



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DANA NUARINA (*M. semitendinosus*) UYGULANAN ÖN İŞLEMLERİN MİKRODALGA KURUTMAYA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Sena ÖZBAY DOĞU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Mart-2016

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

İmza

Sena ÖZBAY DOĞU

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANA NUARINA (*M. semitendinosus*) UYGULANAN ÖN İŞLEMLERİN MİKRODALGA KURUTMAYA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Sena ÖZBAY DOĞU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2016, 76 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT

Bu tez çalışmasında, hızlı, pratik ve ekonomik, alternatif bir kurutma yöntemi olan mikrodalga kurutmanın ön işlemlerle birlikte et üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Dana nuar etinin, farklı sıcaklık dereceleri (40 ^{o}C ve 50 ^{o}C) ile ön kurutma ve farklı konsantrasyonlarda tuz (%0, %1.5, %2.5) ile muamele edilmesi ve bunu takiben farklı mikrodalga enerjileri ile (180 W, 540 W, 720 W) kurutulması sonucunda ürünlerde oluşan fiziksel değişimler belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda, et numunelerimizdeki, su aktivitesi, nem miktarı, nem kaybı, çap farkı, kalınlık farkı, büzüşme oranı, renk ve tekstür profil analizi ile SEM (Taramalı elektron mikroskobu) altında mikroskobik yüzey yapısı değişimleri araştırılmıştır. Tüm ön işlemlerin bu parametrelere olan etkileri istatistikî analizler sonucunda belirlenmiştir.

Elde edilen bu verilere göre, son üründe en yüksek nem kaybı ve en düşük su aktivitesi değerleri 50 ^{o}C ön kurutma yapılmış 720 W enerji ile kurutulmuş örneklerden elde edilmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, ete uygulanan tuz oranı, ön kurutma ısısı ve mikrodalga enerji düzeyi, kurutulmuş etin rengini ve nem içeriğini büyük oranda değiştirmektedir. Bu parametreler aynı zamanda etin kalınlığı ve çapını da değiştirerek büzüşme oranını etkilemektedir. SEM ile yapılan yüzey yapısı incelemelerinde de bu değişkenlerin, etin fibril yapısı üzerine etkileri gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurutma, Kurutulmuş et, Mikrodalga kurutma

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF EFFECT OF PRE-TREATMENTS APPLYING TO ROUND OF MEAT (*M. semitendinosus*) ON MİCROWAVE DRYING

Sena ÖZBAY DOĞU

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2016, 76 Pages

Jury
Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Assist. Prof. Dr. Durmuş SERT

Microwave drying is fast, practical, economical and an alternative drying method. This study aimed to investigate the effects of microwave drying and pre-treatment on meat.

Some processes were applied to the round of beef obtained from butcher. These processes are pre-dried with different temperatures (40 ° C and 50 ° C), salting in different concentrations (0%, 1.5%, 2.5%) and later dried by different microwave energy (180 W, 540 W, 720 W). Physical changes that occur in products as a result of drying are determined. In this context, water activity, moisture content, moisture loss, the diameter difference, the thickness difference, shrinkage ratio, microscopic surface structure (under the SEM analysis), color and texture profile of the meat sample were investigated. Effects of all pre-treatment are determined based on the statistical analysis.

According to the data, the final product having the highest moisture loss and the lowest water activity values were obtained from a sample made with pre-drying at 50 ^{o}C and microwave-drying at 720 W.

According to results, the color and moisture content of the dried meat are changed by the parameters of meat pre-treatments such as salt concentration, pre-drying temperature and microwave energy level. These parameters affect also shrinkage rate of meat by changing its thickness and diameter. Otherwise these variables effect on the fiber structure of the meat. Changes of meat surface were observed by SEM (scanning electron microscope).

Keywords: Drying, Dried meats, Microwave drying

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, karşılaştığım her zorlukta yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a,

Çalışmamda hem manevi desteğiyle hem de bilimsel açıdan katkılarıyla yanımda yer alan canım kardeşim Büşra ÖZBAY'a ve kıymetli aileme,

Tezimin laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşım Uzman İsmail BİLİCAN'a ve Uzman Hasan İbrahim KOZAN'a,

Bilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT ve Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya,

Çalışmalarım devam ederken beni hep destekleyen ve çalışmalarımı tamamlamam konusunda motive eden hocalarım Prof. Dr. Semih EKERCİN ve Yrd. Doç. Dr. Mesut ŞAM'a,

Çalışmalarımın sürdürülmesinde desteğini veren, stajyer öğrenci arkadaşlarıma, gece uzayan çalışmalarda kendimi güvende hissetmemi sağlayan fakülte güvenlik görevlilerine, şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Sena ÖZBAY DOĞU
KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **2**

2.1. Et Kurutma Teknolojisi 4
2.1.1. Et kurutulmasında uygulanan ön işlemler 10
2.2. Kurutulmuş Etin Özellikleri 11
2.2.1. Duyusal özellikler 12
2.2.2. Biyolojik özellikler 13
2.2.3. Diğer özellikler 14
2.3. Mikrodalga Kurutma 15

3. MATERYAL VE YÖNTEM **19**

3.1. Materyal 19
3.2. Yöntem 19
3.2.1 Deneme deseni 19
3.2.2. Örneklerin hazırlanması 20
3.3. Analiz Metotları 27
3.3.1. Nem tayini 27
3.3.2. Su aktivitesinin (aw) belirlenmesi 27
3.3.3. Ağırlık kaybı ve buharlaşan su miktarı analizi 27
3.3.4. Büzüşme oranı, çapta azalış yüzdesi, kalınlık değişim yüzdesi analizi 27
3.3.5. Renk analizi 28
3.3.6. Tekstür profil analizi 28
3.3.7. SEM analizi 28
3.3.8. İstatistiki analizler 29

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **30**

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları 30
4.2. Renk Analizi Sonuçları 30
4.2.1. *L** değeri sonuçları 30
4.2.2. *a** değeri sonuçları 33
4.2.3. *b** değeri sonuçları 36
4.2.4. *Hue* değeri sonuçları 38
4.2.5. *Chroma* değeri sonuçları 42
4.3. Nem Miktarı Sonuçları 45

4.4. Agırlık Kaybı, Buharlaşan Su Miktarı Sonuçları 46
4.5. Büzüşme Oranı, Çapta Azalış Yüzdesi, Kalınlık Değişim Yüzdesi Sonuçları 50
4.6. Su Aktivitesi Sonuçları 52
4.7. Tekstür Profil Analizi Sonuçları.....52
4.8. SEM Analizi Sonuçları 54

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 67

5.1. Sonuçlar 67
5.2. Öneriler 70

KAYNAKLAR 71

ÖZGEÇMİŞ.....76

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

*a**	:	Kırmızılık
a_w	:	Su aktivitesi
*b**	:	Sarılık
cm	:	Santimetre
*L**	:	Parlaklık
NaCl	:	Sofra tuzu
W	:	Watt
^oC	:	Santigrat derece
%	:	Yüzde

Kısaltmalar

dk	:	Dakika
DFD	:	Kuru, sert, koyu et
GHz	:	Gigahertz
kob	:	Koloni oluşturan birim
MAP	:	Modifiye atmosferde paketleme
MHz	:	Megahertz
SEM	:	Scanning electron microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
TGK	:	Türk Gıda Kodeksi

1. GİRİŞ

Etin korunması ve yeni ürünlere işlenebilmesi için hızlı, basit, ucuz, sağlıklı ve tekrarlanabilir yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Et için en büyük risk faktörü olan su aktivitesi, dondurma, kurutma, osmotik dehidrasyon vb. yöntemlerle düşürülerek raf ömrü uzatılabilmektedir. Bu yöntemler içerisinde et kurutulması, özellikle eski çağlarda bozulmayı geciktirmesi ve doğal enerjiden faydalanarak uygulanabilir olması açısından kullanılmaya başlanmış ve bu işlem günümüze kadar gelmiştir. Günümüzde de özellikle sıcak iklim bölgelerinde, güneş ışığından faydalanarak kurutma süreci gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda soğuk zincirin maliyetini karşılayamayan ve et muhafazası hususunda sorunlar yaşayan gelişmemiş ülkelerde kurutma, hala geçerliliğini korumaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde, farklı tür hayvanların etleri kullanılıp farklı işlemler uygulanarak çok çeşitli kurutulmuş et ürünleri elde edilmektedir. Ayrıca bu ürünler hem et menşei hem de işlenme tarzı ve bölgesel talepler ile şekillenerek bir coğrafi işaret gibi o bölgelerin kültürünü yansıtmakta ve bölge ekonomilerine de katkı sağlamaktadır.

Et kurutmanın avantajları arasında suyunun uzaklaştırılması ile et hacminin küçülmesi de yer almaktadır. Bu durum, taşıma ve depolama sürecini kolaylaştırıp bu süreçlerin maliyetini azaltmaktadır. Ayrıca, soğuk zincir gerektirmeyen kurutulmuş et ürünleri, uzun süreli taşıma ve depolama şartlarına dayanarak dünya ticaretinde pazarlanmaya uygun olmaktadır. Eti muhafaza etmesinin yanı sıra, etin kurutulması ile geliştirilen yeni ürünler, farklı ürünlere (hazır çorba vb.) bir katkı olarak eklenerek de önem taşımaktadır.

Etin su miktarının düşmesi, tuzlama ve kürleme gibi ön işlemlerle sinerjistik bir etki oluşturmakta ve bunun sonucunda kurutulmuş et ürünleri, mikrobiyal olarak güvenli et ürünleri olarak da değerlendirilmektedir.

Çalışmamızın temel amacı, dana nuarda (*M. semitendinosus*), mikrodalga kurutma sürecinde meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesidir. Bu aşamada, ete uygulanan ön işlemlerin ve mikrodalga fırın parametrelerinin ürün üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kurutma, gıdaları korumak için kullanılan muhtemel en eski metottur (Lewicki ve ark., 2014). Gıdaların kurutulması eski çağlardan beri kullanılmış ve özellikle çevresel şartlar açısından kurutmaya elverişli Asya, Afrika gibi kıtalarda kurutma işlemi sıklıkla yapılmıştır (Wentworth, 1956). Gıdaların kurutulmasının, özellikle sıcak iklime sahip bu bölgelerde, gıdanın uzun süre depolanabilmesi için uygulanan en eski ve kolay gıda muhafaza yöntemlerinden birisi olduğu bilinmektedir. Günümüzde dahi, soğutma ekipmanlarının kısıtlı olduğu ve soğuk zincirin sağlanamadığı bölgelerde, kurutma iyi bir gıda muhafaza alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıcak iklime sahip bölgelerde yapılan güneşte kurutma ile de enerji maliyeti düşük bir kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Güneşte doğal yollarla gıda kurutma, kurutma süreci kontrolünün sınırlı olması, geniş kurutma alanları gereksinimi, yüksek işçilik maliyeti, böcek, toz ve yabancı maddelerin varlığı ile aynı zamanda iklimsel belirsizlikler gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ancak iklim koşulları uygun bölgelerde tarım ürünleri genelde bu şekilde kurutulmaktadır (Szulmayer, 1971).

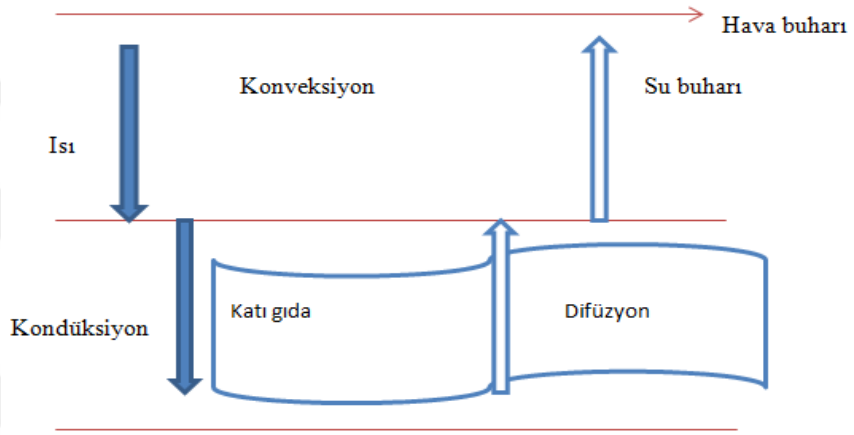
Kurutma işleminin yapılmasındaki temel amaç, gıdanın fiziksel ve kimyasal yapısına zarar vermeden suyunu uzaklaştırabilmektir (Chandrasekaran ve ark., 2013). Kurutma ile mümkün olan en hızlı şekilde su, gıdadan uzaklaştırılarak su aktivitesi düşürülmekte böylece gıdayı bozan mikroorganizma gelişimi durdurulmakta veya geciktirilebilmektedir (Bennani ve ark., 2000). Kurutma prosesiyle, gıdaların raf ömrünün uzamasına ek olarak, yeni bir ürün elde edebilmek de mümkündür (Aguilera ve ark., 2003; Lewicki ve ark., 2014). Bu bağlamda gıda endüstrisinde üretilen ürünlerin çoğunluğu, kurutulmuş veya orta nemli gıdalardan oluşmaktadır (Şahbaz, 1998).

Tanım olarak kurutma, maddeden buharlaşma, süblimleşme veya osmotik bir işlemle suyun hareket etme sürecidir (Lewicki ve ark., 2014). Kurutma, ısıl uygulamaların yanı sıra osmotik dehidrasyon ve mekanik işlemlerle de gerçekleştirilmiştir (Duan ve ark., 2011). Gıda endüstrisinde kurutma ise, ham, işlenmiş ya da yarı işlenmiş katı, sıvı, yarı sıvı gıdaların yapılarındaki su oranının azaltılarak belirli düzeylere düşürülmesi işlemi olarak tanımlanmıştır (Saldamlı ve Saldamlı, 2000). Gıdadan nemin hızla uzaklaştırılması, mikrobiyal gelişim açısından önem taşımaktadır. Bu anlamda tuzlama ve kurutma yöntemleri ile gıdayı korumak, ideal bir yöntem olarak kabul edilmiştir (Bennani ve ark., 2000).

Katı gıdaların kurutulmasında, gıdadaki mevcut su, çevreye doğru buharlaşmaya başlamaktadır. Bu aşamada iki temel süreç gerçekleşmektedir;

- Enerji transferi,
- Katının yüzeyine doğru su transferi,

Kurutmada meydana gelen suyun transferi süreci iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşama, suyun katının yüzeyine doğru taşınması, ikinci aşama ise suyun, katının yüzeyinden çevreye doğru buharlaşmasıdır (Lewicki ve ark., 2014). Şekil 2.1.'de katı gıdaların kurutulması sürecinde oluşan ısı ve kütle transferi verilmiştir.



Şekil 2.1. Katı gıdaların kurutulmasında ısı ve kütle transferi (Lewicki ve ark., 2014).

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi katıların kurutulmasında ısı transferi süreci konvektif ve kondüktif şekilde gerçekleşmekte, bu aşamada transfer, iki farklı dirençle karşılaşmaktadır. Kondüktif ısı transferine direnç, genelde konvektif ısı transferine dirençten daha büyük olmakta ve büyük oranda gıdanın su içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Su aktivitesinin düşmesi ile kondüktif ısı transferine karşı direnç de artmaktadır. Katı gıdaların kurutulmasında, kurutmanın son aşamaları, başlangıç aşamalarından zor olmaktadır (Lewicki ve ark., 2014). Havanın sıcaklık derecesi, nemi, akış yönü ve hızı, yüzey alanı, ortamın basıncı ve ürünün kendine has özellikleri (şekil ve büyüklük), kurutma sürecini etkileyen faktörler olmuştur (Saldamlı ve Saldamlı, 2000; Lewicki ve ark., 2014). Ayrıca kurutma işleminde, gıdalarda mikro düzeyde meydana gelen yapısal değişimler dahi son ürünün kalitesi ve tekstürünü doğrudan etkilemiştir (Ramos ve ark., 2005).

Katı gıdaların kurutulması, pek çok faktörden etkilenen kompleks bir süreç olmakla birlikte, çeşitli ön işlemlerin uygulanması ile suyun katıdan daha rahat

uzaklaştırılması ve buna bağlı olarak da katının daha hızlı kurutulması sağlanabilmiştir. Katı gıdaların kurutulmasında uygulanan ön işlemler, kıyma, ısıtma veya dondurma şeklinde sıralanabilmektedir (Lewicki ve ark., 2014).

Gıdaların kurutulması ev tipi geleneksel üretimlerle, doğal yollarla güneş altında yapılmış, büyük ölçekli kurutmalarda kurutucular ve kurutma odaları kullanılmıştır. Bu şekilde üretim, hızlı ve yüksek miktarlarda ürün verirken aynı zamanda açık havanın dezavantajları olan iklim koşulları değişkenliği (yağmur, rüzgâr vb.), mikrobiyal ve çevresel kontaminasyon (mikroorganizmalar, sinek, toz vb.) sorunları da bertaraf edilmiştir. Çeşitli kaynaklarda 500'ün üzerinde kurutucu tipinden bahsedilmiş ve 100 civarında da endüstriyel tip kurutucu bulunduğu bildirilmiştir (Mujumdar ve Law, 2010). Endüstriyel tip kurutucular aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar;

1. Sıcak havalı (konveksiyon) kurutucular;
   - Fırın kurutucular,
   - Kabin (dolap) kurutucular,
   - Tünel kurutucular,
   - Bantlı kurutucular,
   - Sandık kurutucular,
   - Püskürtmeli kurutucular,
2. Valsli (kondüksiyon) kurutucular,
3. Vakum kurutucular,
4. Dondurarak kurutucular (freze-driers),
5. Mikrodalgalı kurutucular (Saldamlı ve Saldamlı, 2000).

Kurutmanın en büyük avantajı, hiç şüphesiz gıdaların raf ömrünü uzatmasıdır. Bu avantajına ek olarak kurutmayla, gıdanın, ağırlık kaybından dolayı taşınması kolaylaşmış, depolama ve taşıma maliyetleri de minimize edilebilmiştir (Soydan Karabacak ve ark., 2014).

2.1. Et Kurutma Teknolojisi

Et, besleyici değerinden dolayı sağlıklı diyetin önemli bir parçası olmakta ve dünyada birçok toplumda farklı şekillerde tüketilmektedir. Bunun yanı sıra çiğ etin raf ömrünün kısa olması ve soğuk zincirde depolanması zorunluluğu et kurutulmasında yeni deneylerin ve teknolojilerin anahtarı konumundadır. Heinz ve Hautzinger (2007)'a göre; tüketiciler lezzetli, aroması gelişmiş ve uzun ömürlü et ürünlerini üreticilerden

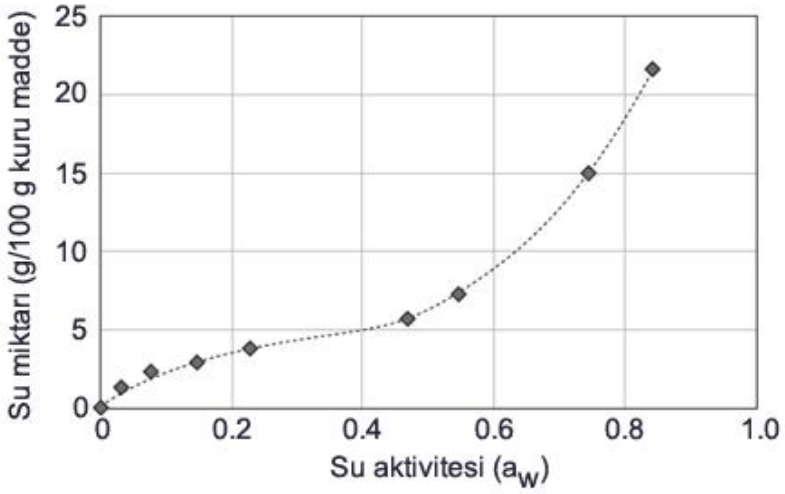
talep etmektedir. Bu faktörler bir arada değerlendirildiğinde, tüketiciye, kaliteli, sağlıklı, uzun ömürlü ve lezzetli et ürünleri sunmak önem taşımış, kurutulmuş et ürünleri de bu faktörler çerçevesinde iyi alternatifler olarak kabul edilmiştir. Ancak kurutma prosesi hem hammadde hem de kurutma ekipmanı ve prosesi, kurutma öncesi işlemler ve ambalajlama, depolama gibi, tüm aşamaların önem taşıdığı karmaşık bir süreçtir. Sürecin tüm etmenleri, ürün kalitesi ve özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Kurutma, etten suyun uzaklaştırılması süreci olarak basit bir işlem gibi düşünülmemeli, tüm faktörlerin doğru değerlendirilmesi için deneysel çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

Et muhafaza yöntemleri, coğrafyaya bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Örneğin Akdeniz Bölgesi'nde iklimden dolayı et, genelde kurutulmuş ve bazı durumlarda tütsüleme işlemi de yapılmıştır. Akdeniz bölgesindeki güneşli günler, uzun kurutma süreci için uygun olup, etin su aktivitesini (a_w) düşürmeyi kolaylaştırmıştır. Avrupa'da ise; et muhafaza yöntemi olarak tütsüleme ve fermantasyon gibi yöntemler daha yaygın kullanılmıştır (Toldrá ve Hui, 2014). Ülkemizde ve dünyada tuzlu ve kürlenmiş etin kurutulması ile elde edilen pek çok kurutulmuş et ürünü bulunmaktadır (Öztan, 2005).

Eti korumak için tuzlamak ve kurutmak yüzyıllar öncesinde soğutma için buzdolapları yokken, özellikle sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde kullanılmaya başlanmıştır (Bennani ve ark., 2000). Günümüzde etin raf ömrünü uzatmak için modern metotlar bulunmaktadır. Ancak hava sıcaklığının yüksek olduğu tropikal bölgelerde ve gelişmekte olan ülkelerde bu ekipmanları yaygın kullanmak maliyeti artırmıştır. Böylece kurutulmuş et ürünleri günümüzde hâlâ önemini sürdürmektedir (Jones ve ark., 2004; Heinz ve Hautzinger, 2009). Ayrıca kurutulmuş et, bir aroma ingrediyeni olarak tüketime hazır çorba, bebek mamaları veya evcil hayvan yemleri gibi farklı gıdalarda kullanımıyla da önem taşımaktadır (Soydan Karabacak ve ark., 2014). Sonuç olarak kurutulmuş et ürünleri, günümüzde tüm dünyada hem diyetin bir parçası olarak hem de farklı ve yeni gıda ürünlerinin bir aroma ingrediyeni olarak önemini sürdürmüş, yeni ürün geliştirme çalışmalarında alternatif bir kullanım alanı doğurmuştur.

Terim olarak et kurutma, et ve et ürünlerinden suyun uçurulması işlemidir. Mikrobiyal gelişimi durdurmak için gerekli olan düşük a_w bu şekilde elde edilmiştir (Heinz ve Hautzinger, 2009). Türk Gıda Kodeks (TGK)'i Et ve Et Ürünleri Tebliğine

göre ise kurutma, üretim sırasında ürünün teknolojisi gereği suyunun bir kısmının uzaklaştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012). Kurutma teknolojisinde fiziksel olarak etin nem içeriği aşamalı olarak düşmektedir. Etin iç bölgelerindeki su, aşamalı olarak migrasyona uğrayarak etin yüzey kısımlarına ulaşır ve oradan da buharlaşarak eti terk eder (Heinz ve Hautzinger, 2009). Şekil 2.2.'de kurutulmuş sığır etine ait sorpsiyon izotermi gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Kurutulmuş sığır etinin sorpsiyon izotermi eğrisi (Lewicki ve ark., 2014).

