

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE İNFRARED KURUTMA
YÖNTEMİNİN KULLANIMI**

**Hazırlayan
Saime Gülsüm BATMAN**

**Danışman
Prof.Dr. Hasan YETİM**

Yüksek Lisans Tezi

**MAYIS 2016
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PASTIRMA ÜRETİMİNDE İNFRARED KURUTMA
YÖNTEMİNİN KULLANIMI**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Saime Gülsüm BATMAN**

**Danışman
Prof.Dr. Hasan YETİM**

**MAYIS 2016
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı: Saime Gülsüm BATMAN

İmza :



YÖNERGEYE UYGUNLUK

Pastırma Üretiminde İnfrared Kurutma Yönteminin Kullanımı adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.



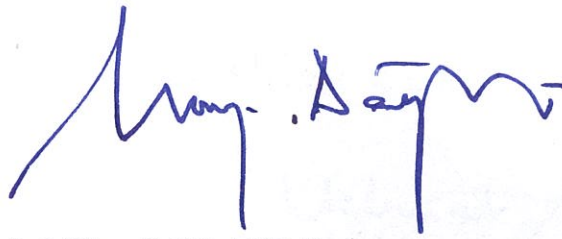
Tezi Hazırlayan

Saime Gülsüm BATMAN



Danışman

Prof. Dr. Hasan YETİM



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Prof. Dr. Hasan YETİM danışmanlığında **Saime Gülsüm BATMAN** tarafından hazırlanan “**Pastırma Üretiminde İnfrared Kurutma Yönteminin Kullanımı**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

03/05/2016

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Hasan YETİM
Üye : Yrd. Doç. Dr. Kevser KAHRAMAN
Üye : Yrd.Doç.Dr. Oya SİPAHİOĞLU

H. Yetim
.....
K. Kevser
.....
O. Sipahioğlu
.....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 31/05/2016 tarih ve 2016/25-21 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Mehmet Akkurt
.....
31/05/2016
.....
Prof. Dr. Mehmet AKKURT
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda, bigisini, desteğini ve özellikle sabrını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan YETİM'e,

Bilgi ve rehberliğiyle bana yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Oya SİPAHİOĞLU'na,

Tezimin analiz aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Zülal KESMEN' e ve Doç. Dr. İsmet ÖZTÜRK'e

Tezimin istatistiksel analizlerinde yardımcı olan değerli Hocam Erhan Barış ERGE'ye,

Bu tez için maddi desteğini esirgemeyen Saray Tarım ve Hayvancılık A.Ş. işletmesine ve değerli yöneticilerine,

İnfrared kabin tasarımında bilgi ve desteğine başvurduğum Elektrik Teknisyeni Ertuğrul ŞAHİN'e,

Tezimin her aşamasında yanımda olan ve bana moral veren değerli arkadaşlarım Aylin ÖZGÜR'e ve İbrahim KARADEMİR'e,

Hayatım boyunca maddi manevi yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem Dudu BATMAN, babam Necip BATMAN, kardeşlerim Mustafa Kürşat BATMAN ve Bilal Emre BATMAN'a,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

PASTIRMA ÜRETİMİNDE İNFRARED KURUTMA YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Saime Gülsüm BATMAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2016

Danışman: Prof. Dr. Hasan YETİM

ÖZET

Pastırma, Türkiye’de üretilen et ürünleri içerisinde önemli bir yere sahip, kendine özgü tat ve aroması ile sevilerek tüketilen geleneksel bir et ürünüdür. Pastırma üretiminde, gerek endüstriyel boyutta ve gerekse evlerde halen geleneksel kurutma metodu kullanılmaktadır. Teknolojiye yatırım yapan bazı fabrikalarda ise kurutma prosesi iklimatik odalarda kontrollü şartlar altında gerçekleştirilmektedir. Fakat bu iki metot için de pastırma üretim süresi oldukça uzun sürmektedir. Bu da genellikle üreticiyi sıkıntıya sokmaktadır. Bu çalışmada, pastırma üretiminin tüm aşamaları göz önüne alınarak pastırmanın en uzun süren kurutma aşaması olan terli kurutma aşamasında infrared (IR) kurutma yöntemi kullanarak üretim süresinin kısaltılması hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak, IR kurutma tekniğinin ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, üç farklı kurutma metodu ve iki farklı etten (kas çeşidi) üretilen örneklerde; pH, % nem, su aktivitesi (a_w), % tuz, % protein, % yağ, nitrit, TBA, renk ve TPA parametreleri incelenmiştir. Örneklerle ait pH değerleri 5.68–5.78, nem değerleri %35.69–42.61, a_w değerleri 0.842–0.871, tuz değerleri %7.82–9.08, yağ değerleri %4.14–8.07, protein değerleri %36.50–38.70, nitrit değerleri 17.34–18.76 ppm, TBA değerleri 0.07–0.32mg malondialdehit/kg, renk değerleri L^* için 25.02–34.26, a^* için 9.47–15.45 ve b^* için 1.37–4.49 aralığında bulunmuştur. Tekstür Profil Analizi (TPA) sonuçlarına göre en yüksek sertlik değeri klima odasında kurutulan örneklerde, en yüksek yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değeri açık alanda kurutulan örneklerde ve en yüksek elastikiyet değeri ise IR metotla kurutulan örnekte tespit edilmiştir. Farklı et türü kullanımının, pH ve yağ hariç diğer parametreleri etkilemediği gözlenmiştir. Yumurta tipi etten (*M. rectus femoris* - *M. vastus intermedius* - *M. vastus lateralis* - *M. vastus medialis*) üretilen örneklerin pH değeri, kontrfile tipi etten (*M. longissimus dorsi* - *M. multifidus dorsi*) üretilene göre daha düşük tespit edilmiştir. Yağ içeriği yumurta tipi etlerden üretilen örneklerde, kontrfile tipi etlerden

üretilene göre daha yüksek bulunmuş fakat farklı et tipi kullanımı nem, su aktivitesi, tuz, protein, nitrit, TBA, renk ve TPA parametrelerini etkilememiştir. Mikrobiyolojik analizlerde, örneklerin hiçbirinde *Salmonella* türleri tespit edilmemiş, sülfid indirgeyen anaerobik bakteri ve koagülaz pozitif stafilocok ise tüm örneklerde 10 kob/g'ın altında bulunmuştur. Çalışmada, IR metot ile üretilen pastırma lezzet, renk, görünüm, tekstür gibi duysal özellikleri bakımından diğer metotlarla üretilenlerden üstün bulunmuştur. Aynı şekilde, farklı et tipi kullanımının duysal özellikler üzerine önemli bir etkisi tespit edilmemiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, IR metotla kurutulan pastırmanın diğer metotlara göre daha hızlı kuruduğu ve ürün özellikleri bakımından da diğer metotlar ile hemen hemen aynı bir ürünün elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pastırma, İnfrared, Et Kurutma

USING OF INFRARED DRYING METHOD IN PRODUCING PASTIRMA

Saime Gülsüm BATMAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, May 2016

Supervisor: Prof. Hasan YETİM

ABSTRACT

Pastirma, which has an important place among meat products produced in Turkey, is a traditional meat products consumed widely owing to its unique taste and flavor. Both industrial and traditional methods have been used in production of pastirma. With some investment in technology, some companies use climatic rooms for drying process to carry out the drying process under controlled conditions. But pastirma production lasts quite long for both of the methods. The long duration of these processes is a disadvantage for the manufacturers. In this study, by taking into account all stages of pastirma production, we aimed to shorten the process time of sweaty drying step which is the longest stage of drying pastirma proses. Accordingly, the effects of using infrared (IR) drying techniques on some physicochemical, microbiological and sensory quality of pastirma were investigated. In this study, pH, humidity, water activity, salt, protein, fat, nitrite, TBA, color and TPA parameters were evaluated for the pastirma samples which were produced from two different tissue types and dried using three different techniques; open air, climate controlled chamber and IR. In the results, the range of evaluated parameters were as follows; pH of the samples were between 5.68–5.78, humidity %35.69–42.61, a_w 0.842–0.871, salt %7.82–9.08, protein %36.50–38.70, fat %4.14–8.07, nitrite 0.1734–0.1876 ppm, TBA 0.07–0.32 mg malondialdehit/kg and color parameters L^* 25.02–34.26, a^* 9.47–15.45 and b^* 1.37–4.49. According to the results of Texture Profile Analysis (TPA), the sample that was dried in climatic chamber was identified as the hardest sample. The sample with highest adhesiveness and chewiness was the sample that was dried in the open air area. The highest springness is the sample that was dried by IR drying techniques. pH of the samples produced from round muscles (*M. rectus femoris*–*M. vastus intermedius*–*M. vastus*

lateralis–*M. vastus medialis*) was lower than the sample that was produced from loin muscles (*M. longissimus dorsi* – *M. multifidus dorsi*). Fat content of round muscle was higher than that of loin muscle. Using different meat muscles did not affect the parameters of humidity, water activity, salt, protein, nitrite, TBA, color and TPA. For the microbiological analysis; none of the samples were contained *Salmonella spp.* while sulphite reducing anaerobic bacteria and coagulase positive staphylococci was below 10 cfu/g in all samples. The samples dried using IR method was the best in terms of sensory properties according to the sensory results but muscle types did not affect sensory properties of the samples. According to findings obtained in this research, the pastirma produced with IR method dried faster than the other methods, and its quality was comparable to the pastirma obtained with other drying methods.

Keywords: Pastirma, Infrared, Meat Drying

İÇİNDEKİLER

PASTIRMA ÜRETİMİNDE İNFRARED KURUTMA YÖNTEMİNİN KULLANIMI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLOLAR LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	xv
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Pastırmanın Tanımı ve Özellikleri.....	14
1.2.Pastırma Üretim Teknolojisi	17
1.2.1.Pastırmalık Et seçimi ve Etin Hazırlanması	17
1.2.2. Şaklama	17
1.2.3. Tuzlama (Kürleme)	18

1.2.4. Yıkama ve Askı	21
1.2.5. Ön Kurutma	21
1.2.6. Presleme.....	21
1.2.7. Terli Kurutma	22
1.2.8. Çemenlenme	22
1.2.9. Çemenli Kurutma.....	24

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	26
2.1.1. Pastırmalık Etin seçimi.....	26
2.1.2. Kürleme Tuzu ve Çemenin Hazırlanması	26
2.1.3. İnfrared Kabin.....	26
2.2.Yöntem	28
2.2.1. Pastırma Örneklerin Hazırlanması.....	28
2.2.2. Şaklama.....	29
2.2.3. Tuzlama (Kürleme)	29
2.2.4. Yıkama ve Askı.....	29
2.2.5. Ön Kurutma.....	29
2.2.6. Presleme	31
2.2.7. Terli Kurutma.....	31
2.2.7.1. Geleneksel Açık Alanda Kurutma	31
2.2.7.2. Klimatik Ortamda Kurutma	32
2.2.7.3. İnfrared Kurutma	32
2.2.8. Çemenleme.....	32
2.2.9. Çemenli Kurutma	32
2.2.10.Örneklerde Yapılan Analizler	32
2.2.10.1. Taze Ette Yapılan Analizler.....	32

2.2.10.2. Pastırmada Fizikokimyasal Analizler.....	33
2.2.10.2.1. pH Tayini	33
2.2.10.2.2. Nem Tayini.....	33
2.2.10.2.3. Su Aktivitesi Tayini.....	34
2.2.10.2.4. Tuz Tayini	34
2.2.10.2.5. Yağ Tayini.....	34
2.2.10.2.6. Protein Tayini	34
2.2.10.2.7. Renk Tayini.....	35
2.2.10.2.8. Nitrit Tayini	35
2.2.10.2.9. Tiyoarbitürik Asit Analizi (TBA).....	35
2.2.10.2.10. Tekstür Profil Analizi (TPA)	36
2.2.10.3. Mikrobiyolojik Analizler.....	36
2.2.10.4. Duyusal Analizler	37
2.2.10.5. İstatistiksel Analizler.....	38

