oranında karbon (C), % 20-23 oranında oksijen (O), % 12-19 oranında azot (N), % 6-7 oranında hidrojen (H) ve % 0.2-3.0 oranında kükürt (S) içeren ve ribozomlarda sentezlenen proteinler, aminoasit zincirlerinden oluşan polipeptit yapısındaki bileşiklerdir. Proteindeki aminoasit zincirlerinin oluşturduğu yapıya birincil, polipeptit zincirinin molekül içi veya moleküller arasında bağlanmalar sonucu oluşturduğu yapıya ikincil, tek bir protein molekülünün üç boyutlu oluşturduğu yapıya üçüncül, birkaç proteinin katlanmasıyla oluşan yapıya ise dördüncül yapı denilmektedir (Şekil 2.2) (Tornberg 2005).



Şekil 2.2 Proteinin dört farklı yapısı (Tornberg 1990)

Taze etin % 75'ini su, % 20'sini protein, % 1-3'ünü yağ, % 1'ini karbonhidratlar ve geri kalanını vitaminler ve mineraller oluşturmaktadır. Kas dokusu proteinleri; miyofibrilar (tuzda çözünen), sarkoplazmik (suda çözünen) ve bağ doku (çözünmeyen) proteinleri olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Tornberg 2005).

Miyofibrilar proteinler, kas dokusu proteinlerinin yaklaşık % 50-55 kadarını oluşturmakta olup protein iplikçikleri sayesinde kas dokuda kasılıp gevşemeyi sağlamaktadır. Miyofibrilar proteinler, temel kasılmadan sorumlu olan aktin ve miyosin, kasılmanın başlamasında ve devamında önemli rol oynayan düzenleyici proteinler ve hücreye yapısal destek sağlayan titin, nebulin, C-protein gibi proteinler olmak gruplara ayrılmıştır (Zayas 1997).

Aktin ve miyosinden oluşan protein kompleksine "aktomiyosin" denir (Damodaran ve Paraf 1997). Aktin ve miyosin filamentleri çizgili kasta birbiri üzerinde kayma hareketiyle kasılmayı sağlamaktadır. Filamentler tekrar eden alt birimler şeklinde miyofibril boyunca yer alırlar. Bu bölgeye sarkomer denilmektedir. Çizgili kas fibrillerinin enine çizgili görünmesinin nedeni fibriller içerisinde daha ince iplikçikler şeklinde uzanan miyofibrillerin birbirlerine hizalı durmasıdır. Miyofibrillerin çapı yaklaşık 1µ'dur (Gauthier 1970). Kas hücresi, hücrenin uzun ekseninde birbirine paralel olarak giden miyofibriller ile doludur ve hücre zarı ile çevrilidir (Zayas 1997, Sikorski 2001).

Sarkoplazmik proteinler, toplam kas proteinlerinin % 30-35 kadarını oluşturmakta olup kas içerinde birçok fizikokimyasal aktivite meydana getirmektedir. Santrifüjleme işlemi sırasındaki çökme hızlarına göre gruplara ayrılan bu proteinlerin 100'den fazla fraksiyonu olduğu bilinmektedir (Haard vd. 1994, Sikorski 2001).

Etteki toplam proteinin yaklaşık % 2'lik kısmını oluşturan bağ doku proteinleri stroma proteinleri olarak da adlandırılmaktadır. Etin kalite parametrelerinden olan sertlik ve gevreklik üzerine etkili olan bağ doku proteinleri, etin işlenme ve pişirilme şekilleri üzerinde de oldukça etkilidir (Palka ve Daun 1999). En önemli bağ doku proteini kollajen olup, elastin ve retikülin de bu grupta yer almaktadır. Kollajen miktarı etin sertliğinde önemli rol oynamaktadır (Torrescano vd. 2003).

2.2 Yüksek Sıcaklık Uygulamasının Kas Proteinleri Üzerine Etkisi

2.2.1 Pişirme işlemi

Pişirme, gıdalara tüketilme öncesinde uygulanan ısıl işlemdir. Ev tipi pişirme dışında gıda endüstrisi üretim aşamalarında gıdalar birçok ısıl işleme maruz kalmaktadır. Pişirme, gıdaların belirli özellikleri kazanması için kontrollü olarak ısı verilme işlemi olarak da tanımlanabilmektedir (Chen vd. 1999, Obuz vd. 2002). Bir gıda ürününün pişirilmesi sırasında gıdanın renginde, tekstür özelliklerinde, tadında, kokusunda, optik

özelliklerinde, nem içeriğinde, boyutlarında ve besin değerinde önemli değişiklikler gerçekleşmektedir (Barham 2001).

2.2.2 Et ve ürünlerinin pişirilmesi

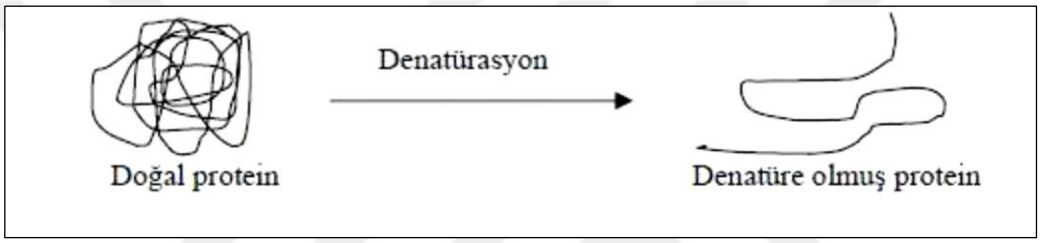
Et ve et ürünlerinin pişirilmeleri esnasında etin rengi, ebatı, tekstürü, yağ miktarı, protein fraksiyonları değişmekte aynı zamanda üründe lezzet oluşumu, pH'da artış, mineral madde miktarında kayıplar yaşanmaktadır. Meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik birçok değişim etin kalitesini önemli şekilde etkilemektedir (Haskaraca ve Kolsarıcı 2013).

Etin lezzetliliğinin ortaya çıkması, sindirilebilir olması, mikrobiyel açıdan güvenilir hale gelmesi, tekstürel bakımdan olgunlaşması ve renginin iyileşmesi için pişirme işlemine tabi tutulması gerekmektedir (Tornberg 2005). Pişirme uygulaması ete lezzet veren aromanın ortaya çıkmasını sağladığı gibi eti patojenik mikroorganizmalar açısından güvenilir hale getirmektedir (Rodríguez-Estrada vd. 1997, Broncano vd. 2009).

Pişirme işlemi sırasında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar etin tüketilebilirliği ve lezzeti üzerine olumlu sonuçlar oluşturduğu gibi pişirme koşulları et üzerinde olumsuz değişimlere de neden olmaktadır. Et ve ürünlerinin pişirilme sıcaklığı, süresi, pişme hızı gibi etkenler etin kimyasal kompozisyonunda, besin değerinde önemli değişimlere sebep olmakta hatta etin besin değerinde kayıp yaşanmaktadır (Kosulwat vd. 2003, Clausen ve Ovesen 2005, Brugiapaglia ve Destefanis 2012).

Pişme işlemi sonrası etteki su kaybının yaşanmasıyla beraber kas proteinlerinin kimyasal yapısında birçok değişim meydana gelmektedir. Bu değişimleri et ve et ürünleri için düşündüğümüzde oluşmasındaki başlıca sebepler, kasın yapısında bulunan protein ve yağın ısının etkisiyle fiziksel ve kimyasal birçok değişime uğramasıdır (Brunton vd. 2006).

Proteinler gıdalarda belirli fonksiyonları gerçekleştirmek amacıyla bulunan bileşenlerdir. Proteinlerin fonksiyonlarını gerçekleştirebilmesi için aktif bölgeleri bulunmaktadır ve bu bölgelerin doğru bir şekilde dizilmiş olması gerekmektedir. Proteinlerin kendi içerisinde farklılık göstermesinin nedeni, bu dizilişin farklılaşması ve protein yapısında katlanmaların olmasıdır. Et ve ürünlerine uygulanan ısıl işlem, belli bir sıcaklık değerinden sonra proteinlerin katlanan yapılarında açılmalara neden olmakta ve proteinler işlevlerini yitirmektedir. Proteinlerin ısı etkisiyle yapılarında meydana gelen değişimlere genel olarak denatürasyon denilmektedir (Şekil 2.3) (Tornberg 2005, Babür ve Gürbüz 2015).



Şekil 2.3 Protein denatürasyonun şematize edilmiş hali (Babür ve Gürbüz 2015)

Pişme sırasında su kaybının oluşması, etin su tutma kapasitesinin değişmesine ve kas proteinlerinin özellikle miyofibrilar proteinler ve kollajenin üzerinde önemli değişimlere sebep olmaktadır (Chiavaro vd. 2009). Isının etkisiyle denatürasyona uğrayan proteinler, kas fibrillerinin büzülmesine hücre membranlarının yıkılmasına ve sonuçta kasın yapısal değişime uğramasına neden olmaktadır (Calabro ve Magazu 2014). Proteinlerin denatüre olması etin su tutma kapasitesini azaltmakta ve vitaminlerin, aromatik maddelerin, uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerin su ile birlikte dışarı çıkmasına neden olmaktadır (Erdoğan 2005).

Isının et bileşenlerinde oluşturduğu değişimlerden biri de etin kalite parametrelerinden biri olan tekstürü üzerinedir. Isının etkisiyle miyofibrilar proteinler sertleşmeye başlarken bağ doku proteinlerinde yumuşama görülmektedir (Palka ve Daun 1999, Dhall vd. 2012). Miyofibrilar proteinlerden aktinin bağ doku proteinlerinden ise kollajenin tekstürde oluşturduğu değişim etin yumuşak veya sertliğinde önemli rol oynamaktadır (Califano vd. 1997, Barham 2001). Etin sertliği özellikle bağ doku

proteinlerinden olan kollajenin yapısı, çözünürlüğü ve miktarına ilişkin olarak değişiklik göstermektedir (Yarmand vd. 2013). Bağ dokuda meydana gelen büzülmenin etkisiyle basınç oluşmakta ve hücre dışına suyunu bırakmaktadır. Bunun sonucunda etin yumuşaklığını kaybetmesine yol açan pişme kaybı meydana gelmekte ve kas dokusunda sertlik oluşmaktadır (Palka ve Daun 1999).

Pişmiş ette meydana gelen renk değişikliği incelenerek etin kalite değeri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir (García-Segovia vd. 2007). Miyoglobin etin renginden sorumlu olan başlıca protein olup pişme işlemi sırasında deoksimiyoglobin, oksimiyoglobin, sülfomiyoglobin, metmiyoglobin gibi türlere dönüşmektedir. Pişirme sırasında oksidasyon ve degradasyon meydana gelmesi miyoglobinin farklı formlara dönüşmesine yol açmakta ve etin rengi değişime uğramaktadır (Liu ve Chen 2001).

2.3 Gıdaların Pişirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Gıdaların pişirilmesi kültürden kültüre farklılık göstermekte olup istenilen tat ve kaliteyi sağlamak için farklı pişirme yöntemleri uygulanmaktadır. Dünya çapında gıdaların pişirilmesinde uygulanan yöntemler ön haşlama (blanching), haşlama (boiling), kapalı kapta ağır ateşte pişirme (braising), derin yağda kızartma (deep frying), glaze etme (glazing), ızgara yapma (grilling), buğulama (poaching), rosto yapma (roasting), kapalı kapta rosto yapma (pot-roasting), az yağda kızartma (shallow frying), ağır ateşte pişirme (simmering), buharda pişirme (steaming), kısık ateşte kaynatma (stewing), tandır (tandoori), fırında pişirme (baking) şeklinde sıralanabilir (Crackneli ve Kaufmann 1992, Kinton 1995, McGee 2003,).

Gelişen teknoloji ile birlikte bu pişirme tekniklerine alternatif olarak ohmik ısıtma, infrared, sous-vide, mikrodalga ve radyofrekans gibi pişirme yöntemleri de gündeme gelmiş ve çeşitli araştırmalara konu olmuştur.

Gıdanın içinden elektrik akımı geçirerek ısı oluşturan ohmik ısıtma et teknolojisinde, donmuş etlerin çözündürülmesi, temperleme ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır

(Çakmak ve Tavman 2011). Elektrik akımına karşı gıdanın içindeki parçacıkların gösterdiği direnç ile ısınma sağlayan ohmik ısıtma, süt pastörizasyonu, haşlama ve çözme işlemlerinde kullanıldığı gibi pişirme prosesinde de araştırmalara konu olmuştur. Yıldız-Turp vd. (2013) ohmik ısıtmanın etin kalite parametreleri üzerine etkileri incelemiş ve geleneksel pişirmeye kıyasla pişirme verimin daha yüksek, daha homojen olduğu sonucuna varmıştır.

İnfrared teknolojisi, gıda sektöründe kurutma, haşlama, pastörizasyon, sterilizasyon, enzim inaktivasyonu, kızartma, pişirme, kavurma gibi birçok alanda kullanılan yeni teknolojilerdendir (Krishnamurthy 2008). Skjöldebrand (2002) yaptıkları çalışmada geleneksel yöntem ile infrared tekniğini fırın ürünlerinin pişirilmesinde uygulamış ve pişme süresinin % 25-50 azaldığını, pişme kaybının düşük olduğu ve duyusal kalitenin benzer olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Toplu beslenme hizmeti veren kurumlar için alternatif bir pişirme yöntemi olarak görülen ‘sous vide’ sıcaklık- süre ilişkisi baz alınarak gıdaların vakumlanmış paketlerde pişirilmesi işlemidir (Baldwin 2012). Gıdanın yapısal ve diğer kalite özelliklerine zarar vermeden, taze haldeki özelliklerine benzer ürün karakteristikleriyle birlikte, istenen sıcaklık ve sürede pişirme avantajı sağlayan bu yöntem, pastörizasyon tekniği olarak da bilindiğinden mikrobiyolojik risk faktörü yüksek olarak görülen et gibi gıdalarda kullanımı oldukça yaygındır (Baldwin 2012, Haskaraca ve Kolsarıcı 2013).

Bu pişirme yöntemlerine ek olarak günümüzde alternatif pişirme tekniklerinden biri olan mikrodalga ve radyofrekans pişirme, elektromanyetik spektrumda 300 MHz-300GHz aralığındaki mikrodalgalar ve 3MHz-300MHz frekans aralığındaki radyo frekans dalgalarla gerçekleştirilen dielektrik ısıtmaya dayanır (Oberndorfer vd. 2000). Radyo frekans ve mikrodalgalar ile dielektrik ısıtma hacimsel ısıtma yöntemlerinden biri olup, gıdaların pastörizasyonu ve sterilizasyonu, buz çözme, gıdaların kurutulması ve dondurulmuş et ürünlerinin defrostlama işlemlerinde kullanılan bir elektro ısıtma teknolojisidir (Richardson 2001).

2.3.1 Mikrodalga ısıtma

Küreselleşen dünya ile birlikte yaşam daha hızlı bir hale geldiğinden insanlar için zamanın önemi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Yemek pişirmek ve tüketmek için saatler harcayan insanlar artık kısa sürede, sağlıklı, enerji tasarrufu sağlayan, pratik bir şekilde yapılan yemeklere ilgi duymakta ve uygulamaktadır.

Gıda pişirme proseslerinden biri olan mikrodalga, enerji verimliliği, yerden tasarruf, hızlı ve homojen pişirme, besin değerini koruma gibi özelliklerinden dolayı geleneksel yönteme göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Mikrodalga teknolojisi 2. Dünya Savaşı sırasında keşfedilmiştir. Gıdaların pişirilmesi amacıyla kullanılması için ilk ABD patentini alan Raytheon Co. Şirketindeki Percy LeBaron Spencer, mikrodalga enerjisinin yiyecekleri ısıtabildiğini radar dalgaları ile deney yaparken cebindeki çikolatanın erimesi ile tesadüfen keşfetmiştir (Graves ve Peckham 1996).

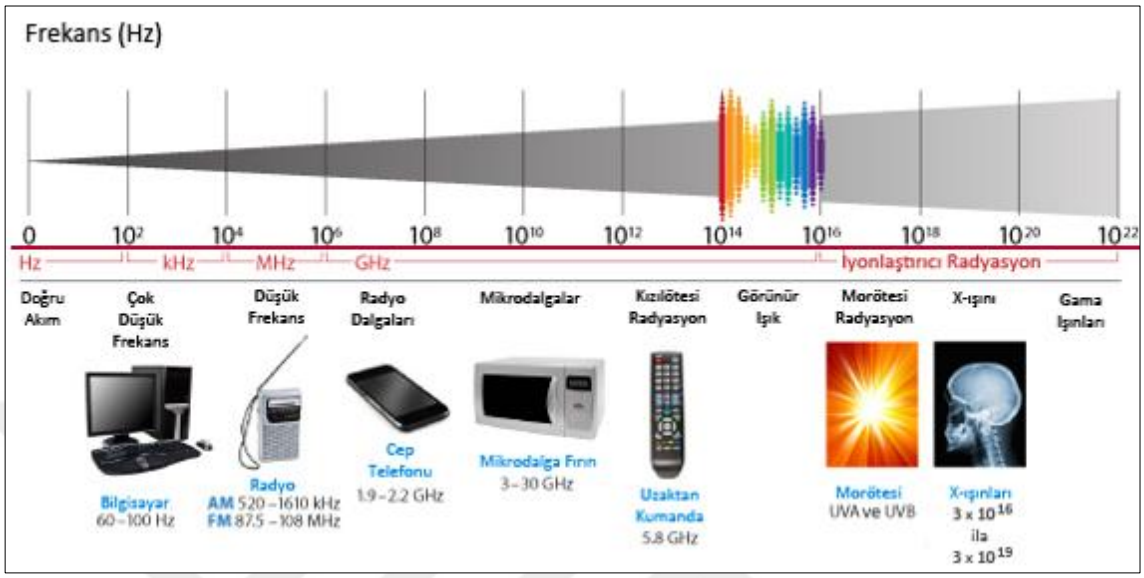
Günümüzde A.B.D.'de evlerin temel gereksinim eşyalarından biri olarak görülmekte olup, her 100 kişiden 95'inin evinde mikrodalga olduğu bilinmekte bu yüksek kullanım oranını Kanada, Avrupa ülkeleri, Japonya takip etmektedir. Ülkemize ön yargılı olarak giriş yapan mikrodalga, gün geçtikçe edinilen bilgilerin ve tavsiyelerin artması ile birlikte kullanımını artmakta ve talep edilen bir araç haline gelmektedir (İbiçek 2006).