Et kurutma, hayvan kesimi ile başlayan, bunu takiben tıraşlama, hammadde seçimi, önişlemlerle devam eden ve uygun kurutma yönteminin seçilip uygulanması ile sona eren karmaşık bir süreç olarak kabul edilmekte, sürecin ilk aşaması olan hayvan seçiminde, orta yaşlı, yağsız ve sağlıklı et, kurutulma işlemi için uygun bir seçim olarak görülmektedir (Anonymous, 1990). Sığır, manda, keçi ile geyik ve antilop gibi av hayvanları etleri kurutulmaya en uygun etler olmuştur. Bazı bölgelerde kullanılan Tibet öküzü, koyun ve domuz etinin kurutulması uygun sonuçlar vermemiştir. Yağsız bölgelerden alınan etler bile kas içi yağ dokusu yoğunluğundan dolayı aromada ransit tada sebep olmuştur (Heinz ve Hautzinger, 2009). Et yağının oksidasyonu, kuru etin tipik tadına katkı sağlamakla birlikte aşırı ransit tat, tüketiciler için problem oluşturabilmektedir (Anonymous, 1990).

İkinci önemli aşama olan et kurutulması sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, et parçalarının birbiri ile temas etmesidir. Böyle bir durum, temas eden bölgelerin uzun süre kurumamasına ve bunun sonucu olarak da mikroorganizma ve böceklerin üremesi için elverişli ortamın oluşmasına sebep olmaktadır (Anonymous, 1990).

Dış faktörlere ek olarak et kurutulmasında oluşan iç ve dış ısı transferi direnci, kurutulmuş et ürünlerinin kalitesi ve kurutma sürecinin seyri açısından büyük önem taşımaktadır. Yüksek dış ısı akışı, etkin olarak katının içini etkileyememektedir. Bu durumda katının yüzeyi, enerjinin büyük kısmını absorplamaktadır. Bunun bir sonucu olarak yüzeyde su hızla buharlaşmakta ve burada kuru bir bölge oluşmaktadır. Bu kuru bölgenin su geçirgenliği daha az olacağından su buharlaşması yavaşlamakta ve kuruma hızı düşmektedir. Bu gibi durumlarda katının yüzeyi kavrulabilmektedir (Lewicki ve ark., 2014).

Ancak etin yavaş ve buna bağlı olarak uzun süreli kurutulması sürecinde yüksek oranda proteoliz meydana gelmesi sebebiyle yumuşak ve hamurumsu bir tekstür elde edilebilmiştir. Ancak bu durum bazen ette, acımsı metalik bir tat oluşumuna da sebep olmuştur. Yine bu şekilde kurutulan etlerde, yüksek proteaz aktivitesi sonucu oluşan alkali metabolik ürünler, pH değerini 6.2'nin üzerine çıkarmıştır. Bu durum aroma ve yumuşaklığın değişiminde önemli rol oynamaktadır (Feiner, 2006). Bu faktörler göz önüne alındığında kurutma sürecinde görev alan tüm faktörlerin, kaliteye olan etkisinin büyük önem taşıdığı görülmüştür.

Kurutma sürecinde ürün kalitesine doğrudan etkisi olan kurutma şekli de önemli bir aşama olarak karşımıza çıkmaktadır. Seçilen yöntem, alet ekipman gibi kurutma süreci parametreleri büyük önem taşımaktadır. Bazı kurutulmuş et ürünleri genelde ev tipi geleneksel yöntemlerle üretilmektedir. Ancak bu et ürünleri arasında endüstriyel boyutta ve kurutma ekipmanları ile üretilen tipleri de mevcut olmaktadır. Geleneksel kurutmada; toz, rüzgâr, yağmur, böcek, fare ve kuşlardan kaynaklanan kontaminasyonlar oluşabilmektedir. Bu kontaminasyonla et, yeterli nemli ortamlarda mikrobiyal bozulmaya maruz kalabilmektedir. Bu durum halk sağlığını da etkilemektedir. Güneşte kurutma, düşük ölçekli üretimler için uygun olmakla birlikte bahsedilen riskleri içeren bir metottur. Doğal yollarla kurutma, giderek azalırken, özel iklimlendirme odalarında belirli nem ve sıcaklık içeriği ile kurutma işlemi yaygınlaşmıştır. Bu açıdan et kurutma amacı ile kullanılan pek çok farklı kurutucu tipi geliştirilmiştir. Geniş ölçekli üretimlerde solar kurutma kullanılmış, bu tip kurutmada et, direkt güneş ışığına maruz kalmayarak indirekt şekilde solar radyasyona maruz bırakılmıştır. Solar kurutmada, solar kollektörlerin vasıtasıyla ısıtılan hava ile et kurutulmuştur. Bu tip kurutmada et, daha kontrollü kapalı ortamlarda bulunduğu için

mikrobiyolojik olarak daha güvenilir et ürünleri elde edilebilmiştir (Heinz ve Hautzinger, 2009).

Bir diğer yöntem olan kurutma odalarında yapılan kurutmada ise, odaların ve et parçalarının boyutu gibi faktörler kurutma hızını etkilemiştir (Feiner, 2006). Kalın et parçalarının kurutulması, merkezi nem içeriğinin geç düşmesi ve mikrobiyal gelişime elverişli olması açısından randımanlı olamamıştır. Etleri fileto şeklinde kurutmak, daha iyi sonuçlar vermiştir (Heinz ve Hautzinger, 2009).

Kabin kurutucular ise sıklıkla kullanılan kurutma ekipmanları arasında yer almıştır. Kabin içerisine hava, fanlar yardımı ile sağlanmış, hat boyunca düzenli hava akışı, ısı ve kütle transferi açısından pozitif etkiler oluşturmuştur (Lewicki ve ark., 2014).

Bantlı kurutucularda ise genelde sıcak hava konveksiyon metodu ile yapılmış ve taşıyıcı bant kurutucular bu işlem açısından uygunluk göstermiştir (Greensmith, 1998). Bant kurutucular, kesilmiş gıdaların küçük parçalarının kurutulması açısından uygun olmaktadırlar (Lewicki ve ark., 2014).

Vakum kurutucularda ise; atmosferik basınç altında hızlı kurutma işlemi yapılabilmiş ve sıcaklık kondüksiyonla sağlanmıştır. Dondurarak kurutma da bir diğer vakum altında kurutma metodu olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemle, gıda önce dondurulmuş daha sonra kurutucuya gönderilmiştir. Dondurma sürecinde büyük buz kristallerinin oluşması, gıda tekstürüne daha fazla zarar vermiş ve bu durum da kurutmada su transferini hızlandırarak süreyi kısaltmıştır (Lewicki ve ark., 2014).

Kurutulmuş et ürünlerinin ambalajlanması ve depolanması, prosesin son aşamalarını oluşturmaktadır. Kurutulmuş et ürünleri, uzun raf ömrü sağlamak için sıklıkla vakum ambalaj ile ambalajlanmaktadır (Engez ve Ergönül, 2009). Kurutulmuş et ürünlerinin paketlenmesinde çok çeşitli gereçler kullanılmakta, kâğıt, plastik veya alüminyum folyo, selefon ve bezler kullanılan ambalaj gereçlerini oluşturmaktadır.

Depolama sürecinde ise kurutulmuş et ürünleri en azından ayda bir kez kontrol edilerek duyusal veya kalite açısından değişiklikler incelenmeli, ortam sıcaklık ve nem değerleri sürekli takip edilmelidir (Anonymous, 1990). Et kurutulması ile ette fiziksel değişimler, kısalma, büzüşme ve tekstürde sertleşme olarak gözlemlenmiştir. Ancak

kurutma sürecinde etin tüm besleyici özellikleri ve protein içeriği değişmeden kalmıştır (Heinz ve Hautzinger, 2009).

Ülkemizde ve dünyada sadece kırmızı etin değil aynı zamanda balık ve tavuk etinin de kurutulması ile yeni ürünler elde edilmiştir. Özellikle balık, yaygın olarak kurutulan bir et çeşididir. Kürlenmiş veya kurutulmuş balık, dünyanın birçok bölgesinde geleneksel ürünler şeklinde tüketilmektedir (Chukwu, 2009). Çünkü besleyici öğeleri ve yüksek protein içeriğinden dolayı önemli bir gıda maddesi olmakta (Jain ve Pathare, 2007) buna karşılık taze balık eti, %80'den daha fazla su içermektedir. Bu durum balık etini bozulmalara açık bir hale getirmektedir (Bala ve Mondol, 2001). Kurutma ile balıkta enzimler de kısmen inaktive olmaktadır (Duan ve ark., 2005). Kurutma ile su ve enzim aktivitesi minimize edilen balık, uzun raf ömrüne sahip olabilmektedir.

Kırmızı ette olduğu gibi balık etinin de kurutulması raf ömrünü artıran bir uygulama olmuş ve kurutma, ya tuzlama tütsüleme gibi ön işlemlerle birlikte veya tek başına balığı korumak için uygulanmıştır (Igene, 1986). Balık kurutma, genelde açık havada yapılmıştır. Bu tip uygulama literatürde de sıkça yer almaktadır. Ayrıca iklimin uygun olduğu ülkelerde sıklıkla uygulanmıştır. Ancak açık hava ile kurutma, uzun sürdüğünden kurutulmuş etin gözenek yapısı ve fiziksel özellikleri de bundan etkilenmiştir (Duan ve ark., 2005).

Kırmızı et ve balığa nazaran daha az uygulaması olan bir diğer kurutma ürünü de kurutulmuş tavuk etidir. Tavuk eti, çeşitli proteinlerin, aynı zamanda doymuş ve doymamış yağ asitleri, vitamin ve minerallerin de bir kaynağı olarak sağlıklı bir diyetin önemli bir parçasını teşkil etmektedir (Charlton ve ark., 2008). Ancak tavuk eti de hızla bozulabilme özelliğine sahiptir. Bu açıdan besleyici değerini kaybetmeden bu ürünleri saklamak ve tüketmek önem taşımaktadır (Babić ve ark., 2009). Bu bağlamda tavuk eti kurutma, tütsüleme, kürleme gibi işlemlerle korunmuş veya sosis, nugget gibi ürünlere dönüştürülmüştür (Hii ve ark., 2014). Kurutulmuş tavuk etleri ise tüketime hazır makarna gibi gıdalara bir katkı olarak da değerlendirilmiştir (Namsanguan ve ark., 2004; Nathakaranakule ve ark., 2007). Ayrıca tavuk derisinin çeşitli yöntemlerle (dondurarak kurutma, sprey kurutma, konveksiyonel kurutma) kurtulmasıyla kollajen peptit tozu eldesi de gerçekleştirilmiştir (Zeng ve ark., 2013).

Kurutulmuş tavuk eti, dilim veya kübik şekilde doğranarak işleme alınmaktadır. Tavuk eti kurutulmasında çok çeşitli yöntemler ve farklı yöntemlerin kombinasyonları

kullanılmıştır. Fırında kurutma (Hii ve ark., 2014; Li ve ark., 2014), kızgın buharla kurutma (Nathakaranakule ve ark., 2007; Abdulhameed ve ark., 2014), dondurarak kurutma (Farkas ve Singh, 1991; Babić ve ark., 2009), kızgın buharla sıcak hava pompasının kombine kullanıldığı yöntemler (Namsanguan ve ark., 2004) ve bir diğer kombine yöntem olan ultrason ve vakum altında kurutma (Başlar ve ark., 2014) gibi yöntemler sayılabilmektedir. Ancak tavuk etinin kurutulması, sıcak hava ile gerçekleştiğinde, tavuk eti hem besleyici değeri hem de fiziksel özellikleri açısından olumsuz etkilenmiştir (Nathakaranakule ve ark., 2007). Yeni teknolojilerle tavuk kurutulması büyük önem taşımaktadır. Özellikle kızgın buharla kurutma yöntemi; kurutma süresini kısaltması ve tavuk etinin kalitesine pozitif etkileri sebebiyle önem taşımaktadır (Abdulhameed ve ark., 2014).

2.1.1. Et kurutulmasında uygulanan ön işlemler

Et kurutulması öncesinde, ürünün raf ömrünü artırmak, aromasını ve tekstürünü geliştirmek amacıyla, tuzlama, kürleme, fermantasyon, tütsüleme veya marinasyon gibi yöntemler uygulanabilmektedir.

Et ürünlerinin a_w'si, katkı maddeleri ve uygulanan işlemlere bağlı olarak değişmektedir. Etkili a_w düşüren maddelerden birisi NaCl'dür ve tuzlayarak kurutma işlemi, kurutmanın etkinliğini (Lewicki ve ark., 2014) ve gıdaların dayanıklılığını (Bennani ve ark., 2000) arttırmıştır. Çünkü tuzlama, ozmotik dehidrasyonu sağlayan bir süreçtir ve bu süreçte hem etten suyun, hem de ete tuzun transferi gerçekleşmektedir (Mujaffar ve Sankat, 2006). Böylelikle tuz, kurutma hızını artırmış, su aktivitesinin hızla düşmesini sağlamış ve etin mikrobiyal bozulmasını da engellemiştir (Chang ve ark., 1996). Ozmotik dehidrasyon sürecine bağlı olarak tuzlanmış etlerin kuruma oranı artmış ve kurutma işlemi daha kısa sürmüştür (Torringa ve ark., 2001). Kısacası tuzlama ve kurutma işlemlerinin birlikte yapılması hem lezzete katkı sağlamakta hem de teknolojik ve hijyenik avantajları da beraberinde getirmektedir (Anonymous, 1990).

Yapılan bir çalışma ile tuz ve şekerin bir arada bulunduğu çözeltilerle, eti muamele etmenin, kütle transferini artırarak dehidrasyon sürecini geliştirdiği gösterilmiştir (Collignan ve ark., 2001). Tuzlama işlemi, kuru tuzlama ve salamura olarak gerçekleştirilmektedir. Kuru tuzlama, et yüzeyinin tuzla ovulması (Bellagha ve ark., 2002; Guizani ve ark., 2008) salamura uygulaması ise belli oranlardaki tuz – su çözeltileri içerisinde eti bekletmek (Aubourg ve Ugliano, 2002; Clemente ve ark., 2009;

Samad ve ark., 2009; Brás ve Costa, 2010) şeklinde gerçekleştirilebilmektedir. Bu iki tuzlama şeklinin etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, yapılan kuru tuzlamanın, salamura içerisinde daldırma yöntemine göre, benzer periyotlarda, suyun uzaklaşması açısından daha etkin olduğu gösterilmiştir (Guizani ve ark., 2008). Aynı zamanda tuzlama, kurutma maliyetleri üzerine etkili olan bir ön işlem olabilmektedir. Brás ve Costa (2010), tuzlama şekli ve süresinin, kurutmanın süresini ve buna bağlı olarak maliyetini de doğrudan etkilediğini bildirmişlerdir.

Etlere uygulanan dondurma, ısıtma, tuzlama gibi ön işlemlerin balık eti üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; bu işlemlerin balığın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkili olduğu, sindirilebilirliğini arttırdığı ve bunun sonucunda besleyici değerinin değişebildiği vurgulanmıştır (Chukwu, 2009). Tuzlamanın; sığır eti gibi balığında rengini, aromasını, tekstürünü ve büzüşme oranı gibi fiziksel faktörlerini etkilediği bildirilmiştir (Mujaffar ve Sankat, 2006).

Kurutma öncesi ete uygulanan diğer yöntemler ise, kürleme ve tütsülemedir. Bu uygulamalar ile etin mikrobiyal, aromatik ve fiziksel özelliklerine katkıda bulunulmaktadır. Kürleme; nitrat, nitrit, tuz ve şeker ile etlerin etin muamele edilmesi işlemiyken, tütsüleme ise yanan odunların dumanına etin maruz bırakılması işlemidir (Anonymous, 1990). Farklı bir ön işlem olarak fermantasyon ise; ürünlere hem raf ömrü hem de aroma sağlamaktadır (Heinz ve Hautzinger, 2009). Bu gibi uygulamaların yanı sıra et, çiğ olarak veya dondurulduktan sonra da kurutma sürecine tabi tutulabilmektedir (Greensmith, 1998). Ayrıca kurutma öncesi gerçekleştirilen pişirme (Hii ve ark., 2014) ve dondurma (Farkas ve Singh, 1991) gibi ön işlemlerin, kurutmanın süresini kısalttığı da bilinmektedir. Bu tip ön işlemler, et ürünlerinin tekstürünü de etkilemektedir. Örneğin ön pişirme uygulanmış tavuk etlerinin daha sert oldukları, buna karşılık çiğ olarak kurutulan tavuk etlerinin daha elastiki yapıda olduğu bildirilmiştir (Hii ve ark., 2014). Kurutma boyunca oluşan ağırlık kaybı, aroma gelişimi ve ürünün yumuşaklığı, kurutma ile ilgili önemli faktörleri oluşturmaktadır (Feiner, 2006). Etlere uygulanan bu tip ön işlemler, doğrudan bu faktörleri etkileyerek, ürünün kalitesini olumlu veya olumsuz yönde değiştirmektedir.

2.2. Kurutulmuş Etin Özellikleri

Kurutulmuş et ürünlerinin sahip olduğu bir kısım fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler, kurutma sürecinde oluşmaktadır (Pinto ve Tobinaga, 2006). Kurutulmuş et

ürünleri, çeşitli bölgelerde çok farklı şekillerde üretilmelerine rağmen, et rengi, aroması, mikrobiyolojisi ve kalitesi açısından her ürünün taşıması gereken genel standart özellikler bulunmaktadır. Ayrıca kurutulmuş et ürünlerinde aroma ve renk gibi duyusal özellikler, et kalitesi, etin mikrobiyolojik değerlendirilmesi ve ete uygulanan işlemler açısından ipuçları vermektedir.

2.2.1. Duyusal özellikler

Kurutulmuş ette lezzet ve aroma gibi duyusal özellikler en önemli kalite kriterlerindendir. Bu et ürünlerinde istenmeyen koku olmaması, renginin ise tek tip ve koyu kırmızı olması istenmektedir. Periferik bölgelerin koyu renk, merkezi kısımların parlak kırmızı olması, etin hızla kurutulduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca bu durumun paketleme ve depolama aşamaları boyunca etin mikrobiyolojik bozulmaya yatkın olduğunu gösterdiği ve istenmeyen bir durum yarattığı da bildirilmiştir (Anonymous, 1990).

Kuru kürlenmiş et ürünlerinin aromasının oluşmasında ise kas içi lipitler önemli bir rol oynamakta (Huang ve ark., 2014), lipaz enzim aktivitesi ile yağlardan, gliserol ve stearik, linoleik, palmitik ve oleik asit gibi serbest yağ asitleri oluşmakta, aminopeptidazlar da serbest aminoasit oluşumunu sağlamaktadır (Feiner, 2006). Çiğ etin kas içi lipitleri, etin elde edildiği hayvanın yaşı, genotipi, cinsiyeti ve ete uygulanan postmortem ve antemortem uygulamalar gibi ete ait özelliklerin yanı sıra işleme teknolojisinin de et enzimlerinin aktivitesi üzerine etkisi bulunmaktadır (Toldra, 1998). Etlerde bulunan, özellikle proteolitik ve lipolitik enzimler, kurutulmuş et ürünlerinin duyusal özelliklerinin oluşumunda önem taşımaktadır (Toldra, 1998; Toldrá, 2006). Kurutma boyunca aromanın oluşumu, katapsin ve kalpain gibi proteolitik enzimler sonucunda meydana gelen proteoliz ve lipoliz gibi biyokimyasal değişimlerle, doymamış yağ asitlerinin enzimatik oksidasyonu sonucu oluşan uçucu bileşenler, peptit, protein ve serbest aminoasitlerin birbiri ile olan etkileşimi sonucunda mümkün olmaktadır (Feiner, 2006).

Ayrıca kurutulan et ürünlerine ön işlem olarak uygulanan tuzlamanın yapılma süresi de; ette oluşacak serbest aminoasit ve serbest yağ asidi miktarını değiştirmesinden dolayı aroma ve tadı etkilemiştir (Lorenzo ve ark., 2015).

Balık etinin kurutulmasıyla duyusal özelliklerinin değişimi arasında da önemli bir ilişki bulunmaktadır. Farklı kurutma koşullarının, ürünün fiziksel yapısını doğrudan

etkilediği ve ürün üzerinde oluşan porların, dağılım ve sayısını değiştirdiği bildirilmiştir (Rahman ve ark., 2002). Farklı bir çalışmada ise mikrodalga kurutma ile mikrodalga ve hava kombine kurutma yönteminin, balık etinin duyusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve bunun sonucunda hissedilir bir duyusal farklılık oluşmadığı bildirilmiştir (Duan ve ark., 2005).

Tavuk eti ile ilgili ise en önemli duyusal değişimlerden biri, kurutma esnasında oluşan esmerleşme reaksiyonlarından dolayı tavuk etinin parlaklığını yitirerek renk değiştirmesidir (Nathakaranakule ve ark., 2007). Kırmızı et ve balık etinde de uygulanan kurutma metodu ve kurutma öncesi ön işlemler, doğrudan duyusal özellikleri etkilemektedir. Örneğin tavuk eti kurutulmasında sıklıkla uygulanan yöntemlerden olan kızgın buharla kurutmanın, konveksiyonla kurutmaya göre daha az lipit oksidasyonuna sebep olduğu bildirilmiş ve buna bağlı olarak ürünün duyusal kalitesi de artmıştır (Abdulhameed ve ark., 2014). Tavuk etine uygulanan ön işlemlerin, etin yüzey alanını ve rengini doğrudan değiştirdiği de bildirilmiştir (Farkas ve Singh, 1991).

2.2.2. Biyolojik özellikler

Kurutulmuş et, yapısındaki düşük nem içeriği ve sert tekstürüne rağmen mikrobiyal kontaminasyona açık olabilmektedir. *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Neisseria* sp, *Acinetobacter* sp, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus* sp ve *Penicillium* sp. kurutulmuş bir et ürününden izole edilmiş mikroorganizmalardır (Ajiboye ve ark., 2011). Ayrıca *Salmonella* spp. ve *S. aureus,* hava ile kurutulan ürünlerde iki büyük mikrobiyolojik risk olarak belirtilmiştir (Feiner, 2006).

Ancak yapılan bir çalışmada kuru fermente sosisin yüzeyinde gelişen *Penicillium* spp.'nin, üründe istenmeyen mikroorganizmalara karşı koruyucu bir görev yaptığı bildirilmiştir. Aynı zamanda bu mikrobiyal gelişim, bir antioksidan gibi davranarak kurutma risklerini de minimize etmiş ve proteinlerin, serbest yağ asitlerinin ve laktik asidin yapısını bozmuş ve aromanın gelişimine katkı sağlamıştır (Ludemann ve ark., 2004). Ancak mikotoksijenik küf türlerinin, kuru kürlenmiş et ürünlerinde gelişimi, tüketiciler açısından sağlık riskleri oluşturmaktadır. Bu açıdan fungal türler, kuru kürlenmiş et ürünleri için doğru şekilde tanımlanmalıdır (Sonjak ve ark., 2011). Tuz, nitrit, nitrat, baharat ve fermente ürünlerde starter kültür sayesinde oluşan asitlikle birlikte kurutma işleminin gerçekleştirilmesinin, patojenik bakteri gelişimini inhibe ettiği de bildirilmiştir (Little, 1998).

Özellikle açık havada balık etlerinin kurutulmaları durumunda risk artmaktadır. Yapılan çalışmalarda, güneşte doğal şartlarda yapılan kurutma işlemlerinin hijyenik olmayan durumlar oluşturduğu bildirilmiştir (Samad ve ark., 2009). Depolama sürecinde balıkta küf oluşumunu önlemek için, son ürün nem içeriğinin %15'ler civarında olması gerekliliği belirtilmiştir (Bala ve Mondol, 2001).