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Taze Ette Yapılan Ön Analiz Bulguları	39
3.2. Pastırmada Fizikokimyasal Analizlere Ait Bulguları.....	40
3.2. 1. pH Değeri.....	40
3.2. 2. Nem Miktarı.....	40
3.2. 3. Su Aktivitesi (a_w) Değeri	40
3.2. 4. Tuz Miktarı.....	41
3.2. 5. Yağ Miktarı.....	42
3.2. 6. Protein Miktarı	42
3.2. 7. Nitrit Miktarı	42
3.2. 8. Tiyoarbitürik asit (TBA) Miktarı	42
3.2. 9. Renk Değerleri.....	43
3.2. 10. Tekstür Profil Analizi (TPA).....	43

3.3. Pastırmada Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	46
3.4. Pastırmada Duyusal Analiz Bulguları.....	46
3.4. 1. Lezzet	47
3.4. 2. Renk	47
3.4. 3. Görünüm.....	47
3.4. 4. Tekstür	48

4. BÖLÜM

TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma	49
4.1.1. Pastırmada Fizikokimyasal Analizlere Ait Bulgular.....	50
4.1.1.1. pH Değeri.....	50
4.1.1.2. Nem Miktarı	52
4.1.1.3. Su Aktivitesi (a_w) Değeri.....	54
4.1.1.4. Tuz Miktarı	55
4.1.1.5. Yağ Miktarı	56
4.1.1.6. Protein Miktarı.....	57
4.1.1.7. Nitrit Miktarı.....	58
4.1.1.8. Tiyobarbitürik asit (TBA) Miktarı.....	59
4.1.1.9. Renk Değerleri	59
4.1.1.10. Tekstür Profil Analizi (TPA) Değerleri.....	63
4.1.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....	66
4.1.3. Duyusal Analiz Bulguları	66
4.2. Araştırmada Uygulanan Yöntemlere Ait Enerji Maliyet Hesapları	68
4.3. Araştırma Sonucunda Elde Edilen Bazı Önemli Bulgular	68
4.4. Araştırma Sonucunda Yapılabilecek Öneriler.....	70
KAYNAKLAR.....	72
EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ	88

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Et ve et ürünlerinin a_w değerleri.....	3
Tablo 1.2. Pastırma sınıflarına ait kalite özellikleri.....	14
Tablo 1.3. Sırt, bohça ve şekerpare pastırma çeşitlerini oluşturan kas ve kas grupları..	15
Tablo 1.4. Bazı araştırmacıların pastırmanın fizikokimyasal bileşimine ilişkin bulguları	15
Tablo 3.1. Taze ete ait mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analiz sonuçları	39
Tablo 3.2. Pastırma örneklerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları.....	41
Tablo 3.3. Pastırma örneklerine ait L^* , a^* ve b^* değerleri	43
Tablo 3.4. Pastırma örneklerine ait TPA değerleri	45
Tablo 3.5. Pastırma örneklerine ait duyuusal analiz sonuçları.....	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Elektromanyetik dalga spektrumu.....	8
Şekil 1. 2.Konvansiyonel ve IR ısıtımın şematik anlatımı.....	9
Şekil 1. 3. Isınma prosesinde suyun ve buharın içerden yüzeye taşınımı, yüzeydeki suyun buharlaşması, enerjinin ve buharın yüzeyden konvektif taşınımı.....	9
Şekil 1. 4.Laboratuvar tipi IR konvektif kurutucu.....	11
Şekil 1. 5.Vakum ekstraktörlü deneysel uzak infrared kurutucunun şematik görünümü	11
Şekil 1. 6. Uzak IR kurutma ile vakum işlemi kombinasyonlu sistemin nem içeriğine ve ürün sıcaklığına etkisi.....	11
Şekil 1. 7. Farklı seviyedeki IR ışıyım yoğunluğunun ısıtıcı yüzey sıcaklığına etkisi...	11
Şekil 1. 8. Farklı seviyedeki IR ışıyım yoğunluğunun kurutma hızına etkisi.....	11
Şekil 1. 9. IR kurutma ekipmanı deneysel kurulumu.....	11
Şekil 2.1. Pastırma üretim akış şeması.....	30

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1. 1. Pastırma pres makinası.....	22
Fotoğraf 2. 1. IR kabin.....	27
Fotoğraf 2. 2. Pastırmalık etlerin seçildiği kısımlar.....	28



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Sembol</u>	<u>Anlamı</u>
aw	Su Aktivitesi
nm	Nanometre
µm	Mikrometre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
m	Metre
kob	Koloni oluşturan birim
a*	Kırmızılık Değeri
b*	Sarılık Değeri
L*	Parlaklık Değeri
TBA	Tiyobarbitürik Asit
TPA	Tekstür Profil Analizi
ppm	mg çözünen / kg veya litre çözelti
IR	Infrared

GİRİŞ

Et ve et ürünlerinin beslenmedeki yeri ve önemi tarihten beri süregelmektedir. Etin beslenmede öncelikli gıdalardan olması, yapısında bulundurduğu zengin vitaminler, mineraller ve insan vücudu için en temel proteinlerle ilgilidir. Geçmişte eti muhafaza etmek amacıyla üretilen et ürünleri, günümüzde özellikle tüketicinin lezzet arayışlarına bağlı olarak endüstriyel amaçlı üretilmektedir. Ülkemizde sucuk, kavurma ve pastırma gibi geleneksel ürünlerin her birinin ortaya çıkışı, eti farklı şekillerde tüketmek ve daha uzun süre muhafaza etmek amacı ile olmuştur. Bu ürünlerin üretiminde fermentasyon, yüksek ısı işlem ve kurutma işlemi gibi raf ömrünü uzatacak teknik yöntemler uygulanmaktadır.

Türkiye’de üretilen et ürünleri içerisinde çok önemli bir yere sahip olan pastırma, kendine özgü tat ve aroması ile halk arasında sevilerek tüketilen geleneksel bir et ürünüdür. Türk Standartları Enstitüsü’nün pastırma standardında [1] pastırma; sağlıklı kasaplık büyükbaş hayvan gövde etlerinden usulüne göre ayrılan parçaların teknolojik işlemlerden geçirilerek kurutulması ve çemenlenmesi ile elde edilen bir et ürünü şeklinde tanımlanmaktadır. Pastırma, tuz uygulamasıyla ve kurutma işlemine bağlı olarak düşük su aktivitesi (a_w) değerine sahip olduğu için orta derecede rutubetli et ürünleri grubunda yer alır [2].

Pastırma üretimi ilk kez Orta Asyada Türkler tarafından yapılmıştır. Orta Asya’da yaşayan Hunlar ve Oğuzlar’ın, aylar süren savaş yolculuklarına çıkarken yanlarına tuzlanmış et aldıkları ve bu eti yol boyunca yedikleri belirtilmektedir. Ancak atların eğerinde torba içinde saklanan etin, yol boyunca eğer ve diğer düzenekler tarafından sıkışıp ezilerek pastırma haline geldiği ifade edilmektedir. Bastırma ismi de burdan gelmektedir. Bir süre bu isimle anılmış olan bu tip kurutulmuş etler daha sonra pastırma olarak kullanılmaya başlanmıştır. Pastırma Anadolu’ya Selçuklular tarafından

getirilmiştir. Pastırma, Osmanlı padişahlarından II. Ahmet'e ait bir fermenda yer almış ve pastırma ile ilgili bazı bilgiler bu fermenda sıralanmıştır. Ticari olarak pastırma üretimine 17. yüzyılda başlanmıştır [3]. Günümüzde ise pastırma özellikle Kayseri olmak üzere Afyon, Sivas, Tokat gibi illerde geleneksel olarak imalatı yapılan bir ürüne dönüşmüştür. Pastırma ve benzeri ürünler bugün dünyada özellikle Ortadoğu, Orta Asya ve Doğu Avrupa ülkelerinde üretilen ve tüketilen, tipik kurutma teknolojisi uygulanarak üretilen et ürünleridir. Pastırma benzeri et ürünlerinin üretimi Çin, Rusya, Kafkasya, Kırım, İran'da yaygındır. Ayrıca Güney Amerika ve Afrika ülkelerinde de yoğun olarak üretilen bir üründür [4].

Pastırma konusunda ülkemizde yapılan araştırmalar, çoğunlukla farklı çemen uygulamaları [5], farklı kürleme süreleri ve birleşimi uygulamaları [6] ile farklı paketlenme teknikleri [7] gibi daha çok pastırmanın değiştirilebilir proseslerinde yapılmıştır. Pastırmanın kurutma prosesine dair kapsamlı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Gıda güvenliği kritik bir kamu endişesine dönüşmüş ve toplumda da büyük bir dikkat uyandırmıştır. Bu nedenle da gıda güvenliğinin kontrolüne ilişkin doğru, sağlam ve hızlı yöntemlerin geliştirilmesi gereklidir [8]. Günümüzde pastırmanın, hijyen kalitesi düşük et ve baharatlar ile ya açık hava koşullarında ya da üretim koşulları kontrol edilemeyen işletmelerde alışlagelen ve özellikle bölgelere, üreticilere göre farklılık gösteren yöntemle üretilmekte oluşu, hala pastırma prosesi için beklenen teknolojik gelişmenin sağlanamadığını göstermektedir. Teknolojik yetersizlik pastırmanın kalite kriterlerini olumsuz yönde etkileyerek üründe istenilen yapı ve görünüşün elde edilememesine, arzu edilen renk, tat ve aroma oluşmamasına neden olmaktadır. Bu durum, standart bir ürün eldesinde problem yaşandığını göstermektedir. Günümüz tüketici yaklaşımı bakımından, gıda güvenliğine dayalı standart bir ürün üretmek oldukça önemlidir. Bu da ancak teknolojiye dayalı bir proses ağına sahip üretim aşamalarıyla sağlanabilmektedir [9].

Kaliteli bir pastırma üretimi için proses kadar kullanılan malzemenin ve metodun seçimi de önemlidir. Özellikle et seçimi ve üretim aşamasında ideal şartların belirlenmesi son ürünü oldukça etkileyen faktörler arasındadır. Pastırma ve benzeri et ürünleri için yapılmış bazı araştırma sonuçları aşağıda kısaca değerlendirilmiştir.

Et içerisinde en önemli ve en yüksek orana sahip bileşen sudur. Su, kırmızı etin yaklaşık %75'ini, yağ dokusunun ise %22'sini oluşturmaktadır. Etteki su, fizikokimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik olayların gelişiminin yanısıra etin sululuk ve lezzet gibi duyuşsal özelliklerinde de belirleyici rol oynamaktadır. Su aktivitesi (a_w), et ve et ürünlerinde meydana gelen lipid oksidasyonu, enzimatik esmerleşme gibi biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların gelişim hızını etkilemektedir. Tablo 1.1'de görülebileceği gibi taze etin a_w değeri yaklaşık 0.99'dur [12]. Et ürünleri ise taze etten daha düşük bir a_w 'ye sahiptir ve bu yüzden daha uzun raf ömürleri vardır. Et ürünlerinin işlenmesi sırasında su aktivitesini değiştiren faktörlerin en önemlileri, suyun eklenmesi veya uzaklaştırılması ve NaCl gibi tuzların ilavesidir [12]. Bu işlemlere bağlı olarak da orta ve yüksek nemli gıdalar arasında yer alan et ve et ürünleri bozulmaya ve kalite kaybına yol açan değişimlere daha duyarlı hale gelmektedir [10, 11]. Pastırma, üretim sırasında kullanılan tuzun etkisiyle ve uygulanan kurutma işlemleri sonucunda, diğer et ürünlerine oranla daha düşük su aktivitesi (a_w) değerlerine sahip olduğundan, orta dereceli nemli et ürünleri içerisinde yer alır (Tablo 1.1.). Pastırma, rutubetin düşüklüğüne bağlı olarak taze ete göre daha fazla protein, yağ, karbonhidrat ve mineral madde içerir [5].