Gıda endüstrisinde mikrodalga kurutma, ön pişirme, hazır gıdaların pastörizasyonu, et ve balığın temperlenmesi gibi işlemlerde de kullanılmaktadır (Yarmand ve Homayouni 2011).

2.3.2 Mikrodalga fırının çalışma prensibi

Elektromanyetik dalgalar düşük frekanslı, yüksek frekanslı, mikrodalga, NMR, IR, UV ve X-ray olarak sıralanmaktadır (Damez ve Clerjon 2013). Mikrodalgalar, 1 mm-1 m dalga boyu ve 300 MHz-300 GHz frekans aralığında bulunan, elektromanyetik spektrumun X-ray, UV, görünür ve infrared enerji spektrumlarının aşağısında kalan

iyonize edici olmayan elektromanyetik dalgalardır (Şekil 2.4) (Banik vd. 2003) (https://www.niehs.nih 2017).



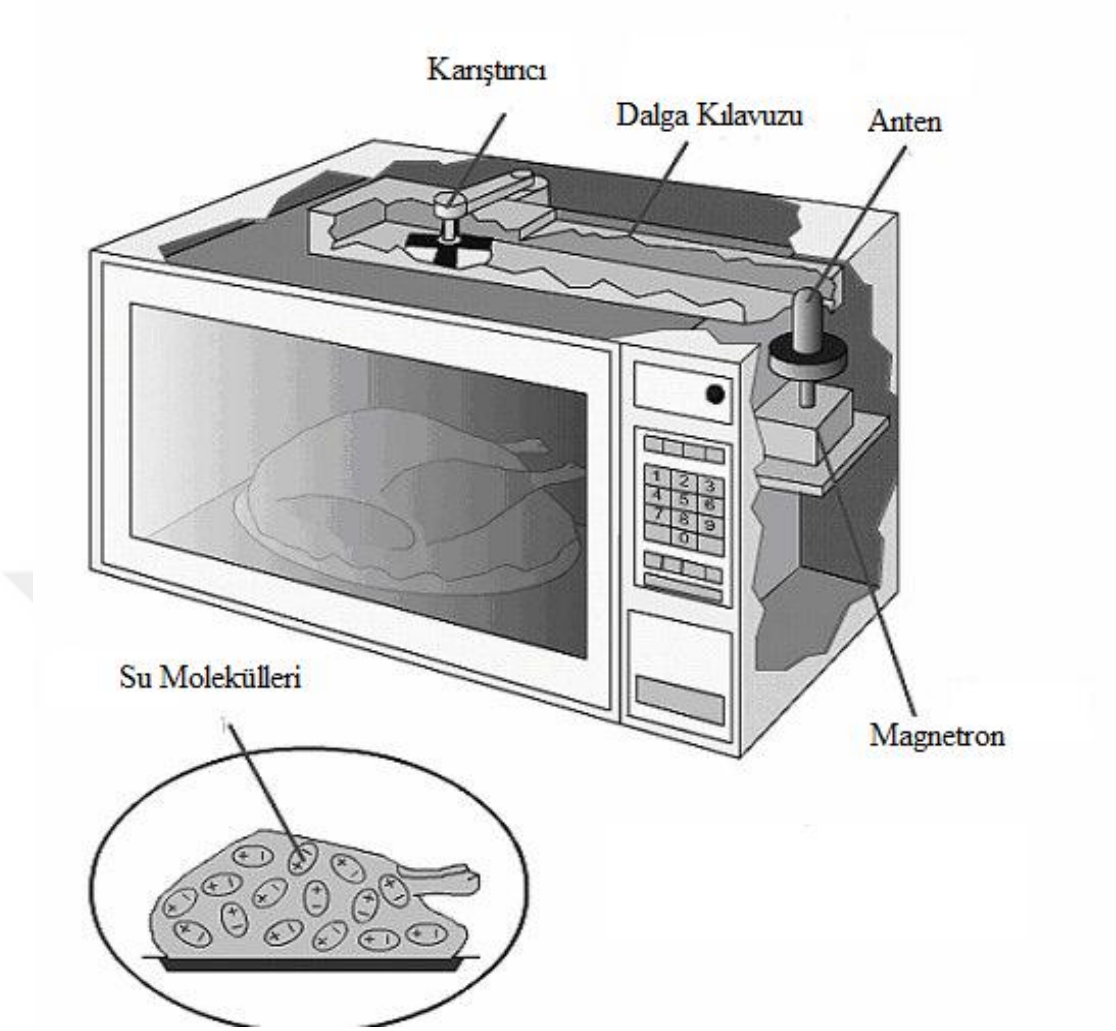
Şekil 2.4 Elektromanyetik spektrum (https://www.niehs.nih 2017)

Mikrodalgalar, elektronik devrelerde elektronların hızlandırılmaları sonucu oluşan dalgalardır. Yüksek güçteki mikrodalgalar vakum tüpleri ile üretilmektedir. Elektronik devrelerde, elektrik enerjisinin elektromanyetik yayılmaya dönüşüm veriminin yüksek olması ve bu devrelerin kolay kontrol edilebilmesi nedeniyle, mikrodalga ısıtma uygulamalarında magnetron veya klystron sürekli mikrodalga üreticisi olarak kullanılır. Magnetron elektrik enerjisini mikrodalga enerjisine dönüştürerek 2450 MHz frekansında mikrodalga üretmektedir. Mikrodalgalar temas ettikleri maddeler ile etkileşime girerek bu etkileşim sonucunda absorbe edilme, yansıtılma ya da hiçbir değişikliğe uğramadan devam etme şeklinde tepkiler göstermektedir (Metaxas ve Meredith 1982, Swain vd. 2004).

Mikrodalgalar materyal üzerinde iyonik kondüksiyon ve dipolar rotasyon olmak üzere iki farklı salınım hareketine sebep olmaktadırlar. İyonik polarizasyon serbest iletken yükleri iletmekte, dipol rotasyon ise su gibi polar moleküllerle etkileşime girmektedir **(**Oliviera ve Franca 2002).

Salınım hareketleri defalarca kez gerçekleşmekte, sürtünme ısısı oluşmakta ve madde ısınmaktadır. Mikrodalga enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü, bu dalgaların bazı mikroskobik sistemler tarafından emilmesi ve daha sonra emici madde moleküllerinin ısıl titreşimlerinin değişimi seklindedir. Bu işlemin süresi pişirilecek gıdanın su içeriğine, yoğunluğuna, dielektrik kayıp faktörüne, kütlesine bağlı olarak değişmektedir. Mikrodalga enerji ile gıda maddesinin ısıtılmasında gıdanın bu özellikleri dışında, mikrodalganın çalışma frekansı, gücü, gıdanın kütlesi, başlangıç sıcaklığı, fiziksel geometrisi, ısıl iletkenlik özellikleri, özgül ısısı gibi birçok parametre de etkili olmaktadır (James vd. 2002).

Mikrodalgaların kutupsallığı her değiştiğinde (+) ve (-) yüklerle yüklü su molekülleri ileri-geri hareketler yaparak saniyede 4,9 milyar kez titreşmektedirler. Yükler, elektrik alanının varlığında alan içerisinde dizilmektedir. Elektromanyetik dalga bir molekülün yanından geçerken, molekül bu alanın etkisine girmektedir. Eğer bir elektromanyetik dalganın elektrik alanı polar moleküldeki atomların arasındaki bağın uzunluğu boyunca salınırsa, bağ boyunca atomları itme ve çekme eğilimi gösterir. Bunun sonucunda bir titreşim ortaya çıkar. Eğer elektromanyetik dalganın elektrik alanı bağ uzunluğuna dik kuvvetler uygularsa, bu durumda molekül dönmeye başlayacaktır. Bu yüksek hızdaki titreşmeden dolayı birbirine sürtünen su molekülleri ısı enerjisini açığa çıkarırlar, böylece gıdanın pişmesini sağlanır. Gıdanın içerisindeki su miktarı arttıkça pişme süresi azalmaktadır. Mikrodalga fırınlarda ortam ve pişirme kabı değil sadece gıda ısınmaya maruz kalmakta ve pişmektedir (Bows vd. 2001), (Şekil 2.5 İbiçek 2006).



Şekil 2.5 Mikrodalga fırın bölümleri (İbiçek 2006)

Mikrodalga ısıtma teknolojisi; kullanım yoğunluğu gittikçe artan, geleneksel yöntemlere göre avantajlara sahip olan, ancak ürün kalitesinde istenilen kalite parametreleri tam karşılayamadığından daha dikkatli incelenmesi ve geliştirilmesi gereken alternatif bir pişirme yöntemidir.

2.4 Gıdaların Mikrodalga ile Isıtılmasına Etki Eden Faktörler

2.4.1 Frekans

Elektromanyetik alanlarda gıdaya penetre olma miktarı ile frekans ters orantı ilişkisi göstermektedir. Bu nedenle kullanılan kaynağın frekansı mikrodalga uygulama süresini etkilemektedir. Kaynağın frekansı arttıkça, gıdaya penetrasyon miktarı azalmaktadır. Bu nedenle mikrodalga ile ısıtılacak gıdanın büyüklüğüne göre frekans seçiminin belirlenmesi gerekmektedir (Schiffmann 1986).

2.4.2 Dielektrik özellikler

Gıdaların dielektrik özellikleri mikrodalga ile ısıtma işlemi sırasında önemli bir etkendir. Bu özellikler içerisinde dielektrik sabiti (ε') ve dielektrik kayıp faktörü (ε'') yer almaktadır. Dielektrik sabiti, gıdanın enerjinin ne kadarını depolayabileceğini, dielektrik kayıp faktörü ise gıdanın enerjinin ne kadarını ısıya dönüştürebileceğini göstermektedir. Diğer önemli bir parametre ise kayıp tanjant (tan δ) faktörüdür. Kayıp tanjant, materyalin dielektrik kayıp faktörünün dielektrik sabitine oranı (ε''/ ε') dır. Bu oran materyale nüfuz eden mikrodalga enerjisinin ısı olarak kullanım miktarını ifade etmektedir (George ve Burnett 1991).

Materyallerin dielektrik özellikleri uygulanan elektrik alanın frekansına, cismin sıcaklığına, yoğunluğuna, kimyasal bileşimine, su içeriğine ve fiziksel yapısına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Venkatesh ve Raghavan 2004). Çizelge 2.1'de Lyng vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada saptanan, belirli frekans değerinde (2450 MHz) farklı hayvan etlerinin dielektrik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1 Farklı hayvan türlerine ait etlerin dielektrik özellikleri* (Lyng vd. 2005)

Kas tipi	Yağlılık düzeyi	ε''	ε'	dp (cm)	tan δ	P_r
Biftek	Yağsız	13.7	43.7	1.91	0.313	0.543
Kuzu bacak	Yağsız	15.0	49.4	1.85	0.303	0.563
Domuz kürek eti	Yağsız	15.1	51.3	1.86	0.295	0.570
Tavuk göğüs	Yağsız	16.1	49.0	1.72	0.328	0.562
Hindi	Yağsız	18.0	5.3	1.64	0.320	0.585
Domuz sırt	Yağlı	0.76	7.9	14.55	0.095	0.227

*ε'':dielektrik kayıp faktörü, ε':dielektrik sabiti, dp (cm): penetrasyon derinliği, tan δ: kayıp tanjant, P_r: yansıtılan güç

2.4.3 Mikrodalga gücü ve ısıtma hızı

Mikrodalga sisteminin gücü arttıkça aynı miktardaki materyali ısıtma hızı da artmaktadır. Buna bağlı olarak da gıdanın ısıtılma süresi değişmektedir (George ve Burnett 1991). Endüstride kullanılan birçok mikrodalga gücü 5-100 kW arasında değişmektedir (Schiffmann 1986).

2.4.4 Sıcaklık

Gıdaların dielektrik özelliklerine etki eden faktörlerden biri de sıcaklıktır. Dielektrik kaybı materyale göre sıcaklıkla değişim göstermektedir (Giese 1992). Mikrodalga ile ısıtılacak olan gıdanın başlangıç sıcaklığı bilindiği takdirde, homojen bir son sıcaklık elde etmek için ayarlama yapmak kolay hale gelmektedir. Gıdaların başlangıç sıcaklığı ne kadar yüksek ise mikrodalga ile ısıtılmaları o kadar hızlıdır (Harrison 1980).

2.4.5 Gıdanın kütlesi

Mikrodalga ile ısıtılacak gıdanın kütlesi ile uygulanması gereken mikrodalga gücü arasında önemli bir ilişki söz konusudur (Schiffmann 1986). Büyük materyaller küçüklere göre daha fazla mikrodalga gücü absorbe etmelerine karşın büyük cisimlerin ısıtılması için gerekli süre daha fazla olmaktadır (Heddleson ve Doores 1993).

2.4.6 Gıdanın su içeriği

Gıda içerisindeki su dielektrik ısıtmadan sorumlu olan başlıca bileşenlerdendir (Barbosa-Cánovas vd. 2014). Gıda içerisinde bulunan su moleküllerinin fazla olması, polarize olacak içerik miktarının artması anlamına gelmekte, bu durumda gıda daha iyi ısınmaktadır (Schiffmann 1986).

2.4.7 Gıdanın yoğunluğu

Gıdanın dielektrik sabitini etkileyen faktörlerden biri de gıdanın yoğunluğudur. Havanın dielektrik sabiti 1'dir ve endüstride ısıtma için kullanılan frekanslarda tamamen geçirgendir. Bu yüzden gıdanın yapısında bulunan hava miktarı arttıkça, o gıdanın dielektrik sabiti düşmektedir. Bununla birlikte; materyalin yoğunluğu arttıkça, dielektrik sabiti de genellikle doğrusal olarak artmaktadır (Schiffmann 1986).

2.4.8 Fiziksel geometri

Mikrodalga ile homojen bir ısıtma sağlanabilmesi ısıtılacak gıdanın boyutuna göre uygun dalga boyu seçimi yapılmalıdır. Dalga boyunun penetrasyon derinliğine yeterli olabilmesi için gıdanın şeklinin de düzgün olması gerekmektedir. Keskin köşe ve kenarlar daha fazla ısınacağı için bunların aşırı ısınmasından kaçınmak gerekmektedir (Schiffmann 1986).

2.4.9 Termal özellikler

Isıtma proseslerinde materyallerin özgül ısı ve ısıl iletkenlik değerleri önemli parametrelerdendir (George ve Burnett 1991). Isıtma işleminin gerçekleşmesi için gerekli olan enerji miktarını hesaplamak için özgül ısı değeri bilinmesi gereken en önemli parametredir. Bu değer gıdanın nem içeriğiyle de yakın ilişki içerisinde olduğu için mikrodalga ısıtma sisteminde önem arz etmektedir (Giese 1992). Isıl iletkenlik, ısının gıdanın içinde homojen bir şekilde penetre olması ve merkeze kadar ısınmasını sağlaması açısından önemlidir. Isıtılacak olan gıdanın ısıl iletkenlik katsayılarının bilinmesi o gıdanın en uygun şekilde ısıtılmasını sağlamaktadır (George ve Burnett 1991).

2.4.10 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik, materyalde elektrik akımının iyon ve elektronların yer değiştirmesi ile taşınması olayıdır. Mikrodalga sistemlerinde ısının üretilmesi için genellikle dipolar dönme mekanizması etkili olurken, özellikle gıda maddelerinin ısıtılmasında iyonik kondüksiyonun önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Mikrodalga ile ısıtılan ürüne tuz ilave edilmesi ürünün ısıtma hızını arttırmaktadır. Çünkü tuz ilavesi penetrasyon derinliğine doğrudan etki etmekte ve yüzeyde aşırı ısınmaya neden olabilmektedir (Schiffmann 1986).

2.5 Mikrodalga Pişirme

Isı akışı iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışınım (radyasyon) yoluyla sağlanmaktadır (Shilton vd. 2002, Kerth vd. 2003, Kondjoyan vd. 2006, Ko vd. 2011). Gıdalara uygulanan ısıl işlemlerde genellikle kondüksiyon ve konveksiyon yolu kullanılırken, son yıllarda kızıl ötesi, mikrodalga ve radyo frekans dalgalarının kullanımı da gittikçe artmaktadır (Calabro ve Magazu 2012, Sun 2012, Benlloch-Tinoco vd. 2014, Chong vd. 2014, Guo ve Zhu 2014, Igual vd. 2014, Li ve Pan 2014, Pina-Perez vd. 2014, Wang vd. 2014, Zhao vd. 2014, Zhu vd. 2014).

Gıda endüstrisinde mikrodalga teknolojisi çözülme, ısıtma, ağartma, pastörizasyon, sterilizasyon, pişirme, kurutma ve kızartma işlemlerinde kullanılmaktadır (Decareau 1986, Venkatesh ve Raghavan 2004). Geleneksel pişirme aracı olarak genellikle kullanım oranı düşük olan mikrodalgalar özellikle yemek firmaları tarafından hazır gıdaları ısıtma amacı taşıyan araçlardır (Campanone ve Zaritzky 2005).

Son zamanlarda gıdaların mikrodalga ile pişirilmesi konusu üzerine yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Bunun sebepleri arasında mikrodalga pişirmede ısının gıdanın içinde hacimsel olarak oluşması ve böylece istenilen son sıcaklığa daha kısa sürede ulaşılması, daha üniform pişirme gerçekleşmesi, verilen elektromanyetik enerjinin kayıp olmaksızın ısıya dönüşmesi ve enerji tasarrufu sağlıyor olması gösterilebilir (Yarmand 2011).