2.2.3. Diğer özellikler

Ürünün duyusal ve biyolojik özelliklerine ek olarak kurutulmuş et ürünlerinde önem taşıyan kritik noktalar şu şekilde sıralanabilir;

- Ürünler düşük mikrobiyal seviyede (her ürün için 10^2-10^4 kob/g) olmalıdır.
- Ürünün pH değeri 5.5-5.8 arasında olmalıdır.
- Donmuş et ile kurutma işlemi yapılacaksa, çözündürme işlemi yapılırken bakteriyel çoğalma önlenmelidir.
- Kurutulmuş ürüne işlemede DFD (koyu-sert-kuru) sorunu olan etlerden kaçınılmalıdır.
- Tuzun, et içerisine penetrasyonunu artırmak için mümkün olduğunca bağ doku miktarı azaltılmalıdır.
- Nitrit, izin verilen seviyeler doğrultusunda kullanılmalıdır.
- Dilimlenmemiş ürünler, vakum altında paketlenmeli ve bu ürünlerin su aktivitesi 0.89'un altında olmalıdır.
- Dilimlenmiş ürünlerde ise MAP teknolojisi kullanılmalı, eğer vakum altında ambalajlama yapılmak durumundaysa, 4 ^{o}C'nin altında depolama yapılmalıdır (Feiner, 2006).

Ayrıca bu tip ürünlerin üretiminde hijyen uygulamalarına önem verilerek, üretim süreci ve sonrasında, ete kontaminasyonun önlenmesi sağlanmalıdır (Little, 1998). Kalite sistemleri, hayvan kesiminden başlayarak, üretim, paketleme ve depolama aşamaları boyunca uygulanmalıdır. Kurutulmuş et ürünlerinde yağın etten dikkatli bir şekilde ayrılması da önem taşımakta ve bu durum ransiditeyi önleyerek kurutulmuş et ürününün raf ömrünü de artırmaktadır.

Kurutulmuş balık ürünlerinde ise; son ürün nemi %10-60 arasında değişebilmekte, işleme sıcaklığı 5 ^{o}C'den düşük veya 120 ^{o}C'den yüksek olabilmektedir. Bu tip kurutulmuş et ürünlerinin üretim süreleri ise yarım saatten,

aylarca süren süreçlere kadar değişkenlik gösterebilmektedir (Chukwu, 2009). Uygun kurutma işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile hem biyokimyasal hem de mikrobiyolojik olarak kaliteli kurutulmuş balık elde edilebileceği, yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Bellagha ve ark., 2002). Ancak, özellikle açık havada kurutulan balıklarda önlem alınmadığı takdirde toz, böcek ve mikroorganizma kontaminasyonu gibi ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyecek faktörler ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak düşük kaliteli hammadde seçimi, balıkların düşük kaliteli su ile yıkanmaları, düşük kaliteli ticari tuz kullanımı gibi faktörlerin de kurutulmuş balık ürünlerinde ürün kalitesi üzerine olumsuz etkide bulunacağı belirtilmiştir (Samad ve ark., 2009). Kurutma şekli de doğrudan ürünün kalite parametrelerini etkilemektedir. Düşük sıcaklıkta uzun süren kurutma işlemi sonucunda yüksek kalitede kurutulmuş balık elde edilebileceği de bildirilmiştir (Kilic, 2009). Balığın sahip olduğu özelliklere bağlı olarak kurutma yönteminin seçimi, kurutulmuş diğer et ürünlerinde de olduğu gibi son ürünün kalitesini doğrudan etkilemiştir (Pinto ve Tobinaga, 2006).

2.3. Mikrodalga Kurutma

Gıdaların kurutulması amacıyla geliştirilen yöntemler, güneşte kurutmadan, kompleks, kombine yöntemleri içeren kurutuculara kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Her bir kurutma sisteminin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Ancak kurutulacak gıdanın özellikleri ve son üründen beklenen kalite kriterleri dikkate alınarak seçilecek optimum kurutma yöntemi, hem verimi hem de kaliteyi etkilemektedir.

Günümüz gelişen teknolojisine bağlı olarak hem endüstriyel olarak hem de ev ölçekli mikrodalga fırınların kullanımı artmaktadır. Mikrodalga fırınlar, özellikle tüketime hazır gıdaların ısıtılması amacı ile evlerde yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir (Vadivambal ve Jayas, 2010). Mikrodalga fırın teknolojisinin temel yapı taşı olan mikrodalgalar; 300 MHz ile 300 GHz arasındaki frekansta yer alan elektromanyetik radyasyona verilen isimdir (Cohen ve Yang, 1995).

Mikrodalga enerji; gıdaların çözdürülmesi, ön ısıtmalarının yapılması, pastörizasyonu, sterilizasyonu, ısıtılması veya kurutulması gibi genel olarak tüm ısıl işlemlerde kullanılabilmektedir (Teotia ve Miller, 1975; Taher ve Farid, 2001; Konak ve ark., 2009; Chandrasekaran ve ark., 2013). Bu teknolojinin temel prensibi, maddenin kutuplu (polar) moleküllerini etkileyerek, elektromanyetik alan enerjisinin termal enerjiye dönüşmesi şeklinde açıklanabilmektedir (Vadivambal ve Jayas, 2007).

Mikrodalga kurutmanın temel prensibi; maddenin yüzey ve iç bölgeleri arasındaki su buharı basıncı farkından ileri gelmektedir. Böylece nemin transferi bu şekilde gerçekleşmektedir (Vadivambal ve Jayas, 2007). Mikrodalga kurutucular, elektromanyetik dalgalarla oluşturulan radyant enerjiden yararlanılarak gıdanın yapısındaki suyun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır (Saldamlı ve Saldamlı, 2000). Yani mikrodalga kurutmanın temelinde, enerjinin bir formu olarak elektromanyetik dalga boyu spektrumunun kullanılması yatmaktadır. Bu enerji doğrudan gıda ile temas etmekte, bunun sonucunda ısı hızla yükselerek, kurutma işleminin etkinliğini artırmaktadır (Mujumdar, 2014). Mikrodalga kurutma, farklı kurutma tekniklerini destekleyip, bu tekniklerle birlikte kullanıldığında kurutmanın etkinliğini arttırarak da teknolojiye hizmet vermektedir (Bantle ve ark., 2013).

Mikrodalga ile kurutmada, çok farklı gıda çeşitleri üzerine çalışmalar yürütülmüştür. Elma (Wang ve ark., 2007b; Tarhan ve ark., 2009), fındık (Silva ve ark., 2006), havuç (Wang ve Xi, 2005; Yan ve ark., 2010), çilek (Raghavan ve Venkatachalapathy, 1999), kabak (Wang ve ark., 2007a), limon (Yoğurtçu, 2014), mantar (Giri ve Prasad, 2006) gibi sebzelerin yanı sıra, dereotu (Eştürk ve Soysal, 2010), sarımsak (Sharma ve Prasad, 2001), asma yaprağı (Alibaş, 2012) gibi bitkiler, kurutulmuş bu gıdalara verilebilecek örneklerdir.

Mikrodalga fırınlar, ısıl işlem teknolojilerinde temel bir araç olmasının yanı sıra, temel teknolojiye katkı sağlayan bir araç olarak da karşımıza çıkmaktadır. Örneğin kızartılarak hazırlanan tavuk nuggetın kızartma öncesi mikrodalga fırında rehidrate edilmesinin, ürünün nem ve kızartma sonrası yağ içeriğini düşürdüğü şeklinde inovatif çalışmalar bulunmaktadır (Ngadi ve ark., 2009). Mikrodalga enerjinin hem ürünlerin üretiminde, hem de üretim sürecinin iyileştirilmesi için yan aşamalarda kullanıldığını söylemek mümkündür.

Gıdalar içerisinde yüksek besleyiciliği ve buna karşılık yüksek su aktivitesi nedeni ile etin kurutularak depolama süreci kolaylaştırılmakta ve raf ömrü uzatılmaktadır. Ancak özellikle geleneksel kurutulmuş et ürünlerinin üretiminin, açık havada yapılması birçok dezavantajı beraberinde getirmektedir. Ayrıca geniş alanların gerekliliği, yüksek işgücü ve bunun getirdiği maliyet de eklenince, kontrollü, kısa süren ve maliyetleri azaltan yöntemler dikkat çekmektedir. Gelişen teknoloji, artan nüfus ve tüketici ihtiyaçları ise bu gelişimi desteklemektedir. Yaygın olarak kullanılan bir diğer

kurutma tipi olan konveksiyonel kurutma ise zaman kaybı, oluşabilecek esmerleşme ve redoks reaksiyonları, ısının eşit yayılmaması ve ürün tekstüründe yaşanan sorunlar nedeniyle eleştirilmiştir (Stanisławski, 2005; López ve ark., 2010; Arabhosseini ve ark., 2011). Duan ve ark., (2011)'a göre kurutma yöntemleri içerisinde düşük maliyetli, kontrollü ve hızlı bir yöntem olan mikrodalga kurutma aynı zamanda güvenli bir yöntem olarak da kabul edilmiştir.

Mikrodalga ile et kurutulması, sıklıkla diğer yöntemlerle kombine biçimde kullanılmaktadır. Dondurarak mikrodalga kurutma, vakum mikrodalga kurutma gibi yöntemlerden bahsetmek mümkündür. Konveksiyonel kurutma ile mikrodalga kurutma kıyaslandığında, ürün kalitesi üzerine mikrodalga kurutmanın avantajları bildirilmiştir (Vadivambal ve Jayas, 2007). Ancak hava ile kurutmanın, mikrodalga kurutma ile desteklendiği sistemlerin, olumlu sonuçlar verdiği de görülmüştür (Chandrasekaran ve ark., 2013). Bir diğer mikrodalga destekli kurutma sistemi olan mikrodalga vakum kurutma, mikrodalga konveksiyonla kurutma yöntemine göre enerji açısından daha etkin sonuçlar vermiştir (Sunjka ve ark., 2004). Ayrıca bu tip kombine kurutma sistemlerinde oksijen olmamasından dolayı kurutma boyunca oksidasyonun olmamasının, ürünün duyusal özelliklerini geliştirdiği de belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2006). Mikrodalga ile kombine kullanılan bir diğer yöntem ise dondurarak kurutmadır. Bu işlemle su, hızla uzaklaştığı için kurutmaya hassas gıdaların kurutulma sürecinde olumlu sonuçlar vermiştir (Cohen ve Yang, 1995). Gelişen teknoloji ile değişen kurutma sistemleri, hem maliyet hem ürün kalitesi hem de üretim parametreleri açısından avantajlar sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarla mikrodalga kurutmanın diğer avantajları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

- Kurutma süresinin kısalması ürüne zarar gelmesi risklerini bertaraf etmektedir. Özellikle hassas ürünler, zarar görmeden kurutma süreci gerçekleştirilebilmektedir (McLoughlin ve ark., 2003).
- Düşük enerji maliyeti sağlamaktadır (Gunasekaran, 1999; Vadivambal ve Jayas, 2007).
- Kurutulmuş ürünün daha az büzüşmesi sonucunda daha fazla nem kaybı sağlayarak kurutmanın etkinliğini de artırmaktadır (Maskan, 2001).
- Eşit ve etkin ısı dağılımı sağlamaktadır (Taher ve Farid, 2001).
- Ürünün esneklik, renk, aroma, besleyici değeri, mikrobiyolojik stabilite,

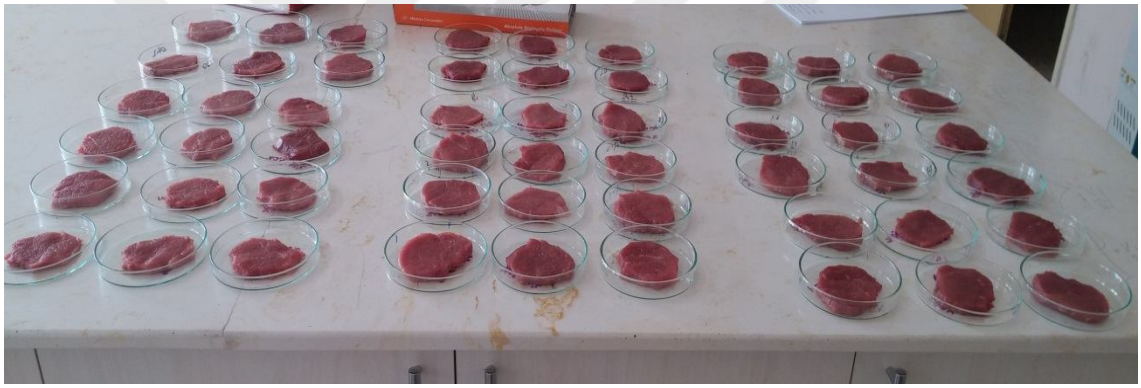
enzim inaktivasyonu, rehidrasyon kapasitesi ve gevreklik gibi karakteristik özelliklerini de olumlu etkilemektedir (Vadivambal ve Jayas, 2007).

Mikrodalga kurutma işlemi esnasında dikkat edilmesi gereken iki önemli faktör vardır. Birinci faktör, kurutulan ürünün kalitesi, ikinci faktör ise mikrodalga kurutma işlemi (kurutma hızı, kurutma etkinliği, kurutma süresi vb.) parametreleridir (Li ve ark., 2010). Yani ürüne has özelliklerin yanı sıra işlem parametreleri de hem kurutma sürecini hem de son ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Balık etinin kurutulduğu çalışmalarda mikrodalga fırınların gücünün artmasıyla, ürünün nem içeriğinin düştüğü, kurutma süresinin kısaldığı ve ürünün büzüşme (Duan ve ark., 2011) ve kuruma oranının yükseldiği bildirilmiştir (Duan ve ark., 2005). Farklı bir çalışmada ise mikrodalga kurutma sonucunda balık etinden nemin buharlaşma oranının arttığı, daha etkin bir kurutma işleminin gerçekleştirildiği ve daha kısa sürdüğü bildirilmiştir (Pianroj ve ark., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, 24 aylık bir dananın nuarı (*M. semitendinosus*) tercih edilmiştir. Kullanılan et, Konya'daki anlaşmalı bir kasaptan temin edilmiş ve bu etler soğuk zincir kırılmadan en kısa sürede S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvara ulaşan et, şekil verici bir gereç yardımıyla daire şeklinde hızla kesilerek 9 cm'lik petri kaplarına konulmuştur. Denemelerde kullanılan analitik saflıktaki tuz (NaCl) bir medikalden temin edilmiştir. Şekil 3.1.'de ön işlemlerden hemen sonra mikrodalgada kurutulacak et örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Kurutma süreci öncesi dilimlenip şekil verilen et örnekleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Bu çalışmada, farklı ön işlemlerin mikrodalga kurutma prosesine etkilerini belirlemek için, üç farklı düzeyde tuzlama işlemi (%0, %1.5 ve %2.5 kuru tuzlama) ve etüvde iki farklı ön kurutma işlemi (40 ^{o}C ve 50 ^{o}C) uygulanmıştır. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi açısından ön kurutma işlemine alınmayan ve tuzlanmayan kontrol grubu da oluşturulmuştur. Tam kurutma işleminin gerçekleştirilebilmesi için zaman ve enerji parametreleri ön denemeler sonucunda tespit edilmiştir. Denemelerin gerçekleştirilmesi için ev tipi bir mikrodalga fırın (Arçelik, MD

595, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Ön denemelerin bir sonucu olarak her bir grup et örneği 180 W enerjide 14 dk, 540 W enerjide 7 dk ve 720 W enerjide ise 5 dk muamele edilmiştir. Bu işlemler sonucunda etlerde oluşan değişimler (ağırlık, çap ve kalınlık farkı, nem, su aktivitesi, tekstür, renk ve etin mikro yapısında meydana gelen değişimler) belirlenmiştir. Denemeler iki tekerrürlü ve her bir tekerrür de iki paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Et örneklerine uygulanan mikrodalga uygulama süreleri muamele olarak alınmamıştır. Çizelge 3.1.'de deneme planı verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme planı*

Tuz oranı (%)	**Ön kurutma sıcaklığı (°C)**	**Mikrodalga enerjisi (W)**
0,0 (Kontrol)	Ön kurutma yapılmayan	180
		540
		720
	40	180
		540
		720
	50	180
		540
		720
1,5	Ön kurutma yapılmayan	180
		540
		720
	40	180
		540
		720
	50	180
		540
		720
2,5	Ön kurutma yapılmayan	180
		540
		720
	40	180
		540
		720
	50	180
		540
		720

*Denemeler iki tekerrürlü ve her bir tekerrür de iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Örneklerin hazırlanması

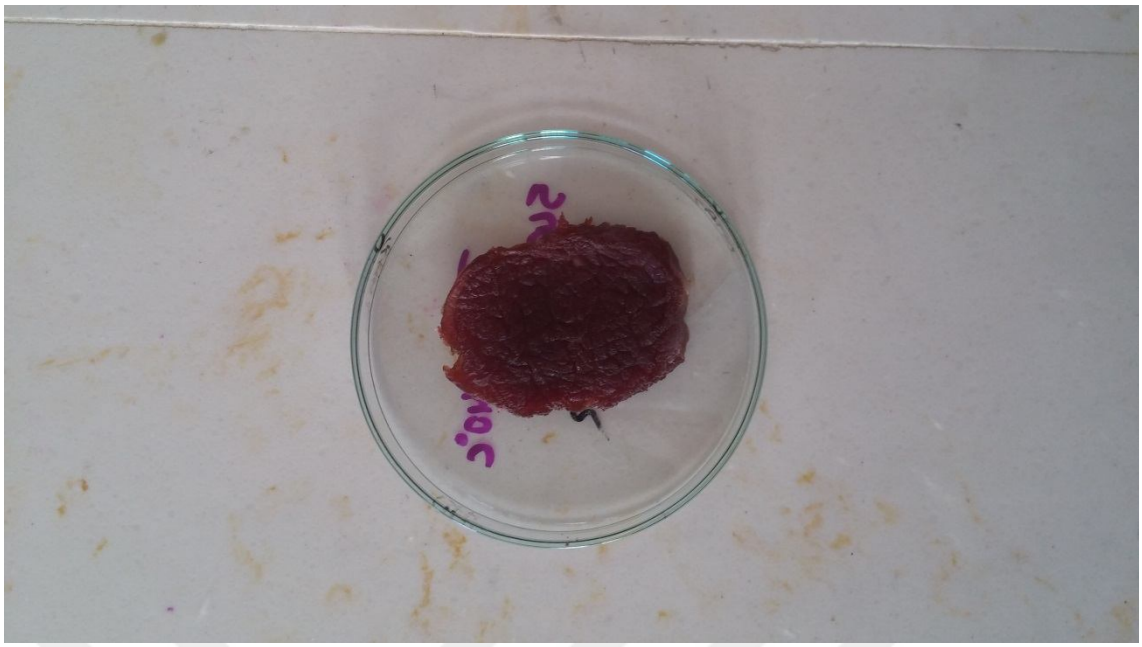
Deneyde kullanılacak etler soğuk zincir kırılmadan hızla laboratuvara getirilmiş, et örnekleri belirli kalınlıkta dilimlenmiş (~5 mm) ve et örnekleri daire biçiminde (6 cm çapında) kesilerek 9 cm'lik petri kaplarına aktarılmıştır. Dilimlenip şekil verilen et örnekleri 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup et örnekleri kontrol grubu olarak hazırlanmış

ve tuz muamelesi yapılmamıştır. İkinci grup et örnekleri ağırlığının %1.5'u ve üçüncü grup et örnekleri ise ağırlığının %2.5'u oranında tuzla ovularak muamele edilmiştir. Daha sonra tüm örnekler buzdolabı şartlarında (+4 °C) 30 dakika bekletilmiştir. Şekil 3.2.'de mikrodalga kurutma öncesi hazırlanan et örnekleri görülmektedir.

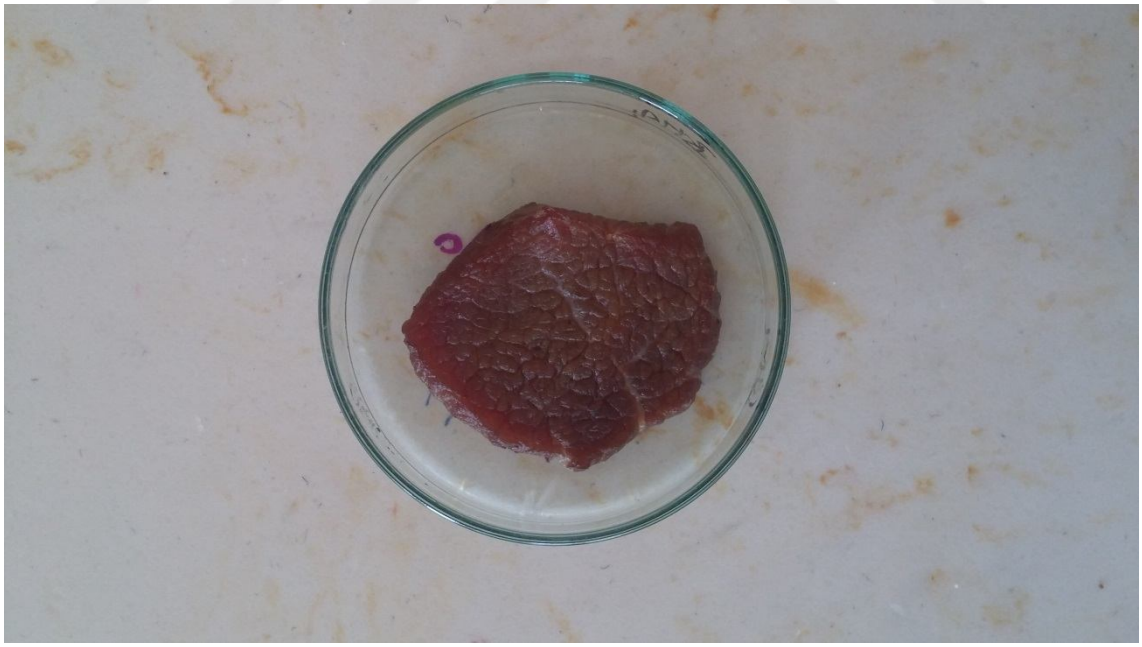


Şekil 3.2. Dilimlenip şekil verilen et örneklerinin mikrodalga kurutma öncesi buzdolabı şartlarında bekletilmesi

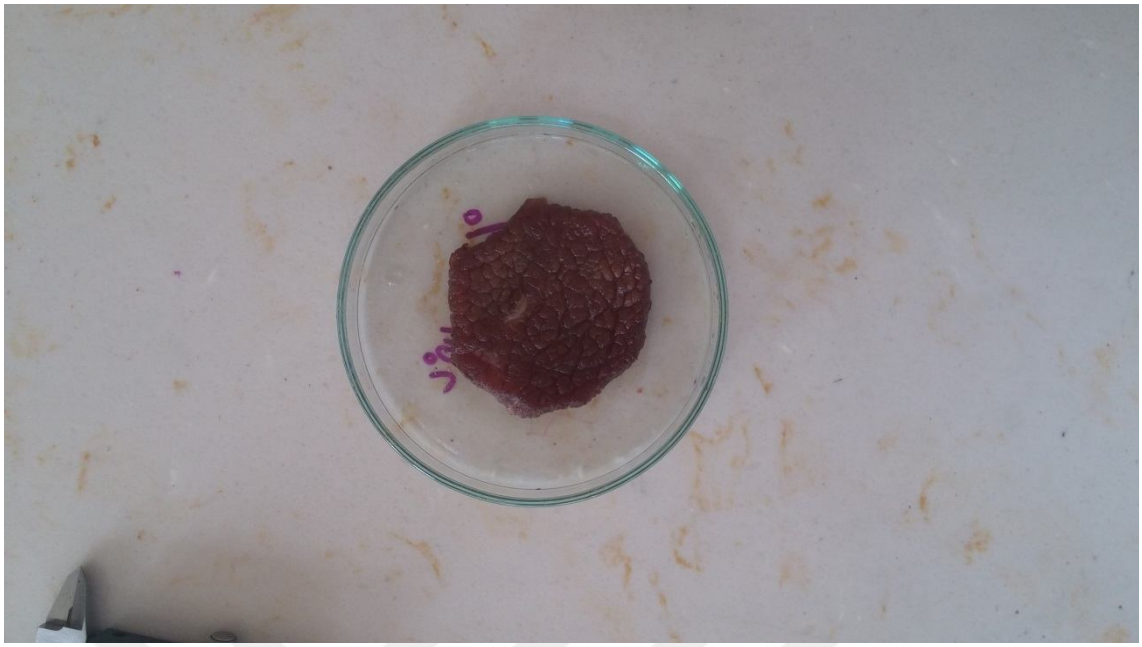
Dilimlenip şekil verilen ve buzdolabı şartlarında 30 dakika bekletilen et grubu örnekleri, ikinci ön işlem olan ön kurutma aşamasından önce tekrar ikişer guruba ayrılmıştır. Örnek grupları, 40 ^{o}C ve 50 ^{o}C'lik etüvlerde 6 saat ön kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Etüvde ön kurutmaya tabi tutulduktan sonra etlerde görülen değişimler Şekil 3.3. - Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