Tablo 1.1. Et ve Et Ürünlerinin a_w Değerleri [12]

Et veya Et Ürünü	a_w Değeri
Taze et ve balık (%60 su içeren)	0.99
Pişmiş Et	0.95
Salam (%30 su içeren)	0.83
Kuru Sosis	< 0.90
Haşlanmış Et Ürünleri	0.97
Çiğ Jambon	0.92
Fermente Çiğ ürün	0.91
Pastırma	0.89
Macar Salamı	0.81

Gıdalarda su miktarının mikrobiyal gelişime izin vermeyecek seviyeye indirilmesi, gıdalara uygulanan kurutma işleminin esas hedefidir. Bu da ürünlerin raf ömrünü artırmakta ve hacimsel küçülmeler sağlamaktadır [13]. Özellikle pastırmada, Enterobakteriler, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* ve *Clostridium perfringens*'in gelişimini engelleme adına kütleme prosesinde ete tuz muamelesi ve akabinde kurutma işlemi uygulanmaktadır. Böylece etin a_w değeri düşürülerek mikrobiyolojik gelişmelerin önüne geçilmektedir. Kurutma prosesinde genel olarak, öncelikle sabit hız evresi

gerçekleşir. Kurutma hızı yükseldikçe yüzeye erişen su, hızla buharlaşarak kurutma işlemi yavaşlayan hız evresine girmektedir. Böylece yüzeye suyun erişmesi zorlaşmaktadır ve materyal kuruduğu için ısı iletkenliği düşmektedir. Yine kurutma işlemiyle enzimatik bozulmaların da önüne geçilmektedir. Enzimler kuru ortamda ısıya daha dirençlidir. Nem artışına bağlı olarak enzimlerin sıcaklığa karşı duyarlılığı ise artmaktadır [14].

Et ve et ürünleri için en ekonomik ve en etkin muhafaza yöntemi kurutmadır. Pastırma üretiminde doğal şartlar altında gerçekleştirilen kurutmada; gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkının fazla olmadığı, ılık, düşük rutubetli havalar optimum doğal şartlar olarak kabul edilir. Etin kurutulma süresi, et parçalarının kalınlığı ve büyüklüğüne bağlı olarak ortam sıcaklığı, hava sirkülasyon hızı ve nispi nem tarafından tayin edilmektedir [7,15]. Kuru kürlenmiş et ürünlerinde kurutma işlemi, su aktivitesinin düşürülerek ürünün stabilize edilmesinde çok önemli bir fonksiyona sahiptir. Havanın çevre nispi nemi ile katı maddenin nem içeriği arasındaki termodinamik denge durumunun bilinmesi; kurutma prosesinin modellenmesi için temel bir ön şarttır [16]. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde [17], kurutmanın üretim sırasında ürünün teknolojisi gereği suyunun bir kısmının uzaklaştırılması işlemi olarak belirtilmesi, pastırmanın kurutulmasında metoda dayalı herhangi bir sınırlama getirilmediğini açıkça göstermektedir. Isıl işlem uygulanmamış tuzlanmış/kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünleri ifadesiyle, tuzlama veya kürleme ve kurutma işlemleri uygulanarak üretilen, soğuk tutsülenmiş veya tutsülenmemiş ve ısıl işlem uygulanmamış et ürünleri olarak kısıtlanan kurutma işleminde proses sırasında ürüne herhangi bir ısıl işlem uygulanmamış olması konusunda tebliğ sınırlandırmaya gitmiştir. Günümüzde çoğu işletme pastırma kurutma işlemini geleneksel yöntemle dayalı olarak açık havada yapmaktadır. Teknolojik yatırımlara önem veren bazı büyük işletmeler ise, klima odalarında kontrollü bir şekilde bu işlemi gerçekleştirmektedir. Her iki yöntemin de avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Özellikle klima odası maliyet gerektiren bir uygulamadır. Açık alanda kurutma ise enerji gereksinimi olmadan doğal yollarla kurutma avantajı sağlamaktadır. Fakat açık alanda kontrolsüz üretim sonucu elde edilen ürünün standardizasyonunu sağlamak oldukça zordur. Özellikle de pastırmanın terli kurutulması evresinde, gıda materyallerinin ısıl iletkenliği düşük olduğu için kurutma sırasında gıdaların iç tabakalarına doğru ısı iletimi de sınırlı kalmaktadır. Bu da kuruma işleminin iç ve dış

kısımda dengesiz olmasına neden olmaktadır. Mevsimsel değişkenlikler de açık alan kurutma prosesini oldukça etkilemektedir. Bölgesel hava koşullarındaki farklılıklar da yine pastırmanın kuruma sürecini etkileyen bir diğer etkidir. Pastırmanın, Kayseri ve Afyon'da yoğun olarak üretilmesi bölge hava şartlarının pastırma üretimine uygun oluşuna bağlanabilir. Fakat yapılan bir çalışmada, doğal ve yapay şartlarda kurutulan pastırmaların üretim periyodu süresince kimyasal bileşiminde meydana gelen değişiklikler üzerine kurutma şartlarının önemli bir etkisinin olmadığı öne sürülmüştür [18]. Yine aynı çalışmada, çemenleme sonrası kurutulmuş pastırmada, toplam mikrobiyal yük sayısında artışın pastırmanın su aktivitesi (a_w) değerinde meydana gelen yükselmeye bağlanmıştır [18]. Salama ve Khalafalla [19] ise toplam mikrobiyolojik yükteki artışı, kurutma sıcaklığına ve çemenin yapısına giren unsurların içerdiği mikroorganizmaların kontaminasyonuna bağlamıştır.

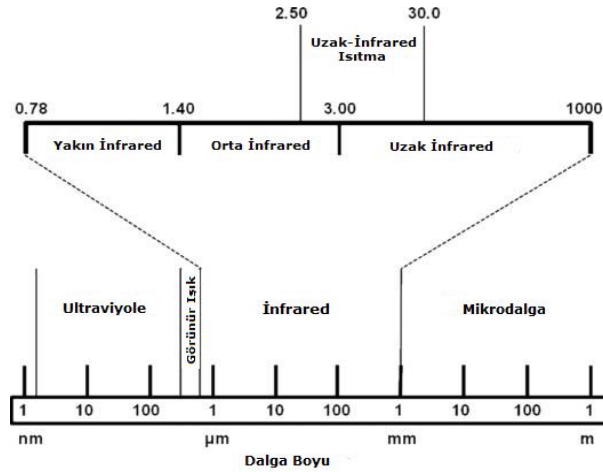
Günümüzde pastırma, yılın tüm aylarında tüketim talebi görmesi nedeni ile çoğu endüstriyel üretim yapan firmanın da tercih ettiği, ortam sıcaklığı, nemi ve hava akımı otokontrolü sağlanabilen, hijyenik iklimik odalarda üretilmektedir [6]. Bu odalar sayesinde pastırma sadece pastırma mevsiminde değil bütün bir yıl boyu sürekli ve seri olarak üretilabilir hale gelmiştir. Fakat klima odasında üretilen pastırmalarda da açık alanda üretilen pastırmalardaki gibi üründe kabuk bağlama, iç ve dış kısmın eşit oranda kurumaması, renksel dalgalanmalar, aşırı lifsi sert yapı, dilimleme zorluğu, çiğneme zorluğu gibi problemlerle karşı karşıya kalılabilmektedir. Klima odasındaki en önemli dezavantaj ise kontrollü üretim olmasına rağmen, kurutma süresinde açık alan kurutmaya göre bariz bir azalma sağlamayıdır. Geleneksel kurutma yönteminde, kurutmanın kademeli ve doğal yollarla gerçekleşmesine bağli olarak, ürünün tat, aroma ve besin içeriği gibi kalite özelliklerini koruduğu fakat kurutulan ürünün rengi, miktarı ve rehidrasyon kapasitesini azaltması gibi birtakım dezavantajları da beraberinde getirdiği ortaya konmuştur. Bunların yanı sıra pastırmada lipid oksidasyonuna bağli bozulmaların da yaşanabildiği gözlemlenmiştir. Lipit oksidasyonu, başta et olmak üzere gıdalarda meydana gelen kalite kaybı mekanizmalarının başında gelmektedir. Et ürünlerinde lipit oksidasyonunun temel işlemi oto-oksidasyon olarak adlandırılan kimyasal bir olaydır ve başlangıç, yayılma ve sonlanma basamaklarından oluşmaktadır. Başlangıç aşaması bir yağ asidinde metilen karbonundan bir hidrojen uzaklaşarak alkil radikalının oluşmasıyla meydana gelir. Bu olay tercihen çoklu doymamış yağ asitlerini

etkilemektedir. Çünkü yağ asidinde çift bağ sayısı arttıkça metilen karbonundan hidrojeni uzaklaştırmak daha kolay olmaktadır [20]. Lipoliz reaksiyonları sonucu oluşan serbest yağ asitleri mikrobiyal metabolizma ve otooksidasyon reaksiyonları ile daha küçük moleküllere parçalanmaktadırlar. Oksidatif bozulma sonucu yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) tahrip olmakta, yağ asitleri parçalanmakta ve kötü kokular meydana gelmektedir [21]. Bu bileşiklerin kürlenmiş et ürünlerinde birikimi ppm seviyesine ulaşması dahi koku, ransit tat oluşumu, aroma, tat, renk ve tekstürel özelliklerde bozulmalar ile sonuçlanan kalite uygunsuzluklarına neden olmaktadır [22]. Geleneksel kurutma yöntemine dayalı doğal ortamda üretilen pastırmalarda bir diğer standardizasyon sorunu ise renkte yaşanmaktadır. Renksel bozulmalar pastırma ürünüde gözlenen en belirgin problemlerden biridir. Normalde pastırmadaki renk değişimleri, diğer biyokimyasal değişimlere göre daha çabuk gelişmektedir. Tüketiciler ise pastırmada parlak koyu kırmızı rengi tercih etmektedirler [6]. Gevreklik, etin en önemli kalite karakteristiğidir. Tüketici tarafından istenen, etin bıçakla kesilişi ve sonrasında ağızda çiğnenişi sırasında kesme ve parçalanmanın kolaylığıdır. Et gevrekliği kesim öncesi ve sonrası birçok faktörden etkilenmektedir. Gevreklikteki değişimler, esasen kastaki 2 grup proteine bağlıdır. Bunlardan bağ doku proteinleri olan kollagen, elastin ve retikulin birinci grupta sayılırken; ikinci grupta ise aktin, miyozin, tropomyozin ve troponin gibi diğer miyofibriler proteinler yer almaktadır. Genel olarak ette bağ dokusu oranının yüksekliği gevrekliği azaltan en önemli faktördür. Hayvanın yaşının ilerlemesi ile et gevrekliğinde azalma meydana gelir. Bunun nedeni, hayvan yaşının artışı ile alakalı ve asitte çözünebilir kollagenlerin oranının azaldığı halde, kollagenlerin polipeptid zincirleri arasında moleküller arası ve iç çapraz bağların miktarının artmasıdır. Kaslar arası gevreklik farkı, aktivitesi yüksek kasların daha çok bağ doku içermesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, daha fazla kas içi yağı içeren kaslar, daha az kas içi yağı içerenlere kıyasla daha gevrek olurlar [7,15]. Kurutma sırasında etteki su kaybı kas ve bağ-destek dokusunun yapısında çekilme, büzülme ve şirinklere neden olmakta; bu durum ise tüm et parçasının şeklinde değişim meydana getirmekte ve et yumuşak bir halden, daha sıkı, sert bir hale dönüşmektedir. Kurutma sırasında ortam bağıl neminin başlangıçta yüksek tutulması ve daha sonra kademeli olarak düşürülmesi gereklidir ki yüzeyin hızla kuruyarak sert bir kabuk oluşturması engellenebilsin. Ayrıca yağ oranı olabildiğince düşük ve orta yaşlı hayvan etleri son ürünün gevrekliği ve tekstürü açısından tercih edilmelidir. Kurutma ile etteki fiziksel

değişmeler yanında etkisini özellikle etin tat ve aromasında gösteren pek çok biyokimyasal reaksiyonlar da cereyan eder. Bu nedenle kurutulmuş etlerin tat ve aroma profili taze etten oldukça farklıdır [7,15]. Pastırmanın kurutulması sırasında, etin besin değerinde fazla bir kayıp olmamaktadır. Kurutulmuş sığır etlerinde oluşabilecek B kompleksi vitaminleri kaybı konusunda yapılan bir araştırmada, vitamin kaybının fazla olmadığı belirlenmiştir [5]. Pastırma, kurutulmuş bir et ürünü olduğundan, konsantre et ürünleri sınıfına girer ve besin değeri oldukça yüksektir. Pastırmanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, %40.5 su ihtiva eden %9.5 yağlı pastırma örneğinde %37.2 oranında ham protein tayin edilmiştir [23]. Et içerisindeki tiyaminin %60-70'i, riboflavinin ve niasinin %90-100'ü, pantotenik asidin ise %70-80'i, diğer vitaminler de aynen üründe kalabilmektedir [7,15]. Kurutulmuş etin besleme değeri ve kalitesi daha çok kullanılan çiğ etin kimyasal bileşimine bağlıdır. Üründe kuru madde oranının artmasına bağlı olarak protein oranında da nisbi bir artış meydana gelmektedir. Bağ dokuca zengin ve çok yağlı etler pastırma üretiminde kullanılacak olursa, şüphesiz ki pastırmanın kimyasal bileşimi ve kalitesi tüketici aleyhine bir durum gösterecektir [24].