Jouquand vd. (2015) yaptıkları çalışmada, mikrodalga pişirme proses şartlarını en uygun şekilde optimize etmiş ve geleneksel pişirmeye göre zamandan % 56 tasarruf ederken harcanan enerjinin de daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Mikrodalga pişirmenin avantajları olduğu gibi pişirilen gıdanın yeterince esmerleşememesi, ısıl üniformluk sağlamada eksiklikler, bazı besin değerlerinde kayıplar ve istenmeyen tekstür oluşturma gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Içöz vd. 2004, Uzzan vd. 2006, Mizrahi 2012). Bu dezavantajların sebeplerinden biri olarak mikrodalganın oluşturduğu ısının yetersiz olması gösterilebilmektedir (Yarmand ve Homayouni 2009).

Çiğ etin belirgin bir kokusu ve tadı olmadığından tüketilebilir duruma gelmesi yani istenilen renk, tat ve kokuya sahip olabilmesi için uygulanan ısı çok önemlidir. Normalde etin 110 ^{o}C üzerindeki sıcaklıklara maruz kalması sonucu pişmiş etin tadı ve kokusunun oluşmasında büyük rol oynayan mailard reaksiyonu gerçekleşmektedir (Bejerholm ve Aaslyng 2003). Maillard reaksiyonu yüksek sıcaklıkta dehidrate olan gıdadaki indirgen şeker ile aminoasit arasında gerçekleşen serbest şekerlerin karemalizasyonu ile esmerleşme ve tat oluşumunu sağlayan bir tepkimedir (Henle 2003, Perez-Juan vd. 2012). Mikrodalga fırınlar ile konveksiyonel fırının en büyük farkı, fırın

içi sıcaklığın dolayısıyla gıdanın yüzey sıcaklığının düşük olmasından dolayı mikrodalga fırınlarda esmerleşme etkisinin gözlenememesidir (Thostenson ve Chou 1999).

Aroma, gıdaların lezzetini ve tüketiciler tarafından tercih edilebilirliğini etkileyen bir faktördür (Ba vd. 2012). Isının etkisiyle meydana gelen lipit oksidasyonu, mailard reaksiyonu, vitamin degradasyonu gibi kimyasal olaylar ve büyük moleküllerin küçük moleküllere dönüşmesi aromanın oluşmasında başlıca rolü olan uçucu bileşiklerin açığa çıkmasını sağlamaktadır (Ba vd. 2012).

Domínguez vd. (2014) yaptıkları çalışmada kızartma, kavurma, mikrodalga ve ızgara pişirme işlemini at etine uygulamışlar ve uçucu bileşen miktarları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Pişme kaybının da değerlendirildiği çalışmada en yüksek kaybın mikrodalga ile pişirme işleminde gerçekleştiği görülmüştür. Uçucu bileşen miktarı kavrulmuş ette yüksek bulunurken mikrodalga ile pişirilmiş etlerde düşük değerler tespit edilmiştir.

Pişmiş et ürünlerinin tat değişiminden olumlu ve olumsuz yönden sorumlu olan bir diğer tepkime ise lipit oksidasyonudur. Bu reaksiyonun primer ürünleri olan hidroperoksitler kokusuz iken ikincil ürünlerin (hidrokarbonlar, furanlar ve alkoller) oksidasyona uğrayarak parçalanması sonucu oluşan bileşenler pişmiş etin tat ve kokusunda değişimler oluşturmaktadır (Konyalıoğlu 2001).

Yağ, et ve et ürünlerinin pişme işlemi sonucundaki duyusal ve tekstürel özelliklerini etkileyen etin esas bileşenlerindendir. Mikrodalga çalışma prensibinde gıdanın içerisindeki su ve tuz miktarı nasıl önemli ise, yağ da düşük dielektrik sabiti ve kayıp faktörü gibi termal özelliklere sahip olmasından dolayı o kadar önemlidir. Yağ sahip olduğu bu özelliklerinden dolayı mikrodalga ile ısıtma hızını arttırır ve maksimum sıcaklığa daha hızlı ulaşılmasını sağlar (Fakhoury ve Ramaswamy 1993, Gunasekaran vd. 2005, Picouet vd. 2007).

Yarmand ve Homayouni'nin (2009) yaptığı bir çalışmada, geleneksel fırında ve yerli endüstriyel mikrodalga fırında (2450MHz; ev tipi mikrodalga için 700 ve endüstriyel mikrodalga için 12000 watt seviyeleri) pişirilen keçi ve kuzu kaslarının, yağ tutma ve yağ hücrelerinin yıkılma oranları karşılaştırılmıştır. Geleneksel fırında pişirilen kasların yağ tutma özelliğinin daha yüksek olduğu, mikrodalga fırında pişirilen kaslarda ise yağ hücrelerinin parçalanıp ayrılma oranlarının konvansiyonel fırınlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Pişme işlemi ile birlikte protein denatüre ve koagüle olmakta, etin su tutma özelliği azalmakta ve ette organoleptik kayıplar yaşanmaktadır. Su kaybının yaşanması etteki su ile beraber aromatik maddelerin ve bazı vitaminlerin kaybına neden olmaktadır. Kumar (2006) yaptığı çalışmada tavuk, balık ve kuzu etlerinin bazı kalite özellikleri üzerinde mikrodalga fırın ile geleneksel fırında pişirme yöntemlerinin etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda mikrodalga ile pişirmede tiamin, riboflavin kaybının fırında pişirmeye göre çok daha az olduğunu saptamıştır.

Pişme kaybı sırasında yaşanan kütle transferi doğal olarak uygulanan ısıl işleme göre farklılık göstermektedir (Cheng ve Sun 2008). Mikrodalga ile pişirme diğer işlemlerle kıyaslandığında daha yüksek pişme kaybının yaşandığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak yüksek elektromanyetik alanda uygulanan yüksek güç nedeniyle kısa sürede su ve yağ salınımının olması ve akabinde yaşanan protein denatürasyonu olarak gösterilebilmektedir (Yarmand vd. 2013). Lorenzo vd. (2015) farklı pişirme teknikleri uygulanarak pişirilen keçi etinin özelliklerini araştırmışlardır. Pişirme teknikleri olarak kavurma, ızgara, mikrodalga ve kızartma prosesleri uygulanmış ve mikrodalga ile pişirilen ette daha yüksek pişme kaybı daha düşük su tutma kapasitesi olduğu gözlenmiştir. Soyer vd. (1998) tavuk etinin mikrodalga ile pişirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, göğüs etinde pişirme veriminin diğer pişirme yöntemlerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Musto vd. (2014) yaptıkları çalışmada mikrodalga pişirme işleminin etteki pişme kaybı üzerinde oldukça etki gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. İstenilen son sıcaklığa mikrodalga ile hızlı bir şekilde ulaşılmış olması ani protein denatürasyonuna neden olarak hücre içindeki suyun salınımına ve kas fibrillerinin büzülmesine neden olmaktadır. Aynı araştırmada, mikrodalga ile ısıtma

sırasında uygulanan sürenin et proteinlerinden olan miyogloninin denatürasyonu sonucunda etin renginde farklı değişimlere neden olduğu sonucuna da varılmıştır.

Seideman (1984)'e göre etin rengi tüketici açısından önem taşıyan en önemli kalite parametrelerinden biridir. Rababah vd. (2006) yaptıkları bir çalışmada mikrodalga fırın ve elektrikli fırında pişirilen tavuk göğüs etine eklenen bitki ekstraktlarının tavuk etinin fizikokimyasal özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada mikrodalga ile pişirilen tavuk göğüs etinin kırmızılık (a^*) değeri elektrikli fırın ile pişirilene göre daha yüksek, açıklık değeri (L) daha düşük olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda mikrodalga ile pişirilen göğüs etlerinin tekstür profil analiz parametreleri elektrikli fırına göre daha yüksek bulunmuştur (Rababah vd. 2006).

Pişme işleminde etin arzu edilen tekstürel özelliklere sahip olmasını sağlayan faktörlerden biri etteki bağ doku proteinlerinin ısının etkisiyle çözünebilir olmasıdır. Ancak bu aşamada miyofibrilar proteinler (aktin, miyosin) denatüre olarak etin sertleşmesine neden olabilmektedir (Palka ve Daun 1999).

Yarmand vd. (2013) deve etine haşlama, kavurma ve mikrodalga ile pişirme işlemlerini uygulayarak üç işlemin etin *longissimus dorsi* kası üzerinde oluşturduğu yapısal farklılıkları incelemiştir. Mikrodalga ile pişirilen etteki kesme kuvveti ve sıkıştırma kuvveti gibi tekstür analiz verilerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu ve bunun nedeninin mikrodalgada ettteki kollajenin daha az çözünmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu verileri denatürasyon sıcaklığı ve entalpisi gibi proteinlerin ısısal özellikleri hakkında bilgi veren DSC analiz sonuçları da desteklemiş ve bağ doku proteinlerinin diğer yöntemlere göre daha az denatüre olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

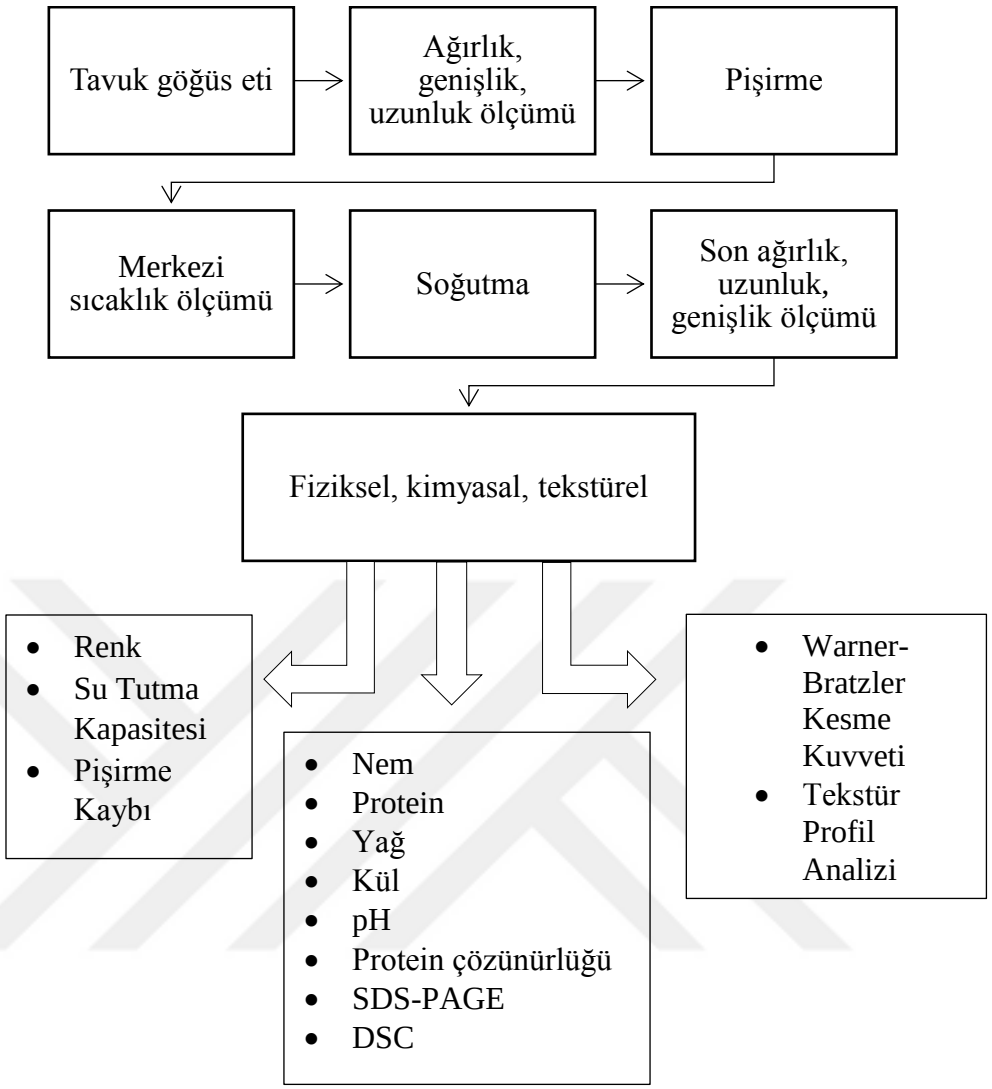
3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan tavuk göğüs eti Ankara piyasasındaki bir süpermarketten temin edilmiş derisiz tabak bonfiledir. Tavuk göğüs etinin pişirilmesi amacıyla Siemens marka mikrodalga fırın ve Arçelik marka elektrikli fırın kullanılmıştır. Pişirme işlemi öncesinde örnekler Koroplast marka yaklaşık 25×38cm ebatında, 200-300 °C'ye dayanıklı polyester film malzemeden üretilmiş fırın torbasına yerleştirilmiştir.

3.2 Yöntem

Çiğ örneklerde yapılması gereken analizler için tavuk göğüs etinin bir kısmı 4 °C sıcaklıkta buzdolabında muhafaza edilmiştir. Pişme işlemine maruz kalacak olan tavuk göğüs etinin başlangıç ağırlık, uzunluk, genişlik birimleri ölçülmüş daha sonra iki parçası orta boy fırın torbasına yerleştirilmiştir. Fırın torbasına aynı karkastan alınmış iki parça tavuk göğüs eti konulmuş daha sonra hazırlanan örnekler fırın tepsisine yerleştirilerek 200 °C'de 20 dakika pişirilmiştir (Soyer vd. 1998). Pişirme işleminden önce bağlama teli ile bağlanan torbalar toplu iğne yardımıyla farklı üç bölgesinden delinmiştir.

Mikrodalga pişirme için hazırlanan aynı karkastan alınan iki parça göğüs eti aynı fırın torbasına konulup cam bir tabağa yerleştirilmiştir. Mikrodalga güç ayarı 180 W, süre ayarı ise 10 dakika olarak ayarlanmıştır (Rababah vd. 2006). Süre, güç ve sıcaklık parametrelerinin belirlenmesinde etin merkez sıcaklığının en az 83 °C'ye gelmesine dikkat edilmiş, ön denemelerden sonra belirlenen değerler uygulanmıştır. Elektrikli fırında pişirme işlemi için fırın 200 °C'de ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Pişme sonrası etlerin sabit tartıma gelebilmesi için bir süre soğumaya bırakılmış daha sonra uzunluk, genişlik, ağırlık ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.1 Deneme planı akış şeması

3.3 Analiz Yöntemleri

3.3.1 Nem içeriği

Ham maddenin başlangıçtaki ve pişirme işlemleri sonrasındaki nem miktarını belirlemek için, kuru madde kapları etüvde 105 °C'de en az iki saat tutularak sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmıştır. Kuru madde kaplarına yaklaşık 5g örnek tartılmış ve 105 °C'deki etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.3.2 Yağ içeriği

Örneklerin toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhelet düzeneği kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla kuru madde analizinde kullanılan 5 gramlık çiğ ve pişmiş örnekler darası alınmış yağ balonlarına konulmuştur ve çözgen olarak petrol eteri kullanılarak Soxhelet ünitesinde örnekte bulunan yağ miktarı yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.3.3 Protein içeriği

Çiğ ve pişmiş örneklerin % azot miktarı Kjeldahl yöntemi ile belirlendikten sonra 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarları tespit edilmiştir (Anonymous 1990).

3.3.4 Kül içeriği

Kül miktarının belirlenmesi için, 105 °C'ye ayarlı etüvde en az iki saat tutularak sabit ağırlığa getirilmiş kül krozelerine yaklaşık 3 gram örnek tartılmış ve 105 °C'deki kurutma dolabında 10-12 saat kurutulmuştur. Daha sonra örnek kül fırınına alınmış ve burada kademeli olarak yakılarak 550 °C'de tamamen gri-beyaz olana kadar işleme devam edilmiş ve kül haline getirilmiştir. Meydana gelen ağırlık farkından % kül miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.3.5 pH değeri

Çiğ ve pişmiş örneklerden yaklaşık 10g tartılarak 100mL distile su ilave edilip Miccra marka homojenizatör (Model D-9, Almanya) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneğin pH değeri pH metre cihazıyla (Thermo Scientific Orion Star A211 Benchtop pH Meter) tespit edilmiştir (Vural ve Öztan 1996). Örneklerde pH ölçümüne başlamadan önce pH metrenin pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri ile kalibrasyonu yapılmıştır.

3.3.6 Pişirme kaybı

Elektrikli fırında ve mikrodalgada pişirilen örnekler oda sıcaklığına gelene kadar bekletildikten sonra hassas terazide tartılmış ve pişme işlemi uygulanmadan önce yapılan ilk tartım ağırlığına göre yüzde olarak pişme kaybı hesaplanmıştır (Cong-Gui vd. 2006).

3.3.7 Enstrümental renk değerleri

CIE L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde Konica Minolta Chroma Meter CR 4000 renk cihazı kullanılarak her grup için iki paralelde üç ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Candoğan 2002).

3.3.8 Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi Lorenzo vd. (2015) yaptıkları çalışmada belirtilen yönteme göre hesaplanmıştır. Pişmiş örnekler oda sıcaklığına geldikten sonra yaklaşık 15g tartılmış ve tartılan örnekler 10780 rpm'de 30 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur (Sigma 3K15, PostFach, Almanya). İşlem sonrası santrifüj tüplerinden süpernatant atıldıktan sonra itinayla çıkarılan örnek tekrar tartılmıştır. Santrifüj öncesi ve sonrası oluşan ağırlık kaybı yüzde olarak hesaplanmış, bu değer örneğin pişme kaybı yüzdesi ve nem yüzdesini içeren formülde yerine konularak pişmiş örneklerdeki su tutma kapasitesi hesaplanmıştır.

$$\mathrm{STK} = (1 - \frac{\mathrm{A} + \mathrm{B}}{\mathrm{C}}) \times 100$$

STK= Su tutma kapasitesi(%)
A=Pişmiş örneklerdeki santrifüj öncesi ve sonrası oluşan ağırlık kaybının yüzdesel değeri
B=Pişme kaybı yüzdesi
C=Pişmiş örneğin nem miktar yüzdesi

3.3.9 Tekstür profil analizi

Tekstür profil analizi (TPA) ile örneklerin sertlik (hardness), elastikiyet (springiness), yapışkanlık (cohesiveness), çiğnenebilirlik (chewiness) özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla TA- XT plus tekstür analiz cihazı (Stable Micro System, İngiltere) kullanılmıştır. Örnekler, orta kısımlarından 1.9 cm kalınlığında şerit şeklinde kesilerek analize hazır hale getirilmiş ve fibrillere paralel olarak analize tabi tutulmuştur. Örneklerin Tekstür Profil Analizinde prob olarak P25 seçilmiştir. Ölçümlerde analiz koşulları ön test hızı 5 mm/saniye, test hızı 10 mm/saniye, test sonrası hızı 10 mm/saniye, uzaklık 3.0 mm, trigger kuvveti 0.05 N ve iki sıkıştırma arasındaki süre 5 saniye ve % 50 kompresyon olarak seçilmiştir. TPA eğrisinden otomatik olarak elde edilen veriler tekstürel özelliklerin hesaplanmasında kullanılmıştır (Rababah vd. 2006).