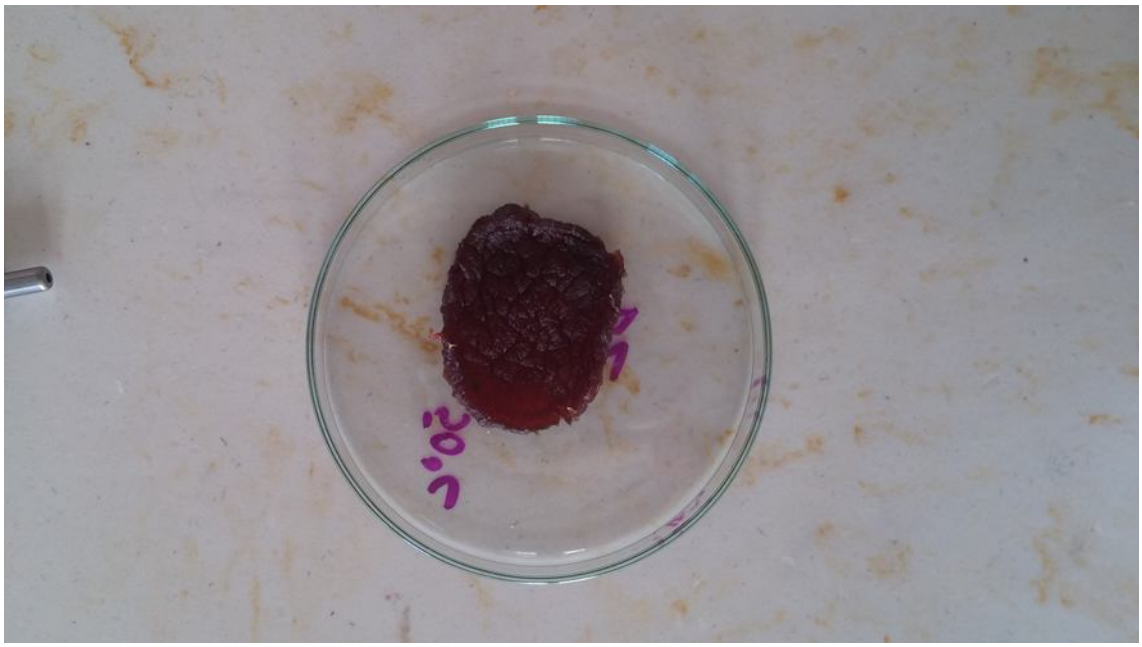
Şekil 3.3. Etüvde 40 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış tuz ilave edilmeyen et örneği



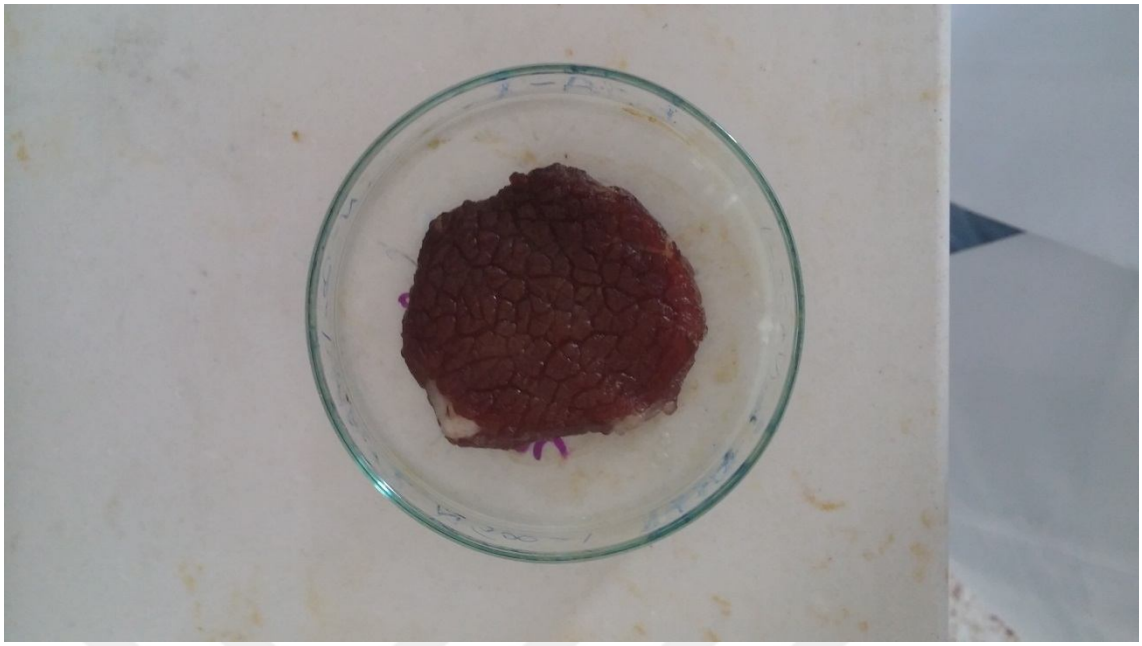
Şekil 3.4. Etüvde 40 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış %1.5 tuz ilave edilen et örneği



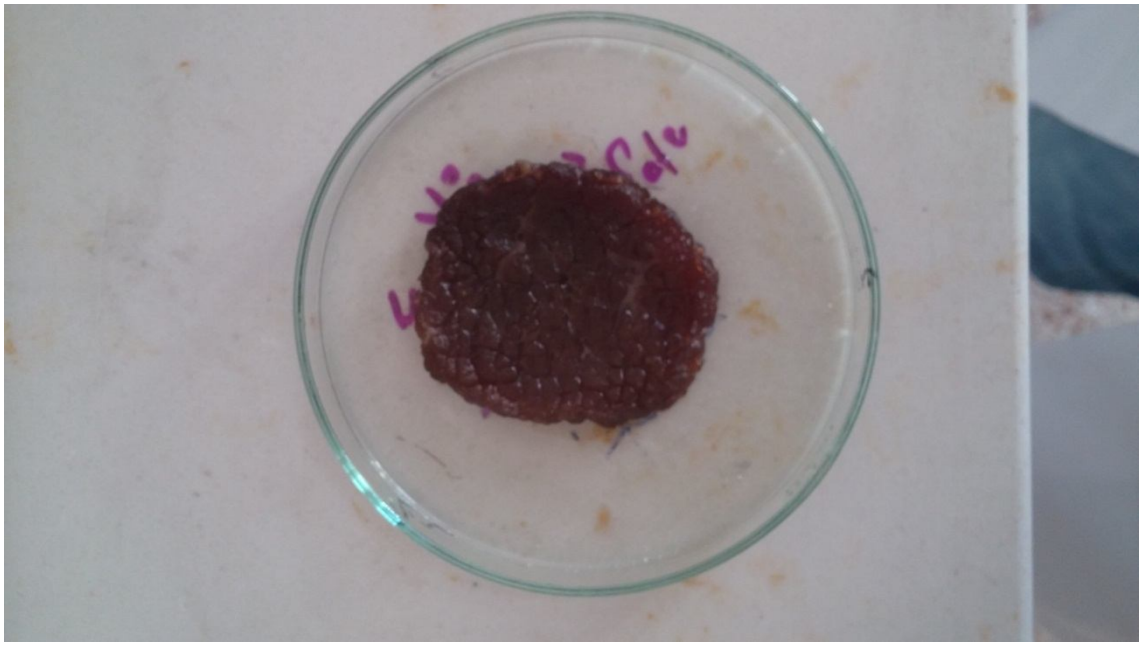
Şekil 3.5. Etüvde 40 ^{o}C'de etüvde 6 saat ön kurutma uygulanmış %2.5 tuz ilave edilen et örneği



Şekil 3.6. Etüvde 50 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış tuz ilave edilmeyen et örneği

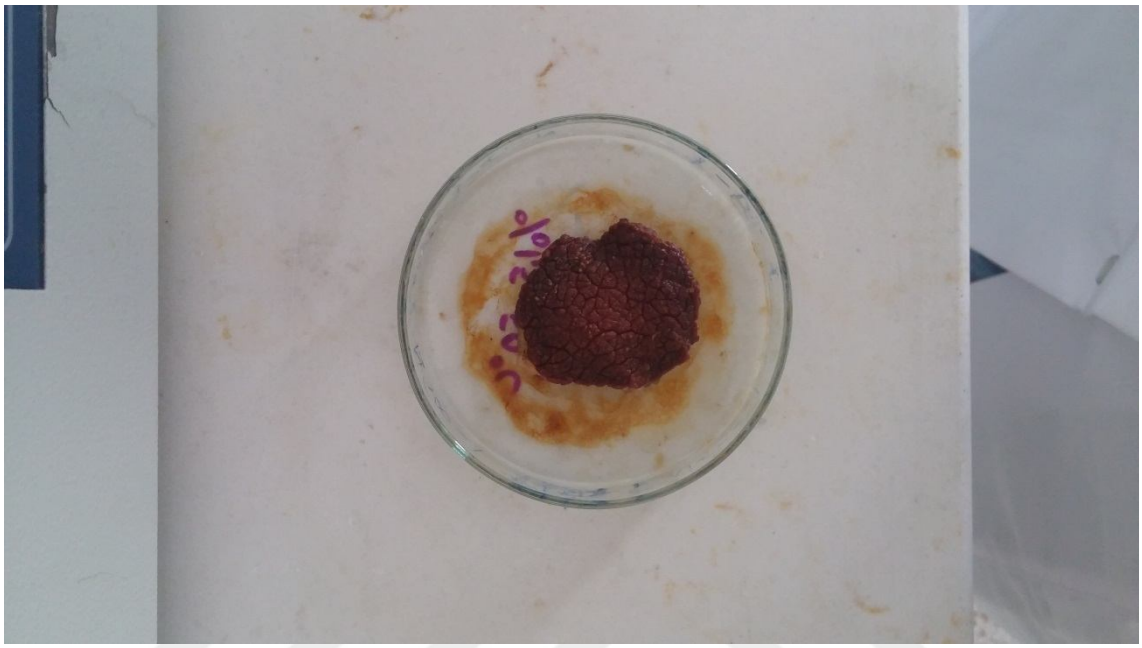


Şekil 3.7. Etüvde 50 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış %1.5 tuz ilave edilen et örneği



Şekil 3.8. Etüvde 50 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış %2.5 tuz ilave edilen et örneği

Şekil 3.9 – 3.12'de mikrodalga uygulama sonrası et örneklerinde görülen değişimlerin bazıları verilmiştir.



Şekil 3.9. Etüvde 50 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış, %1.5 tuz ilave edilen ve 720 W enerjiyle mikrodalgada kurutulmuş et örneği



Şekil 3.10. Etüvde 50 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış, %1.5 tuz ilave edilen ve 180 W enerjiyle mikrodalgada kurutulmuş et örneği



Şekil 3.11. Ön işlemlere tabi tutulmamış ve 180 W enerjiyle mikrodalgada kurutulmuş et örneği



Şekil 3.12. Etüvde 40 ^{o}C'de 6 saat ön kurutma uygulanmış, tuz ilave edilmeyen ve 540 W enerjiyle mikrodalgada kurutulmuş et örneği

3.3. Analiz Metotları

3.3.1. Nem tayini

Et örneklerinin her birinden ayrı ayrı 5-10 g arası kurutma kaplarına tartılarak 105±2 ºC'lik etüvde (Nüve, Ankara, Türkiye) sabit tartıma gelinceye kadar kurutulduktan sonra (yaklaşık 24 saat) desikatörde soğutulup, tartılması ile % nem miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

% Su = [(M1-M2) / m] x 100
M1= Sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı + Alınan örnek ağırlığı
M2= Sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı + Kurutulmuş örnek ağırlığı
m= Örnek ağırlığı

3.3.2. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Hammaddenin ve her bir örneğin su aktivitesi değerleri, bir su aktivitesi ölçüm cihazı (Aqua Lab 3TE, Pullman, WA, USA) ile belirlenmiştir.

3.3.3. Ağırlık kaybı ve buharlaşan su miktarı analizi

Bu amaçla denemenin başlangıcında her bir gruptaki et örneklerinden ağırlıkları birbirine yakın olan 3'er adet et örneği seçilmiş ve bu örnekler 0,1 g hassasiyetteki terazi (Precisa BJ 2200C, Dietikon, Switzerland) ile tartılmıştır. Daha sonra başlangıçtaki ağırlığa göre kurutma sonucu meydana gelen ağırlık kayıpları tespit edilmiş ve % olarak ifade edilmiştir. Ağırlık kaybından hareketle buharlaşan su miktarları belirlenmiştir.

3.3.4. Büzülme oranı, çapta azalış yüzdesi, kalınlık değişim yüzdesi analizi

Her bir örneğin ilk ve son çap ve kalınlık değerleri dijital bir kumpas (Mitutoyo Digital Calipers, Chicago, IL, USA) ile ölçülerek büzülme oranı, çapta ve kalınlıkta azalış yüzdeleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Kömürcü, 2013).

ÇA = (A-B / A) x 100
ÇA= Et çapında azalma oranı (%)

A= Çiğ et çapı (mm)

B= Kurutulmuş et çapı (mm)

KA = (A-B / A) x 100

KA= Et kalınlığında değişim oranı (%)

A= Çiğ et kalınlığı (mm)

B= Kurutulmuş et kalınlığı (mm)

BO =[[(A - B) (C - D)] / (A + C)] x 100

BO= Büzülme oranı (%)

A= Çiğ et kalınlığı (mm)

B= Kurutulmuş et kalınlığı (mm)

C= Çiğ et çapı (mm)

D= Kurutulmuş et çapı (mm)

3.3.5. Renk analizi

Tüm örneklerin uygulanan ısıl işlemler öncesi ve sonrasında renk ölçümleri gerçekleştirilerek, uygulanan işlemin renk üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla bir Chroma Meter (Konica Minolta CR-400, Japan) renk tayin cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumalar şeklinde yapılmış ve bu okumalar iki tekerrürde de tekrarlanmıştır. Elde edilen *L**, *a** ve *b** değerlerinden, *Chroma* ve *Hue* değerleri de belirlenmiştir.

3.3.6. Tekstür profil analizi

Örneklerin tekstür analizleri bir Texture Analyser cihazı (TA.XT2i Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England) ile 3 Point Bend Rig (Part Code. HDP/3PB) prop kullanılarak kırılganlık (fructuability) ve sertlik (hardness) analizleri yapılmıştır.

3.3.7. SEM analizi

Örneklerin SEM analizleri için kurutulmuş et örneklerinin tamamından taramalı elektron mikroskobu (Fei, Quanta FEG 250, USA) ile görüntüler alınmıştır. İletkenliği artırmak ve görüntü kalitesini yükseltmek için numuneler analiz öncesinde altın kaplama cihazı ile (Cressington Sputter Coater, 7002, 7002-220, USA) altınla kaplanmıştır.

3.3.8. İstatistiki analizler

Tüm örneklere ait verilerin istatistiki analiz için SPSS 15.0 programında 3^3 deney tasarımı modellemesi yapılmış ve veri setinin çözümlemesi gerçekleştirilmiştir. İki tekerrürlü gerçekleştirilen çalışmamızda 108 (n=108) örneğin, renk, tekstür, mikro yapı, nem miktarı, buharlaşan su, ağırlık kaybı, büzüşme oranı, çap ve kalınlık farkı değerleri ile uygulanan işlemler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları

Araştırmada kullanılan et örneklerinin ortalama pH, protein, nem**,** su aktivitesi, yağ ve kül değerleri sırasıyla, 5.56-5.58, % 22,37, %73.32, 0.951 (20,4 ^{o}C), % 3.16, % 0.84 olarak belirlenmiştir.

4.2. Renk Analizi Sonuçları

4.2.1. *L** değeri sonuçları

Farklı tuzlama ve ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasına ait üç tekrarlı *L** (L_1, L_2, L_3) renk değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4.1. - 4.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Tuz oranı değişimi ile ön kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

***L** değerleri**	**F**	**p değeri***	**Korelasyon**
L_1	3,825	0,025	0,087
L_2	4,461	0,014	0,062
L_3	1,064	0,034	0,008

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile etüv sonrası *L** (L_1, L_2, L_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,025<p=0,05 - 0,014<p=0,05 - 0,034<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile ön kurutma sonrası L_1 değeri arasında 0,087'lik pozitif yönlü zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile etüv sonrası L_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,062'lik pozitif yönlü zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir. L_3 değeri için de korelasyon tablosunda 0,008'lik pozitif yönlü çok zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça ön kurutma sonrası *L** değerinin de çok az da olsa artış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının, ön kurutma sonrası *L** değerini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.2. Ön kurutma işlemi sıcaklığı ile ön kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**p değeri***	**Korelasyon**
L_1	43,623	0,000	-0,617
L_2	41,647	0,000	-0,614
L_3	36,352	0,000	-0,595

*p<0,01 seviyesinde önemli

Ön kurutma (etüvde) ile etüv sonrası *L** (L_1, L_2, L_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00 <p=0,05 - 0,00 <p=0,05 - 0,00 <p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası L_1 değeri arasında 0,617'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası L_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,614'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. L_3 değeri için de korelasyon tablosunda 0,595'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça ön kurutma sonrası *L** değeri azalış göstermektedir.

Çizelge 4.3. Tuz oranı değişimi ile mikrodalga kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
L_1	11,894	0,000	0,344
L_2	15,479	0,000	0,369
L_3	12,264	0,000	0,376

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile mikrodalga sonrası *L** (L_1, L_2, L_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00 <p=0,05 - 0,00 <p=0,05 - 0,00 <p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası L_1 değeri arasında 0,344'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası L_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,369'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. L_3 değeri için de korelasyon tablosunda 0,376'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *L** değeri artış göstermektedir. Tuz miktarının, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.4. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
L_1	4,459	0,015	-0,186
L_2	11,198	0,000	-0,241
L_3	6,954	0,002	-0,240

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası *L** (L_1, L_2, L_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,15 <p=0,05 - 0,00 <p=0,05 - 0,02 <p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga ısısı ile mikrodalga sonrası L_1 değeri arasında 0,186'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası L_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,241'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. L_3 değeri için de korelasyon tablosunda 0,240'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, mikrodalga enerjisi arttıkça (1=180W, 2=540W, 3=720W) mikrodalga sonrası elde edilen kurutulmuş etin *L** değeri azalış göstermektedir. Mikrodalga enerjinin, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.5. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile ön kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**p* değeri**
L_1	2,511	0,047
L_2	2,516	0,046
L_3	1,561	0,019

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma sonrası L_1, L_2, L_3 değerleri ile tuz oranı-ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur (sırasıyla p=0,047<0,05 - p=0,046<0,05 - p=0,09<0,05).

Çizelge 4.6. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**P* değeri**
L_1	4,612	0,002
L_2	4,121	0,004
L_3	2,460	0,042

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga kurutma sonrası L_1, L_2, L_3 değerleri ile tuz oranı-ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,002<0,05 - p=0,004<0,05 - p=0,042<0,05).

Çizelge 4.7. Mikrodalga enerjisi / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası *L** değeri arasındaki ilişki

L* **değerleri**	**F**	**P* değeri**
L_1	3,016	0,023
L_2	7,242	0,000
L_3	1,530	0,021

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga sonrası L_1, L_2, L_3 değerleri ile ön ısıtma-mikrodalga ısısı etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,023<0,05 - p=0,000<0,05 - p=0,021<0,05).

4.2.2. *a** değeri sonuçları

Farklı tuzlama ve ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasına ait üç tekrarlı *a** (a_1, a_2, a_3) renk değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4.8.- 4.13.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Tuz oranı değişimi ile ön kurutma sonrası *a** değeri arasındaki ilişki

a* **değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
a_1	33,033	0,000	-0,265
a_2	53,606	0,000	-0,304
a_3	32,132	0,000	-0,243

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile etüv sonrası a^* (a_1, a_2, a_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile ön kurutma sonrası a_1 değeri arasında 0,265'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile ön kurutma sonrası a_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,304'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. a_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 243'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça ön kurutma sonrası a değerinin azalış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının, etüv sonrası a^* değerini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.9. Ön kurutma sıcaklığı ile ön kurutma sonrası a^* değeri arasındaki ilişki

a değerleri*	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
a_1	335,595	0,000	-0,765
a_2	346,409	0,000	-0,739
a_3	406,928	0,000	-0,790

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma ile ön kurutma sonrası a^* (a_1, a_2, a_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası a_1 değeri arasında 0,765'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası a_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,739'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. a_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,790'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça ön kurutma sonrası a^* değerinin azalış gösterdiği görülmekte ve ön kurutmanın, a^* değerini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.10. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile ön kurutma sonrası a^* değeri arasındaki ilişki

L değerleri*	**F**	**P* değeri**
L_1	8,441	0,000
L_2	10,014	0,000
L_3	9,657	0,000

*p<0,05 seviyesinde önemli

Etüv sonrası a_1, a_2 ve a_3 değerleri ile tuz oranı-ön kurutma (etüvde) etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur (sırasıyla p=0,000<0,05 - p=0,000<0,05 - p=0,000<0,05).