Gıda işleme alanında yeni bir uygulama olan infrared, ürünü hızlı ısıtması, enerji verimliliği, güvenli ve zararsız oluşu ve kontrol edilebilirliğinin kolay olması gibi nedenlerden dolayı yaygın olarak tarım ürünlerinin kurutulmasında uygulanmaktadır [25]. Günümüzde IR teknolojisi, daha çok meyve-sebze, pastacılık ürünleri gibi farklı gıda gruplarında kurutma amaçlı kullanılmasına rağmen pastırma üretiminde böyle bir teknoloji henüz uygulanmamıştır. Yurt dışında yapılan çalışmalarda, dilimlenmiş et ürünleri, kuru et, bacon gibi ürünlerde IR uygulanmış olması, bu tekniğin pastırmanın kurutulması için de kullanılabileceği hususunda ümit vermektedir. Sıcak hava ile kurutma işlemlerinde oldukça fazla termal enerji kayıpları mevcuttur. Fakat IR gibi kurutma yöntemlerinde, elektromanyetik enerji kurutulmak istenen ürün tarafından absorbe edildiği için enerji kayıpları çok daha azdır. Elektromanyetik kurutmanın konvansiyonel kurutmaya göre üründe kurumanın hızlı olması, dolayısıyla önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlaması ve dengeli ısı dağılımına bağlı daha kaliteli ürün oluşması gibi bir takım avantajları vardır [26]. IR teknolojisi gıda alanında büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen yıllardır gözardı edilmiştir. Bu teknoloji gıdalarda daha çok sebze, balık, makarna ve pirinç kurutma; unu ısıtmak; et kızartmak; kahve ve

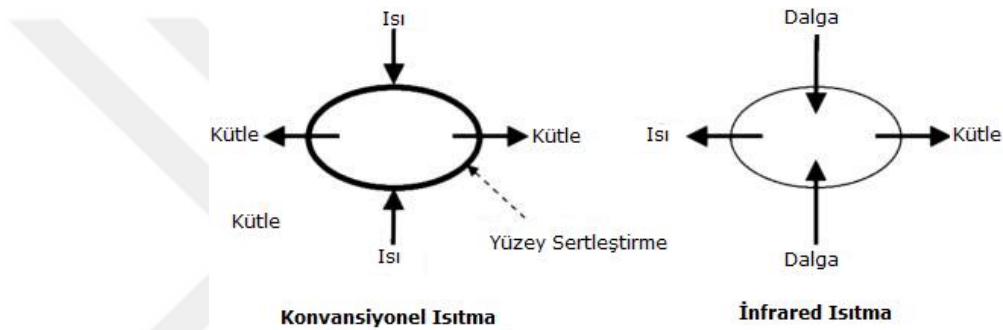
kakao kavurmak; ekmek ve bisküvi pişirmek için kullanılmaktadır. Yine bu teknik ayrıca çözündürmede, ekmekte yüzey pastörizasyonunda ve gıda ambalaj malzemeleri sanitasyonunda da kullanılmaktadır. IR ısıtmada ısı transferi radyasyon ile yapılmaktadır. Dalga boyu, ısı yayan cismin sıcaklığı ile ters orantılıdır. Genellikle kısa dalga boylarından faydalanılır. IR teknolojisi, zaman ve enerji maliyetini azaltan verimli ısı transferi sağlar. Ekipmanla temas eden hava hızlıca ısınmamaktadır. Böylece ortam sıcaklığı kontrollü seviyede tutulabilmektedir. IR sistemde kullanılan lambalar, mümkün olduğunca hızlı çalışma sıcaklığına ulaşmaktadır. Ayrıca mükemmel proses kontrolü sunmaktadır. IR ısı uygulaması sırasında, yüzey düzensizlikleri çok düşük bir etkiye sahiptir [27]. IR radyasyon, görünür ışık bölgesi ($0.38 - 0.78\mu\text{m}$) ve mikrodalga ($1-1000\text{mm}$) arasında kalan bir elektromanyetik radyasyondur (Şekil 1.1). Yakın infrared $0.78 - 1.40 \mu\text{m}$ dalgaboyları, orta infrared $1.40 - 3.00 \mu\text{m}$ dalgaboyları, uzak infrared $3.00 - 1.00 \text{ mm}$ dalgaboyları arasındadır. Dalga olarak iletilir ve gıdanın yüzeyine çarparak ısıya dönüşürler. Genel olarak uzak infrared gıda işlemede daha avantajlıdır. Çünkü yakın infrared uygulamalarında, çoğu gıda bileşeni radyasyon enerjisini absorbe etmektedir [28]. Gıdanın ana bileşenleri olan su, protein ve nişasta $2.5 \mu\text{m}$ 'den büyük dalga boylarında uzak IR enerjisini absorbe etmektedir [27].



Şekil 1. 1. Elektromanyetik Dalga Spektrumu [27]

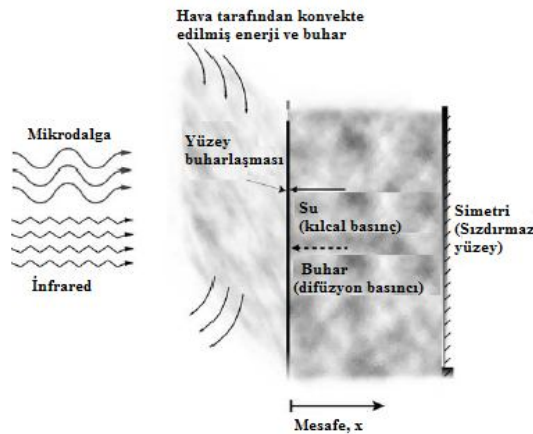
IR teknolojisi benzer şartlardaki konvansiyonel kurutmaya nazaran birçok avantaj sağlamaktadır. IR radyasyon nemli materyalleri ısıtmak ya da kurutmakta kullanıldığında, radyasyon materyal yüzeyine çarpar ve ona nüfuz ederek radyasyon enerjisi ısıya dönüşür. Penetrasyon derinliği olarak ifade edilen mesafe, materyale radyasyonun nüfuz derinliği olup iki şeye bağlıdır. Bunlardan biri materyalin bileşimi ve yapısı diğeri ise IR radyasyonun dalga boyudur. Bir materyal radyasyona maruz

kaldığında yoğun olarak ısıtılır ve materyal içindeki sıcaklık gradyanı kısa bir süre içinde azalır. Bunun yanı sıra aralıklı radyasyon uygulamasıyla, malzemenin ısınma periyodunu ısının malzemenin iç kısımlarına ileterek nemin materyalin merkezinden yüzeyine yoğun ulaşımı sağlanabilir. Geleneksel kurutmada ısı genellikle gıdanın yüzeyine konveksiyonla etki eder; gıdanın merkezine ise ısı, sıcak havanın sirkülasyonu sonucu kondüksiyonel ısı transferi ile ulaşır. Konvansiyonel ve IR ısıtmada, ısı ve kütle transferinde birtakım farklılıklar oluşmaktadır. Konvansiyonel ısıtmada, ısı iç kısma ulaşana kadar yüzeyde aşırı birikmekte ve sertleşmelere bağlı kabuk oluşumları meydana getirmektedir (Şekil 1.2) [27].



Şekil 1. 2. Konvansiyonel ve İnfrared Isınımın Şematik Anlatımı [29]

Datta ve ark.'nın [30], gıdaların yüzey neminin kontrolü amaçlı IR ve sıcak hava destekli mikrodalga ısıtma sisteminin uygulanmasına dair yaptığı çalışmada, IR uygulamasının yüzey nemini kuvvetlendirerek artırdığını belirtmiştir. Sıcak hava etkisiyle ve artan hava hızına bağlı olarak da ısı ve kütle transfer katsayısı ölçüsünde yüzeyde biriken nem böylece uzaklaştırılabilmektedir (Şekil 1.3).



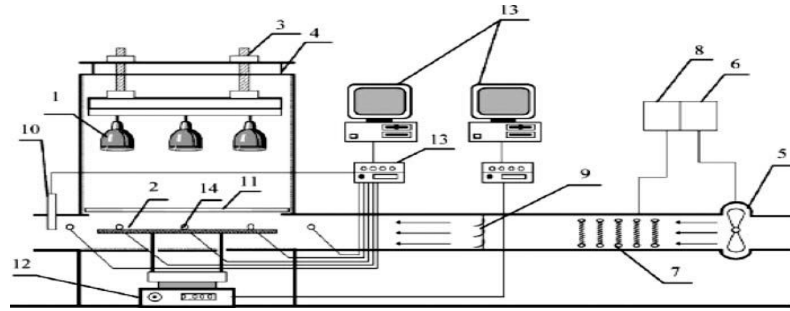
Şekil 1. 3. Isınma prosesinde suyun ve buharın içerden yüzeye taşınımı, yüzeydeki suyun buharlaşması, enerjinin ve buharın yüzeyden konvektif taşınımı [30].

Yapılan bir başka çalışmada [31], kalamar örnekleri, 400 W güce sahip iki IR ısıtıcı monte edilmiş, iç alanın ısı kontrolü için 800-1000 W aralığında ayarlanabilir bir prob eklenmiş özel yapım ısı pompalı bir kurutucu içinde kurutulmuştur. Tüm kurutma deneyleri 40°C’de 2 m/s hava akım hızında yapılmıştır. Örnekler ön işleminden geçirilerek bir tepsiye yayılmış ve %25 nihai nem içeriğine ulaşana dek kurutulmuştur. Kurutma sonrası kalamar örnekleri 10 dakika oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Çalışmada 4 farklı metodla kalamarlar kurutulmuştur. Birinci grup ısı pompalı kurutucuda; ikinci grup 100 W uzak IR uygulamalı ısı pompalı kurutucuda; üçüncü grup 500 W uzak IRuygulamalı ısı pompalı kurutucuda; dördüncü grup 800 W uzak IR uygulamalı ısı pompalı kurutucuda kurutulmuştur. Tüm örnekler arasında nem içeriği bakımından anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Toplam nitrojenin, taze kalamarlara göre tüm örneklerde belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni de kurutma esnasında meydana gelen azot kaybı ile yorumlanmıştır. Kalamarlarda taze örneklerle kurutulan örnekler karşılaştırıldığında dehidrasyon ve miyofibriller proteinlerdeki termal denatürasyonun ve lif çekilmesinin etkisiyle kalamar kas yapısı çok sıkılaşmıştır.

Dewi ve ark. [32] yaptığı çalışmada, Endonezya kültürüne ait geleneksel kurutulmuş et ürünü olan köpekbalığı dendeng ürününde, farklı kurutma metodlarının fizikokimyasal özelliklere, tekstüre ve görünüme etkisi incelenmiştir. İnfrared uygulamalı kurutma ile ısı pompalı kurutucular kıyaslandığında, özellikle IR ile kurutulan örneklerin histolojik yapılarının daha sıkı ve standart olduğu tespit edilmiştir.