3.3.10 Warner-Bratzler kesme kuvveti

Çiğ ve pişirilmiş tavuk göğüs etleri Lorenzo vd. (2015) uyguladıkları yönteme göre orta bölgelerinden 1×1×2.5 cm ölçülerinde kesilmiştir. Kesme aparatı cihaza yerleştirildikten sonra kesme kuvveti 3.33 mm/s olarak ayarlanmış ve kesme gerçekleştirilmiştir. Maksimum kayma kuvveti (N) olarak tekstür profil analiz cihazı aracılığıyla hesaplanmıştır (Texture Exponent 32, Stable Micro System, İngiltere).

3.3.11 Protein çözünürlüğü

3.3.11.1 Toplam protein çözünürlüğü

Homojen et örneklerinden yaklaşık 2 g tartılmış ve üzerine 20 ml 0,1 M fosfat tampon (pH=7,4) çözeltisinde hazırlanmış 1,1 M'lık potasyum iyodür çözeltisi eklenmiştir. Örnek 1 dakika süreyle ultraturraks kullanılarak homojenize edildikten sonra 6000 rcf'de 4 °C'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Süpernatantın protein konsantrasyonunu belirlemek amacıyla Bradford ayracı kullanılmış ve 595 nm'de spektrofotometrede

okuma yapılmış, gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra örneğin yüzde (%) olarak toplam protein çözünürlüğü hesaplanmıştır (Farouk vd. 1998).

3.3.11.2 Sarkoplazmik protein çözünürlüğü

Örneklerden yaklaşık 2 g tartılmış ve 20 ml 0,025 M fosfat tampon (pH=7,4) eklendikten sonra 1 dakika ultraturraks işlemine tabi tutulmuştur. Örnek 6000 rcf'de 4°C'de 15 dakika süreyle santrifüjlendikten sonra protein konsantrasyonu Bradford ayracı kullanılarak belirlenmiş ve gerekli hesaplamalar yapılarak örneklerin yüzde (%) sarkoplazmik protein çözünürlüğü tespit edilmiştir (Farouk vd.1998)

3.3.11.3 Miyofibrilar protein çözünürlüğü

Örneklerin miyofibrilar protein çözünürlüğü aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

MPÇ=TPÇ-SPÇ
MPÇ= Miyofibrilar protein çözünürlüğü
TPÇ=Toplam protein çözünürlüğü
SPÇ=Sarkoplazmik protein çözünürlüğü

3.3.12 Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi

Örneklerin protein profilindeki değişimleri inceleyebilmek için öncelikle sarkoplazmik ve miyofibrilar proteinler ekstrakte edilmiştir. Sarkoplazmik proteinlerin ekstraksiyonu için 10-15g tartılan örnekler 40mL K-fosfat buffer ile homojenize edilmiş ve 1200g'de 4 °C'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatant cam yününden filtre edildikten sonra koyu renkli şişelere aktarılmıştır. Miyofibrilar proteinlerin ekstraksiyonuna pellet üzerinden devam edilmiş ve pellet üzerine 40 mL 8M üre (% 1 βmerkaptoetanol içeren) ilave edilmiştir. Homojenizat 1200g'de 20 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve süpernatant cam yününden filtre edilmiştir.

Ekstrakte edilen protein örneklerinin miktarını belirlemek amacıyla Bradford ayracı kullanılmış ve 595 nm'de örneklerin absorbansları okunmuştur. Protein konsantrasyonları, bovin serum albümin standart olarak kullanılmasıyla belirlenmiş ve ekstraktların konsantrasyonu 2 mg/mL'ye ayarlanacak şekilde sample buffer ilave edilerek ardından 95 °C'de 10 dakika su banyosunda kaynatılmıştır. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) işlemi için polyacrylamide jeller hazırlanmış ve analizler Laemmli (1970) tarafından bildirilen yöntem kullanılarak yapılmıştır. Molekül ağırlık kalibrasyon standartları olarak yüksek ve düşük molekül ağırlıklı protein standartları karışımı (Bio Rad) kullanılmıştır. Standartta yer alan proteinler; miyosin, β-galaktosidaz, sığır serum albümini, ovalbumin, karbonik anhidraz, soya tiripsin inhibitörü, lizozom ve aprotinindir. Elektroforez işlemi, Bio-Rad Mini Protean elektroforez düzeneği ve Bio-Rad Model Power Pac Basic güç kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Jeller, % 10 asetik asit ve % 40 metanol içeren çözelti içinde 15 dakika SDS'in uzaklaştırılması için yıkanmış, Phast Gel Blue R 350 tabletleri kullanılarak hazırlanan boya çözeltisinde 45 dakika boyandıktan sonra, % 10 metanol ve % 5 asetik içeren çözelti içinde, jel zemininden boya uzaklaştırılana kadar bekletilmiştir (Laemmli 1970).

3.3.13 Diferansiyel taramalı kalorimetre

Çiğ ve pişmiş tavuk göğüs etindeki proteinlerin ısıl değişimlerinin belirlenmesi amacıyla diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) (Perkin Elmer, Waltham, MA) cihazı kullanılmıştır. Chang vd. (2011) yöntemine göre yaklaşık 10 mg örnek hermetik alüminyum penlere hassas terazi kullanılarak tartılmıştır. Örnekler 20 °C'den 100 °C'ye kadar 5 °C /dk ısıtma hızı ve 20mL/dk nitrojen akışıyla ısıtılmıştır. Referans olarak boş pen örneğin önündeki kutucuğa yerleştirilmiştir. Oluşan termogramdaki pikler aracılığıyla proteinlerin denatürasyon ısıları tespit edilmiştir.

3.3.14 İstatistiksel analiz

Araştırma sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Üç tekerrür ve üç paralelli gerçekleştirilen çalışmada grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Duncan Çoklu Karşılaştırma testi veya LSD kullanılarak tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Çiğ ve Pişmiş Tavuk Göğüs Etinin Kimyasal Bileşimi ve pH Değeri

Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin nem, protein, yağ ve kül içerikleri ve pH değerleri çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı pişirme işlemi uygulanmış tavuk etinin kimyasal bileşimi

Gruplar	Nem	Protein	Yağ	Kül	pH
ÇİĞ	75.04 ± 0.24^{A}	21.82 ± 0.98^{B}	1.78 ± 0.32^{A}	1.18 ± 0.02^{A}	6.25 ± 0.05^{A}
EF	69.24 ± 0.69^{B}	28.52 ± 0.97^{A}	4.26 ± 1.25^{A}	1.09 ± 0.02^{B}	6.23 ± 0.06^{A}
MD	69.35 ± 0.51^{B}	28.93 ± 0.88^{A}	3.11 ± 0.69^{A}	1.20 ± 0.02^{A}	6.33 ± 0.04^{A}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
A-B: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Buna göre çiğ, elektrikli fırın, mikrodalga gruplarına ait nem içerikleri sırasıyla % 75.04, % 69.24, % 69.35 ve yağ içerikleri % 1.78, % 4.26, % 3.11 olarak bulunmuştur. Yağ içeriği pişirilmiş ürünlerde nem miktarının azalmasına bağlı olarak artış gösterdiğinden pişirme işlemi yağ içeriğini arttırmıştır. Elektrikli fırında pişirilen tavuk göğüs etindeki yağ miktarı mikrodalgada pişirilene göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Mikrodalga ve elektirikli fırında pişirme işlemine tabi tutulmuş tavuk göğüs etinin protein içerikleri çiğ, elektrikli fırın, mikrodalga sırasıyla % 21.82, % 28.52, % 28.93 olarak bulunmuş ve en yüksek protein miktarının mikrodalga ile pişirilen örneklerde görüldüğü; ancak, gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. Kül içerikleri incelendiğinde en yüksek oranın % 1.20 ile mikrodalga ile pişme grubunda olduğu görülmekte olup ($p<0.05$), çiğ örneklere göre pişirme sonucu mineral madde kaybının elektrikli fırında pişirme tekniğinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Soyer vd. (1998) yaptıkları çalışmada, geleneksel ve mikrodalga pişirme yöntemlerinin tavuk etinin bazı kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda tavuk göğüs etinin nem miktarını sırasıyla çiğ, fırın, mikrodalga değerleri % 75.47, % 69.07, % 69.68; protein içerikleri, % 21.55, % 26.62 , % 26.53; yağ içerikleri, % 2.08, % 3.57, % 3.12 olarak; kül içerikleri 1.16, % 1.21, % 1.17 olarak tespit edilmiştir. Soyer vd. (1998) tarafından kimyasal bileşim için elde edilen sonuçlar, bu çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Tavuk göğüs etlerinin pişirme sonucu pH değerindeki değişim Çizelge 4.1'de verilmiştir. Tavuk göğüs etinin başlangıç pH değeri 6.25 olarak bulunmuş, elektrikli fırında pişirilen örneklerde 6.23; mikrodalga fırında pişirilenlerde ise 6.33 olarak tespit edilmiştir. Pişirme yönteminin tavuk göğüs etinin pH değerin üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki ($p>0.05$) oluşturmadığı gözlenmiştir.

4.2 Pişirme Kaybı

Mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin pişirme kaybı değerleri çizelge 4.2'de verilmiştir. Araştırmada mikrodalga ve elektrikli fırın pişirme tekniklerinin pişirme kaybı üzerinde önemli bir farklılık ($p>0.05$) oluşturmadığı gözlenmiştir. Fırında pişirilen etin pişirme kaybı % 24.09, mikrodalgada pişirilenin ise % 23.83 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin pişirme kaybı değerleri (%)

Gruplar	Pişirme kaybı(%)
EF	24.09 ± 1.86^{A}
MD	23.83 ± 1.01^{A}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
$^{A-:}$ Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Pişme kaybı, ısıl işlem sırasındaki kütle aktarım mekanizmasına bağlı olarak değişim gösterdiğinden uygulanan pişirme tekniğine göre farklılık göstermesi beklenmektedir (Cheng ve Sun 2008). Lorenzo vd. (2015) tarafından tay eti üzerine yapılan çalışmada en yüksek pişme kaybı % 39.5 ile mikrodalga ile pişirmede gözlenirken, en düşük oran % 25.8 ile ızgara tekniğinde tespit edilmiştir. Diğer araştırmalarda ise mikrodalga ile pişirme işleminin oluşturduğu pişme kaybı oranı % 29.9 ve 35.2 arasında değiştiği görülmüştür (Dominguez vd. 2014a; Dominguez vd. 2014b; Lorenzo ve Dominguez 2014).

Pişme işlemi sırasında uygulanan ısının etkisiyle protein denatürasyona uğramakta bu da protein gruplarının kapiler kuvvetlerince daha az suyun tutulmasına sebebiyet vererek suyun kaybolmasına neden olmaktadır (Aaslyng vd. 2003). Yarmand ve Homayouni (2009) mikrodalga ile pişme işleminde yüksek pişme kaybının olmasının nedeni, kısa zamanda yüksek güç ile elektromanyetik alanın etkisi hızlı bir protein denatürasyonuna neden olması, bunun da gıdadaki su ve yağın serbest kalması olarak açıklanmıştır.

Soyer vd. (1999) yaptıkları çalışmada, tavuk göğüs eti pişme kayıp oranları mikrodalga ve elektrikli fırında sırasıyla % 20.31, % 25.53 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar araştırmamızdan elde edilen verilere yakın değerler olmasına rağmen, araştırmamızda iki yöntem arasındaki farkın önemsiz olması açısından farklılık göstermektedir. Sonuçlar arasındaki farklılığın kullanılan mikrodalganın gücü, pişme süresi, hammadde olarak kullanılan et tipi gibi faktörlere bağlı olduğunu söylemek mümkündür.

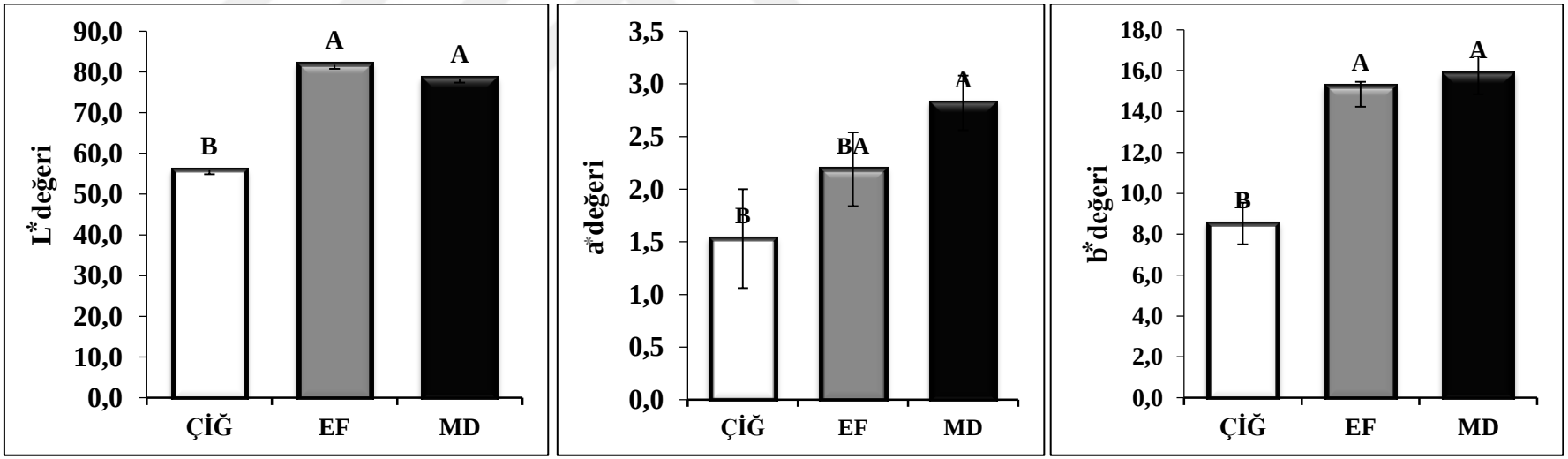
4.3 Enstrümental Renk Değerleri

Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin CIE açıklık-koyuluk (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) renk değerleri sırasıyla çizelge 4.3 ve şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin L*, a* ve b* değerleri

Gruplar	L*	a*	b*
ÇİĞ	55.87 ± 0.52^{B}	1.53 ± 0.47^{B}	8.50 ± 1.04^{B}
EF	81.78 ± 1.23^{A}	2.19 ± 0.35^{BA}	15.23 ± 0.22^{A}
MD	78.36 ± 1.59^{A}	2.82 ± 0.26^{A}	15.85 ± 0.85^{A}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
A-B: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)



Şekil 4.1 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin L*, a* ve b* değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
A-B: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ($p>0.05$)

L* değeri renk sıkalasındaki açıklık-koyuluk arasındaki açıklık değerini ifade etmektedir. Değerler koyu renkler için 0'dan başlayarak açık renkler için 100'e kadar devam etmektedir (Cortez-Vega vd. 2012). Çalışmamızdaki çiğ tavuk göğüs etinin parlaklık (L) değeri 55.87 olarak tespit edilmiştir. Bu değer fırında pişme işlemi sonrasında 81.78'e; mikrodalga ile pişme işlemi sonrasında ise 78.36' ya yükselmiştir. Pişme işleminin etin rengi üzerinde belirgin bir fark ($p<0.05$) oluşturduğu gözlenmiştir. Ancak uygulanan işlemler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) görülmüştür. Pizato vd. (2014) yaptıkları çalışmada pişmiş tavuk göğüs etinin L* değerini ortalama 82.42 olduğunu tespit etmişlerdir.

Etin renginden sorumlu olan sarkoplazmik protein grubudur. Bu proteinler içinde yer alan hemeglobin ve miyoglobinde bulunan 'hem' grubu kasa karakteristik rengini vermektedir (Lorenzo vd. 2015). Pişme işlemi ile hem pigment grubunda meydana gelen oksidasyonun etin görünüşünde de farklılıklara yol açtığı görülmüştür.

Vittadini vd. (2005) pişirme tekniklerinin farklı olması yüzey son sıcaklığının değişmesine bağlı olarak hem grubunun denatürasyonunda farklılıklar oluşturabileceğini savunmuştur. Bazı araştırmacılara göre et ürünlerinin parlaklığının ortamdaki su miktarına, et protein içeriklerine ve pH değerlerine bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. Çünkü pH değeri proteinlerin izoelektrik noktalarının (pI aktin 4,7 ve miyosin 5,4) altına düştüğünde bu proteinler denatüre olarak yapıları değişmekte ve ışığı yansıtma ve soğurma özellikleri etkilenmektedir (Perez-Alvarez vd. 1999).

Kırmızılık (a*) değeri, çiğ ette 1.53 iken fırın ve mikrodalga işlemlerinde sırasıyla; 2.19 ve 2.82 olarak tespit edilmiştir. Pişirme yöntemleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve mikrodalga ile pişirme prosesinde kırmızılık değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sarılık (b*) değeri, başlangıçta 8.50 olarak pişme sonrasında ise fırın ve mikrodalgada sırasıyla; 15.23, 15.85 olarak bulunmuştur. Pişme yöntemlerinin sarılık değeri üzerinde

önemli bir etki oluşturmadığı söylenebilir. Salakova vd. (2009) pişmiş tavuk etinin b* değerlerini 14.28-15.85 olarak tespit etmişlerdir.