Çizelge 4.11. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *a** değeri arasındaki ilişki

a* **değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
a_1	14,329	0,000	0,296
a_2	14,340	0,000	0,345
a_3	17,111	0,000	0,377

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile mikrodalga sonrası *a** (a_1, a_2, a_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga sonrası a_1 değeri arasında 0,296'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile mikrodalga sonrası a_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,345'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. a_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,377'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça mikrodalga sonrası *a** değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.12. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası *a** değeri arasındaki ilişki

a* **değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
a_1	25,521	0,000	0,440
a_2	19,380	0,000	0,415
a_3	27,916	0,000	0,488

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası *a* (a_1, a_2, a_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası a_1 değeri arasında 0,440'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu

görülmektedir. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası a_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,415'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. a_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 488'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, mikrodalga enerjisi (1=180W, 2=540W, 3=720W) arttıkça mikrodalga sonrası a^* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve mikrodalga ısısının, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.13. Ön kurutma ile mikrodalga sonrası a^* değeri arasındaki ilişki

a değerleri*	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
a_1	17,539	0,000	0,385
a_2	14,120	0,000	0,362
a_3	13,612	0,000	0,350

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma işlemi ile mikrodalga sonrası a^* (a_1, a_2, a_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile mikrodalga sonrası a_1 değeri arasında 0,385'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile mikrodalga sonrası a_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,362'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. a_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,350'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça mikrodalga sonrası a^* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve ön kurutmanın, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

4.2.3. *b** değeri sonuçları

Farklı tuzlama ve ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasına ait üç tekrarlı b^* (b_1, b_2, b_3) renk değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4.14.- 4.16.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Ön kurutma sıcaklığı ile etüv sonrası *b** değeri arasındaki ilişki

***b** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
b_1	12,290	0,000	-0,421
b_2	8,839	0,000	-0,352
b_3	11,305	0,000	-0,391

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma işlemi ile ön kurutma sonrası *b** (b_1, b_2, b_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası b_1 değeri arasında 0,421'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası b_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,352'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. b_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,391'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça ön kurutma sonrası *b** değerinin azalış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.15. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *b** değeri arasındaki ilişki

***b** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
b_1	18,561	0,000	0,450
b_2	30,171	0,000	0,552
b_3	31,212	0,000	0,578

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile mikrodalga sonrası *b** (b_1, b_2, b_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası b_1 değeri arasında 0,450'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası b_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,552'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. b_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,578'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *b** değerinin de

artış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.16. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası *b** değeri arasındaki ilişki

b* **değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
b_1	5,992	0,004	0,241
b_2	6,891	0,002	0,272
b_3	10,056	0,000	0,313

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası *b** (b_1, b_2, b_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,004<p=0,05 - 0,002<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası b_1 değeri arasında 0,241'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası b_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,272'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. b_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,313'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, mikrodalga enerjisi (1=180W, 2=540W, 3=720W) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası elde edilen etin *b** değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve mikrodalga eenrjinin, kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

4.2.4. *Hue* değeri sonuçları

Farklı tuzlama ve ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasına ait üç tekrarlı *hue* (hue_1, hue_2, hue_3) renk değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4.17.- 4.22.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *hue* değeri arasındaki ilişki

hue* **değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
hue_1	27,953	0,000	0,320
hue_2	27,854	0,000	0,360
hue_3	23,777	0,000	0,372

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *hue* (*hue$_1$, hue$_2$, hue$_3$*) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası *hue$_1$* değeri arasında 0,320'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *hue$_2$* değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,360'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. *hue$_3$* değeri için de korelasyon tablosunda, 0,372'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklık derecesi (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça ön kurutma sonrası *hue* değerinin de artış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.18. Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *hue* değeri arasındaki ilişki

***hue** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
hue$_1$	18,136	0,000	0,306
hue$_2$	24,571	0,000	0,334
hue$_3$	17,125	0,000	0,317

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *hue* (*hue$_1$, hue$_2$, hue$_3$*) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile ön kurutma sonrası *hue$_1$* değeri arasında 0,306'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *hue$_2$* değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile, 0,334'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. *hue$_3$* değeri için de korelasyon tablosunda, 0,317'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça ön kurutma sonrası *hue* değerinin de artış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.19. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile ön kurutma sonrası *hue** değeri arasındaki ilişki

***hue** değerleri**	**F**	**p* değeri**
hue$_1$	9,546	0,000
hue$_2$	12,013	0,000
hue$_3$	8,773	0,000

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma sonrası hue_1, hue_2 ve hue_3 değerleri ile tuz oranı-ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,000<0,05 - p=0,000<0,05 - p=0,000<0,05).

Çizelge 4. 20. Ön kurutma ile mikrodalga sonrası *hue* değeri arasındaki ilişki

***hue** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
hue_1	2,787	0,038	-0,174
hue_2	4,075	0,021	-0,168
hue_3	6,148	0,003	-0,169

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma ile mikrodalga sonrası *hue* (hue_1, hue_2, hue_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,038<p=0,05 - 0,021<p=0,05 - 0,003<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile mikrodalga sonrası hue_1 değeri arasında 0,174'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile mikrodalga sonrası hue_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,168'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. hue_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,169'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma arttıkça (1=kontrol, 2=40, 3=50) mikrodalga sonrası *hue* değerinin azalış gösterdiği görülmekte ve ön kurutmanın kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4.21. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *hue* değeri arasındaki ilişki

***hue** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
hue_1	9,435	0,000	0,364
hue_2	30,479	0,000	0,499
hue_3	18,918	0,000	0,472

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *hue* (hue_1, hue_2, hue_3) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı

ile mikrodalga kurutma sonrası hue_1 değeri arasında 0,364'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası hue_2 değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,499'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. hue_3 değeri için de korelasyon tablosunda, 0,472'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *hue* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının kurutulmuş etin rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4. 22. Mikrodalga enerjisi / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası *hue** değeri arasındaki ilişki

hue* **değerleri**	**F**	**p* değeri**
hue_1	2,973	0,024
hue_2	6,996	0,000
hue_3	2,884	0,028

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga sonrası hue_1, hue_2 ve hue_3 değerleri ile ön kurutma-mikrodalga enerjisi etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,024<0,05, p=0,000<0,05, p=0,028<0,05).

Çizelge 4. 23. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası *hue** değeri arasındaki ilişki

hue* **değerleri**	**F**	**p* değeri**
hue_1	1,953	0,010
hue_2	3,148	0,019
hue_3	2,656	0,039

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga sonrası hue_1, hue_2 ve hue_3 değerleri ile tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,010<0,05, p=0,019<0,05, p=0,039<0,05).

4.2.5. *Chroma* değeri sonuçları

Farklı tuzlama ve ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasına ait üç tekrarlı *chroma* (*chroma$_1$, chroma$_2$, chroma$_3$*) renk değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4.24.- 4.29.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 24. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *chroma* değeri arasındaki ilişki

***chroma** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
chroma$_1$	261,703	0,000	-0,782
chroma$_2$	267,707	0,000	-0,756
chroma$_3$	288,899	0,000	-0,791

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *chroma* (*chroma$_1$, chroma$_2$, chroma$_3$*) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası *chroma$_1$* değeri arasında 0,782'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile ön kurutma sonrası *chroma$_2$* değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,753'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. *Chroma$_3$* değeri için de korelasyon tablosunda, 0,791'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça etüv sonrası *chroma* değerinin azalış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4. 25. Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *chroma* değeri arasındaki ilişki

***chroma** değerleri**	**F**	**p* değeri**	**Korelasyon**
chroma$_1$	22,013	0,000	-0,252
chroma$_2$	29,452	0,000	-0,259
chroma$_3$	18,942	0,000	-0,225

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *chroma* (*chroma$_1$, chroma$_2$, chroma$_3$*) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05

- 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile ön kurutma sonrası *chroma*$_1$ değeri arasında 0,252'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile ön kurutma sonrası *chroma*$_2$ değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,259'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. *chroma*$_3$ değeri için de korelasyon tablosunda, 0,225'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça ön kurutma sonrası *chroma* değerinin azalış gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4. 26. Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile etüv sonrası *chroma** değeri arasındaki ilişki

chroma* **değerleri**	**F**	**P* değeri**
chroma$_1$	4,165	0,004
chroma$_2$	5,502	0,000
chroma$_3$	4,745	0,002

*p<0,05 seviyesinde önemli

Etüv sonrası *chroma* 1, 2 ve 3 değerleri ile tuz oranı-ön ısıtma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur (sırasıyla p=0,004<0,05 - p=0,000<0,05 - p=0,002<0,05). Kısacası etüv sonrası *chroma* değeri ile tuz oranı-ön ısıtma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur.

Çizelge 4. 27. Ön kurutma sıcaklığı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değeri arasındaki ilişki

chroma* **değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
chroma$_1$	9,521	0,000	0,248
chroma$_2$	8,907	0,000	0,245
chroma$_3$	9,497	0,000	0,265

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma sıcaklığı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* (*chroma*$_1$, *chroma*$_2$, *chroma*$_3$) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma*$_1$ değeri arasında 0,248'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma*$_2$ değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,245'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. *Chroma*$_3$ değeri için

de korelasyon tablosunda, 0,265'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve ön kurutma işleminin kurutulmuş et rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4. 28. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değeri arasındaki ilişki

***chroma** değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
$chroma_1$	19,461	0,000	0,396
$chroma_2$	17,067	0,000	0,366
$chroma_3$	22,406	0,000	0,418

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* ($chroma_1$, $chroma_2$, $chroma_3$) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerji ile mikrodalga kurutma sonrası $chroma_1$ değeri arasında 0,396'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası $chroma_2$ değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,366'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. $Chroma_3$ değeri için de korelasyon tablosunda, 0,418'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, mikrodalga enerjisi (1=180W, 2=540W, 3=720W) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve uygulanan mikrodalga enerjinin, kurutulmuş et rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çizelge 4. 29. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değeri arasındaki ilişki

***chroma** değerleri**	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
$chroma_1$	22,169	0,000	0,420
$chroma_2$	26,486	0,000	0,466
$chroma_3$	28,593	0,000	0,508

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma* (*chroma$_1$, chroma$_2$, chroma$_3$*) değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sırasıyla p değerleri 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 - 0,00<p=0,05 şeklinde bulunmuştur. Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma$_1$* değeri arasında 0,420'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası *chroma$_2$* değeri arasında da korelasyon tablosunda benzer bir ilişki ile 0,466'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. .*Chroma$_3$* değeri için de korelasyon tablosunda, 0,508'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Paralel üç sonucun ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda, tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası *chroma* değerinin de artış gösterdiği görülmekte ve tuz oranının, kurutulmuş et rengini değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Kurutulmuş gıdalarda proses sürecinde önemli oranda renk değişimi gerçekleştiği bilinmektedir (Rahman ve ark., 2002). Deneyimizde de buna paralel olarak kurutma süreci boyunca et rengi oldukça etkilenmiştir.

4.3. Nem Miktarı Sonuçları

Farklı tuz oranlarıyla tuzlanma ve farklı sıcaklıklarda ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasından sonra numunelere ait % nem değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4. 30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Nem miktarı anlamlılık düzeyi ve korelasyon değeri

İlişkili Değişkenler	F	P* değeri	Korelasyon
Tuz oranı değişimi – % nem	2,624	0,079	-
Ön kurutma sıcaklığı değişimi – % nem	5,126	0,008	-0,209
Mikrodalga enerjisi değişimi – % nem	21,915	0,000	-0,380
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile % nem	3,286	0,015	-

*p<0,05 seviyesinde önemli

Etlere eklenen tuz oranı ile kurutulmuş son ürünlerin nem değerleri arasında (p=0,79 > p=0,05) anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Bu bağlamda başlangıçta eklenen tuz miktarının, ürünün son nem değeri üzerine fark edilebilir bir etkisi olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Ön kurutma ile nem yüzdesi değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,008 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile nem yüzdesi değeri arasında 0,209'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklığı (1=kontrol, 2=40, 3=50) arttıkça nem yüzdesi değeri azalış göstermektedir. Farklı çalışmalarda da kurutma prosesinde ısının etkisi ile nem miktarı büyük oranda düştüğü bildirilmektedir (Gunasekaran, 1999; Jain ve Pathare, 2007).

Mikrodalga enerjisi ile nem yüzdesi değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,00 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile nem yüzdesi değeri arasında 0,380'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani mikrodalga enerjisi arttıkça (1=180W, 2=540W, 3=720W) nem yüzdesi değeri azalış göstermektedir. Bu bağlamda yüksek mikrodalga enerji ile et kurutulması, daha fazla suyun etten uzaklaşmasında faydalar sağlamaktadır. Yani mikrodalga enerjisi arttıkça, son ürün nem içeriği azalmaktadır. Duan ve ark. (2011), aynı korelasyonu balık etinin mikrodalga kurutulması çalışmalarından da elde etmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise çalışmamızla paralel veriler elde edilmiş ve mikrodalga gücünün artmasıyla kuruma oranının arttığı bildirilmiştir (Duan ve ark., 2005).

Nem yüzdesi değeri ile tuz oranı-ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu (p=0,015 < p=0,05) görülmektedir. Yani, tuz oranı ve ön kurutma işlemlerinin etkileşimi, kurutulmuş ürünün su miktarını değiştirmektedir.

4.4. Ağırlık Kaybı ve Buharlaşan Su Miktarı Sonuçları

Farklı tuz oranlarıyla tuzlanma ve farklı sıcaklıklarda ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasıyla elde edilen örneklerin, deney sürecinin çeşitli aşamalarındaki ağırlık kaybı ve buharlaşan su miktarı değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4. 31 ve Çizelge 4.32.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Ağırlık kaybı anlamlılık düzeyi ve korelasyon değeri

İlişkili Değişkenler	F	P* değeri	Korelasyon
Tuz oranı – ön kurutma sonrası et ağırlığı	29,913	0,000	0,136
Ön kurutma – ön kurutma sonrası et ağırlığı	118,898	0,000	-,645
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile etüv sonrası et ağırlığı	17,776	0,000	-0
Mikrodalga enerjisi – mikrodalga kurutma sonrası et ağırlığı	8,325	0,001	-0,277
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga sonrası et ağırlığı	6,361	0,000	-

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ve ön kurutma sonrası et ağırlığı (p=0,000 < p=0,05) arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu görülmektedir. Korelasyon tablosuna baktığımız zaman ise tuz oranı ve ön kurutma sonrası et ağırlığının arasında 0,136'lık pozitif yönlü bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. Yani tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça etüv sonrası et ağırlığının da artış gösterdiğini söylenebilmektedir. Eklenen tuz bu artışın sebebini oluşturmaktadır.

Ön kurutma sıcaklığı ile ön kurutma sonrası et ağırlığı değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (p=0,00 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası et ağırlığı değeri arasında 0,645'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma (1=kontrol, 2=40 ^{o}C, 3=50 ^{o}C) sıcaklığı arttıkça ön kurutma sonrası et ağırlığı değeri azalış göstermektedir. Çünkü etin muamele edildiği ısıl işlemin derecesi, uzaklaşan su miktarını doğrudan etkilemektedir. Farklı sıcaklıkların aynı sürede (6 saat) eti ön kurutmasının sonucunda et ağırlığına etki eden tek değişkenin sıcaklık derecesi olduğu düşünülmektedir.

Ön kurutma sonrası et ağırlığı değeri ile tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. (p=0,000 < 0,05). Tuz oranı ve etüvde gerçekleştirilen ön kurutma işlemlerinin etkileşimi, etüvden sonraki et ağırlığını dolayısıyla nem kaybını etkilemektedir. Aynı şekilde tuz oranının artması sonucunda kurutma oranının arttığı farklı çalışmalarda da bildirilmiştir (Thiagarajan, 2008).

Mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası et ağırlığı değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,001 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile mikrodalga sonrası et ağırlığı değeri arasında 0,277'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani mikrodalga enerjisi (1=180W, 2=540W,

3=720W) arttıkça mikrodalga sonrası et ağırlığı değeri azalış göstermektedir. Bu durum artan enerji ile daha fazla suyun eti terk etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu duruma bağlı olarak da kurutulmuş et ürünü daha az neme ve ağırlığa sahip olmaktadır.

Mikrodalga sonrası et ağırlığı değeri ile tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında da anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur (p=0,000 < 0,05). Tek başına tuz oranı ya da ön kurutma prosesi, mikrodalga sonrası et ağırlığına fark edilir bir düzeyde etki göstermezken, iki işlemin etkileşiminin birlikte yapılması ile anlamlı bir etki tespit edilmektedir. Kısacası tuz oranı ve ön kurutma kurutulmuş etin ağırlığını etkilemektedir.

Çizelge 4.32. Buharlaşan su miktarı anlamlılık düzeyi ve korelasyon değeri

İlişkili Değişkenler	**F**	**P* değeri**	**Korelasyon**
Tuz oranı – ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	8,521	0,000	-0,091
Ön kurutma – ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	704,531	0,000	0,940
Ön kurutma – ön kurutma sonrası % buharlaşan su	562,302	0,000	0,938
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	6,629	0,000	-
Tuz oranı – mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	3,306	0,042	-0,109
Tuz oranı – mikrodalga kurutma sonrası % buharlaşan su	10,329	0,000	-0,215
Ön kurutma – mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	57,730	0,000	-0,680
Ön kurutma – mikrodalga kurutma sonrası % buharlaşan su	114,880	0,000	-0,714
Mikrodalga enerjisi - mikrodalga kurutma sonrası % buharlaşan su	39,887	0,000	0,359
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	2,977	0,024	-
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası % buharlaşan su	3,236	0,016	-
Mikrodalga enerjisi / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su miktarı	3,325	0,014	-

*p<0,05 seviyesinde önemli

Tuz oranı ile ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı arasındaki ilişkisi arasında (p=0,000 < p=0,05) anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Korelasyon tablosundan baktığımızda ise tuz oranı ile buharlaşan su miktarı arasında negatif yönlü 0,091'lik zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani tuz oranı arttıkça uçan su miktarı azalmaktadır. Bu durum etüvde kurutma esnasında uçan suyun, eklenen tuzdan daha düşük miktarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sadece ön kurutmanın

amaçlanması sonucunda etüv sıcaklık derecelerinin çok yüksek olmaması, bu durumun temel sebebi olarak değerlendirilmektedir.

Ön kurutma (etüvde) ile ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (p=0,00 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile buharlaşan su miktarı değeri arasında 0,940'lik pozitif yönlü çok güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklığı derecesi (1=kontrol, 2=40 ^{o}C 3=50 ^{o}C) arttıkça buharlaşan su miktarı değeri de artış göstermektedir. Bu durum daha yüksek dereceli ısıl işlemlerin etkisiyle daha fazla suyun etten uzaklaşmasından ileri gelmektedir.

Ön kurutma ile buharlaşan su yüzdesi değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,00 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile buharlaşan su yüzdesi değeri arasında 0,938'lik pozitif yönlü çok güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklığı derecesi (1=kontrol, 2=40 ^{o}C 3=50 ^{o}C) arttıkça, buharlaşan su yüzdesi değeri de artış göstermektedir.

Tuz oranı ve ön kurutma etkenlerinin ayrı ayrı ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarını etkilediği görülmektedir. Ancak, tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisiyle ön kurutma sonrası buharlaşan su miktarı arasında anlamlı bir ilişki olduğu da analizler sonucunda belirlenmiştir (p=0,000 < 0,05).

Tuz oranı ile mikrodalga sonrası buharlaşan su değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p= 0,042 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su değeri arasında 0,109'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça, mikrodalga sonrası buharlaşan su değeri azalış göstermektedir.

Tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,000 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise tuz oranı ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında 0,215'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani tuz oranı (1=%0, 2=%1,5, 3=%2,5) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri azalış göstermektedir.

Ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (p=0,00 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda

ise ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su değeri arasında 0,680'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklığı derecesi (1=kontrol, 2=40 ^{o}C 3=50 ^{o}C) arttıkça mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su değeri azalış göstermektedir. Ön kurutmanın sıcaklık derecesinin artması ile bu aşamada daha fazla suyun kaybedilmesi, mikrodalga kurutma işleminde daha az suyun mevcudiyetine sebep olmaktadır, bu bağlamda işlem sonrası su miktarı düşmektedir. Benzer şekilde ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($p=0,00 < p=0,05$). Bu ilişkinin korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında 0,714'lik negatif yönlü güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklığı derecesi (1=kontrol, 2=40 ^{o}C 3=50 ^{o}C) arttıkça, mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri azalış göstermektedir.

Bir diğer anlamlı ilişki mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında bulunmaktadır ($p=0,00 < p=0,05$). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri arasında 0,359'lik pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani mikrodalga enerji arttıkça (1=180W, 2=540W, 3=720W) mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su yüzdesi değeri de artış göstermektedir. Yüksek enerjiye bağlı olarak daha fazla su, eti terk etmektedir.

Mikrodalga kurutma sonrası buharlaşan su değeri ($p=0,024 < 0,05$) ve buharlaşan su yüzdesi ($p=0,016 < 0,05$) ile tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur.

4.5. Büzüşme Oranı, Çapta Azalış Yüzdesi, Kalınlık Değişim Yüzdesi Sonuçları

Farklı tuz oranlarıyla tuzlanma ve farklı sıcaklıklarda ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasıyla elde edilen örneklerin, deney süreci aşamalarındaki çap ve kalınlıkları ölçülerek hesaplanan büzüşme oranı, çapta azalış yüzdesi ve kalınlık değişim yüzdesi değerlerinin farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4. 33'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Büzüşme oranı, çapta azalış yüzdesi, kalınlık değişim yüzdesi değerlerinin anlamlılık düzeyi ve korelasyon değeri

İlişkili Değişkenler	F	P* değeri	Korelasyon
Ön kurutma – Ön kurutma sonrası çap	4,437	0,014	-0,283
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile ön kurutma sonrası kalınlık	5,377	0,001	-
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile mikrodalga kurutma sonrası çap	3,423	0,012	-
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile büzüşme oranı	2,118	0,016	-
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri ile kalınlık farkı değeri	5,379	0,001	-
Tuz oranı / ön kurutma etkileşimleri % kalınlık farkı	4,405	0,003	-
Tuz oranı / mikrodalga kurutma etkileşimleri % kalınlık farkı	4,214	0,004	-

*p<0,05 seviyesinde önemli

Ön kurutma ile ön kurutma sonrası çap değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (p=0,014 < p=0,05). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise ön kurutma ile ön kurutma sonrası çap değeri arasında 0,285'lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani ön kurutma sıcaklık derecesi (1=kontrol, 2=40 ^{o}C 3=50 ^{o}C) arttıkça ön kurutma sonrası çap değeri azalış göstermektedir. Bu durum, etin nem kaybı sonucunda boyutunun değişmesinden ileri gelmektedir.

Ayrıca tuz oranının (p=0,682 > p=0,05) ve ön kurutmanın (p=0,297 > p=0,05) ön kurutma sonrası et kalınlığına anlamlı bir etkisi bulunmazken, tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisinin ön kurutma sonrası et kalınlığını etkilediği bulunmuştur (p=0,001 < 0,05).

Son çap değeri ile tuz oranı - ön kurutma etkenlerinin birlikte etkisi arasında da anlamlı bir ilişki olduğu (p=0,012 < 0,05) görülmüştür. Tuz oranı (p=0,752 > p=0,05) ve ön kurutmanın (p=0,770 > p=0,05), ayrı ayrı kurutulmuş etin çapına fark edilir bir etkisi olmazken, bu iki etkenin bir arada etkisi bulunmaktadır. Bu bağlamda tuz oranı – ön kurutma etkileşiminin kurutulmuş et ürününün boyutunu değiştirdiği söylenebilmektedir.

Tuz oranı - ön kurutma etkileşimlerinin birlikte etkisi ile büzüşme oranı arasında anlamlı bir ilişki olduğu da (p=0,016 < 0,05) görülmektedir. Yani iki değişken bir arada, kurutulmuş etin boyutu üzerine etki etmektedir.

Aynı zamanda kalınlık farkı (çiğ et çapı – kurutulmuş et çapı) değeri (p=0,001 < 0,05) ve kalınlık azalış yüzdesi değeri (p=0,003 < 0,05) ile tuz oranı - ön kurutma

etkenlerinin birlikte etkisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulunmuştur. Ayrıca kalınlık azalış yüzdesi ile tuz oranı – mikrodalga enerjisinin etkileşiminin arasında da anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($p=0,004 < 0,05$).

Çalışmamıza paralel olarak, domuz eti ile yapılan bir çalışmada, benzer sonuçlar elde edilmiş, kurutma tipi, tuzlama ve et büyüklüğünün büzüşme oranını etkilemediği tespit edilmiştir (Clemente ve ark., 2009).

4.6. Su Aktivitesi Sonuçları

Farklı tuz oranlarıyla tuzlanma ve farklı sıcaklıklarda ön kurutma işlemine tabi tutulmuş et örneklerinin, mikrodalgada farklı enerji değerleriyle kurutulmasıyla elde edilen örneklerin su aktivitelerinin (a_w) farklı değişkenlerle ilişkileri açısından anlamlılık düzeyi ve korelasyon sonuçları Çizelge 4. 34'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 34. Farklı değişkenler ile a_w'nin anlamlılık düzeyi ve korelasyon değeri

İlişkili Değişkenler	F	P* değeri	Korelasyon
Mikrodalga enerjisi - a_w	3,537	0,034	0,224
Tuz miktarı - a_w	0,533	0,589	-
Ön kurutma sıcaklığı - a_w	1,402	0,252	-

*p<0,05 seviyesinde önemli

Mikrodalga enerjisi ile a_w değeri arasında da anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p=0,034 < p=0,05$). Korelasyon tablosuna baktığımızda ise mikrodalga enerjisi ile a_w değeri arasında 0,224' lik negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani mikrodalga enerjisi (1=180W, 2=540W, 3=720W) arttıkça a_w değeri azalış göstermektedir. Su aktivitesini etkileyebilecek diğer faktörler olan tuz miktarı ($p=0,589 > p=0,05$) ve ön kurutma ($p=0,252 > p=0,05$) ile a_w arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu durumun bir sonucu olarak su aktivitesi üzerine etkinin mikrodalga enerjisinden kaynaklandığı söylenebilmektedir.