Erdoğdu ve ark.’nın [33], gıda ve tarım işlemleri için IR ısıtmaya dair yayınlamış oldukları kitapta, IR radyasyon ısı transferinin kurutma prosesindeki avantajlarını şu şekilde belirtmişlerdir: Konveksiyonda olduğu gibi ısı akışı için gaz direnci gerekmez; enerji ürüne doğrudan aktarılır. Kondüksiyon kurutma, kurutulacak malzeme ile doğrudan temas olmamasını sağlar. IR radyasyon, görünür radyasyon (ışık) gibidir. Isıtma şiddetini artırmaya, hızlı bakımlar sağlamaya ve bir bölgeyi hedef almaya odaklanabilir. Çok yüksek ısı transferi sağlayabilir. Kolay ve hızlı bir süreç kontrolü sağlar. Yenilenemeyen bir enerji türüdür, çevre kirliliğine neden olmaz.

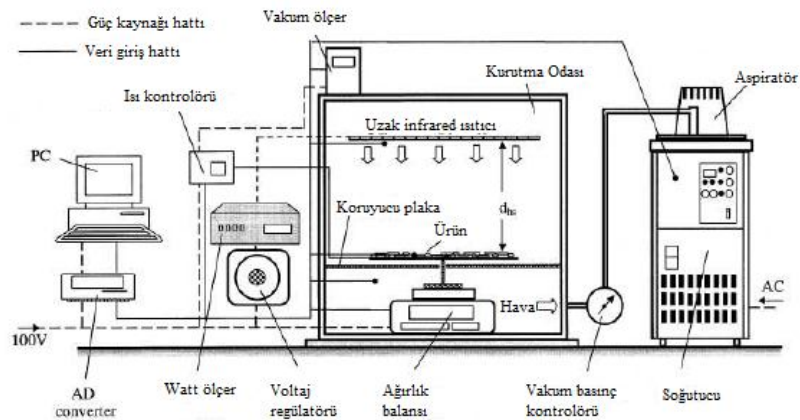
Farklı gıdalar için farklı koşullar ve farklı düzenekler denenmiştir. Örneğin, Şekil 1.4’ de görünen IR kabin modeli Nowak and Lewicki [34] tarafından elma dilimlerinin kurutulmasında kullanılmıştır.



1-IR Lamba, 2-tel tabla, 3-mesafe ayar vidaları, 4-kurutma kabini, 5-fan, 6-fan çıkışı kontrolü, 7- elektrik ısıtıcı, 8-elektrik ısıtıcı kontrolü, 9-hava akışı bölme komponentleri, 10-anemometre, 11-kuvars cam, 12-balans, 13-bilgisayarlar, 14-termostatlar

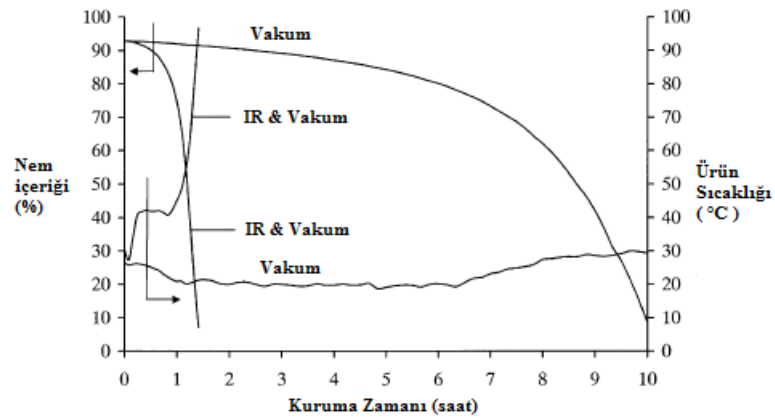
Şekil 1.4. Laboratuvar tipi İnfrared Konvektif Kurutucu [34]

Şekil 1.5.'de ise vakum altında uzak IR yöntemle, hızlandırılmış soğan kurutma işlemi için tasarlanmış bir IR kurutucu modeli mevcuttur. Bu modelde, kurutulacak malzeme vakumlu kurutma odasına yerleştirilmiş ve ısıtma başlarken eşzamanlı olarak aspiratör yardımıyla kurutma odası içindeki basınç azaltılarak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma odası içinde, düşük ısıya rağmen vakum uygulanması nedeniyle bir buharlaşma meydana gelmiştir. Gıdanın tamamen kurutulması amaçlandığında ise vakum tek başına yeterli olmamıştır. Bu nedenle kurutma işlemi için gerekli ısı dışardan bir IR ısıtıcı vasıtasıyla sağlanmıştır [35].



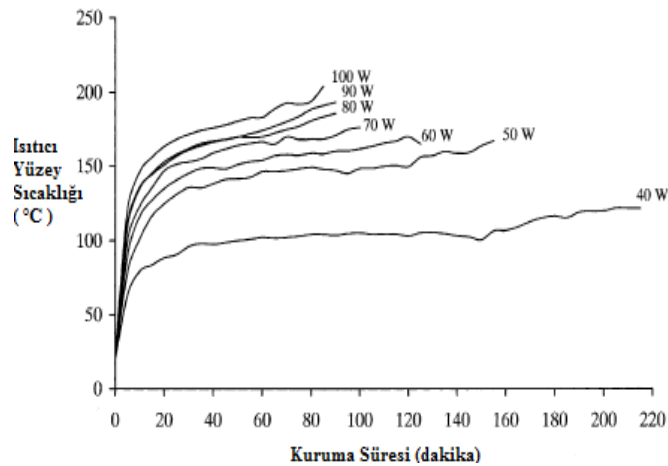
Şekil 1.5. Vakum ekstraktörlü deneysel uzak IR kurutucunun şematik görünümü [35]

Mongpraneet ve ark.'nın [35] yaptığı bu çalışmada, tek başına vakum işleminin ve uzak IR ile vakum uygulama kombinasyonunun, nem içeriğine ve ürün sıcaklığına etkisi incelenmiştir. Uzak IR ile vakum işleminin kombinasyonunun, üründe nemin buharlaştırılarak hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 1.6).

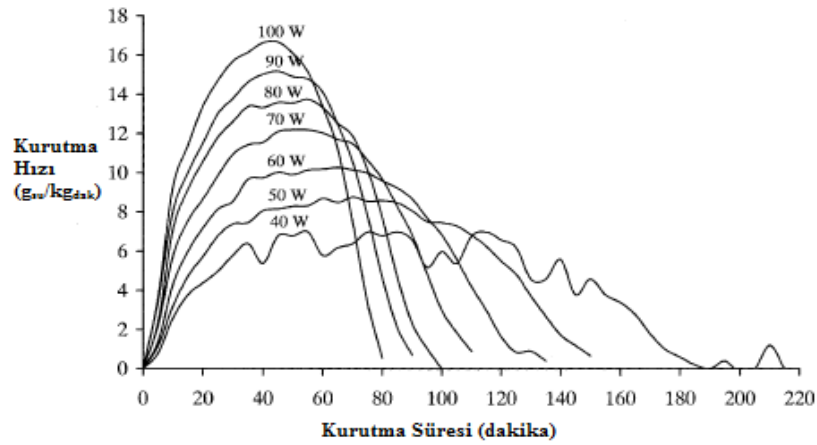


Şekil 1.6. Uzak IR kurutma ile vakum işlemi kombinasyonulu sistemin nem içeriğine ve ürün sıcaklığına etkisi [35]

Mongpraneet ve ark.'nın [35] yaptığı bu çalışmada, bir diğer araştırma konusu ise IR ışıyım yoğunluğunun farklı seviyelerindeki kurutma hızı, ısıtıcı yüzey ısısı ve nem içeriği olmuştur. Sonuçlar yoğun IR ışıyım oluşturan elektriksel gücün kurutma odası sıcaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu yönündedir. Bununla birlikte nem içeriğinin de azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 1.7). Kuruma hızına etkisi ise karakteristik bir eğri şeklinde elde edilmiştir (Şekil 1.8).

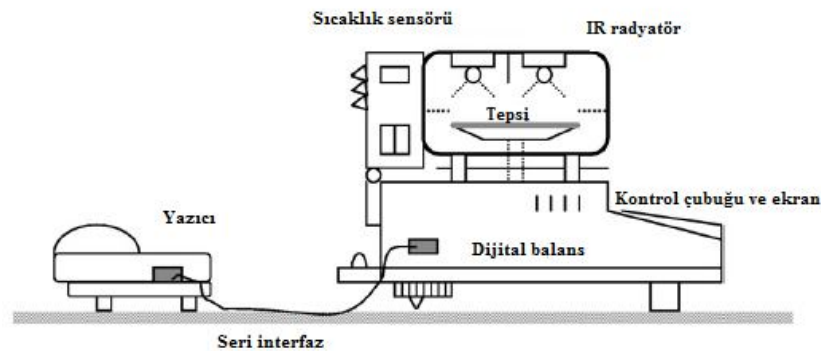


Şekil 1.7. Farklı seviyedeki IR ışıyım yoğunluğunun ısıtıcı yüzey sıcaklığına etkisi [35]



Şekil 1.8. Farklı seviyedeki IR ışıyım yoğunluğunun kurutma hızına etkisi [35]

Celma ve ark.'nın [36], endüstriyel domates atıklarının IR kurutma prosesindeki karakterizasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada ise Şekil 1.9.'deki deneysel düzeneği tasarlamışlardır. Bu düzende, bir adet nem analizörü ve iki adet 200 W halojen lamba kurutma ekipmanı olarak kullanılmıştır. Tasarlanan bu deneysel düzene, 50 – 160°C çalışma sıcaklığı aralığında ve %1 hassasiyetle çalıştırılmıştır. Nem analizörü ise 15 – 35°C arasındaki sıcaklığı çevreleyen ve %80 bağıl nem koşullarına uygun şartlarda çalıştırılmıştır. Kurutulacak örnekler eşit ölçüde hazırlanarak ince tabaka halindeki tepsi üzerine dizilmiştir. Çalışmada, kuruma işlemi sırasında kuruma eğrisini belirlemek üzere, örneklerdeki nem kaybı 30s aralıklarla ölçümlenmiştir. Çalışmada, kurutma süresine karşı nem oranı, nem içeriğine karşı kuruma süresi ve hızı belirlenmiştir.



Şekil 1.9. IR Kurutma Ekipmanı Deneysel Kurulumu [36]

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Pastırmanın Tanımı ve Özellikleri

Pastırma, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde [17] 'büyükbaş hayvan karkaslarından usulüne göre ayrılan parça etlerin teknolojisine uygun olarak kürleme ve yıkama işlemlerinden sonra baskılama ve kurutma işlemlerine tabi tutulup, çemenlendikten sonra yeniden kurutulması ile elde edilen ısıl işlem uygulanmamış kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünü olarak tanımlanmıştır. Pastırma, yasal mevzuatta belirtilen ürün özellikleri kapsamında nem miktarı çemen hariç en çok kütlece %45 olacak şekilde sınırlandırılmıştır. pH değeri en yüksek 6.0, tuz miktarı, kuru maddede kütlece en çok %7, çemen miktarı ise kütlece en çok %10 olarak belirtilmiştir. TS 1071 Pastırma standardında ise, kimyasal özellikleri arasında nem oranı en fazla %50, tuz kuru maddede en çok %8.5, yağ en çok %40 ve pH değeri 4.5–5.8 arası olması gerektiği belirtilmiştir [1]. Bir karkastan 20 farklı isim, şekil ve kalite özelliği taşıyan pastırma çeşidi üretilebilmektedir. Pastırma çeşitleri, pastırma üretiminde kullanılan parça etin karkastan çıkarıldığı bölgeye göre isimlendirilmektedir. Duyusal özellikler bakımından değerlendirildiğinde ise pastırmanın sınıflarına göre dağılımı Tablo 1.2.'deki şekilde açıklanmıştır.