Rababah vd. (2006) tavuk göğüs eti üzerinde yaptıkları çalışmada, açıklık-koyuluk (L*) değerinin mikrodalga işleminde geleneksel pişirme tekniğine göre daha düşük; kırmızılık (a*) değerinin mikrodalga prosesinde daha yüksek; sarılık (b*) değerinin ise birbirine yaklaşık sonuçlar verdiği görülmüştür. Araştırmamızla bu çalışma sonuçları benzerlik teşkil etmektedir.

Poltorak vd. (2015) yaptıkları çalışmada, sığır etinde mikrodalga uygulamasının konveksiyonel ısıl işleme göre daha düşük L*, daha yüksek a* değerine neden olduğu, bunun mikrodalga enerjisinin gıdanın içerinde oluşarak istenilen merkezi sıcaklığa ulaşma süresini kısaltmasından ve böylelikle etin kırmızılığından sorumlu olan miyoglobinin daha az denatürasyona uğramasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Mikrodalga prosesinin kanatlı etlerinde oluşan daha yüksek kırmızılık değerinin sebebi kesin olmamakla birlikte araştırmacılar ışınlanmış etlerde de görülen yüksek kırmızılık değerinin karboksimiyoglobin oluşumu nedeniyle oluştuğunu, bu durumun mikrodalgada da aynı sebebe bağlanabileceğini belirtmişlerdir (Nam ve Ahn 2002a).

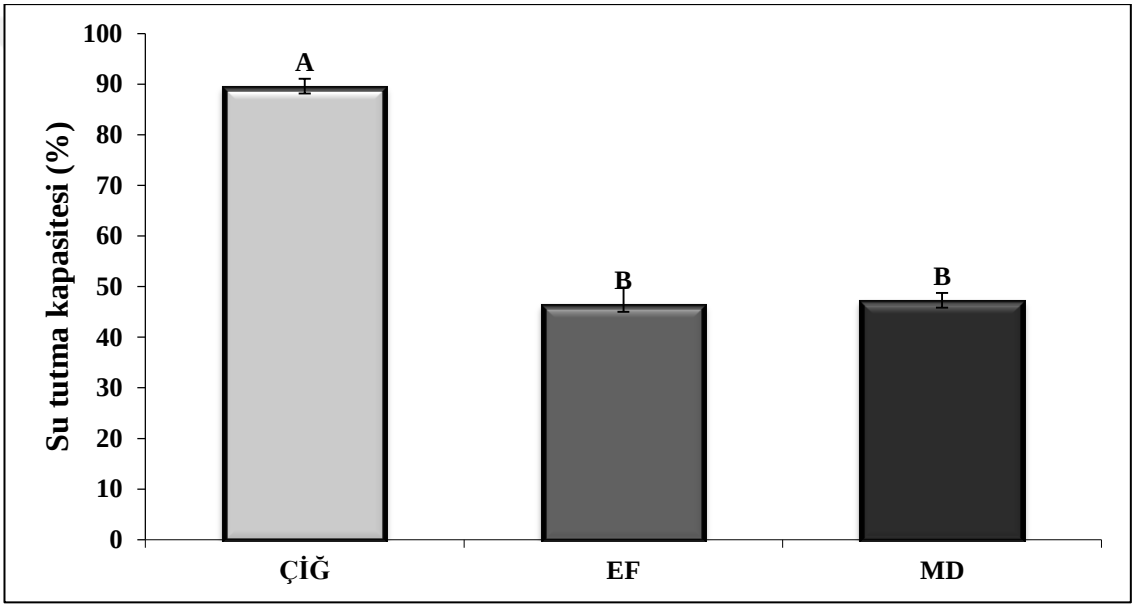
4.4 Su Tutma Kapasitesi

Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin su tutma kapasitesi değerleri çizelge 4.4 ve şekil 4.2'de verilmiştir. Mikrodalga ve elektrikli fırında pişirilen tavuk etinde pişirme tekniklerinin su tutma kapasitesi üzerindeki etkisinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu görülmüştür ($p>0.05$). Çiğ etin su tutma kapasitesi % 89.13 iken pişme işleminin etkisiyle önemli ölçüde bir düşüş gözelenmiş, mikrodalgada ve elektrikli fırında pişirmeden sonra sırasıyla % 46.86 ve % 46.02'ye ulaşmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Çiğ ve pişmiş tavuk göğüs etinin su tutma kapasitesi oranları (%)

Gruplar	Su tutma kapasitesi (%)
ÇİĞ	89.13 ± 1.94^{A}
EF	46.02 ± 3.80^{B}
MD	46.86 ± 1.88^{B}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
A-B: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)



Şekil 4.2 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin su tutma kapasitesi (%) değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
A-B: Aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Et ürünlerinin su tutma işlevinin yapısal temeli kılcal (kapiler) kuvvetler aracılığıyla su tutan protein grubuna dayanmaktadır (Tornberg 2005). Kaslardaki suyun en çok bulunduğu kısım ince ve kalın filamentler içinde bulunan miyofibrilar proteinlerdir. Etin suyunun % 80'i miyofibrilar protein fraksiyonları tarafından bağlanır. Bu fraksiyonların en önde gelenleri aktin ve miyosin ile daha az etkili olan tropomiyosindir. Et içindeki suyun dağılımındaki herhangi bir değişim bu boşluklarda meydana gelen değişimlere

dayanmaktadır. Miyosin denatürasyonu, hızlı pH düşüşü, rigor kasılması gibi olaylar protein filament ağındaki değişimlerden bazılarıdır (Offer ve Knight 1988). Pişirme işleminin ette oluşturduğu yapısal değişim su tutma kapasitesini de etkileyerek düşmesine sebep olmaktadır. Lorenzo vd. (2015) yaptıkları çalışmada tay etinin su tutma kapasitesinin uygulanan pişirme yönteminden etkilendiğini göstermişlerdir. En düşük su tutma kapasitesi mikrodalga ile pişirmede (% 30.9) gözlenirken, ızgara tekniğinin (% 40) en yüksek su tutma kapasitesi değerine sahip olduğu görülmüştür.

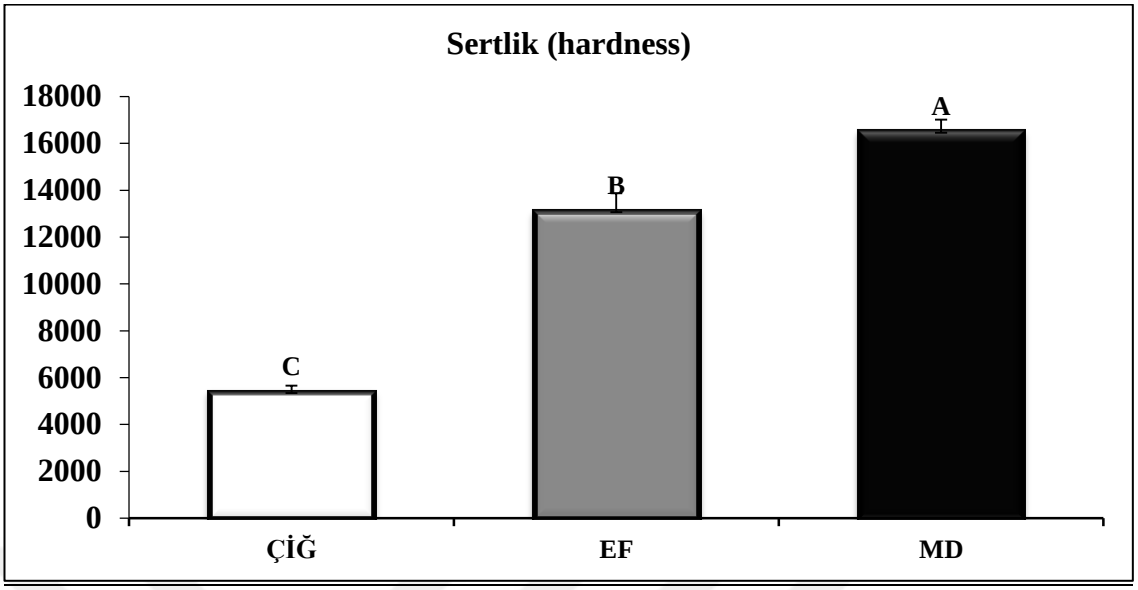
4.5 Tekstür Profil Analizi

Yapılan tekstür profil analizi sonucunda birinci sıkıştırma sırasında ölçülen maksimum kuvvet olarak tanımlanan sertlik (hardness), gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü gösteren yapışkanlık (cohesivness), gıda maddesinin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak tanımlanan elastikiyet (springiness), katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanan çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri ölçülmüş; çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin tekstür profil analiz sonuçları çizelge 4.5 ve şekil 4.3- 4.6'da verilmiştir (Szczesniak 1963, Bourne 1978).

Çizelge 4.5 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin tekstür profil analizi sonuçları

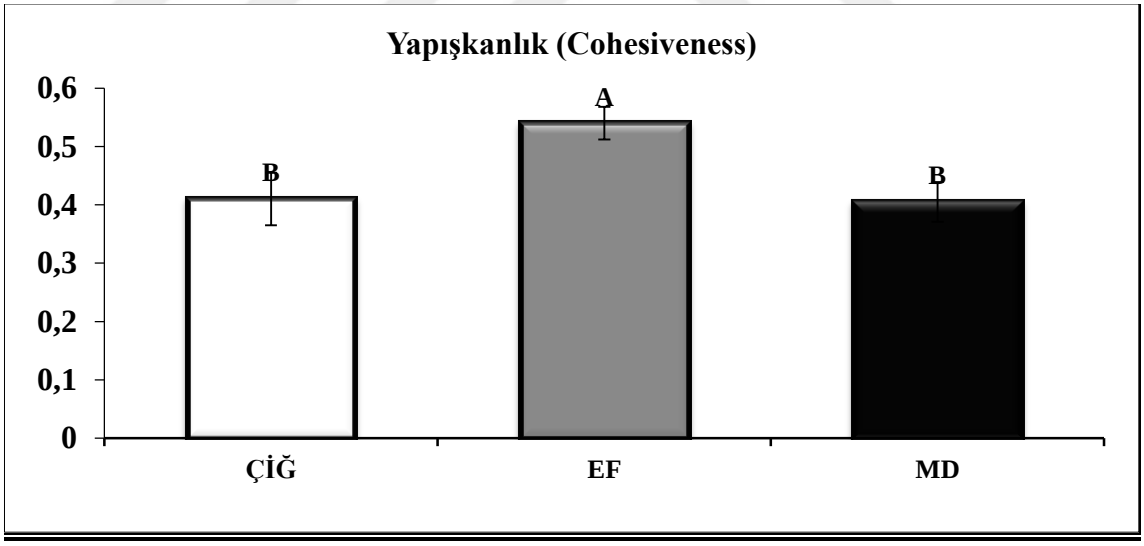
Tekstür özelliği	Örnek Grubu		
	ÇİĞ	EF	MD
Sertlik (Hardness)	5347.35 ± 309.09^{C}	13065.83 ± 810.39^{B}	16462.78 ± 558.45^{A}
Yapışkanlık (Cohesiveness)	0.41 ± 0.045^{B}	0.54 ± 0.028^{A}	0.405 ± 0.034^{B}
Elastikiyet (springiness)	0.67 ± 0.05^{B}	0.88 ± 0.05^{A}	0.80 ± 0.01^{A}
Çiğnenebilirlik (chewiness)	1747.44 ± 103.56^{C}	6490.93 ± 408.27^{A}	4829.70 ± 216.53^{B}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
$^{A-C}$ Aynı satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)



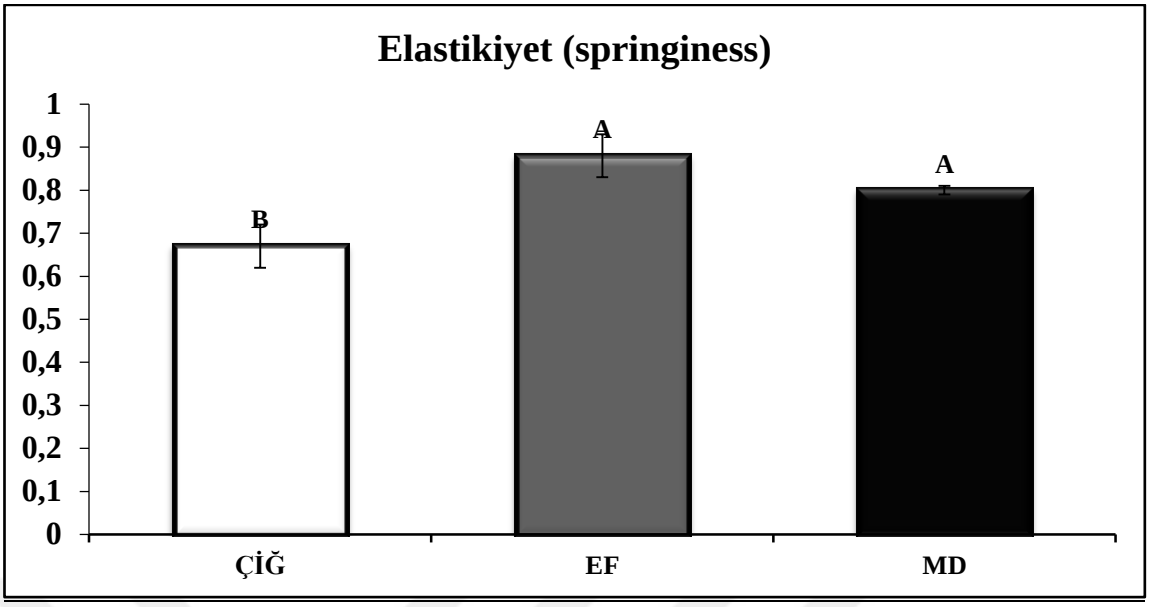
Şekil 4.3 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin sertlik (hardness) değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
[A-C] Aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)



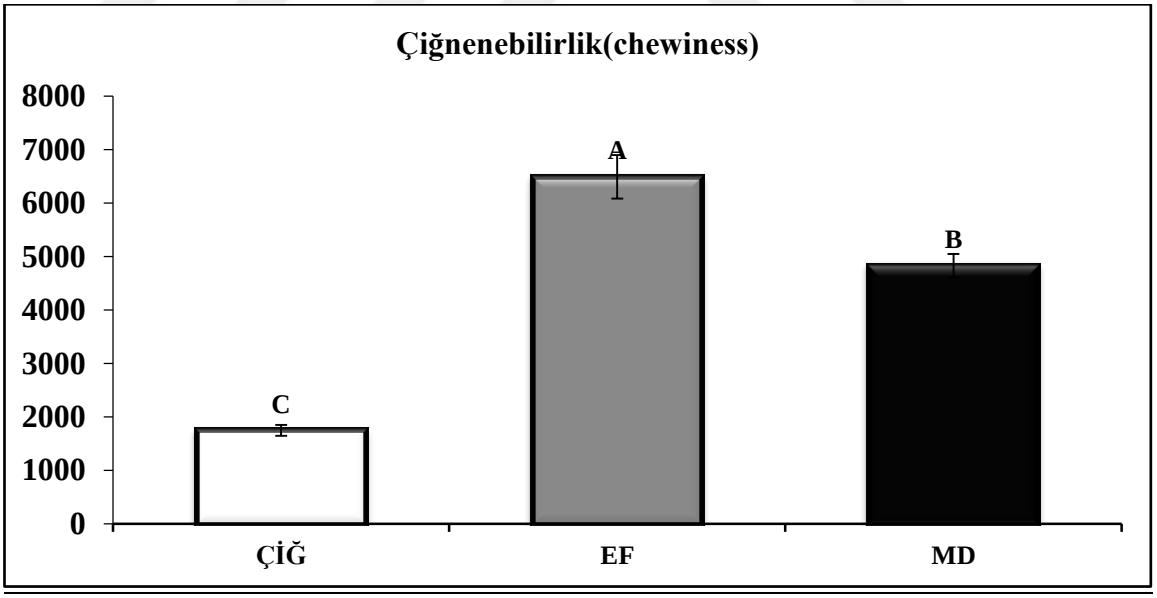
Şekil 4.4 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin yapışkanlık (cohesiveness) değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
[A-B] Aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)



Şekil 4.5 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin elastikiyet (springiness) değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
[A-B] Aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)



Şekil 4.6 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
[A-C] Aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05).

Sertlik değeri çiğ, fırın, mikrodalgada sırasıyla 5347.35, 13065.83, 16462.78 N olarak hesaplanmıştır. Pişme teknikleri sertlik değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) olup, mikrodalga fırında pişirme prosesinin sertlik değerini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür.

Tavuk etinin yapışkanlık değeri, çiğ örnekte 0.41 iken elektrikli fırın grubunda 0.54'e; mikrodalga tekniğinin uygulandığı grupta 0.405 olarak ölçülmüştür. Uygulanan pişirme teknikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

Elastikiyet(springiness) değerleri çiğ, fırın, mikrodalga gruplarında sırasıyla 0.677, 0.882, 0.808 olarak tespit edilmiş olup pişirme teknik farklılığı istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$).

Çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri; çiğ, fırın, mikrodalga gruplarında sırasıyla 1747.44, 6490.93, 4829.70 olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olup fırında pişirme tekniğinin çiğnenebilirlik değerini arttırdığı görülmüştür.

Rababah vd. (2006) yaptıkları çalışmada tavuk göğüs eti tekstür profil analiz sonuçlarına bakıldığında mikrodalga fırında pişirilen tavuk göğüs etlerinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerlerinin geleneksel elektrikli fırında pişirme işlemine göre daha yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının bazıları araştırmamızla paralellik göstermekte bazıları ise farklılık teşkil etmektedir. Et ve ürünlerinin heterojen gıdalar olması, ölçüm sırasında farklı bölgelerin kullanılmış olması bu durumun sebepleri arasında gösterilebilir.