4.7. Tekstür Profil Analizi Sonuçları

Kurutulmuş et örneklerinin tekstür profil analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4. 35.'de gösterilmiştir. Yapılan ön denemeler sonucunda tüm parametrelerin maksimum su kaybını sağlayacağı şekilde deneylerin gerçekleştirilmesi sonucunda tesktür analizi sonucunda istatistiki bir korelasyon tespit edilememiştir.

Benzer bir sonuç Afrika geleneksel kurutulmuş et ürünü olan ‘’biltong’’ üzerine yapılan bir çalışmada da elde edilmiş, kurutma parametrelerinin, tekstür üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Baskan, 2009).

Çizelge 4. 36. ve 4. 37.’de bu tekstür değişkenlerine ait verilerin ($p > 0.05$) tamamında anlamlı bir korelasyon tespit edilememiştir.

Çizelge 4.35. Tekstür profil analizi sonuçları

Örnekler	**Hardness (g)**	**Fructuability (mm)**	**Numune Kalınlık (mm)**
Kontrol %2.5 720 W	22483.56	2420	5.51
Kontrol %2.5 540 W	23884,00	4342	6.37
Kontrol %2.5 180 W	40540.30	3682	7.99
40 ^{o}C %2.5 720 W	5612.543	3624	5.39
40 ^{o}C %2.5 180 W	6444.275	3906	4.97
40 ^{o}C %2.5 540 W	10690.46	5006	6.29
50 ^{o}C %2.5 180 W	9885.30	2152	5.51
50 ^{o}C %2.5 540 W	11311.46	3304	4.98
50 ^{o}C %2.5 720 W	10245.80	5608	7.54
Kontrol %1.5 180 W	17337.80	4004	5.57
Kontrol %1.5 540 W	21639.04	4001	5.54
Kontrol %1.5 720 W	20934.26	3312	7.16
40 ^{o}C %1.5 720 W	8143.27	5494	5.53
40 ^{o}C %1.5 540 W	14371.07	4400	6.65
40 ^{o}C %1.5 180 W	7545.421	5308	5.54
50 ^{o}C %1.5 720 W	15303.66	5302	5.94
50 ^{o}C %1.5 540 W	9839.28	6724	5.59
50 ^{o}C %1.5 180 W	15372.18	1466	4.98
Kontrol tuzsuz 540 W	5623.187	4430	4.81
Kontrol tuzsuz 720 W	29234.97	3748	6.32
Kontrol tuzsuz 180 W	17487.81	2700	5.52
40 ^{o}C tuzsuz 540 W	6704.239	2964	6.87
40 ^{o}C tuzsuz 720 W	12193.19	5162	5.64
40 ^{o}C tuzsuz 180 W	10742.68	2748	6.57
50 ^{o}C tuzsuz 540 W	16136.99	4284	7.07
50 ^{o}C tuzsuz 180 W	15177.69	6340	5.24
50 ^{o}C tuzsuz 720 W	23100.81	6516	7.95

Çizelge 4.36. Fructuability - ete uygulanan işlemlerin anlamlılık düzeyi ve korelasyon sayısı

Bağımlı değişken: Fructuability

Uygulama	**F**	**P* değeri**
Ön kurutma sıcaklığı	1,304	0,572
Tuz oranı	1,181	0,804
Mikrodalga enerji	-	-
Ön kurutma sıcaklığı / tuz oranı etkileşimi	0,953	0,482
Ön kurutma sıcaklığı / mikrodalga enerji etkileşimi	0,623	0,659
Tuz oranı / mikrodalga enerji etkileşimi	0,289	0,877
Ön kurutma sıcaklığı / tuz oranı / mikrodalga enerji etkileşimi	-	-

*p>0,05 seviyesinde önemsiz

Çizelge 4.37. Hardness - ete uygulanan işlemlerin anlamlılık düzeyi ve korelasyon sayısı

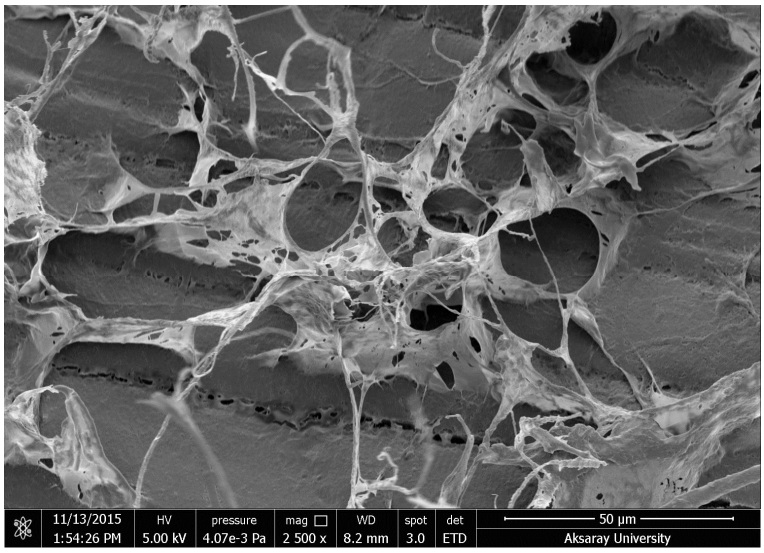
Bağımlı değişken: Hardness

	F	**P* değeri**
Ön kurutma sıcaklığı	3,855	0,159
Tuz oranı	0,028	0,973
Mikrodalga enerji	0,957	0,479
Ön kurutma sıcaklığı / tuz oranı etkileşimi	1,050	0,439
Ön kurutma sıcaklığı / mikrodalga enerji etkileşimi	1,734	0,235
Tuz oranı / mikrodalga enerji etkileşimi	1,145	0,402
Ön kurutma sıcaklığı / tuz oranı / mikrodalga enerji etkileşimi	-	-

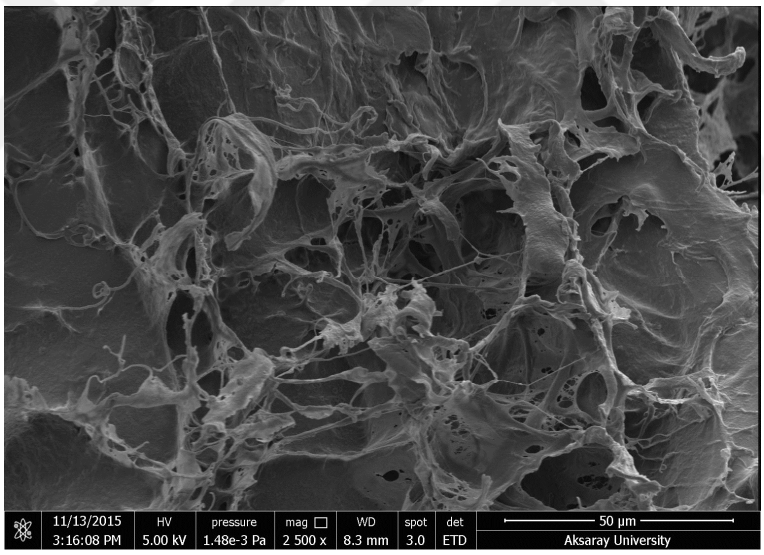
*p>0,05 seviyesinde önemsiz

4.8. SEM Analizi Sonuçları

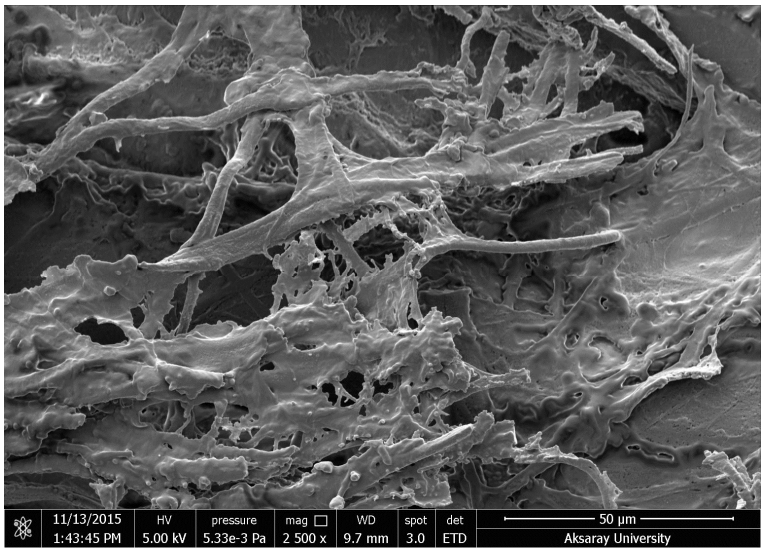
SEM analizi yapılırken farklı ön işlemler ve kurutma işlemine tabi tutulan her bir numuneden, ön çalışmalarca belirlenen bölgeler ve büyütme dereceleri ile görüntüler alınmıştır. Standart şekilde aynı derecelerle büyütme yapılarak her örnek için değerlendirme açısından bir çerçeve sağlanmaya çalışılmıştır. Buna göre, et yüzeyinden 100x büyütme ile genel bir görüntü alınmıştır. Daha sonrasında 250x ve 500x büyütmeler ile kas lifi yapısı incelenmiş. Son olarak 2500x büyütme ile de parçalanmış lif yapıları incelenmiştir. Bu bağlamda elde edilen görüntülerden bazıları aşağıda sıralanmaktadır.



Şekil 4.1. %1.5 tuzlu, ön kurutma yapılmamış 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

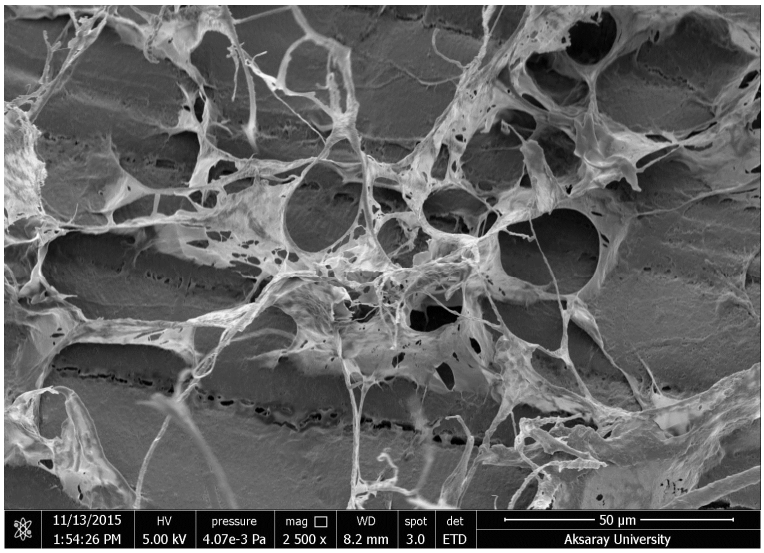


Şekil 4.2. %1.5 tuzlu, ön kurutma yapılmamış, 540 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

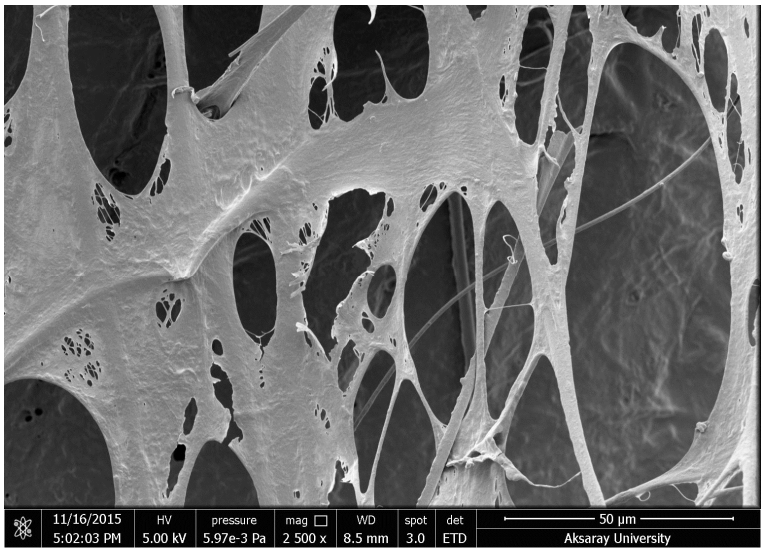


Şekil 4.3. %1.5 tuzlu, ön kurutma yapılmamış, 720 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

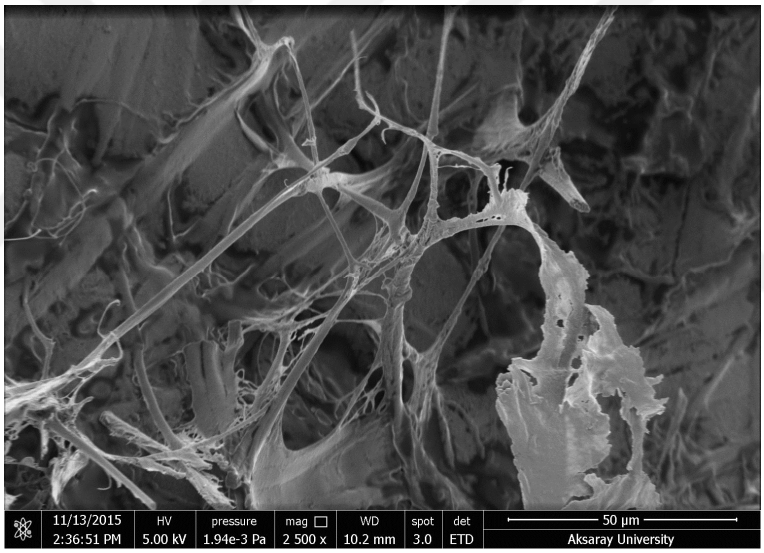
Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.'den de görüleceği üzere tuzlama ve ön kurutma parametreleri aynı olan bu numunelerde, mikrodalga kurutma enerjisinin etkisi görülebilmektedir. Uygulanan mikrodalga enerjinin artmasının, etin lif yapısını etkilediği görülmektedir.



Şekil 4.4. %1.5 tuzlu, ön kurutma yapılmamış, 180 W enerji ile mikrodalga kurutulmuş etin fibril yapısı

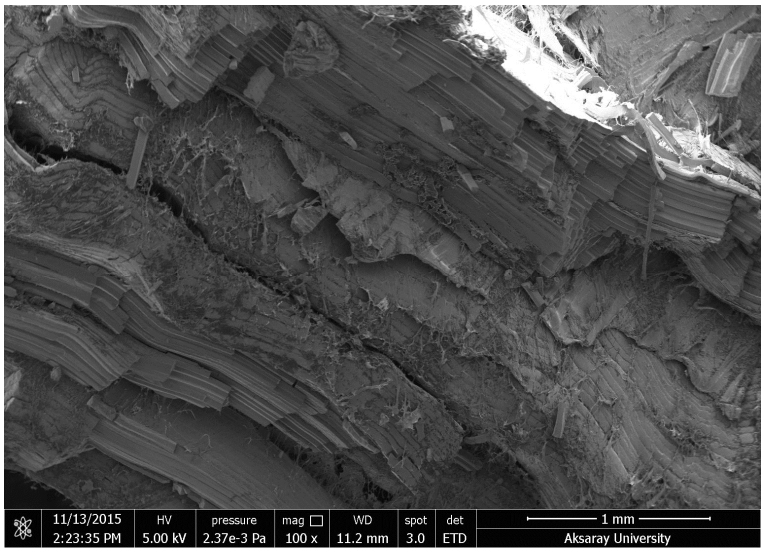


Şekil 4.5. %1.5 tuzlu, 40 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş, etin fibril yapısı

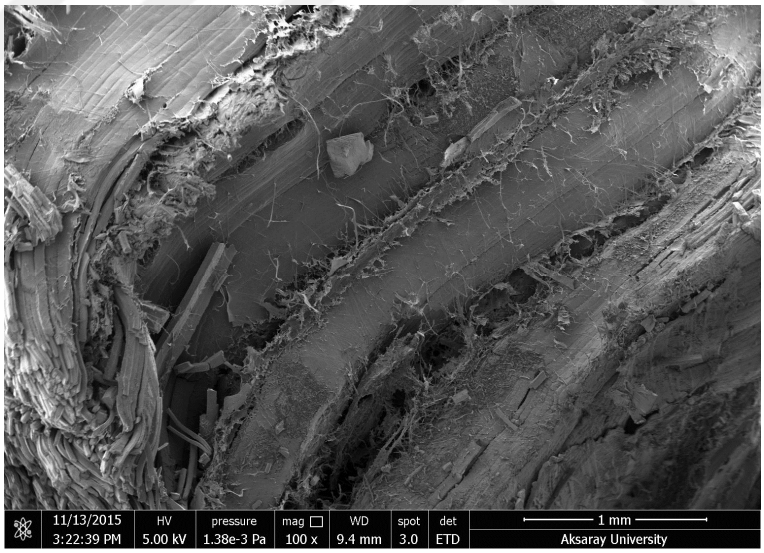


Şekil 4.6. %1.5 tuzlu, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalga kurutulmuş etin fibril yapısı

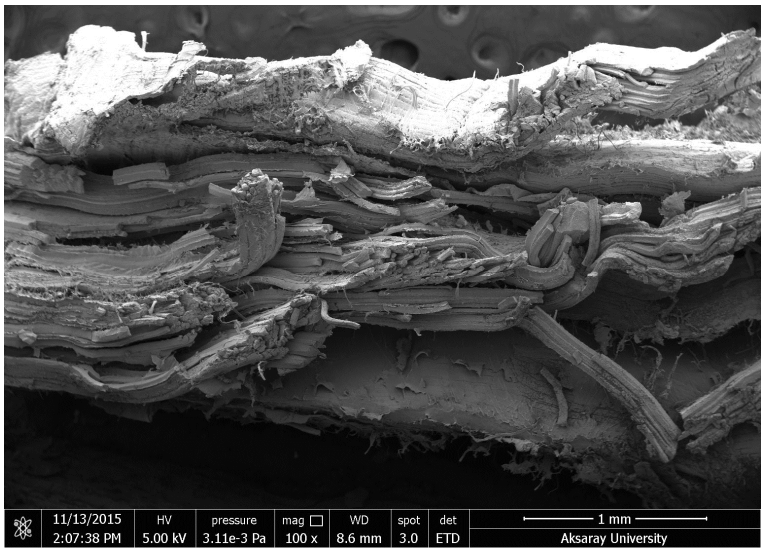
Şekil 4.4., 4.5. ve 4.6.'da tuzlama ve mikrodalga kurutma parametreleri aynı olan bu numunelere, ön kurutmanın etkisi görülebilmektedir. Bu SEM görüntülerinden yola çıkarak ön kurutma sıcaklık derecesinin artmasının, etin lif yapısı üzerine etki ettiğini söylemek mümkün olmaktadır.



Şekil 4.7. %1.5 tuzlu, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin genel yapısı

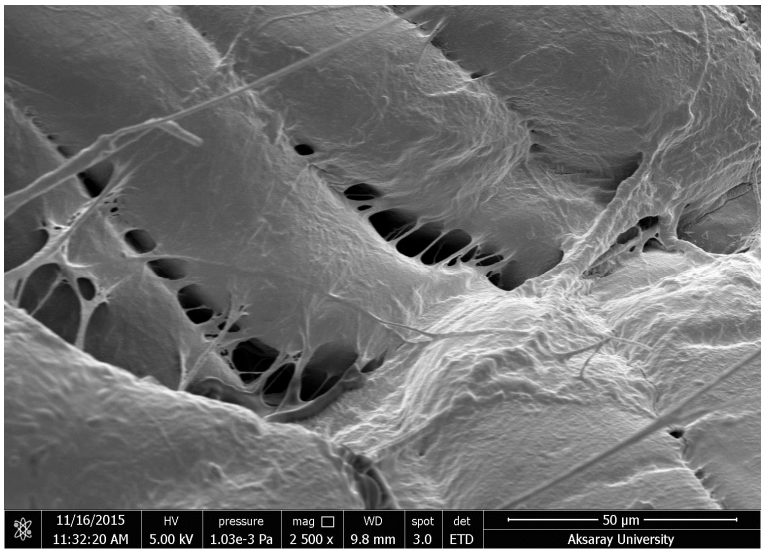


Şekil 4.8. %1.5 tuzlu, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 540 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin genel yapısı

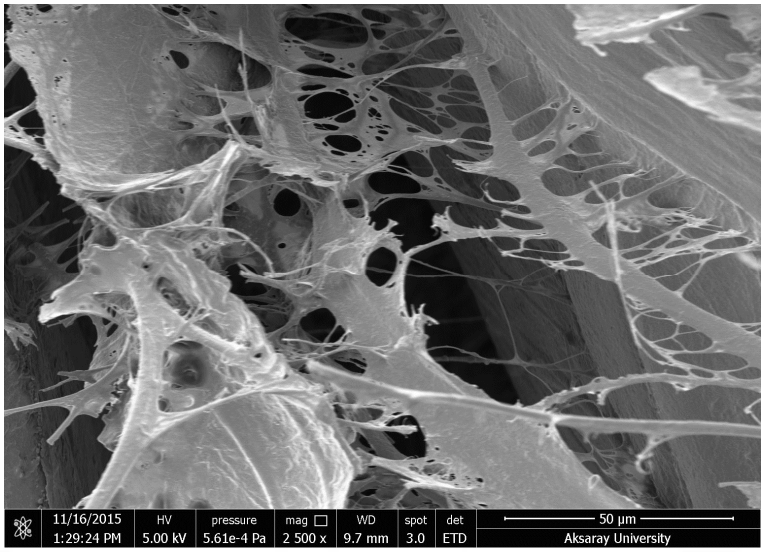


Şekil 4.9. %1.5 tuzlu, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 720 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin genel yapısı

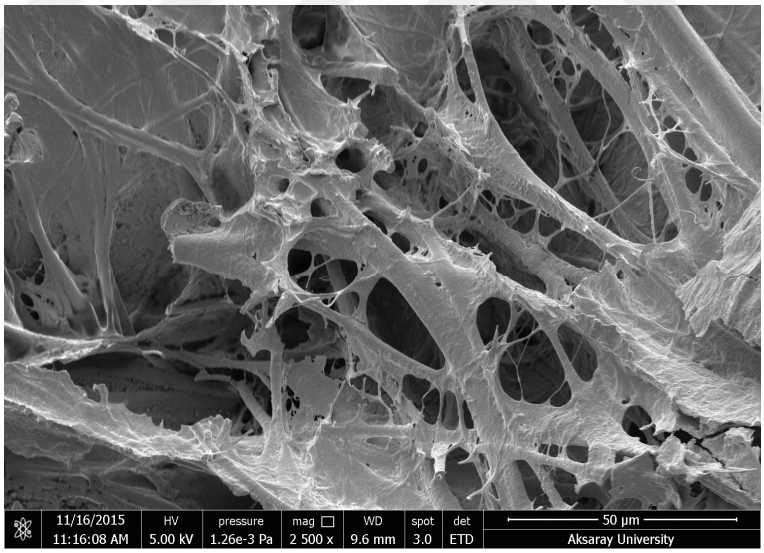
Şekil 4.7., 4.8. ve 4.9.'dan da görüleceği üzere tuzlama ve ön kurutma parametreleri aynı olan bu numunelerde, mikrodalga enerjinin etkisi görülebilmektedir. Bu SEM görüntülerinden yola çıkarak mikrodalga enerjinin etin genel yüzey yapısı üzerine etki ettiğini söylemek mümkün olmaktadır.