Tablo 1.2. Pastırma sınıflarına ait kalite özellikleri [1]

Özellikler	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
Yağlılık	Az Yağlı	Orta Yağlı	Yağlı
Kas içi yağ dağılımı	Belirgin	Az Belirgin	Belirgin Değil
Renk	Pembeden kırmızıya kadar	Kırmızıdan koyu kırmızıya kadar	Koyu Kırmızı
Gevreklik	Gevrek	Yarı Gevrek	Sert
Yapı	Orta Yumuşak	Yumuşak	Sert
Çemen Oranı % (m/m), en çok	6	8	10

Pek çok çeşit pastırma içinde, kalite özelliklerinin yüksek olmasından dolayı genellikle sırt, bohça, şekerpare ve kuşgözü pastırma çeşitlerinin üretimi diğer pastırma çeşitlerinden daha yaygındır. Diğer pastırma çeşitlerine göre daha gevrek olan bu pastırma çeşitlerinde kas içerisindeki yağ dağılımı belirgin olup renk pembeden kırmızıya değişiklik göstermektedir. Sırt pastırma; dikdörtgen biçiminde, uzunluğu 60-70 cm, genişliği 15-20 cm, ağırlığı 3-4 kg arasında değişen bir pastırma çeşididir. Ayrıca diğer pastırma çeşitlerine göre daha lezzetli, gevrek ve kolay sindirilebilir özelliktedir. Bohça pastırma; üçgen biçiminde uzunluğu ortalama 60 cm, genişliği 15 cm, ağırlığı 1.5-2 kg arasında değişen bütün iç yüzeyindeki kaslardan elde edilen bir pastırma çeşididir. Şekerpare pastırma ise dikdörtgen biçiminde uzunluğu 55-60 cm, genişliği 10-12 cm, ağırlığı 1.2-1.5 kg arasında değişen bütün en arka bölgesindeki kaslardan üretilen bir pastırma çeşididir [37]. Tablo 1.3’de sırt, bohça ve şekerpare pastırmalarının elde edildiği kas/kas gruplarının isimleri verilmiştir.

Tablo 1.3. Sırt, bohça, şekerpare pastırma çeşitlerini oluşturan kas ve kas grupları [37]

Pastırma Çeşidi	Kas Grubu
Sırt	<i>M. cutaneus trunci</i> , <i>M. trapezius pars thoracica</i> , <i>M. latissimus dorsi</i> (caudo-dorsal kısmı), <i>M. serratus dorsalis caudalis</i> , <i>M. serratus dorsalis cranialis</i> , <i>M. longissimus dorsi</i> , <i>M. semispinalis</i> , <i>M. spinalis</i> , <i>M. iliocostalis lumborum</i> , <i>M. retractor costae</i> , <i>M. multifidus dorsi</i> (cranial kısmı), <i>M. rotatores longi</i> (caudal kısmı), <i>M. levatores costarum</i> , <i>M. intercostalis interni</i> , <i>M. intercostalis externi</i> , <i>M. transversus abdominus</i> (dorsal kısmı), <i>M. subcostalis</i> , <i>M. obliquus abdominus</i> (dorsal kısmı)
Bohça	<i>M. pectineus</i> , <i>M. gracilis</i> , <i>M. adductor</i> , <i>M. vastus medialis</i> , <i>M. quadratus lumborum</i>
Şekerpare	<i>M. semimembranosus</i> , <i>M. semitendinosus</i> , <i>M. gastrocnemius</i> , <i>M. quadriceps femoris</i>

Kaliteli bir pastırma, pembe ile kırmızı arası bir renkte, az yağlı, yapı ve tekstürü düzgün, rahat çiğnenebilir, gevrek ve kendine özgü lezzet ve aromada olmalıdır [25]. Pastırmanın genellikle çiğ olarak tüketilebilen bir et ürünü olduğu göz önüne alınırsa, çiğnenebilirlik özelliğinin çok iyi olması gerekmektedir. İyi bir pastırmanın, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından da belirli değerlere uyması gerekmektedir. Çeşitli araştırmacıların yaptıkları çalışmalara ait kimyasal bulgular Tablo 1.4.’de verilmiştir.

Tablo 1.4. Bazı Araştırmacıların Pastırmanın Fizikokimyasal Bileşimine İlişkin Bulguları

Fizikokimyasal Özellikler	Doğru ve									Aksu ve arkadaşları [73]
	Demirkaya [5]	Işıksal [11]	Uğuz [13]	Gülbüz [41]	Ekmekçi [65]	arkadaşları [69]	Çankaya [70]	Aksu [71]	Gür [72]	
pH Değeri	5.82	4.46	5.75	5.70	5.58	5.88	5.39	6.02	6.02	5.85
Nem Miktarı (%)	53.45	53.84	45.84	42.65	53.78	46.67	42.76	45.02	55.79	41.73
Su Aktivitesi	0.84	0.89	0.89	0.85	0.72	0.87	0.85			
Tuz (%)	7.40	4.80	5.96	7.47	5.85	6.15	6.25	5.21	4.27	6.87
Yağ Miktarı (%)		5.10	16.55	13.50	10.35	3.95	3.02	4.08	5.53	
Protein (%)	33.36	33.85	27.06	36.28	29.51	40.47	44.10	45.14	30.70	
Nitrit (ppm)	14.31				13.58		3.79	22.71	25.79	4.22
TBA	0.49							1.05	0.27	
(mg malondialdehit /kg)										
L* Değeri	31.60		28.42		30.90		31.70	27.60		36.91
a* Değeri	13.23		13.45		11.00		9.78	19.58		27.14
b* Değeri	1.85		3.42		13.70		3.21	4.74		13.02
Sertlik (N)					30.40					
Yapışkanlık					164.39					
Elastikiyet (mm)					1.41					
Bağlılık					0.77					
Sakızmsılık (N)					24.56					
Çiğnenbilirlik (Nmm)					22.26					

1.2.Pastırma Üretim Teknolojisi

1.2.1.Pastırmalık Et seçimi ve Etin Hazırlanması

İyi bir pastırma üretimi için kullanılacak olan etin kalitesi çok önemlidir. Pastırma üretimine uygun nitelikteki et, 1.5-2 yaşındaki besilik danalardan elde edilmektedir. Ette kesim sonrası meydana gelen postmortem değişimler pastırmanın kimyasal bileşimini, pH ve a_w değerlerini etkilemektedir [38]. Özellikle kesim sonrası pH değerinde meydana gelen düşüş, kas proteinlerinin proteolizini dolayısıyla etin su tutma kapasitesini etkilemektedir [39]. Pastırma üretimine en uygun et pH'sı 5.4-5.8 aralığındadır. Karkasın kesim sonrası depolanması sırasında miyofibriller proteinlerin parçalanması, et gevrekliğindeki artışın başlıca sebebi olarak görülmektedir. Ayrıca rigor mortisin gelişmesi sırasında pH ve sıcaklıktaki düşme hızı, iyonik şiddet gibi diğer bazı faktörler de gevrekleşme olayını etkilemektedir [40]. Rigor mortis ile kaslar sertleştiğinden karkas parçalama, et sökümü ve kemik sıyrma kolayca yapılmakta kaslar herhangi bir zarar görmeden bütün halde elde edilebilmektedir [41]. Pastırmalık parçalar daha çok karkasın en değerli kısımlarından seçilmektedir. Özellikle sırt eti olan antrikot, kontrfile ve şekerpare olarak adlandırılan sokum, nuar, kontrnuar, tranç, yumurta gibi but eti parçaları pastırma üretiminde en yoğun kullanılan etlerdir. Söküm işlemi etin tamamen kemikten sıyrılmasıyla yapılmaktadır. Söküm sonucunda elde edilen et parçalarına pastırma şeklini vermek için ette bulunan fascia, tendon, ligament, lenf yumrusu ve fazla yağlar etten temizlenir [4].

1.2.2. Şaklama

Şaklama işlemi özellikle dana etlerinde tuz ve nitrit gibi kürlleme maddelerinin etin tamamına nüfuz etmesi için etin içerisinde yataya 5-12 cm uzunluğunda etin arka tarafından çıkmayacak şekilde et kalınlığının 2/3'ünü geçmeyecek ve kas liflerine dik olacak şekilde bıçakla kesilme işlemidir. Bu kesiklere doldurulan tuzun etin tamamına ulaşması sağlanır. Bu tuz etin suyunun çıkmasına ve dolayısıyla pastırmanın olgunlaşmasına yardımcı olmaktadır. Eti asmak için kullanılacak kalın pamuk ipler bu aşamada ete takılır [20].

1.2.3. Tuzlama (Kürleme)

Etlerin tuzlanarak saklanması bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biridir. Tuz ete lezzet verdiği gibi birçok mikroorganizmanın gelişmesini sınırlayıcı bir etki de gösterir. Tuzun bu etkisi difüzyon prensibine dayanır. Tuz mikroorganizmaların faaliyetleri için gerekli olan hücredeki suyu bağlayarak onların gelişmelerini durdurur. Diğer bir ifadeyle ortamın osmotik basıncını yükselterek ve su aktivitesini düşürerek mikrobiyel gelişmeyi inhibe eder. Ayrıca klor iyonlarının direkt etkisi, tuzun ortamdaki oksijen gerilimini azaltması ve enzim faaliyetlerini durdurması da eklenince mikroorganizmaların çoğalması çok zorlaşır [4].

Pastırma üretiminde kullanılan etlerin istenen düzeyde sertleşmesini sağlayan tuzun etkin maddesi olan sodyum klorür miktarı ve hijyenik kalitesi göl tuzuna göre daha fazla olan kaya tuzu tercih edilir. Tuzlamada kullanılacak tuzun büyüklüğü çok önemlidir. Kullanılacak tuz gereğinden fazla iri veya ufak olmamalı, karınca başı diye tabir edilen orta büyüklükte olan tuz kullanılmalıdır. Tuz aşırı iri olduğunda tuz yanıkları oluşur. Tuzun çok ince olması halinde ise et renginde aşırı siyahlaşmalar, yağların oksidasyonunun artışı ve aşırı tuzlu lezzet meydana gelir. Tuz tek başına kullanılırsa ürün sert bir yapı kazanmaktadır ve ürünün rengi koyulaşmaktadır [5, 37].

Tuzun işlenmiş et ürünlerindeki ana fonksiyonlarından bir tanesi et içindeki fonksiyonel miyofibriler proteinlerin çözündürülmesidir. Bu durum proteinlerin su tutma kapasitesini ve bağlayıcı özelliklerini artırarak renk, tat ve tekstürün iyileşmesini sağlar. Etin su tutma kapasitesinin artmasıyla pişirme kayıpları azalır, etin gevreklik ve sululuk özellikleri iyileşir [42].

Tuzun tek başına kullanılması pastırmada sert bir yapı oluşumuna ve rengin koyulaşmasına neden olur. Bu olumsuzluğu önlemek için de tuzla beraber nitrit, askorbik asit ve şeker gibi ürünler biraraya getirilerek bir kür elde edilir ve ete uygulanan bu işleme kürleme adı verilir. Kürleme karışımının ve özellikle karışımındaki tuzun başlıca fonksiyonu; ete difüzyon yoluyla penetre olarak hücre içi ozmotik basıncı değiştirmek, suyun etten uzaklaşmasını sağlamaktır. Kürlemede kullanılan tuz ayrıca, et proteinlerinde çözünürlüğü artırmakta, eti gevrekleştirmekte ve lezzet üzerine etkili olmaktadır. Kürleme karışımının bakteriyostatik etkisi ise yüksek tuz konsantrasyonlarında artmaktadır. %5 tuz ve %40 su oranına sahip bir pastırmada

patojen mikroorganizmaların gelişimi engellenebilmektedir. Ayrıca yüksek tuz konsantrasyonu kas enzimlerini de inhibe ederek proteolitik aktiviteye etki etmektedir. Kürlemede kullanılan nitrit, ette arzu edilir pembe rengin oluşmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [43]. Kürlenmiş et ürünleri, taze etten ya da sadece sofr tuzu ile tuzlanmış etten farklı olarak hoş bir koku, lezzet ve doğal et rengine benzeyen, fakat ısıya dayanıklı bir renge sahiptir. Günümüzde tüketilen salam, sosis ve sucuk gibi et ürünlerinin büyük bir bölümünde bu işlem uygulanmaktadır [44].