4.6 Warner-Bratzler Kesme Kuvveti

Pişirmede ısıl işlemin etkisiyle kas fibrilleri kasılmakta, miyofibrilar proteinler denatürasyona uğramakta, kollajen bağ doku protein bileşenleri değişime maruz

kalmakta, sonuçta, et ve et ürünlerinin sertliği artmaktadır (Garcia- Segovia vd. 2007). Et ürünlerinde tekstürün belirlenmesinde kullanılan enstrümental yöntemlerden biri de Warner-Bratzler kesme kuvveti testidir. Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin Warner-Bratzler kesme kuvveti değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere çiğ, elektrikli fırında ve mikrodalgada pişirilmiş tavuk etlerinin kesme kuvveti değerleri sırasıyla 18.78, 19,85 ve 41.06 N olarak bulunmuştur. Poltarak vd. (2015), sığır *Gluteus Medius* kasının konveksiyonel ve mikrodalga yöntemi ile pişirmenin oluşturduğu etkileri inceledikleri çalışmada yüksek güçte pişirilen etin kesme kuvveti ve sertlik değerlerinin yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Yarmand vd. (2013) yaptıkları çalışmada, deve eti *longismus dorsi* kası üzerinde üç farklı pişirme yönteminin oluşturduğu farklılıkları incelemiş ve en fazla kesme kuvveti değerini mikrodalga ile pişirme işlemi sonucunda tespit etmişlerdir. Bunun sebebinin kastaki kollajen bağ doku proteinin mikrodalgada kızartma ve haşlamaya göre daha az çözünmesi ve sertliğin artması olarak görülmüştür. Lorenzo vd. (2015) keçi eti üzerine yaptıkları çalışmada mikrodalga pişirme sonucu kesme kuvveti değerinin diğer uygulanan pişirme teknikleri olan kızartma, kavurma, ızgara tekniklerine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada mikrodalga ile pişirmenin elektrikli fırında pişirme tekniğine kıyasla önemli ölçüde yüksek kesme kuvveti değerine ($p<0.05$) sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6). Mikrodalga pişirmenin kesme kuvveti değerini artırmasının sebepleri arasında miyofibrilar ve sarkoplazmik proteinlerin daha az denatüre olması dolayısıyla sertliğin daha fazla olması ya da mikrodalga prosesinin hızlı olması nedeniyle moleküllerin sıkışmaya maruz kalması ve kas liflerinin kasılmasıyla daha sert bir doku oluşması gösterilebilir (Roberts ve Lawrie 1974, Batsanov 1994, William 2001).

Çizelge 4.6 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin Warner Bratzler kesme kuvveti (shear value) değerleri

Gruplar	Kesme kuvveti(Shear value)
ÇİĞ	18.78 ± 3.07^{B}
EF	19.85 ± 2.27^{B}
MD	41.06 ± 5.76^{A}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
$^{A-B}$ Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)

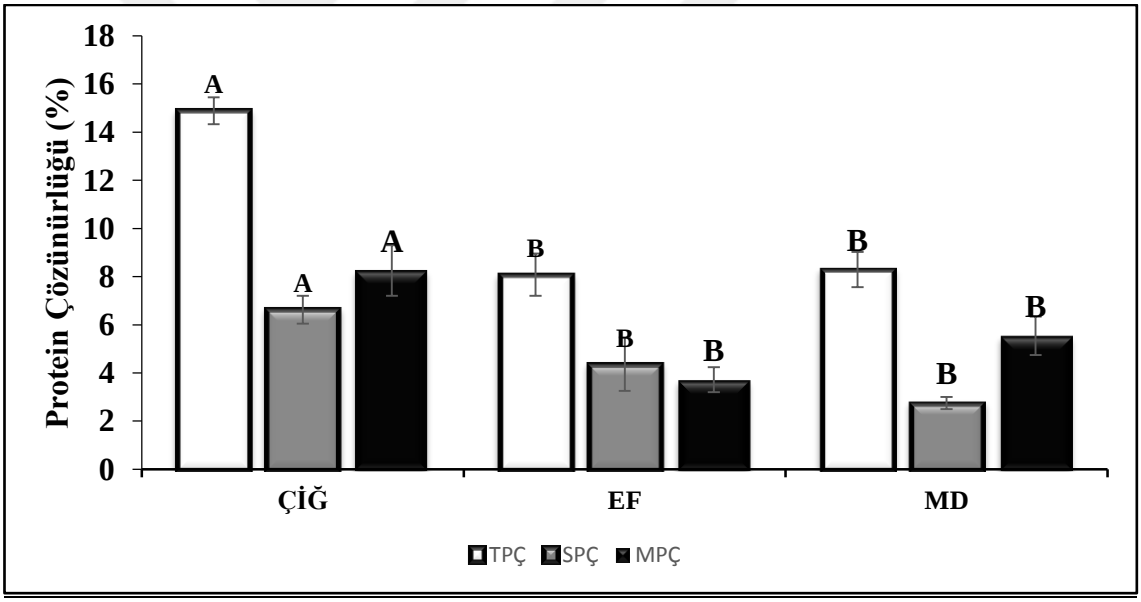
4.7 Protein Çözünürlüğü

Mikrodalga ve geleneksel elektrikli fırında pişirilen tavuk göğüs etlerinin toplam protein çözünürlüğü, sarkoplazmik protein çözünürlüğü ve miyofibrilar protein çözünürlüğü değerleri çizelge 4.7 ve şekil 4.7'de verilmiştir. Tavuk göğüs etlerinde her iki pişirme yönteminin de sarkoplazmik ve miyofibrilar protein çözünürlüğünde önemli ölçüde ($p<0.05$) azalmaya yol açtığı saptanmıştır (Çizelge 4.7). Bununla birlikte tüm örnek gruplarında toplam protein çözünürlüğünde düşüş görülmüştür. Protein denatürasyonu sırasında proteinin sarmal yapıları açılır, protein-protein etkileşimleri meydana gelir ve birleşmeler olur ve bunun sonucunda protein çözünürlüğünü azalır. Dolayısıyla protein çözünürlüğü protein denatürasyonu hakkında bilgi vermektedir (Zayas 1997, Tornberg 2005). Chumngoen vd. (2017) yaptığı çalışmada, sıcaklığın tavuk türünün tavuk etinin kalite parametrelerine etkisini incelemiş ve iç sıcaklığın 80 °C'ye ulaştığı gruplarda protein çözünürlüğünün önemli ölçüde azaldığını görmüştür. Aynı zamanda, protein çözünürlüğünün pişrme kaybı ve tektür özellikleri ile yakın ilişkide olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.7 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin protein çözünürlüğü değerleri (%)

Protein Çözünürlüğü	Örnek Grubu		
	ÇİĞ	EF	MD
Toplam Protein Çözünürlüğü	14.89±0.56^{A}	8.08±0.88^{B}	8.30±0.73^{B}
Sarkoplazmik Protein Çözünürlüğü	6.63±0.58^{A}	4.36±1.11^{B}	2.75±0.25^{B}
Miyofibrilar Protein Çözünürlüğü	8.25±1.05^{A}	3.72±0.52^{B}	5.54±0.80^{B}

Ortalama±standart hata. EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme.
$^{A-B}$ Aynı satırda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05).



Şekil 4.7 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin protein çözünürlük değerleri

EF: Elektrikli fırında pişirme, MD: Mikrodalga fırında pişirme, TPÇ: Toplam protein çözünürlüğü, SPÇ: Sarkoplazmik protein çözünürlüğü, MPÇ: Miyofibrilar protein çözünürlüğü. Her bir özellik için, aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)

4.8 Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi

Elektroforez, yüklü moleküllerin elektriksel alandaki hareketlerinin izlendiği bir tekniktir. Moleküllerin hareketi moleküllerin yüküne, boyutuna, biçimine, kimyasal içeriğe ve uygulanan elektriksel alana bağlıdır. Yüklü moleküllerin elektriksel alanın etkisiyle ayrışmasına dayanan bu teknik protein ve nükleik asit gibi yüklü taneciklerin ayrılmasında kullanılmaktadır. Protein molekülünü içeren bir çözeltiye elektrik alan uygulandığında protein net yüküne, büyüklüğüne ve biçimine bağlı olarak belirli bir hızla hareket eder ve molekül ağırlıklarına göre bir dizi protein bantlarına ayrılır (Aslan 2004).

Pişirme sonucu etteki proteinlerin parçalanması, polimerizasyonu veya ekstrakte edilebilirlik düzeyi ile ilgili bilgilere SDS-PAGE analizi ile ulaşılabilmektedir (Yu vd. 2017).

İyon gücü yüksek solüsyonlarda çözünen miyofibrilar proteinlerin % 55'ini miyosin (202 kDa), % 25'ini aktin (45 kDa) ve geri kalan kısmını miyosin hafif zinciri (20.5 kDa) ve diğer peptit grupları oluşturmaktadır.

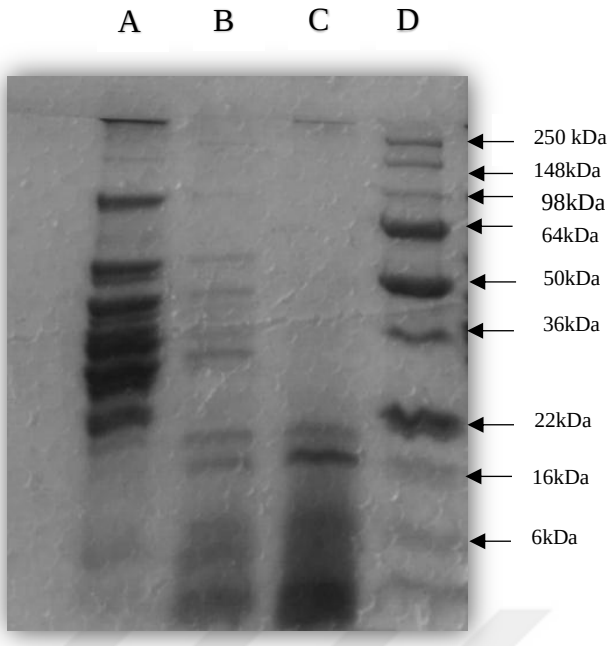
Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin SDS-PAGE miyofibrilar protein profilleri şekil 4.8'de verilmiştir. SDS-PAGE analizi sonucunda elde edilen jel görüntüsü incelendiğinde, çiğ ette bulunan ağır miyosin zincirlerinin, pişme işlemi sonucu proteinin denatürasyona uğramasıyla birlikte bant yoğunluklarının kaybolduğu görülmektedir. Ancak, 98-50 kDa molekül ağırlığına sahip protein gruplarının mikrodalga pişirme prosesinde elektrikli fırında pişirmeye göre daha yoğun bantlar oluşturduğu, dolayısıyla daha az denatüre olduğu düşünülmektedir. Gerek mikrodalga fırında ve gerekse elektrikli fırında pişirilen gruplarda çiğ ete göre 45-50 kDa civarındaki aktin bantların yoğunluklarının azaldığı görülmüştür.

Yu vd. (2015) domuz etini 60-100 °C aralığındaki farklı sıcaklıklarda suda pişirme işlemi uygulamış ve pişme sonucunda proteinlerin dayanıklılıklarının farklılık

gösterdiğini tespit etmişlerdir. Miyosin ağır zincirlerinin (224 kDa) açık bir şekilde toleranssız olduğu, aktinin (42 kDa) ise daha dayanıklı olduğu, miyosin hafif zincirlerinin (22 kDa) ise 100 °C'de bile bant yoğunluğu sergileyebilecek stabilitede olduğu görülmüştür. Kajak-Siemaszko vd. (2011) pişirme koşullarının protein profillerine etkilerini incelemiş ve 60 °C'de pişirmenin protein profilinde değişim oluşturmazken, 100-140 °C aralığında hızlı bir protein denatürasyonu olduğunu gözlemlemişlerdir. Aktin bant yoğunluklarının ise 140 °C'de bile stabil kaldığı görülmüştür.

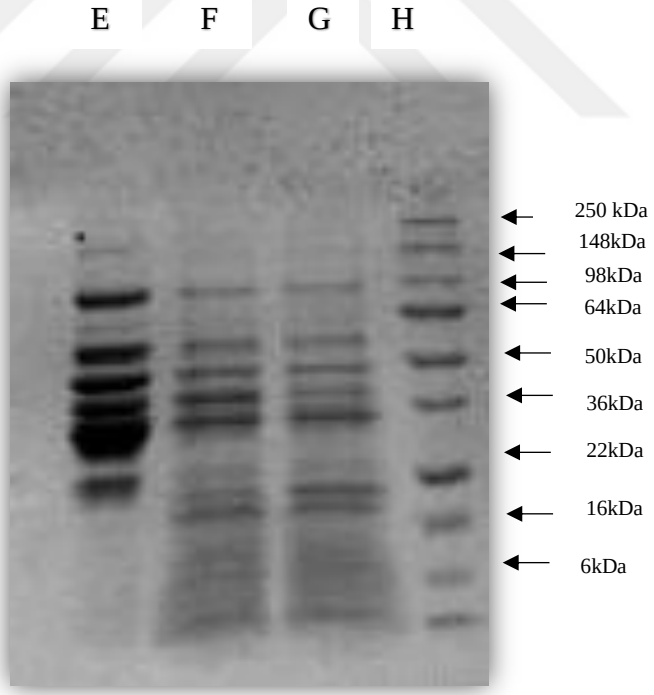
Yapılan çalışmalara göre sarkoplazmik proteinler ısıyla birlikte topaklanma özelliği göstermektedir. Davey ve Gilbert (1974) yaptıkları çalışmada sarkoplazmik proteinlerin ısının etkisiyle jelleşmeye neden olduğunu ve bu durumun etin yapısal özelliklerini değiştirdiğini belirtmişlerdir.

Çiğ, mikrodalga fırında ve elektrikli fırında pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin SDS-PAGE sarkoplazmik protein profilleri şekil 4.9'da verilmiştir. Yaklaşık 98- kDa ağırlığındaki suda çözünen sarkoplazmik proteinlerin pişme işlemi sonucunda her iki grupta da yoğunluklarının azaldığı ancak mikrodalga ile pişirilen grubun bant yoğunluklarının daha koyu olduğu görülmektedir. 64, 50, 36 kDa ağırlığındaki sarkoplazmik protein gruplarının da ısıl işlem denatürasyonu sonucu yok olmadığı hatta bant kalınlık ve yoğunluklarının arttığı görülmüştür.



Şekil 4.8 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etini miyofibrilar protein ekstraktının SDS-PAGE profili

D: Protein standartları, A:ÇİĞ, B:MD, C: EF



Şekil 4.9 Farklı pişirme teknikleri uygulanan tavuk göğüs etinin sarkoplazmik protein ekstraktının SDS-PAGE profili

H: Protein standartı, E: ÇİĞ, F: MD, G: EF

4.9 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), sıcaklık değişimi ile fiziksel değişimi inceleyebilen bir cihazdır. DSC ile kas proteinlerinin sıcaklığa bağlı olarak yapısal değişimi incelenebilir. Aynı zamanda denatürasyon sıcaklığı ve entalpisi gibi proteinlerin ısısal özellikleri hakkında bilgi vermektedir (Larrea-Wachtendorff vd. 2015).

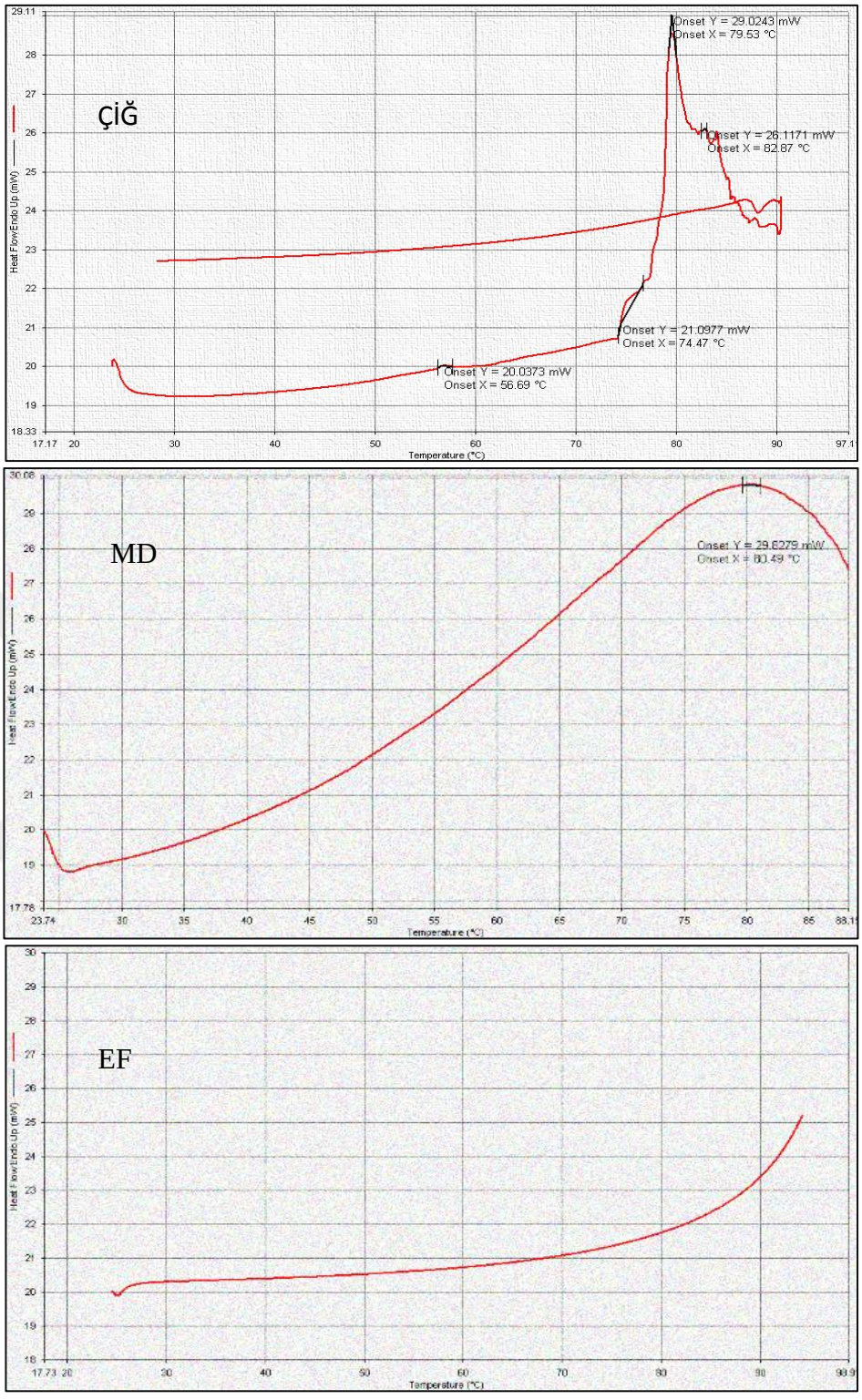
Tipik kas proteinleri değişimi DSC'de incelendiğinde, termogramda üç büyük geçiş bölgesinin olduğu görülmektedir. 54-59 °C aralığında oluşan bölge A bölgesi, miyosin denatürasyonuyla ilişkilidir (Martens ve Vold 1976, Wright vd. 1977). İkinci büyük geçişin olduğu bölge B bölgesi 65-67 °C'ye rastlamakta olup kollajene aittir (Wright vd.1977). Aktinin denatüre olduğu tespit edilen bölge ise 80-83 °C arasını kapsamaktadır (Wright vd. 1977).