Şekil 4.10. %2.5 tuzlu, 40 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

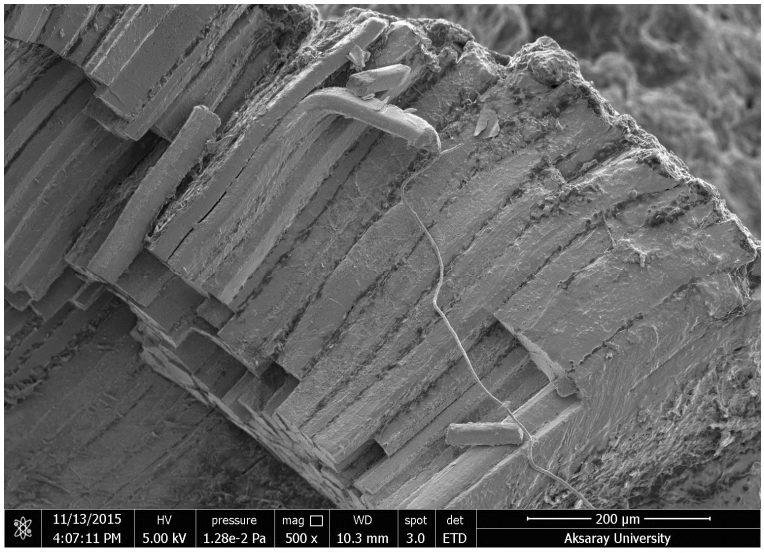


Şekil 4.11. %2.5 tuzlu, 40 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 540 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

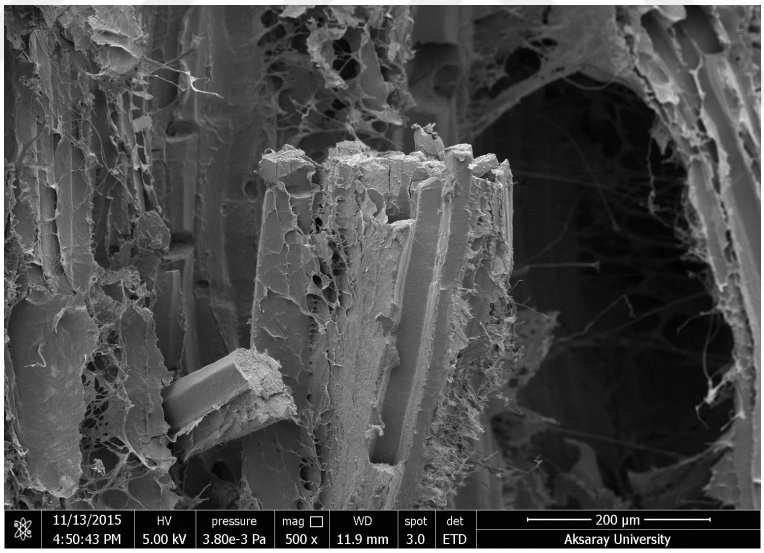


Şekil 4.12. %2.5 tuzlu, 40 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 720 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

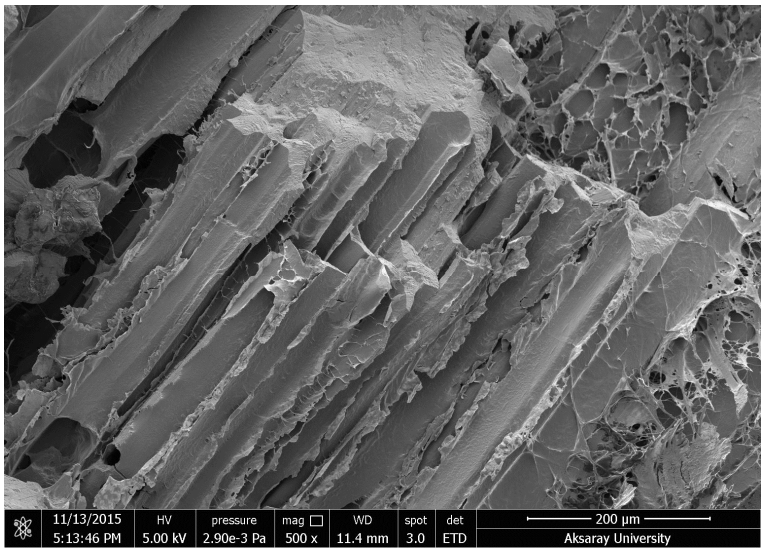
Şekil 4.10., 4.11. ve 4.12.'den de görüleceği üzere tuzlama ve ön kurutma parametreleri aynı olan bu numunelerde, mikrodalga enerjinin etkisi görülebilmektedir. Bu SEM görüntülerinden yola çıkarak mikrodalga enerjinin, tuzun etkisi ile birlikte etin yüzey yapısını değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.



Şekil 4.13. Ön işlemlere tabi tutulmamış, 180 W enerji ile kurutulmuş etin yüzey yapısı

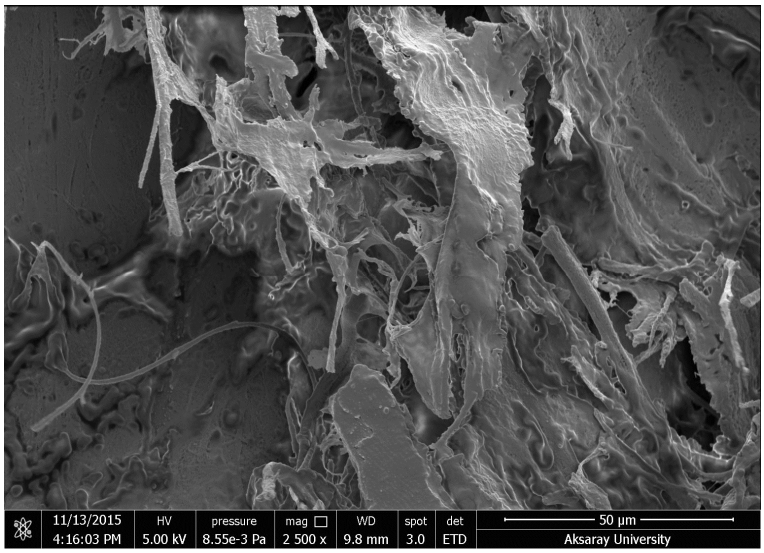


Şekil 4.14. Ön işlemlere tabi tutulmamış, 540 W enerji ile kurutulmuş etin yüzey yapısı

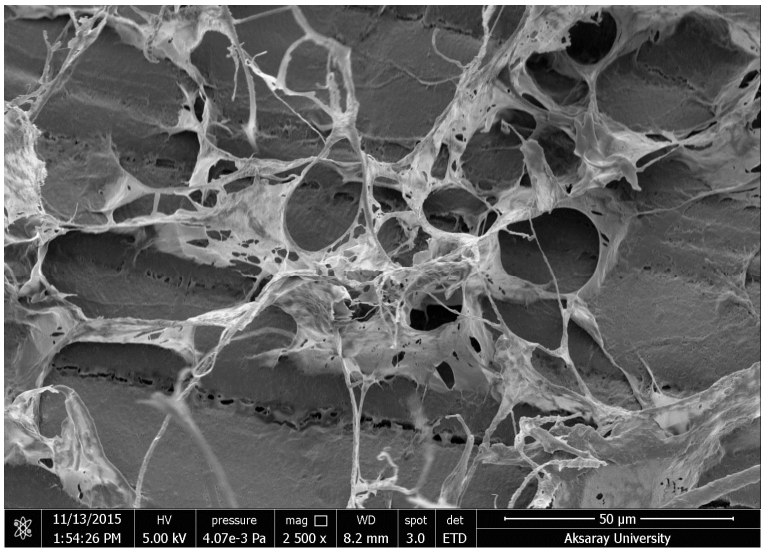


Şekil 4.15. Ön işlemlere tabi tutulmamış, 720 W enerji ile kurutulmuş etin yüzey yapısı

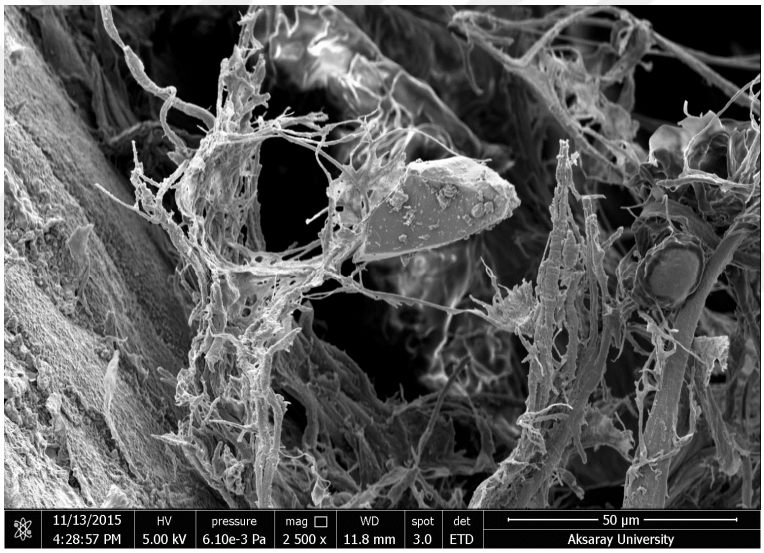
Hem ön kurutma hem de tuzlama işlemleri yapılmayan, sadece mikrodalga ile kurutma işlemine tabi tutulan kontrol grubunun, yüzey yapıları incelendiğinde mikrodalga kurutma enerjisinin artması ile yüzey yapısındaki değişimlerin belirginleştiğini söylemek mümkün olmaktadır. Bu bağlamda mikrodalga enerjinin, etlerin yüzey yapısını değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.



4.16. Tuzlama işlemine tabi tutulmamış, ön kurutma işlemi gerçekleştirilmemiş 180 W enerji ile kurutulmuş etin fibril yapısı

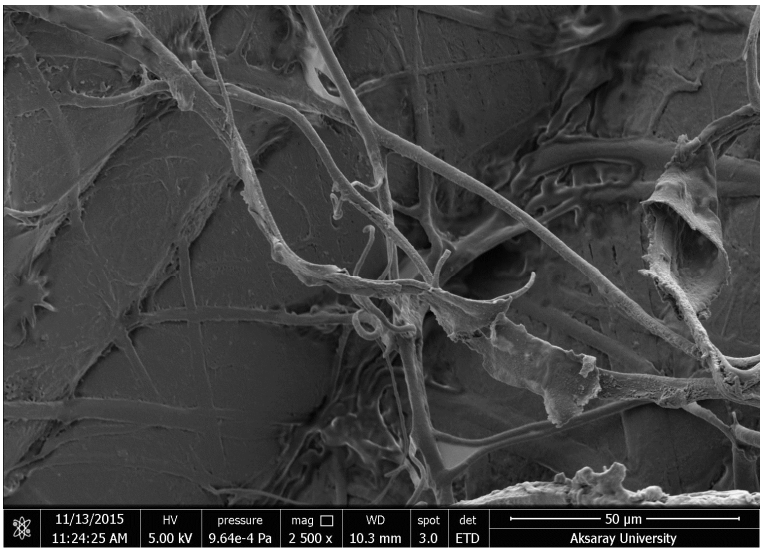


4.17. %1.5 tuz ile muamele edilmiş, ön kurutma işlemi gerçekleştirilmemiş, 180 W enerji ile kurutulmuş etin fibril yapısı

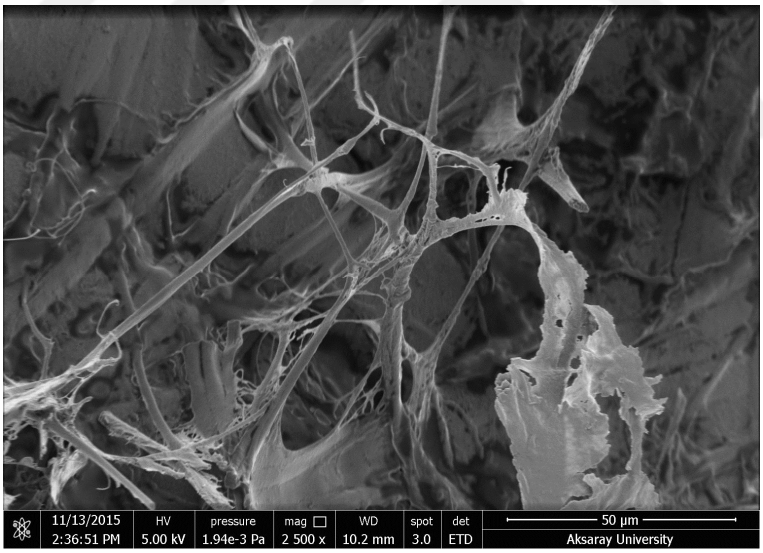


4.18. %2.5 tuz ile muamele edilmiş, ön kurutma işlemi gerçekleştirilmemiş, 180 W enerji ile kurutulmuş etin fibril yapısı

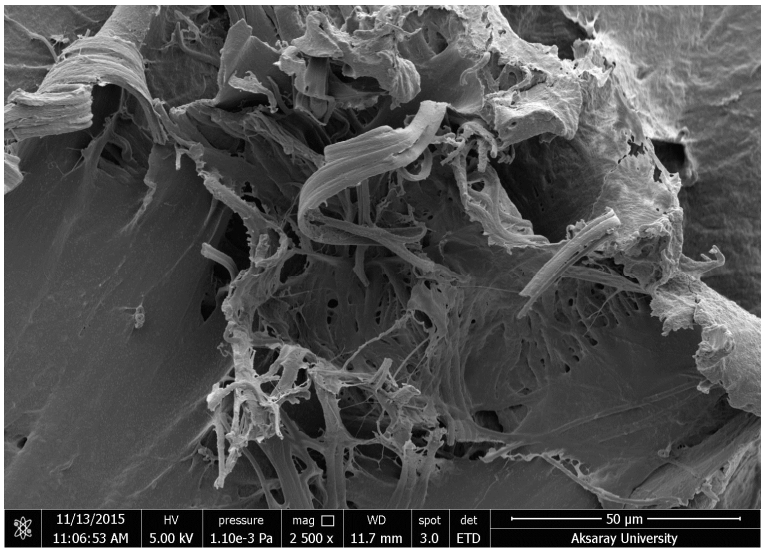
Şekil 4.16., 4.17. ve 4.18.'den de görüleceği üzere ön kurutma sıcaklığı ve mikrodalga kurutma enerji parametreleri aynı olan bu numunelerde, tuzlamanın etkisi görülebilmektedir. Bu SEM görüntülerinden yola çıkarak tuz miktarının kurutma işleminde, etin yüzey yapısını değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır. En düşük mikrodalga enerjisi ve ön kurutma işleminin yapılmadığı örneklerin seçimi ile ısının yüzeye verdiği etki minimuma indirilerek tuzun etkisinin daha rahat gözlemlenebilmesi amaçlanmıştır.



4.19. Tuzlama işlemine tabi tutulmamış, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

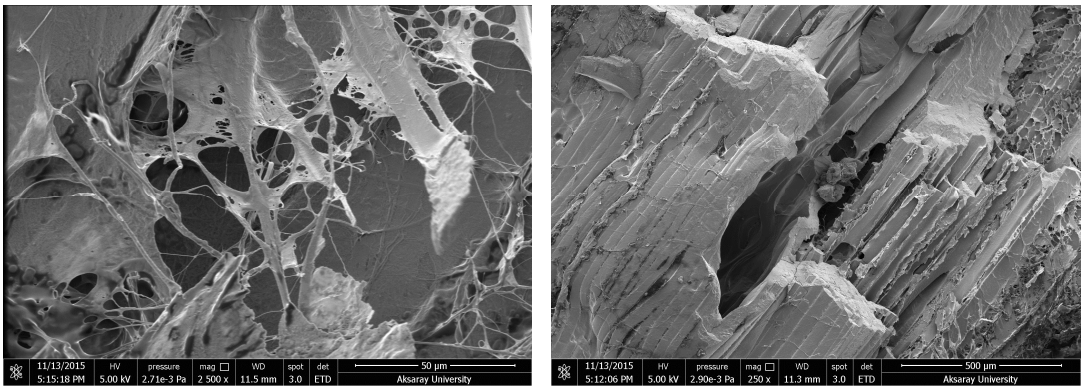


4.20. %1.5 tuz ile muamele edilmiş, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

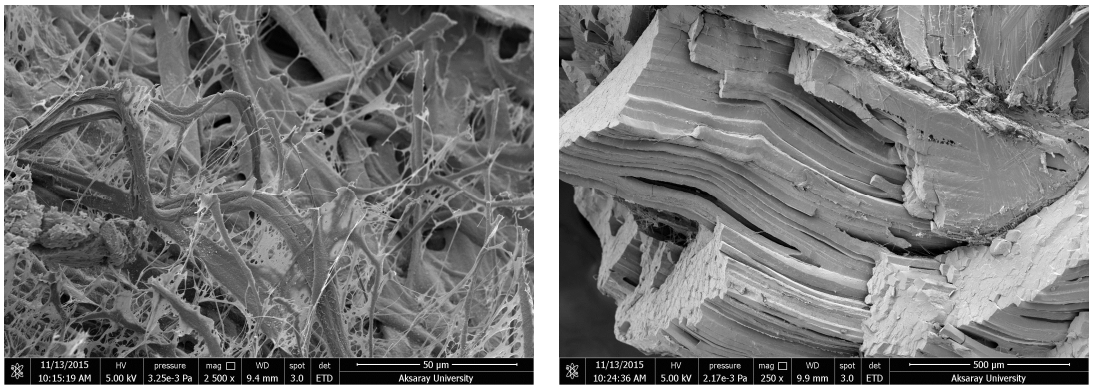


4.21. %2.5 tuz ile muamele edilmiş, 50 ^{o}C ön kurutma uygulanmış, 180 W enerji ile mikrodalgada kurutulmuş etin fibril yapısı

Şekil 4.19., 4.20. ve 4.21.'den de görüleceği üzere ön kurutma sıcaklığı ve mikrodalga kurutma enerjisi parametreleri aynı olan bu numunelerde, tuzlamanın etkisi görülebilmektedir. Bu SEM görüntülerinden yola çıkarak tuz miktarının kurutma işleminde etin yüzey yapısını değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır. En yüksek ön kurutma parametresi seçilerek tuzlama ve ön kurutma işlemlerinin, lif yapısına birlikte etkisini gözlemleyebilmek amaçlanmıştır.



4.22. En düşük parametrelerle işleme tabi tutularak (tuzsuz, ön kurutmasız, 180 W) kurutulmuş etin yüzey ve fibril yapısı



4.23. En yüksek parametrelerle işleme tabi tutularak (% 2.5 tuz, 50 ^{o}C ön kurutma, 720 W) kurutulmuş etin yüzey ve fibril yapısı

Şekil 4.22. ve 4.23. maksimum su kaybının farklı parametrelerle sağlandığı iki örneğe ait SEM görüntüleri görülmektedir. Bu bağlamda neredeyse aynı nem içeriklerine sahip bu et ürünlerinin mikro kapsamda yüzey yapılarının parametrelere bağlı olarak değiştiği gözlemlenebilmektedir. Tuzlama oranı, ön kurutma sıcaklığı ve değişen mikrodalga enerjileri ile etin mikroskobik yüzey görüntüsü de değişmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Kurutma prosesi, gıda muhafazasını sağlamak için neredeyse ilk insanla birlikte kullanılmaya başlanmıştır. O dönemde güneş altında doğal enerji ile yapılan kurutma, bugün modern teknoloji aracılığıyla birçok alternatif yöntemle hala geçerliliğini korumaktır. Meyve, sebze, kırmızı et ve balık en sık kurutulan gıda gruplarındandır. Mikrodalga aracılığı ile et kurutulması ise hızlı ve ekonomik bir yöntem olarak alternatif bir kurutma seçeneği sağlamaktadır. Hızlı olması, enerji ve zaman tasarrufunu da beraberinde getirmektedir.

Çalışmamızda dana nuar eti (*M. semitendinosus*) farklı tuz oranları ile kuru tuzlanmış, farklı ön kurutma derecelerinde etüvde kurutulmuş ve tüm örnekler, farklı mikrodalga enerji derecelerinde kurutulmuştur. Bu bağlamda elde ettiğimiz kurutulmuş et ürünlerinde hem fiziksel (renk, büzüşme, tekstür, yüzey yapısı vb.) hem de su miktarı değişimine bağlı (a_w, %nem, ağırlık ve nem kaybı vb.) birçok farklılık meydana gelmiştir. Çalışmamızla elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

Et rengi, deneyimizin tüm proseslerinde en çok etkilenen parametrelerden birisi olmuştur. Tuz oranının artması ile renkte parlaklığın ölçüsü olan L^* değeri, ön kurutma ve mikrodalga kurutma sonrası aşamalarında artış gösterirken, ön kurutma sıcaklığının artması L^* değerini düşürmüştür. Aynı şekilde mikrodalga enerjisindeki artış da L^* değerinin azalmasına sebep olmuştur. L^* değeri üzerine ikili etkiler incelendiğinde ise, tuz oranı değişimi ve ön kurutma ısısının birlikte etkisi de L^* değerini değiştirmektedir.

Et rengi değerlerinden bir diğeri olarak, kırmızılık – yeşillik ölçümü olan a^* değeri de deney süreci boyunca değişkenlik göstermiştir. Tuz oranının ve ön kurutma sıcaklığının artmasının, ön kurutma sonrasındaki et renginin a^* değerini arttırdığı ve bu değişkenler arasında pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir. Aynı zamanda ön kurutma yapılması, mikrodalga kurutma sonrasında oluşan son ürünün de rengini etkilemektedir. Ön kurutma ısısı arttıkça son ürünün a^* değeri de artış göstermektedir. Son ürünün a^* değeri, mikrodalga ısısından ve uygulanan tuz oranından da etkilenmektedir. Mikrodalga enerjisi ve tuz oranı arttıkça, a^* değeri de artmaktadır. Yani bu iki parametre ile a^* değeri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır.

Renk ölçümünde sarılık ve maviliğin bir ölçüsü olan b^* değeri ise yine kurutma işleminden etkilenmektedir. Ön kurutma sıcaklığı derecesi, ön kurutma sonrası oluşan etin b^* değerini pozitif bir korelasyonla etkilemektedir. Ete uygulanan tuz oranı ve

mikrodalga enerjinin derecesi de son ürünün b^* değerini değiştirmektedir. Ete uygulanan tuz oranı ve mikrodalga enerji arttıkça son ürünün b^* değeri de artış göstermektedir. Bu verilere bağlı olarak Hue ve Chroma değerlerinin de süreçten çeşitli korelasyonlarla etkilendiği görülmüştür. Sonuç olarak, tuz oranının, ön kurutma işleminin ve mikrodalga enerjinin, etin rengi üzerinde önemli değişimlere sebep olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

Deney sonuçlarına göre, ısı etkisiyle, etin nem içeriği ve buna bağlı olarak ağırlığı ve su aktivitesinin değiştiğini söylemek de mümkündür. Çalışmamızla, ön kurutma ve mikrodalga kurutma işlemlerinin, etin nem içeriğini etkilediği tespit edilmiştir. Aynı şekilde mikrodalga enerjisindeki artış da son ürünün ağırlığını düşürmektedir. Deneylerin bir sonucu olarak, bu parametreler arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Yani mikrodalga enerjisi arttıkça, son ürün nem içeriği azalmaktadır. Buna göre, ön kurutma sıcaklık derecesinin ve mikrodalga enerjinin artışının, ürünün nem içeriğini düşürdüğü görülmüştür. Isıl işlemin ayrılan su, bu durumun temel nedenini oluşturmaktadır. Buna ek olarak ön kurutma ve tuzlama işleminin bir arada da nem miktarını etkilediğini söylemek mümkündür.

Çalışmamızla ön kurutma derecesinin artışının ön kurutma sonrasında et ağırlığını düşürdüğü beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır. Tuz oranı ve ön kurutmanın birlikte etkisinin ise hem ön kurutma hem de mikrodalga kurutma sonrası et ağırlığını değiştirdiği görülmektedir. Bu verilerle ilişkili olarak buharlaşan su miktarı ve % nem gibi parametreler de benzer korelasyonlarla değişkenlik göstermektedir.