Kürleme işleminin başarılı olması, her şeyden önce taze ve sağlıklı et kullanımına bağlıdır. Hasta veya kötü bir şekilde kesilmiş hayvanlardan elde edilen, hijyenik olmayan şartlarda işlenmiş etler pastırma için uygun değildir. Ayrıca et iyi bir şekilde soğutulmamışsa, taze değilse, hastalıklı ve yorgun hayvanlardan elde edilmişse, hızla bozulacak ve işleme sırasında ekşimeye başlayacaktır [45].

Kürleme safhasında tuz, etin suyunu bünyeden çeker ve bazı mikroorganizmaların gelişimini engelleyici ortam oluşturur. Böylece ette bakteri faaliyeti kontrol altına alındığı gibi, ürüne karaktersitik bir tat ve aroma da kazandırır. Kürlemenin en önemli bileşeni nitrittir (NO_2). Et ürünlerinde nitrattan (NO_3) üretilen veya direkt olarak kürleme tuzuna ilave edilen nitrit, zayıf asidik bir ortamda derhal NO formuna dönüşür. Nitrik oksit (NO) çok reaktif bir kimyasal bileşen olup et ürünlerinin kürlenmesinde arzu edilen 4 ana reaksiyona neden olmaktadır. Bunlar: renk oluşumu, aroma gelişmesi, antimikrobiyal ve antioksidatif etkidir. Asidik ortamda nitritten oluşan NO ile kas pigmenti myoglobinin reaksiyonu sonucu pembemsi kırmızı kür rengi gelişir. Benzer bir reaksiyon çiğ dokularda bulunabilen kan pigmenti hemoglobinle de az miktarda meydana gelebilmektedir [46].

Reaksiyona giren NO miyoglobin ve hemoglobine sıkıca bağlanır ve oluşan yeni bileşik, ışık, O_2 ve ısıya dayanıklıdır [47]. Tüm et ürünlerinde iyi bir kür rengi oluşması için gerekli minimum nitrit miktarı 30-50 ppm'dir. Kürleme aynı zamanda aromayı zenginleştirir. Tipik kür aromasının, bazı et bileşenlerinin nitrit veya NO ile reaksiyonlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Örneğin alkoller, aldehytler, inosin, hipoksantin ve özellikle sülfür içeren bileşikler bu tip reaksiyonlara ortak olabilmektedir [46].

Gıda zehirlenme etkeni olan *Clostridium botulinum*, *Salmonella* ve *Stafilokoklar* gibi mikroorganizmaların gelişimi 80-150 ppm nitrit konsantrasyonlarında sınırlanabilmektedir [46]. Kürleme süresi ise parça etlerin büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Kürleme ortam sıcaklığı 5°C'den fazla olmamalıdır. Sıcaklığın 5°C'den aşağı olması durumunda, ette *C.botulinum*'un soğuğa karşı toleranslı proteolitik olmayan suşları dahi gelişmemektedir [48]. Nitritin antioksidan etkileri özellikle son yıllarda anlaşılmıştır. Et ve et ürünlerindeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu, kürleme salamurası kullanıldığında nisbi oranda önlenmiştir [47].

Türk standartlarında pastırmada son ürünlerdeki tuz oranı kuru maddede %8.5'i geçmemesi öngörülmektedir. Genel olarak pastırma üretiminde kullanılan tuzun oranı et ağırlığının %8-10'unu oluşturmaktadır. Böylece pastırmadaki tuz oranı %5-8 arasında olur. Bu oran %10'u aşarsa etin su tutma kapasitesi azalır; bunun sonucu oluşan aşırı su kaybı ve fire oranının artmasına neden olur [5].

Tuzlama işleminde mühim olan tuzun ete homojen bir şekilde nüfus etmesine özen gösterilmesidir. Birbirine benzer şekil ve büyüklükte olan parçalar, genellikle, bir arada tuzlanır. Bunun için her iki elin şahadet parmakları açılan kesiklerden geçirilir ve ete her iki yüzünden, tekne içinde sağa sola sallanarak tuz tatbik edilir. Her tarafından tuza bulanmış olan parçalar havaya kaldırılır, fazla tuzlar tekne içine silkelenir ve masa üzerine konur. Masada, parçaların bıçak kesigi aralarına ve parmak geçirilen tam kesiklerin içine bol miktarlarda tuz yedirilir. Parça etlerin masalarda tuzlanması yönteminde, masalar üzerine bol tuz yayılır, etler bu tuz üzerinde her iki yüzeyinden bastırılarak tuzlanır ve aynı şekilde kesikler içine tuz yedirilir. Tuzlanan her parça ayrı ayrı paslanmaz çelik küvetlere yerleştirilerek 24 saat bir yüzü, 24 saat diğer yüzü olmak üzere toplam 48 saat 4°C' de kürleme işlemine tabi tutulur. Dogruer [4], farklı tuzlama süreleri ve baskılama ağırlıklarının pastırma kalitesine etkileri üzerine yaptığı çalışmada, tuzlama süresinin uzamasına bağlı olarak ağırlık kaybının arttığını ve su aktivitesinin düştüğünü belirlemiştir. Pastırmaların amino asit miktarlarında tuzlama işlemi sonrası prolin dışında bir azalma saptanmıştır. Aynı çalışmada, pastırma örneklerinin mikrobiyal yükü üzerine tuzlama süresi, baskılama ağırlığı faktörlerinin önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Pastırma üretiminde değişik tuzlama

tekniklerinin uygulanması üzerine yapılan bir başka çalışmada daldırma tekniği ile üretilen pastırmaların duyu kalitesinin diğer tuzlama tekniği ile üretilen pastırmalara nazaran daha üstün olduğu tespit edilmiştir [41].

1.2.4. Yıkama ve Askı

Bir gece tuzda bekletilen etler, içi kaliteli suyla dolu teknelerde iplerinde tutularak sert hareketlerle sağa sola sallanarak çalkalanır. Aynı işlem ikinci bir teknede de tekrarlanır. Yıkama işlemiyle, etteki fazla tuz giderilir. Ayrıca, şaklardaki erimemiş tuz ile tuz içinde bulunan yabancı maddeler uzaklaştırılır. Yıkama işlemi sırasında pastırma yapılacak et parçalarındaki tuzların suya geçmesine bağlı olarak teknedeki su zamanla doymuş tuzlu su haline geçer. Buna bağlı olarak da sonraki partilerde pastırmalık etlerde bulunan tuz yeterince suya geçemez ve pastırmalar normalden fazla (%15-18'e kadar) tuz ihtiva ederler. Bu durumu önlemek için teknelerdeki su sık aralıklarla değiştirilmeli veya su sirkülasyonunun devamlılığı sağlanmalıdır [6].

1.2.5. Ön Kurutma

Yıkama işlemi sonrası etler askıya alınır ve ön kurutma işlemine tabi tutulur. Ön kurutmanın yeterliliği için belirgin bir süre ve objektif bir kriter yoktur [41]. Bu süre prostenen prosesde değişiklik gösterebilir. Ön kurutmanın amacı yıkama işlemi sonrası ete nüfus eden suyun presleme ve terli kurtma öncesi bir miktarını uzaklaştırmaktır. Pastırmalık etler bu işlem sonrası prese alınır.

1.2.6. Presleme

Pastırmada preslemenin amacı, terli kurutma öncesi etin yapısında bulunan bir miktar suyun basınç uygulamasıyla uzaklaştırılmasıdır. Presleme işleminde teknolojik özellikteki pastırma pres makineleri (Fotoğraf 1.1) kullanılmaktadır. Bu cihazların çalışma prensibi, iki hidrolik pistondan oluşan yük platformunun pastırmanın konulduğu yüzeye hareketine dayanır. Basınç üretim kapasitesine göre 1-150 bar arasında değişebilir [41]. Makine herhangi bir noktada durabilecek şekilde kumanda edilen bir fren sistemine sahiptir. Makineye elektrik akımı sağlamak için bir elektrik kontrol paneli mevcuttur. Basınç ayarı kontrol paneli yardımıyla yapılır. Presin alt kısmında bir tasfiye kanalı mevcuttur. Pastırmalık etten, presleme işlemi sırasında açığa çıkan su bu kanaldan tasfiye olur.



Fotoğraf 1. 1. Pastırma Pres Makinası

1.2.7. Terli Kurutma

Geleneksel metoda göre presleme sonrası yapılan kurutma işlemi terli kurutma olarak adlandırılır. İkinci kurutmada pastırma yüzeyindeki yağlar güneşin etkisiyle eridiği için bu kurutma evresine terli kurutma ismi verilmiştir. Güneş veya ısı etkisiyle et terlemeye başlar, ısınan et yumuşar. Presleme işlemini takiben pastırma yapılacak etler birinci kurutma işleminde olduğu şekilde 22°C sıcaklık, 2m/sn hava akım hızı ve %55±5 bağıl neme sahip bir ortamda 7 gün süreyle ikinci kez kurutulur. Soğuk havalarda ise özel tasarlanmış klimatik odalarda yaklaşık 35-40°C sıcaklıkta tutulur. Terli kurutma işlemi, ortam kontrollü klima odalarında 5 güne kadar düşebilmektedir. Bu aşama etin pastırmaya özgü tipik biçimini aldığı aşamadır [41].

1.2.8. Çemenlenme

Çemen pastırmaya kendine özgü karakteristik bir tat, aroma, renk ve lezzet veren bir karışımdır. Çemenlemenin pastırmaya birçok faydası bulunmaktadır. Çemenleme ile pastırmanın aşırı kuruması engellenmektedir. Ayrıca çemenleme, et yüzeyinde kabuk etkisi sağlayarak pastırmayı dış etkenlere, küflenmeye ve kokuşmaya karşı korumaktadır. Çemenleme ile pastırmanın lezzeti artmakta ve formülünde yer alan sarımsağın içerdiği *allisin* maddesi nedeniyle bakterisid ve fungisid etki yaratmakta ve pastırmayı bozulmaya karşı korumaktadır. Çemen, sarımsak, toz kırmızı biber ve buy otu tohumu unu karışımının tuz ve su ile karıştırılıp koyu hamur haline getirilmesi ile elde edilir [37].

Sarımsak (*Allium sativum* L.), Liliaceae familyasında yer alır. Kökeni Orta ve Batı Asya'dır. Sarımsak 25-100 cm boyunda soğanlı; düz, geniş ve sivri uçlu yapraklı,

beyazpembe çiçeklere sahip bir bitkidir. Baharat olarak kullanılan kısmı soğanlarıdır. Soğanlar beyaz-siyah bir kabuk kaplı ve çok sayıda soğancıkta ibarettir. Son derece keskin ve kalıcı karakteristik bir kokuya ve yakıcı bir lezzete sahiptir [37]. Pastırmanın mikrobiyolojik stabilitesinde, çemendeki sarımsak içeriğinin özellikle önemli olduğu, çünkü sarımsağın üründe arzu edilmeyen gram negatif bakterilerle, yüzeyde istenmeyen küf gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada çemene %35 oranında sarımsak ilavesinin, en elverişsiz şartlar altında bile pastırmayı en az 12 gün küf gelişmesine karşı koruduğu, uygun şartlarda muhtemelen birkaç ay sürecek şekilde küften korunmada etkili olacağı ifade edilmiştir [37].

Kırmızı biber Solanaceae familyasında yer alan *Capsicum fretencens* L., *C. minimum* mill., *C. baccatum* L ve *C. annuum* L. var. longum sendf türlerinin meyvelerinden (tohumlarıyla birlikte) elde edilir. Güney ve Orta Amerika ile Karayip kökenlidir. Çalı benzeri, sık dallı, küçük yapraklı yaklaşık 20-70 cm boyunda, yeşil sarı çiçekleri bulunan ve ılıman bir çok ülkede yetiştirilen bir bitkidir. Meyveleri genel olarak 0.5-15 cm uzunluğunda, 0.2-7.0cm genişliğinde, düz veya kıvrık, yeşilimsi-sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renktedir. Kırmızıbiber, elde edildiği bitki ve bölgeye göre çeşitli ticari isimlerle (örn. chillies, cayenne, sport, tabasco, cherry) anılır [37]. Kırmızı biber çemene renk ve lezzet kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır [4].