DSC analizi sonucunda, çiğ, mikrodalga ve elektrikli fırında pişirilen tavuk göğüs etlerinde elde edilen termal eğriler şekil 4.10'da verilmiştir. Çiğ örnekte 56 °C'de ilk pikin oluştuğu ve miyosinin denatürasyon sıcaklığını temsil ettiği, 74 °C ve 79 °C'de ikinci ve üçüncü piklerin oluştuğu, kollajen ve sarkoplazmik proteinlerin denatürasyona uğradığı, son pik yükselişinin 82 °C'de aktinin denatürasyonunu ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Elektrikli fırında pişirilen tavuk eti grafiğinde herhangi bir pik yükselişi görülmemiştir. Bu durum elektrikli fırında pişirmenin et proteinlerinin tamamını denatürasyona uğrattığını göstermektedir. Ancak, mikrodalga ile pişirilen tavuk göğüs etlerine ait termal eğride 80 °C civarında pik yükselişi gözlenmiş, birinci ve ikinci geçiş bölgelerine rastlanmamıştır. Bu durum, bağ doku proteini ve miyosinin denatüre olduğu, ancak, aktinin diğer pişirme tekniği olan elektrikli fırında pişirmeye göre daha az değişime uğradığını göstermektedir.

Farklı pişirme tekniklerinin(mikrodalga, haşlama, kızartma) deve eti *longissimus dorsi* kası üzerindeki yapısal etkilerinin incelendiği bir araştırmada çiğ örneklerde 58-68-84 °C sıcaklıklarda pik yükselmelerinin ve geçiş bölgelerinin oluştuğu görülmüştür (Yarmand vd. 2013). Aynı çalışmada mikrodalga ile pişirilen ette ikinci ve üçüncü geçiş bölgelerinin diğer pişirme tekniklerine göre az da olsa oluştuğu görülmektedir. Bu da göstermektedir ki mikrodalga ile pişirme işlemi bağ doku proteinlerini diğer işlemlere göre daha az denatürasyona uğratmıştır. Kızartma ve haşlama işlemine tabi tutulan et örneklerinde hiçbir pik yükselişinin olmaması proteinlerin tamamen denatüre olduğu anlamına gelmektedir (Yarmand vd 2013).

Sikes vd. (2010), sığır boyun kasını yüksek basınç altında ısıttıklarında et proteinlerinin farklı tepkiler verdiğini tespit etmişlerdir. Eti 20 dakika 60 °C'de ısıttıklarında miyosinin tamamen kollajenin kısmen denatüre olduğunu; ancak 200 Mpa basınçta aynı sürede aynı sıcaklıkla muamele edildiğinde aktin ve miyosinin tamamen denatüre olduğu, kollajenin ise daha az etkilendiği görülmüştür. Bu sonuçlar da göstermektedir ki ete uygulanan ısıl işlemlerin etin proteinleri üzerine etkisinin DSC aracılığıyla da anlaşılması mümkündür.



Şekil 4.10 DSC termal eğrileri

MD: Mikrodalga fırında pişirme, EF: Elektrikli fırında pişirme

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada tavuk göğüs etinin mikrodalga ve geleneksel fırında pişirme işlemlerinin proteinlerinde meydana gelen değişimler ile ürün fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Çalışmada tavuk eti elektrikli fırında 200 °C'de 20 dakika; mikrodalgada ise 180 W'da 10 dakika pişirme işlemine tabi tutulmuştur. 3 tekerrürlü olarak yürütülen araştırmada, her tekerrürde aynı gün üretilen aynı markanın tavuk göğüs eti kullanılmış ve başlangıç sıcaklık, ağırlık, uzunluk, genişlik gibi fiziksel özellikleri ölçülerek analize başlanmıştır.

Araştırma sonucunda çiğ örneklere göre pişmiş örneklerin daha açık ve daha sarı renkte olduğu görülmüştür. Kırmızılık değerinin mikrodalga fırında pişirilen tavuk göğüs etlerinde kıyasla daha yüksek değerde olduğu gözlenmiştir. Bu sonucun mikrodalga enerjisinin gıdanın içerinde oluşarak istenilen merkezi sıcaklığa ulaşma süresini kısaltmasından ve böylelikle etin kırmızılığından sorumlu olan miyoglobinin daha az denatürasyona uğramasından kaynaklandığı söylenebilir.

Yapılan tekstür profil analizi sonucunda elde edilen verilere göre mikrodalga gruplarının sertlik değerinin elektrikli fırında pişirme yöntemine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapışkanlık değerlerinin elektrikli fırında pişirilen gruplarda daha yüksek olduğu, elastikiyet değerlerinin pişme işlemi ile arttığı, ancak, iki yöntem arasında önemli fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik verileri incelendiğinde fırında pişirilen grupların daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür. Mikrodalgada pişirme sonucu elektrikli fırında pişirmeye göre daha yüksek Warner-bratzler kesme kuvveti değerleri elde edilmiştir. Tekstürel özelliklerden kesme kuvveti ve sertlik değerlerinin mikrodalga pişirmede yüksek olmasının nedenleri olarak; bu proseste bağ doku proteinlerinden kollajenin daha az çözünmesi ya da mikrodalga prosesinin daha hızlı sonuçlanması ile moleküllerin sıkışmaya maruz kalması ve kas liflerinin kasılmasıyla daha sert bir doku oluşması gösterilebilir.

Tavuk göğüs etine uygulanan pişirmenin et proteinlerine etkisinin incelemek amacıyla yapılan SDS-PAGE analizi sonuçlarına göre; pişirme işlemi miyofibrilar ve sarkoplazmik protein gruplarının bant yoğunluklarında azalmaya neden olmuştur. Miyofibrilar protein grubundaki 98-50 kDa ağırlığındaki bantların mikrodalga işleminde daha yoğun bantlar oluşturduğu dolayısıyla daha az denatürasyona neden olduğu söylenebilir. Çalışmadaki diferansiyel taramalı kalorimetre (dsc) analizinde, çiğ örneklerde istenilen 3 ısıl geçiş bölgesinin oluşması sağlanmıştır. Mikrodalgada ilk iki bölgenin oluşumu gerçekleşmezken aktin bölgesinde pik yükselişinin olması mikrodalga pişirmenin aktini daha az denatürasyona uğrattığı söylenebilir. Elektirikli fırında pişme işleminde hiç pik yükselişinin olmaması et proteinlerinin tamamının denatürasyona uğradığını göstermektedir.

Mikrodalga, gıda teknolojisi alanında yeni kullanılan uygulamalardan biri olup et ve ürünlerinin pişirilmesi konusunda yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Var olan çalışmalarda ise mikrodalganın enerji ve zaman tasarrufu sağladığı belirtilmekte, çalışmamızda da elektrikli fırına göre pişirme işleminin kısa oluşu bunu desteklemektedir.

Sonuç olarak tavuk göğüs eti pişirme işlemi sonucu denatüre olmakta hem sarkopazmik hem de miyofibrilar protein gruplarında her iki pişirme yöntemi de benzer etkileri meydana getirmektedir. Mikrodalgaların genel olarak dezavantajı olarak görülen tekstürel özelliklerde ve renk değerlerindeki olumsuz değişimler araştırmamızda da görülmüştür.

Alteratif pişirme yöntemlerinin daha da önem kazandığı günümüzde mikrodalga ile et pişirme uygulamasında proses koşulları üzerine daha fazla araştırma yapıldığı takdirde mikrodalgadan daha fazla verim alınacağı ve endüstriyel olarak da et sektöründe kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H.C. and Andersen, H.J. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to rawmeat quality and cooking procedure. Food Quality and Preference, 14, 277–288.

Akkarachaneeyakorn, S., Laguerre, J.C., Tattiyakul, J., Neugnot, B., Boivin, P. and Morales, F.J. 2010. Optimization of combined microwaveehot air roasting of malt based on energy consumption and neo-formed contaminants content. Journal of Food Science, 75, 201-207.

Anonim. 2015. Web Sitesi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 Erişim Tarihi:15.12.2016.

Anonim. 2017. Web Sitesi: https://www.niehs.nih.gov/research/ resources/ index. Cfm Erişim Tarihi: 26.06.2017.

Anonymous. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. IAC, Arlington, Virginia.

Anonymous.2017. Web Sitesi: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/ background.html, Erişim Tarihi:30.03.2017.

Anonymous.2017. Web Sitesi: http://www.magsells.co.uk/microwave-information/how-microwave-works/, Erişim Tarihi:02.11.2017

Aslan, A. 2004. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi ile proteinlerin analizi. Yüksek Lisans Semineri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A. ve Ülker, H. 2004. "Van İli Merkez İlçede Kırmızı Et Tüketim Alışkanlığı", 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta.

Ba, V.H., Hwang, I., Jeong, D. and Touseff, A. 2012. Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect, Chapter 7, 145-166, South Korea.

Babür, T.E. ve Gürbüz, Ü. 2015. Geleneksel Pişirme Yöntemlerinin Et Kalitesine Etkileri (Effects on Quality Meats Traditional Cooking Methods). Journal of Tourism and Gastronomy Studies 3/4, 58-64.

Baldwin D.E. 2012. Sous vide cooking: A review. International Journal of Gastronomy and Food Science. 1 (1): 15-30

Banik, S., Bandyopadhyay, S. and Ganguly, S. 2003. Bioeffects of microwave-a brief review. Bioresource Technol, 87, 155-159.

Barbosa-Cánovas, G.V., Medina-Meza I., Candoğan, K. and Bermúdez-Aguirre, D. 2014. Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), and pressure assisted ther Advanced retorting, microwave assisted thermal

sterilization (MATS), and pressure assisted thermal sterilization (PATS) to process meat products. Meat Science, 98(3),420-434.

Barham, P. 2001. The Science of Cooking, Springer-Verlag Berlin Heildelberg, Germany.

Batsanov, S. 1994. Effects of Explosions on Materials, Modification and Synthesis Under High Pressure Shock Compression. Springer-Verlag, New York, NY.

Bejerholm, C. and Aaslyng, M.D. 2003. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork-dependingon the raw meat quality. Food quality and preference, 15, 19-30.

Benlloch-Tinoco, M., Igual, M., Salvador, A., Rodrigo, D. and Martinez- Navarrete, N. 2014. Quality and acceptability of microwave and conventionally pasteurised kiwifruit puree. Food and Bioprocess Technology, 7, 3282–3292.

Bircan, C. and Barringer, S. 2002. Determination of protein denaturation of muscle foods using the dielectric properties. Journel of Food Science, 67(1), 202-204.

Bourne, M.C. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology, 32 (7), 62-72.

Bows, J.R., Patrick, M.L., Nott, K.P. and Hall, L.P. 2001. Three-dimensional MRI mapping of minimum temperatures achieved in microwave and conventional food processing, International Journal of Food Science and Technology, 36, 243- 252.

Broncano, J.M., Petrón, M. J., Parra, V. and Timón, M. L. 2009. Effect of different cookingmethods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimus dorsimuscle of Iberian pigs. Meat Science, 83, 431– 437.

Brugiapaglia, A. and Destefanis, G. 2012. Effect of cookingmethod on the nutritional value of Piemontese beef. Proceedings of the 58th International Congress of Meat Science and Technology, 12–17 August, Montreal, Canada.

Brunton, N.P., Cronin, D.A., Monahan, F.J. and Durcan, R. 2000. A comparison of solid-phasemicroextraction (SPME) fibres formeasurement of hexanal and pentanal in cooked turkey. Food Chemistry, 68, 339–345.

Brunton, N.P., Lyng, J.G., Zhang, L. and Jacquier, J.C. 2006. The use of dielectric properties and other physical analyses for assessing protein denaturation in beef biceps femoris during cooking from 5 to 85 °C . Meat Science, 72(2), 236–244.

Buffler, C.R. 1993. Microwave Cooking and Processing: Engineering Fundamentals for the Food Scientist. Van Nostrand Reinhold: New York.

Caballero, C., Trugo, L.C. and Finglas, P.M. 2003. Encyclopedia of Food Sciences and

Nutrition. 2nd. Vol. 7. Acad. Press, 4711–4718, Amsterdam, The Netherlands.

Calabrò, E. and Magazù, S. 2014. Non-Thermal Effects of Microwave Oven Heating on Ground Beef Meat Studied in the Mid-Infrared Region by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Spectroscopy Letters*, *47*(8), 649–656.

Calabro, E. and Magazu, S. 2012. Comparison between conventional convective heating and microwave heating: an FTIR spectroscopy study of the effects of microwave oven cooking of bovine breast meat. Journal of Electromagnetic Analysis and Applications, 4, 433–439.

Campanone, L.A. and Zaritzky, N.E. 2005.Mathematical analysis of microwave heating pro- cess. J Food Eng 69:359–68.

Candoğan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. Europen Food Research and Technology, Vol. 215(4); pp. 305-309.

Califano, A.N., Bertola, N.C., Bevilacqua, A.E. and Zaritzky, N.E. 1997. Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef, Journal of Food Engineering, 34, 41- 54.

Chandrasekaran, S., Ramanathan, S. and Basak, T. 2013. Microwave food processingea review. Food Research International, 52, 243-261.

Chang, H.,Wang, Q., Xu, X., Chunbao, Li, C., Huang, M. and Zhou, G. 2011. Effect of heat-induced changes of connective tissue and collagen on meat texture properties of beef semitendinosus muscle. International Journal of Food Properties, 14, 381-396.

Chen H., Powel T.H. and Dikeman, M.E. 1999. Modeling coupled heat and mass transfer for convection cooking of chicken patties, Journal of Food Engineering, 42, 139-146.

Cheng, Q. and 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.

Chong, C., Hwa, F., Adam, L., Chung, L. and Wojdyo, A. 2014. Combined drying of apple cubes by using of heat pump, vacuummicrowave, and intermittent techniques. Food and Bioprocess Technology,7, 975–989.

Choudhury, S.D., Haines, S., Harland, D., Clerens, S., Koten, C. and Dyer, J. 2014.

Effect of cooking on meat proteins: mapping hydrothermal protein modification asa potential indicator of bioavailability. J.Agriculture Food Chemistry, 62, 8187−8196.

Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M. 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C. Food Microbiol., 24, 607–917.

Chumngoen, W., Chen, C.F., Chen, H.Y. and Tan, F.J. 2016. Influences of end-point heating temperature on the quality attributes of chicken meat British Poultry Science, 57,(6), 740–750.

Clausen, I. and Ovesen, L. 2005. Changes in fat content of pork and beef after pan-frying under different condition. Journal of Food Composition and Analysis, 18, 201–211.

Cong-Gui, C., Gerelt, B., Shao-Tong, J., Nishiumi, T. and Suzuki, A. 2006. Effects of high pressure on pH, water-binding capacity and textural properties of pork muscle gels containing various levels of sodium alginate. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 19 (11); 1658-1664.

Cortez-Vega, W. R., Pizato, S. and Prentice, C. 2012. Quality of raw chicken breast stored at 5 °C and packaged under different modified atmospheres. Journal of FoodSafety, 32, 268-276.

Crackneli, H.L. and Kaufmann, R.J. 1992. Proffessional Cookery, Hodder and Stoughton Inc, London.

Çakmak H. ve Tavman Ş. 2011. Radyo Frekans Sistemi ve Gıda Sanayiindeki Uygulamaları, Gıda (2011) 36 (6): 365-372.

Çiçekgil, Z. 2014. 2014 Kümes Hayvancılığı Ürün Raporu. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepge.

Damez, J.L. and Clerjon, S. 2013. Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. Meat Science, 95(4), 879–896.

Damodaran, S. and Paraf, A. 1997. In food proteins and their applications. Marcel Dekker, Inc. Newyork Basel. 681p.

Davey, C.L. and Winger, R.J. 1988. Muscle to meat (biochemical aspects) In: Cross HR, Overby AJ, editors. World animal science. Vol. B3, Meat science, milk science and technology. London: Elsevier Science Publishers. p 3–31.

Decareau, R.V. 1986. Microwave food-processing equipment throughout the world. Food Technology, 40(6), 99–105.

Dhall, A., Halder, A. and Datta, A.K 2012. Multiphase and multicomponent transport with phase change during meat cooking. Journal of Food Engineering, 113(2), 299–309.

Dominguez, R., Gomez, M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M. 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation volatile compounds in foal meat. Meat science, 97, 223-230.

Domínguez, R.,Gómez,M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M. 2014a. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. Meat Science, 97, 223–230.

Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M. 2014b. 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.

Domiszewski, Z., Bienkiewicz, G. and Plust, D. 2011. Effects of different heat treatments on lipid quality of striped catfish (Pangasius hypophthalmus). Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 10, 359-373.

Elmasry, G., Barbin, D.F., Sun, D.W. and Allen, P. 2012a. Meat quality evaluation by Fernandez, C., Gallego, L.ve Quintanilla, A. 1997. Lamb fat thickness and longissimus muscle area measured by a computerized ultrasonic system. Small Ruminant Research, 26(3), 277-282.