Çalışmamızla su aktivitesinin negatif bir korelasyonla mikrodalga enerjiden etkilendiği görülmüştür. Yani ete uygulanan mikrodalga enerji seviyesi yükseldikçe, su aktivitesi düşmektedir. Tüm numuneler içerisinde en düşük su aktivitesi değeri, 50 ^{o}C ön kurutma işlemine tabi tutulmuş 720 W enerji ile kurutulan %2.5 tuz oranına sahip numunelerden elde edilmiştir. Bu bağlamda sıcaklık ve tuz artışının, kurutmanın etkinliğini arttırdığı görülebilmektedir.

Ette gözle görülebilen ve ölçümlerle tespit edilebilen et kalınlığı ve çapı da birçok faktörden etkilenmektedir. Et kalınlığı ve çapının değişimine bağlı olarak değişen büzüşme oranı da kurutulmuş etin en önemli fiziksel değişimlerinden birini oluşturmaktadır. Yaptığımız çalışma ile ön kurutma sıcaklığının artışının, ön kurutma sonrası et çapını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca et çapı, kalınlığı ve büzüşme oranı üzerine, uygulanan proseslerin ikili etkisi de göze çarpmaktadır. Bu bağlamda tuz oranı ve ön kurutma sıcaklığının birlikte, et kalınlığı ve çapını buna bağlı olarak da büzüşme

oranını değiştirdiği çalışmamızda tespit edilmiştir. Ayrıca tuz oranı ve mikrodalga enerjinin, kurutulmuş et ürününün kalınlığına da önemli ölçüde etkisi bulunmaktadır. Çalışmamızda en yüksek büzüşme oranına sahip numuneler %2.5 tuz oranına sahip 50 ^{o}C ön kurutma işlemine tabi tutulan ve 180 W enerji ile kurutulan etler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir diğer fiziksel parametre olan tekstür açısından ise yüksek sertlikte ürünler elde edilmiştir. Maksimum su kaybı temeliyle farklı parametreler kullanılarak kurutulan etler, yüksek sertliğe ulaştıkları için istatistikî bir analiz sonucu elde edilememiş, tüm parametreler ile tekstür profil analiz sonuçları arasında anlamlı ilişkiler kurulamamıştır.

SEM aracılığı ile elde edilen mikroskobik et yüzeyi görüntüleri de çalışmamız kapsamında incelenmiş ve tuz oranı, ön kurutma sıcaklığı ve mikrodalga enerji gibi farklı parametrelerin, etin fiziksel yapısında meydana getirdiği değişiklikler tespit edilmiştir. Sadece mikrodalga kurutma prosesine giren kontrol grubundaki numuneler incelendiğinde, mikrodalga enerji değişiminin etin genel yüzey yapısı üzerine belirgin etkisi olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Ayrıca tuzla muamele edilmiş ya da ön kurutma işlemi yapılmış numunelerle, sadece mikrodalga kurutmaya alınan numuneler arasında da farklılıklar görülmektedir. Örneğin %1,5 tuzlamaya maruz bırakılan ön kurutma yapılmamış etlerde, sadece mikrodalga kurutmaya giren etlerden farklı bir yüzey yapısı gözlemlenmiştir. Hem ön kurutma hem de tuzlama işlemleri yapılmayan, sadece mikrodalga ile kurutma işlemine tabi tutulan kontrol grubunun, yüzey yapıları incelendiğinde mikrodalga kurutma enerjisinin artması ile yüzey yapısındaki değişimlerin belirginleştiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Çalışmamızda, en düşük mikrodalga enerjisine maruz kalan ve ön kurutma işleminin yapılmadığı örneklerin SEM'de elde edilen görüntüleri ile ısının yüzeye verdiği etki minimuma indirilerek tuzun etkisinin daha rahat gözlemlenebilmesi amaçlanmıştır ve bu SEM görüntülerinden yola çıkarak tuz miktarının kurutma işleminde etin yüzey yapısını değiştirdiğini söylemek mümkün olmaktadır.

Sonuç olarak, neredeyse aynı nem içeriklerine sahip bu et ürünlerinin fiziksel özelliklerinin, uygulanan işlem parametrelerine bağlı olarak değiştiği gözlemlenebilmektedir. Tuz konsantrasyonu değişimi, ön kurutma sıcaklığı farklılığı ve değişen mikrodalga enerjileri ile etin fiziksel özellikleri değişmektedir.

5.2. Öneriler

Kurutulmuş et ürünleri besleyici değeri, uzun raf ömrü ve depolama kolaylığı gibi avantajlarından dolayı önemli bir gıda ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı et türleri, baharatlar ve kurutma metotları kullanılarak dünya üzerinde tüketilen farklı kültürlere ait birçok geleneksel kurutulmuş et ürünü de bulunmaktadır.

Çalışmamızda kurutma prosesinden randıman almak için yağsız et bölgesi olan nuar eti tercih edilmiştir. Gelecek çalışmalarda etin farklı bölgelerinden elde edilecek kasların da kurutma randımanı ve oluşan ürünlerin fiziksel değişimleri incelenebilir.

Çalışmamızda tuz oranları değiştirilerek tuzun kurutmaya etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Gelecek çalışmalarda farklı ön işlemler kullanılarak (baharat, kürleme, dumanlama) bu ön işlemlerin de mikrodalga kurutmaya etkileri araştırılabilir.

Kurutulmuş et ürünlerinde en önemli kalite faktörlerinden birisi renk oluşumudur. Çalışmamızda renk ölçümü yapılarak kurutmanın aşamalarının renge olan etkisi incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda kurutulmuş ürünlerin tüketici panelleri ile organoleptik analizinin yapılması ve tüketiciler tarafından kabulünün belirlenmesi önem taşımaktadır. Ayrıca bu tip ürünlerin uygun parametrelerle işlenerek optimal rengin sağlanmasına yönelik Ar-Ge çalışmaları yapılabilir. Bu Ar-Ge çalışmalarında kurutulmuş etin sert tekstürünü iyileştirmeye yönelik çiğnenebilirliğin sağlanması çalışmalarına ağırlık verilebilir.

Çocukların et tüketimini artırmak amacıyla cips gibi atıştırmalık ürünlere alternatif olarak kurutulmuş et ürünlerinin hem lezzet hem de tekstür ve görünüm açısından geliştirilmesinin büyük faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu tip ürünlerin hafif olması, uzun süre depolanması ve besleyici değerinden dolayı askeri uygulamalarda da kullanılabilirliği geliştirilebilir.

Ekonomik ve hızlı bir kurutma aracı olarak mikrodalga fırınların kullanımı Ar-Ge çalışmaları ile geliştirilebilir ve bu açıdan laboratuvar çalışmaları ile elde edilen verilerin endüstriyel uygulamalarda kullanılabilirliği değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Abdulhameed, A. A., Zzaman, W. ve Yang, T. A., 2014, Application of Superheated Steam in Sample Preparation (Chicken Sausage) for Determination of Total Fat, Fatty Acid and Lipid Oxidation, *Food Science and Technology*, 2 (3), 27-33.

Aguilera, J. M., Chiralt, A. ve Fito, P., 2003, Food dehydration and product structure, *Trends in Food Science & Technology*, 14 (10), 432-437.

Ajiboye, E. A., Alhassan, S., Adedayo, R. M., Kolawole, M. ve Oladosu, O., 2011, Physicochemical properties and microorganisms isolated from dried meat obtained in Oja-Oba market in Ilorin, Nigeria, *Pelagia Research Library*, 2 (4), 391-400.

Alibaş, İ., 2012, Asma yaprağının (Vitis vinifera L.) mikrodalga enerjisiyle kurutulması ve bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (1).

Anonim, 2012, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği. Bakanlığı, G. T. H. 2012/74.

Anonymous, 1990, Manual on simple methods of meat preservation. FAO Animal Production and Health Paper 79. FAO. Rome.

AOAC, 2000, Official Method of Analysis of AOAC International (17th ed.), *Maryland*.

Arabhosseini, A., Padhye, S., Huisman, W., van Boxtel, A. ve Müller, J., 2011, Effect of drying on the color of tarragon (Artemisia dracunculus L.) leaves, *Food and Bioprocess Technology*, 4 (7), 1281-1287.

Aubourg, S. P. ve Ugliano, M., 2002, Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (Trachurus trachurus), *European Food Research and Technology*, 215 (2), 91-95.

Babić, J., Cantalejo, M. J. ve Arroqui, C., 2009, The effects of freeze-drying process parameters on Broiler chicken breast meat, *LWT-Food Science and Technology*, 42 (8), 1325-1334.

Bala, B. ve Mondol, M., 2001, Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel dryer, *Drying Technology*, 19 (2), 427-436.

Bantle, M., Käfer, T. ve Eikevik, T. M., 2013, Model and process simulation of microwave assisted convective drying of clipfish, *Applied Thermal Engineering*, 59 (1), 675-682.

Baskan, P., 2009, Güney Afrika'nın Geleneksel Kuru Et Ürünü 'Biltong'un Üretiminde Damlama Kaybının, Kurutma Süresi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 67.

Başlar, M., Kılıçlı, M., Toker, O. S., Sağdıç, O. ve Arici, M., 2014, Ultrasonic vacuum drying technique as a novel process for shortening the drying period for beef and chicken meats, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 26, 182-190.

Bellagha, S., Amami, E., Farhat, A. ve Kechaou, N., 2002, Drying kinetics and characteristic drying curve of lightly salted sardine (Sardinella aurita), *Drying Technology*, 20 (7), 1527-1538.

Bennani, L., Faid, M. ve Bouseta, A., 2000, Experimental manufacturing of kaddid, a salted dried meat product: control of the microorganisms, *European Food Research and Technology*, 211 (3), 153-157.

Brás, A. ve Costa, R., 2010, Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species, *Journal of Food Engineering*, 100 (3), 490-495.

Chandrasekaran, S., Ramanathan, S. ve Basak, T., 2013, Microwave food processing—A review, *Food Research International*, 52 (1), 243-261.

Chang, S., Pearson, A. ve Huang, T., 1996, Control of the dehydration process in production of intermediate-moisture meat products: a review, *Advances in food and nutrition research*, 39, 71-161.

Charlton, K. E., Probst, Y., Tapsell, L. C. ve Blackall, P. J., 2008, Food, health and nutrition: where does chicken fit?, http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2536&context=hbspapers: [8 Temmuz].

Chukwu, O., 2009, Influences of drying methods on nutritional properties of tilapia fish (Oreochromis nilotieus), *World journal of agricultural sciences*, 5 (2), 256-258.

Clemente, G., Bon, J., Sanjuan, N. ve Mulet, A., 2009, Determination of shrinkage function for pork meat drying, *Drying Technology*, 27 (1), 143-148.

Cohen, J. S. ve Yang, T. C., 1995, Progress in food dehydration, *Trends in Food Science & Technology*, 6 (1), 20-25.

Collignan, A., Bohuon, P., Deumier, F. ve Poligné, I., 2001, Osmotic treatment of fish and meat products, *Journal of Food Engineering*, 49 (2), 153-162.

Duan, Z.-h., Jiang, L.-n., Wang, J.-l., Yu, X.-y. ve Wang, T., 2011, Drying and quality characteristics of tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating, *Food and Bioproducts processing*, 89 (4), 472-476.

Duan, Z., Zhang, M., Hu, Q. ve Sun, J., 2005, Characteristics of microwave drying of bighead carp, *Drying Technology*, 23 (3), 637-643.

Engez, S. T. ve Ergönül, B., 2009, Kurutulmuş et üretiminde HACCP sisteminin uygulanması, *Electronic Journal of Food Technologies*, 4 (3), 12-19.

Eştürk, O. ve Soysal, Y., 2010, Drying properties and quality parameters of dill dried with intermittent and continuous microwave-convective air treatments, *Journal of Agricultural Sciences*, 16, 26-36.

Farkas, B. ve Singh, R., 1991, Physical Properties of Air-Dried and Freeze-Dried Chicken White Meat, *Journal of Food Science*, 56 (3), 611-615.

Feiner, G., 2006, Meat products handbook: Practical science and technology, Elsevier, p.

Giri, S. ve Prasad, S., 2006, Modeling shrinkage and density changes during microwave-vacuum drying of button mushroom, *International Journal of Food Properties*, 9 (3), 409-419.

Greensmith, M., 1998, Practical dehydration, Woodhead Publishing, p.

Guizani, N., Al-Shoukri, A. O., Mothershaw, A. ve Rahman, M. S., 2008, Effects of salting and drying on shark (Carcharhinus sorrah) meat quality characteristics, *Drying Technology*, 26 (6), 705-713.

Gunasekaran, S., 1999, Pulsed microwave-vacuum drying of food materials, *Drying Technology*, 17 (3), 395-412.

Heinz, G. ve Hautzinger, P., 2009, Meat processing technology for small to medium scale producers, FAO, p.

Hii, C., Itam, C. ve Ong, S., 2014, Convective air drying of raw and cooked chicken meats, *Drying Technology*, 32 (11), 1304-1309.

Huang, Y., Li, H., Huang, T., Li, F. ve Sun, J., 2014, Lipolysis and lipid oxidation during processing of Chinese traditional smoke-cured bacon, *Food chemistry*, 149, 31-39.

Igene, J. O., 1986, Drying of fish - factors to consider, http://aquaticcommons.org/3432/1/123.pdf: [26 Haziran].

Jain, D. ve Pathare, P. B., 2007, Study the drying kinetics of open sun drying of fish, *Journal of Food Engineering*, 78 (4), 1315-1319.

Jones, M., Tanya, V., Mbofung, C., Fonkem, D. ve Silverside, D., 2004, A microbiological and nutritional evaluation of the West African dried meat product, Kilishi, *Journal of food technology in Africa*, 6 (4), 126-129.

Kilic, A., 2009, Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality, *Journal of Food Engineering*, 91 (1), 173-182.

Konak, Ü. İ., Certel, M. ve Helhel, S., 2009, Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4 (3), 20-31.

Kömürcü, Ş., 2013, Farklı Seviyelerde Tuz, Yağ ve Karragenan İçeren Sığır Eti Köftelerinin Mikrodalga İle Pişirme Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 70.

Lewicki, P., Arboix, J. A., Botó, P. G., Beringues, J. C. ve Moreno, I. M., 2014, Drying, In: Encyclopedia of Meat Science Eds: Dikeman, M. ve Devine, C., *London*: Elsevier, p. 471-479.

Li, M., Wang, H., Zhao, G., Qiao, M., Li, M., Sun, L., Gao, X. ve Zhang, J., 2014, Determining the drying degree and quality of chicken jerky by LF-NMR, *Journal of Food Engineering*, 139, 43-49.

Li, Z., Raghavan, G. ve Orsat, V., 2010, Temperature and power control in microwave drying, *Journal of Food Engineering*, 97 (4), 478-483.

Little, C., 1998, The microbiological quality of ready-to-eat dried and fermented meat and meat products, *International Journal of Environmental Health Research*, 8 (4), 277-284.

López, J., Uribe, E., Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Gonzalez, E. ve Di Scala, K., 2010, Effect of air temperature on drying kinetics, vitamin C, antioxidant activity, total phenolic content, non-enzymatic browning and firmness of blueberries variety O Neil, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (5), 772-777.

Lorenzo, J. M., Fonseca, S., Gómez, M. ve Domínguez, R., 2015, Influence of the salting time on physico-chemical parameters, lipolysis and proteolysis of dry-cured foal "cecina", *LWT-Food Science and Technology*, 60 (1), 332-338.

Ludemann, V., Pose, G., Pollio, M. a. L. a. ve Segura, J., 2004, Determination of growth characteristics and lipolytic and proteolytic activities of Penicillium strains isolated from Argentinean salami, *International journal of food microbiology*, 96 (1), 13-18.

Maskan, M., 2001, Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying, *Journal of Food Engineering*, 48 (2), 177-182.

McLoughlin, C., McMinn, W. ve Magee, T., 2003, Microwave-vacuum drying of pharmaceutical powders, *Drying Technology*, 21 (9), 1719-1733.

Mujaffar, S. ve Sankat, C. K., 2006, The mathematical modelling of the osmotic dehydration of shark fillets at different brine temperatures, *International journal of food science & technology*, 41 (4), 405-416.

Mujumdar, A. S. ve Law, C. L., 2010, Drying technology: Trends and applications in postharvest processing, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (6), 843-852.

Mujumdar, A. S., 2014, Handbook of industrial drying, CRC Press, p.

Namsanguan, Y., Tia, W., Devahastin, S. ve Soponronnarit, S., 2004, Drying kinetics and quality of shrimp undergoing different two-stage drying processes, *Drying Technology*, 22 (4), 759-778.

Nathakaranakule, A., Kraiwanichkul, W. ve Soponronnarit, S., 2007, Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat, *Journal of Food Engineering*, 80 (4), 1023-1030.

Ngadi, M. O., Wang, Y., Adedeji, A. A. ve Raghavan, G., 2009, Effect of microwave pretreatment on mass transfer during deep-fat frying of chicken nugget, *LWT-Food Science and Technology*, 42 (1), 438-440.

Öztan, A., 2005, Et bilimi ve teknolojisi, TMMOB (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği), p.

Pianroj, Y., Kerdthongmee, P., Nisoa, M., Kerdthongmee, P. ve Galakarn, J., 2011, Development of a microwave system for highly-efficient drying of fish, *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 3 (2), 237-250.

Pinto, L. ve Tobinaga, S., 2006, Diffusive model with shrinkage in the thin-layer drying of fish muscles, *Drying Technology*, 24 (4), 509-516.

Raghavan, G. ve Venkatachalapathy, K., 1999, Shrinkage of strawberries during microwave drying, *Drying Technology*, 17 (10), 2309-2321.

Rahman, M. S., Al-Amri, O. S. ve Al-Bulushi, I. M., 2002, Pores and physico-chemical characteristics of dried tuna produced by different methods of drying, *Journal of Food Engineering*, 53 (4), 301-313.

Ramos, I. N., Brandão, T. R. ve Silva, C. L., 2005, Integrated approach on solar drying, pilot convective drying and microstructural changes, *Journal of Food Engineering*, 67 (1), 195-203.

Saldamlı, İ. ve Saldamlı, E., 2000, Gıda Endüstrisi Makinaları, *Ankara*, Savaş Yayınevi, p.

Samad, M., Galib, S. ve Flowra, F., 2009, Fish drying in Chalan Beel areas, *Bangladesh journal of scientific and industrial research*, 44 (4), 461-466.

Sharma, G. ve Prasad, S., 2001, Drying of garlic (Allium sativum) cloves by microwave–hot air combination, *Journal of Food Engineering*, 50 (2), 99-105.

Silva, F., Marsaioli, A., Maximo, G., Silva, M. ve Goncalves, L., 2006, Microwave assisted drying of macadamia nuts, *Journal of Food Engineering*, 77 (3), 550-558.

Sonjak, S., Ličen, M., Frisvad, J. C. ve Gunde-Cimerman, N., 2011, The mycobiota of three dry-cured meat products from Slovenia, *Food microbiology*, 28 (3), 373-376.

Soydan Karabacak, M., Esin, A. ve Cekmecelioglu, D., 2014, Drying behavior of meat samples at various fiber directions and air conditions, *Drying Technology*, 32 (6), 695-707.

Stanisławski, J., 2005, Drying of diced carrot in a combined microwave–fluidized bed dryer, *Drying Technology*, 23 (8), 1711-1721.

Sunjka, P., Rennie, T., Beaudry, C. ve Raghavan, G., 2004, Microwave-convective and microwave-vacuum drying of cranberries: A comparative study, *Drying Technology*, 22 (5), 1217-1231.

Szulmayer, W., 1971, From sun-drying to solar dehydration. I. Methods and equipment, *Food Technol Australia*, In Jain, D., & Pathare, P. B. (2007). Study the drying kinetics of open sun drying of fish. Journal of Food Engineering, 78(4), 1315-1319.

Şahbaz, F., 1998, Su ve Buz, In: Gıda Kimyası, Eds: Saldamlı, İ., *Ankara*: Hacetepe Üniversitesi Yayınları, p. 9-36.

Taher, B. ve Farid, M., 2001, Cyclic microwave thawing of frozen meat: experimental and theoretical investigation, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 40 (4), 379-389.

Tarhan, S., Ergüneş, G., Güneş, M. ve Mutlu, A., 2009, Farklı Kurutma Koşullarının Amasya Elmasının Kuruma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (2), 1-6.

Teotia, J. ve Miller, B., 1975, Destruction of salmonellae on poultry meat with lysozyme, EDTA, X-ray, microwave and chlorine, *Poultry science*, 54 (5), 1388-1394.

Thiagarajan, I. V., 2008, Combined microwave-convection drying and textural characteristics of beef jerky, *University of Saskatchewan Department of Agricultural and Bioresource Engineering*

Toldra, F., 1998, Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products, *Meat science*, 49, S101-S110.

Toldrá, F., 2006, The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions, *Trends in Food Science & Technology*, 17 (4), 164-168.

Toldrá, F. ve Hui, Y., 2014, Dry-Fermented Sausages and Ripened Meats: An Overview, *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 1-6.

Torringa, E., Esveld, E., Scheewe, I., van den Berg, R. ve Bartels, P., 2001, Osmotic dehydration as a pre-treatment before combined microwave-hot-air drying of mushrooms, *Journal of Food Engineering*, 49 (2), 185-191.

Vadivambal, R. ve Jayas, D., 2007, Changes in quality of microwave-treated agricultural products—a review, *Biosystems engineering*, 98 (1), 1-16.

Vadivambal, R. ve Jayas, D., 2010, Non-uniform temperature distribution during microwave heating of food materials—A review, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (2), 161-171.

Wang, J. ve Xi, Y., 2005, Drying characteristics and drying quality of carrot using a two-stage microwave process, *Journal of Food Engineering*, 68 (4), 505-511.

Wang, J., Wang, J. S. ve Yu, Y., 2007a, Microwave drying characteristics and dried quality of pumpkin, *International journal of food science & technology*, 42 (2), 148-156.

Wang, Z., Sun, J., Chen, F., Liao, X. ve Hu, X., 2007b, Mathematical modelling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot air pre-drying, *Journal of Food Engineering*, 80 (2), 536-544.

Wentworth, E. N., 1956, Dried meat: Early Man's travel ration, *Agricultural History*, 30 (1), 2-10.

Yan, W. Q., Zhang, M., Huang, L. L., Tang, J., Mujumdar, A. S. ve Sun, J. C., 2010, Studies on different combined microwave drying of carrot pieces, *International journal of food science & technology*, 45 (10), 2141-2148.

Yoğurtçu, H., 2014, Mikrodalga Fırında Limon Kurutma: Kinetiği ve Modellenmesi, *Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 27-33.

Zeng, Q.-r., Zhang, M., Adhikari, B. P. ve Mujumdar, A. S., 2013, Effect of drying processes on the functional properties of collagen peptides produced from chicken skin, *Drying Technology*, 31 (13-14), 1653-1660.

Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A. ve Wang, S., 2006, Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables, *Trends in Food Science & Technology*, 17 (10), 524-534.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sena ÖZBAY DOĞU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara / 29.09.1986
Telefon : 0506 515 2377
Faks :
e-mail : sena_ozbay@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Hatipoğlu Lisesi, Ankara	2003
Üniversite	:	İnönü Üniversitesi, Malatya	2007
Yüksek Lisans	:	Aksaray Üniv., Sosyal Bil. Enst., Aksaray	2013
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Konya	2016
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-devam	Aksaray Üniversitesi	Uzman

YABANCI DİLLER

İngilizce, YDS: 72.5 (2014 – Sonbahar)

YAYINLAR

ÖZBAY DOĞU S., SARIÇOBAN C., Et Kurutmada Mikrodalga Kullanımına İlişkin Yaklaşımlar ve Uygulamalar, *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences,* 4: 24-35, 2015. (Yüksek lisans tezinden yapılmıştır)