Erdoğan, S. 2005. Beslenme ve besin teknolojisi. Detay Yayıncılık, Ankara.

Fakhoury, M.O. and Ramaswamy, HS. 1993. Temperature uniformity of microwave heated foods as influenced by product type and composition. Food Res Int, 26(2), 89–95.

Farouk, M.M. and Swan, J.E. 1998. Effect of muscle condition before freezing and simulated chemical changes during frozen storage on protein functionality in beef. Meat Science, 50(2), 235-243.

Findlay, C.J., Parkin, K.L. and Stanley, D.W. 1989. Differential scanning calorimetry can determine kinetics of thermal denatur- ation of beef muscle proteins. Journal of Food Biochemistry, 10, 1–15.

García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. and Martínez-Monzó, J. 2007. Effect of cookingmethod on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). Journal of Food Engineering, 80, 813–821.

Gauthier, F.F. 1970. The Ultrastructure of Three Fiber Types in Mammalian Skeletal Muscle. The Physiology and Biochemistry of Muscle as A Food. The University of Wisconsin Press., Madison, USA.

George, R.M. and Burnett, S.A. 1991. General guidelines for microwaveable products. Food Control,2 (1), 35-44.

Giese, J. 1992. Advances in Microwave Food Processing. Food Technol, 46 (9), 118-123.

Graves, J.H. and Peckham, G.C. 1996. Foundation of Food Preparation. Merrill, Englewood Cliffs, NJ.

Guerrero-Lagerrata, I. and Hui, Y.H. 2010. Processed poultry products: a primer, In: Guerrero-Lagerrata, I. Hui, Y. H., Ed., Handbook of Poultry Science and Technology,Volume 2, John Wiley&Sons Inc., 1-12.

Gunasekaran, N., Mallikarjunan, P., Eifert, J. and Summer, S. 2005. Effect of fat content and temperature on dielectric properties of ground beef. Trans ASAE, 48(2), 673–80.

Guo, W. and Zhu, X. 2014. Dielectric properties of red pepper powder related to radiofrequency and microwave drying. Food and Bioprocess Technology, 7, 3591–3601.

Gündüz, O., Esengün, K. ve Göktolga, Z.G. 2006. "Ailelerin Et Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma: Tokat İli Örneği", VII. Tarım Ekonomisi Kongresi, Cilt: II, 1152-1160, Antalya.

Haard, N.F., Simpson, B.K. and Pan, B.S. 1994. Sarcoplasmic proteins and other nitrogenous compounds, in Seafood Proteins, Sikorski, Z.E., Pan, B.S., and Shahidi, F., Eds., Chapman & Hall, New York, chap. 3.

Harrison, D.L. 1980. Microwave versus conventional cooking methods: Effects on food quality attributes. J Food Protect, 43 (8), 633-637.Haskaraca G, Kolsarıcı N, 2013. Sous vide teknolojisi ve et teknolojisinde uygulama olanakları. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8 (2), 39-49.

Haskaraca, G. ve Kolsarıcı, N. 2013. Sous Vide Pişirme ve Et Teknolojisinde Uygulama Olanakları. Akademik Gıda 11(2) (2013) 94-101.

Heddleson, R.A. and Doores, S. 1993. Factors Affecting Microwave Heating of Foods and Microwave Induced Destruction of Foodborne Pathogens. J Food Protect, 57 (11), 1025-1037.

Henle, T. 2003. AGEs in foods: do they play a role in uremia? Kidney International, 63, 145-147.

Içoz, D., Sumnu, G. and Sahin, S. 2004. Color and texture development during microwave and conventional baking of breads. International Journal of Food Properties, 7, 201-213.

Igual, M., Contreras, C., Camacho, M.M. and Martinez-Navarrete, N. 2014. Effect of

thermal treatment and storage conditions on the physical and sensory properties of grapefruit juice. Food and Bioprocess Technology, 7, 191– 203.

İbiçek, T. 2006. Alternatif pişirme yöntemlerinin araştırılması ve yeni hibrid yöntem oluşturulması. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, İstanbul.

James C., Swain M.V. and James M.J. 2002. Development of methodology for assessing the heating performance of domestic microwave ovens, International Journal of Food Science and Technology, 37, 879-892.

Jouquand, C., Tessier, F.J., Bernard, J., Marier, D., Woodward, K., Jacolot, P. and Laguerre, J.C. 2015. Optimization of microwave cooking of beef burgundy in terms of nutritional and organoleptic properties. LWT - Food Science and Technology, 60(1), 271–276.

Kajak-Siemaszko, K., Aubry, L., Peyrin, F., Bax, M.L, Gatellier, P., Astruc, T., Przybylski, W., Jaworska, D., Gaillard-Marie, B. and Sant´e-Lhoutellier, V. 2011 Characterization of protein aggregates following a heating and freezing process. Food Res Intl 44:3160–6.

Kala, A. and Prakash, J. 2006. The comparative evaluation of the nutrient compo- sition and sensory attributes of four vegetables cooked by different methods. International Journal of Food Science and Technology, 41,163-171.

Kerth, C.R., Blair-Kerth, L.K. and Jones, W.R. 2003. Warner-Bratzler shear force repeatability in beef Longissimus steaks cooked with a convection oven, broiler, or clam-shell grill. Journal of Food Science, 68, 668–670.

Kinton, R., Ceserani, V. and Foskett, D. 1995. Practical Cookery, Hodder and Stoughton Inc, London.

Ko, S., Yoo, S.H., Lee, S., Cho, S., Kim, K.H. and Hwang, R. 2011. Effect of long low temperature-short high temperature cooking cycle on physicochemical properties of beef. Food Science and Technology Research, 17, 11–16.

Koca, S. 2015. 3. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, BESD-1 ,22-26 Nisan, Antalya.

Kondjoyan, A., Bussi-ere, P.H. and Verrier, F. 2006. Preliminary Modelling of Heat and Mass transfer During Grilling and Roasting of Meat. Proceedings of the COMSOL Users Conference, Paris.

Konyalıoğlu, S. 2001. Et kalitesi üzerine diyette alınan E vitamininin etkileri. Hayvansal Üretim Dergisi, 42, 25-36.

Kosulwat, S., Greenfiel, H. and Buckle, A. 2003. True retention of nutrients on cooking of Australian retail lamb cuts of differing carcass classification characteristics. Meat Science, 65, 1407–1412.

Krishnamurthy, K., Khurana, H.K., Jun, S., Irudayaraj, J. and Demirci, A. 2008. Infrared heating in food processing: An overview. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 7: 2-13.

Kumar, S. 2006. Nutrient retention in earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. 1. Proximates. Journal of Food Composition and Analysis, 19, 311–320.

Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature, 227, 680-685.

Larrea-Wachtendorff, D., Tabilo-Munizaga, G., Moreno-Osorio, L., Villalobos-Carvajal, R., Pérez-Won, M. and Perez-Won, M. 2015. Protein Changes Caused by High Hydrostatic Pressure (HHP): A Study Using Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy. Food Engineering Reviews, 7(2), 222–230.

Li, X. and Pan, Z. 2014. Dry peeling of tomato by infrared radiative heating: part II. Model validation and sensitivity analysis. Food and Bioprocess Technology, 7, 2005–2013.

Liu, Y. and Chen, Y.R. 2001. Analysis of visible reflectance spectra of stored, cooked and diseased chicken meats. Meat Science, 58, 395–401.

Lorenzo, J.M., Cittadini, A., Munekata, P.E. and Domínguez, R. 2015. Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods. Meat Science, 108, 50–54.

Lyng, J.G., Zhang, L. and Brunton, N.P. 2005. A survey of the dielectric properties of meats and ingredients used in meat product manufacture. Meat Science, 69(4), 589–602.

Martens, H. and Vold, E. 1976. DSC studies of muscle protein denaturation. Paper presented at the proceedings of the 22 nd European meeting of meat research workers.

McGee, H. 2003. On Food and Cooking, NY Free Press, New York.

Metaxas, A.C. and Meredith, R.J. 1982. Industrial Microwave Heating, Archtech House, London.Mizrahi, S. 2012. Mechanisms of objectionable textural changes by microwave reheating of foods: a review. Journal of Food Science, 71, 57-62.

Mizrahi, S. 2012. Mechanisms of objectionable textural changes by microwave reheating of foods: a review. Journal of Food Science, 71, 57-62.

Musto, M., Farcane, D., Cellini, F. and Musto, E. 2014. Changes of dna quality and meat physicochemical properties in bovine suprastinatus muscle during microwave heaating. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(4),

785–791.

Nam, K.C. and Ahn, D.U. 2002a. Carbon monoxide-heme pigment is responsible for the pink color in irradiated raw turkey breast meat. Meat Sci. 60, 25–33.

Nikmaram, P., Yarmand, M.S. and Emamjomeh, Z. 2011. Effect of cooking methods on chemical composition, quality and cook loss of camel muscle (Longissimus dorsi)in comparison with veal. African Journal of Biotechnology, 10(51), 1047–1048.

Obuz, E. Powell T.H. and Dikeman, M.E. 2002. Simulation of cooking cyclindrical beef roast, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 35, 637-644.

Offer, G. and Knight, P. 1988. The structural basis of water-holding in meat. Part 2: Drip losses. Pages 173–241 in: Developments in Meat Science. R. A. Lawrie, ed. Elsevier Applied Science, London.

Ohlsson, T. 1993. Domestic use of microwave ovens. In Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition, Vol. 2; Macrae, R.,Robinson, R. K.; Sadler, M. J., Eds.; Academic Press: London, , 1232–1237.

Oliveira, M.E.C. and Franca, A.S. 2002. Microwave heating of foodstuffs. J Food Eng, 53, 347-359.

Palka, K. and Daun, H. 1999. Changes in texture, cooking losses, andmyofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating. Meat Science, 51(3), 237–243.

Patsias, A., Badeka, A.V., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2008. Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets, Food Microbiology, 25 (4), 575-581.

Perez-Juan, M., Kondjoyan, A., Picouet, P. and Realini, C.E. 2012. Effect of marination and microwave heating on the quality of Semimembranosus and Semitendinosus muscles from Friesianmature cows. Meat Science, 92, 107–114.

Perez-Alvarez, J.A., Sayas-Barbera, E., Fernandez-Lopez, J. and Aranda-Catala, V. 1999.Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. Food Research International, 32, 599–607.

Picouet, P.A., Fernandez, A., Serra, X., Sunol, J.J. and Arnau, J. 2007. Microwave Heating of Cooked Pork Patties as a Function of Fat Content. J. Food Sci., 72 (2), 57-63.

Pina-Perez, M.C., Benlloch-Tinoco, M., Rodrigo, D. and Martinez, A. 2014. Cronobacter sakazakii inactivation by microwave processing. Food and Bioprocess Technology, 7, 821–828.

Pizato, S., Cortez-Vega, W.R., Giombelli, A. and Prentice, C. 2014. Effect of storage

temperature at 7 °C on the physical-chemical and microbiological quality of industrialized cooked chicken breast meat. Acta Scientiarum. Technology, 36, 355-360.

Póltorak, A., Wyrwisz, J., Moczkowska, M., Marcinkowska-Lesiak, M., Stelmasiak, A., Rafalska, U. and Sun, D.W. 2015. Microwave vs. convection heating of bovine Gluteus Medius muscle: Impact on selected physical properties of final product and cooking yield. International Journal of Food Science and Technology, 50(4), 958–965.

Rababah, T.M., Ereifej, K. I., Al-Mahasneh, M.A. and 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(1), 148–154.

Ramos, A.M. and Smith, N. 2009. Mathematical Models in Food Engineering. XXI Congreso de Ecuaciones Diferenciales y Aplicaciones XI Congreso de Matematica Aplicada, 21-25 septiembre;1.

Richardson, P. 2001. Radio frequency heating, Thermal technologies in food processing, TJ International Limited, London.

Roberts, P.C.B. and Lawrie, R.A. 1974. Effects of bovine L. dorsi muscle of convectional and microwave heating. J. Food Technol., 9, 345–356.

Rodríguez-Estrada, M.T., Penazzi, G., Caboni, M.F., Bertacco, G. and Lercker, G. 1997. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. Meat Science, 45, 365–375.

Salakova, A., Strakova, E., Válková, V., Buchtová, H. and Steinhauserova, I. 2009. Quality indicators of chicken broiler raw and cooked meat depending on their sex. Acta Veterinaria Brno, 78(3), 497-504.

Schiffman, R.F. 1986. Food product development for microwave processing, Food Technology, 40(6), 94.

Seideman, S.C., Cross, H.R. Smith, G.C. and Durland. P.R. 1984. Factors associated with fresh meat color: A review. J. Food Qual. 6, 211–237.

Shilton, N., Mallikarjunan, P. and Sheridan, P. 2002. Modeling of heat transfer and evaporative mass losses during the cooking of beef patties using far-infrared radiation. Journal of Food Engineering,55, 217–222.

Sikes, A., Tornberg, E. and Tume, R. 2010. A proposed mechanism of tenderising post-rigor beef using high pressure–heat treatment. Meat Sci 84: 390–9.

Sikorski, Z.E. 2001.Chemical and Functional Properties of Food Proteins.CRC Press. P490, New York.

Soyer, A., Kolsarıcı, N. ve Candoğan, K. 1998. Tavuk etlerinin bazı kalite özellikleri ve besin ögelerine geleneksel ve mikrodalga ile pişirme yöntemlerinin etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (2), 289-296.

Skjöldebrand, C. 2002. Infrared processing. In The Nutirition Handbook for Food Processors, Edited by C.J.K. Henry, C. Chapman, Boca Raton, Florida, 423-432p.

Sun, D.W. 2012. Thermal Food Processing. New Technologies and Quality Issues, 2nd edn. Oxon, UK.

Swain, M.W.L., Russel, L., Clarke R.N. and Swain, M.J. 2004. The development of food simulants for microwave oven testing, International Journal of Food Science and Technology, 39, 623-630.

Szczesniak, A.S. 1963. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science, 28(4), 385-389.

Thostenson, E.T. and Chou, T. 1999. Microwave processing fundamentals and applications, Applied Science and Manufacturing, 30, 1055-1071.

Tornberg, E., Olsson, A. and Persson, K. 1990. The structural and interfacial properties of food proteins in relation to their function in emulsions. In K. Larsson, & S. E. Friberg, Food Emulsions (pp. 247–324). New York and Basel.

Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. Meat Science, 70(3), 493-508.

Torrescano, G., Sanchez-Escalante, A., Gimenez, B., Ron- Cales, P. and Beltran, J.A. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. Meat Sci. 64, 85-91.

Uzzan, M., Kesselman, E., Ramon, O., Kopelman, I. J. and Mizrahi, S. 2006. Mechanism of textural changes induced by microwave reheating of a surimi shrimp imitation. Journal of Food Engineering, 74, 279-284.

Venkatesh, M.S. and Raghavan, G.S.V. 2004. An overview ofmicrowave processing and dielectric properties of agri-food materials. Biosystems Engineering, 88(1), 1–18.

Vittadini, E., Rinaldi, M., Chiavaro, E., Barbanti, D. and Massini, R. 2005. The effect of different convection cooking methods on the instrumental quality and yield of pork longissimus dorsi. Meat Science, 69,749–756.

Vural, H. ve Öztan A. 1996. Et ve Et Üürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Yayınları No: 36. Ankara, 236s.

Yarmand, M.S. and Homayouni, A. 2009. Effect ofmicrowave cooking on

themicrostruc- ture and quality of meat in goat and lamb. Food Chemistry, 112(4), 782–785.

Yarmand, M. and Homayouni, A. 2011. Microwave processing of meat, Microwave Heating, Dr.Usha Chandra (Ed.), ISBN: 978-953-307-573-0, InTech, Available from:http://www.intechopen.com/books/microwaveheating/microwave processig of meat

Yarmand, M.S., Nikmaram, P., Emam Djomeh, Z. and Homayouni, A. 2013. Microstructural and mechanical properties of camel longissimus dorsi muscle during roasting, braising and microwave heating. Meat Science, 95(2), 419–424.

Yıldız-Turp, G., Şengün, I. and Kendici, P. and İçier, F. 2013. Effect of ohmic treatment on quality characteristic of meat: A review. Meat Science , 93 (3), 441-448.

Yu, T.Y., Morton, J.D., Clerens, S. and Dyer, J. 2017. Cooking-Induced Protein Modifications in Meat. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16, 141-159.

Wang, Y., Zhang, L., Johnson, J., Gao, M., Tang, J., Powers, J.R. and Wang, S. 2014. Developing hot air assisted radio frequency drying for in-shell macadamia nuts. Food and Bioprocess Technology, 7, 278– 288.

Wen, S., Zhou, G., Li, L., Xu, X., Yu, X., Bai, Y. and Li, C. 2015. Effect of cooking on in vitro digestion of pork proteins: a peptidomic perspective. J Agric Food Chem 63: 250–261

William, S. 2001.Introduction to Astronomy. Available: http://www.opencourse.info/ astronomy/ introduction/08.matter_phases/Accessed Jul. 15, 2004.

Wright, D.J., Leach, I.B. and Wilding, P. 1977. Differential scanning calorimetric studies of muscle and its constituents. Journal of Science Food and Agriculture, 28, 557.

Zayas, J. 1997. Water Holding Capacity of Proteins. Functionality of Proteins in Food,76–133, Berlin, Germany.

Zhao, D., An, K., Ding, S., Liu, L., Xu, Z. and Wang, Z. 2014. Two-stage intermittent microwave coupled with hot-air drying of carrot slices: drying kinetics and physical quality. Food and Bioprocess Technology, 7, 2308–2318.

Zhu, X., Guo, W. and Jia, Y. 2014. Temperature-dependent dielectric properties of raw cow's and goat's milk from 10 to 4,500 MHz relevant to radio-frequency and microwave pasteurization process. Food and Bioprocess Technology, 7, 1830–1839.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Melike TAŞKIRAN
Doğum Yeri : Sakarya
Doğum Tarihi : 03.08.1990
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kalaba Anadolu Lisesi (2004-2008)
Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2008-2013)
Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2014-Şubat 2018)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Sakarya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü (2017-...)