Çemen unu, buy otu tohumundan (*Trigonella foneum-graecum*) elde edilir [49]. Buyotu, Kuzey Afrika, Akdeniz, Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Hindistan'da yetişen baklagil tarzında bir bitkidir. Buy otu tohumları uzun yıllardan beri baharat ve tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Çeşitli araştırma sonuçları, buyotu tohumlarının toplam serum kolesterol düzeyini, kandaki glikoz miktarını ve kan plazmasındaki lipid peroksidasyon miktarını azalttığını ortaya koymuştur [51]. Çemen hamurunun patojenik bakteriler üzerine etkisi konusunda yapılan bir çalışmada, sarımsak ve çemenin *E. coli*, *S. aureus* ve *Y. Enterocolitica* patojenlerini önemli ölçüde inhibe ettiği; çemen hamurunun inhibisyon etkisi sarımsaktan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu etkinin çemen bileşenlerinin birbiri ile olan sinerjistik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir [52]. Günümüzde kullanılan çemen tozu ise saf olmayıp, buğday ve burçak unlarıyla karıştırılarak kullanılmaktadır. Kırmızıbiber, karışıma renk ve lezzet vermek amacıyla, sarımsak ise koku, lezzet vermek amacıyla ayrıca bakterisit ve fungusit etkisi nedeniyle kullanılmaktadırlar [52, 53].

Kurutulmuş pastırmalık etler hazırlanmış olan bu çemen hamuru içinde bir süre bekletilir. Süre sonunda et yüzeyinde çemen kalınlığı 2-4 mm olacak şekilde silme işlemi uygulanır. Çemenlenen etler ise tekrar kurumaya bırakılırlar [37].

1.2.9. Çemenli Kurutma

Çemenli kurutmadaki amaç, kurutulmuş etin yüzeyine kaplanan çemenin aromasının kuruma esnasında ete geçmesini sağlamaktır. Ayrıca et yüzeyinde kurumuş olan çemen, kuru ete fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden koruyucu bir kabuk oluşturmaktadır [41].

Pastırmanın geleneksel bir ürün oluşu ve kurutma işleminin doğal yollarla gerçekleştirilmesinin ürünün orjini bakımından önem arz etmesi, üretiminde modern üretim teknolojisinin uygulanmasını zorlaştırmıştır. Pastırma üretimi, et seçimi, şaklama, tuzlama, yıkama, kurutma, çemenleme ve çemenli kurutma gibi uzun prosesler gerektiren bir sürece dayanmaktadır. Geleneksel kurutma metoduna dayalı bir üretimde kurutma süresi yaklaşık 20-24 gün sürmektedir. Günümüzde kullanılan endüstriyel kurutma yönteminde ise, iklimatik odalarda kontrollü sıcaklık altında gerçekleştirilen kurutma sistemi tercih edilmekte olup nihai ürünü elde etmek yaklaşık 8-10 gün sürmektedir. Ancak her iki proseste de ürün kalitesi bakımından dış yüzeyde kabuk bağlama; iç kısımda yetersiz kurumaya bağlı sululuk; yapı, tekstür, lezzet, renk bozuklukları ve üründe erken bozulmalar gibi problemler yaşanmaktadır.

Bu durum ise üreticiye standart ürün, raf ömrü, maliyet, stok ve pazarlama sıkıntıları yaşatmaktadır. Bu çalışma, özellikle geleneksel üretim metoduna sahip ürünlerde, teknolojinin kullanımı konusunda neler yapılabileceğini amaçlamaktadır. Ülkemizde ve yurtdışında yapılan çalışmalarda pastırma tipi bütün et ürünlerinin IR teknolojiyle kurutulmasına dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sistem sadece dilim Baconların üretiminde kullanılmaktadır. Bunun dışında gıda sanayiinin pastacılık, meyve-sebze kurutma gibi dallarında da aktif olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan yola çıkılarak bu tez hazırlanmıştır. Özellikle su aktivitesi yüksek olan meyve-sebzelerin kurutulmasında bu sistemin sorunsuzca kullanılıyor olması bu sistemin et ürünlerinin kurutulmasında da potansiyel arz ettiğini göstermiştir. Ayrıca bu çalışma ile geleneksel yöntemle göre daha kısa sürede pastırma üretimi gerçekleştirilebilecek ve

daha standart bir ürün eldesi sağlanabilecektir. Hedeflenen bu avantajın yanısıra bu çalışma, üretici için kısa sürede daha fazla ürün eldesi ve buna bağlı olarak stoklu çalışma kaygısının azaltılması, düşük maliyetli ürün üretilmesi ve kaliteli bir ürün eldesi konularında fark yaratacaktır.

İşte tüm bu açıklamalar ışığında, bu çalışmada, IR kurutma tekniğinin pastırma kurutmada kullanılan diğer kurutma yöntemlerine (açık alan, klima odası gibi konveksiyonel yöntemler) alternatif bir kurutma yöntemi olabileceğinin ve IR kurutma yönteminin proses süresini kısaltması ve pastırmanın kalite özelliklerinin standartlaştırılması üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yine bu çalışmada kurutma yönteminin farklı kas dokularının üzerine etkisi de incelenmiştir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Pastırmalık Etin seçimi

Bu araştırmada pastırma üretiminde kullanılacak dana eti, Saray Tarım ve Hayvancılık A.Ş. Et ve Et Ürünleri İşletmesi'nden temin edilmiştir. Çalışmada 2 yaşlarında, şarole ırkına ait ve kesim ağırlığına gelmiş, kesim sonrası olgunlaştırma safhasını tamamlamış, erkek sığır karkaslarının 2 farklı bölgesinden alınan etlerden kontrfile (*M. longissimus dorsi*-*M. multifidus dorsi*) ve yumurta (*M. rectus femoris*-*M. vastus intermedius*-*M. vastus lateralis*-*M. vastus medialis*) pastırma üretiminde kullanılmıştır.

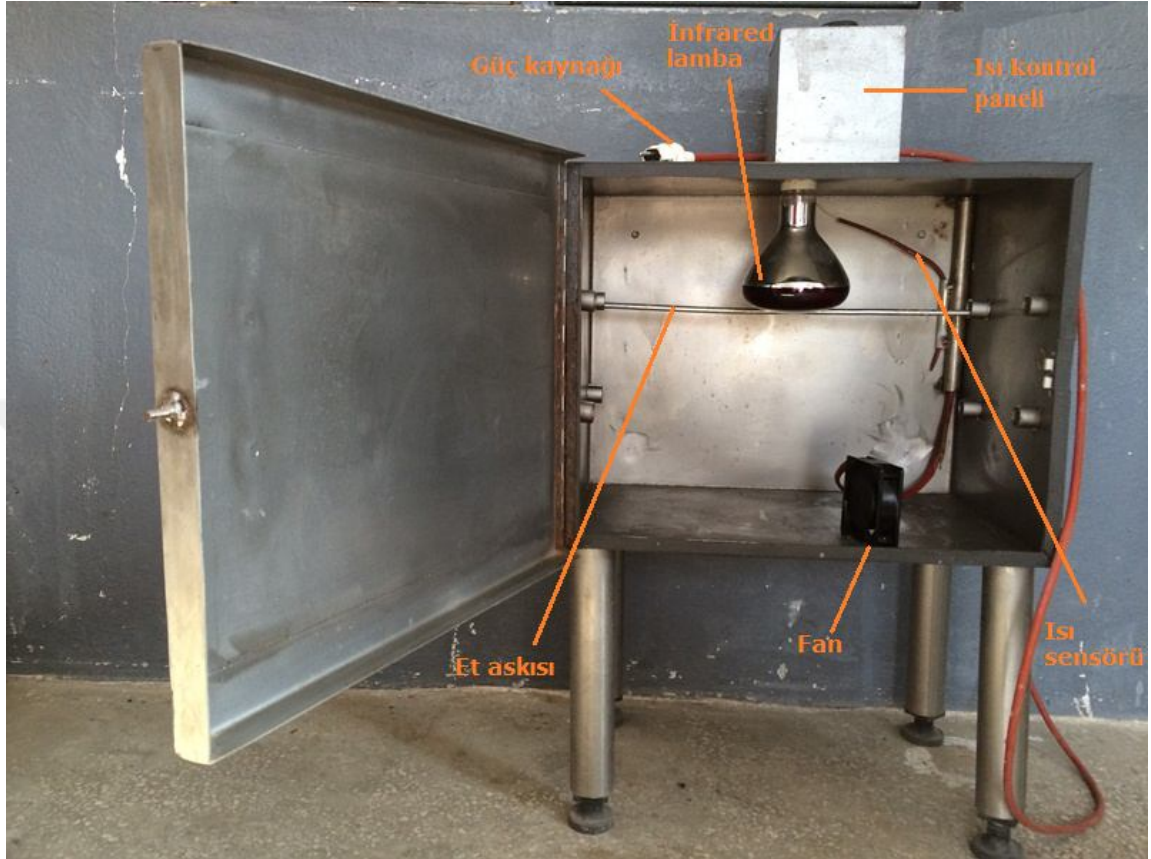
2.1.2. Kürleme Tuzu ve Çemenin Hazırlanması

Çalışmada, kürleme tuzu olarak gıdaya uygun, orta irilikte karıncabaşı olarak tabir edilen çekilmiş tuz (Ünver Tuz, Kayseri) kullanılmıştır. Diğer kürleme unsurları, sodyum nitrit (NaNO_2) ve sakkarozdur (Tuncaya Kimyevi Maddeler Tic. San. Ltd. Şti. / İstanbul). Çemen hamuru; çemen unu (buy otu tohumundan elde edilen toz madde), kırmızıbiber (Özselamoğlu Gıda / Kayseri) ve soyulmuş diş sarımsak (Karaca Gıda / Kayseri) ile hazırlanmıştır.

2.1.3. İnfrared Kabin

Çalışmada kullanılan IR kabin, yalnızca bu araştırmada kullanılmak için, Saray Çiftliği Et ve Et Ürünleri Üretim Tesisinde tarafımızca tasarlanmıştır ve üretilmiştir. İnfrared kabinin tasarımında, bu tezin giriş kısmında belirtilen çeşitli çalışmalara ait kabin tasarımları dikkate alınmıştır. İnfrared kabin içine yerleştirilen IR lamba, etlerin ısınımı

tepeden görecek şekilde monte edilmiştir. Kabin yüksekliği 40 cm, eni 50 cm, derinliği 34 cm'dir. Araştırmada kullanılan IR kabin Fotoğraf 2.1.'de gösterilmiştir.



Fotoğraf 2. 1. İnfrared Kabin

Kabinin üst kısmına IR lamba (General Electric, İstanbul) monte edilmiştir ve lambanın elektrik bağlantısı kabinin tepe kısmından yapılmıştır. Kabinin yapımında paslanmaz çelik materyal kullanılmıştır. Kabin içinde kullanılan halojen IR lamba 250 W güç sağlayan 1100 nm dalga boyunda çalışan bir lamba olup kısa dalga boyu IR aralığında ısıtım sağlamaktadır. Lamba 12 kuruş/saat'lik elektrik enerjisi tüketmektedir ve lambanın ortalama kullanım süresi 1200 saattir. Tek bir ampul minimum 10 m³'lük bir alanı oda sıcaklığında ısıtabilme gücüne sahiptir. Bu araştırmada kullanılan IR kurutma işleminin, terli kurutma aşamasına ait enerji maliyetleri ve diğer metotlara ait maliyet hesaplamaları Ek-1.'de verilmiştir.

Kabine yerleştirilen ısı sensörü, doğrudan kabin dışındaki termostat ayar düğmesi ile ortam ısını ayarlayabilecek şekilde tasarlanmış ve bu termostat yardımıyla lambanın devrede kalması ya da devreden çıkarılması sağlanmıştır. Kurutulacak etleri asmada kullanmak için metal bir çubuk kullanılmıştır. Kabin içinde hava akımı oluşturması

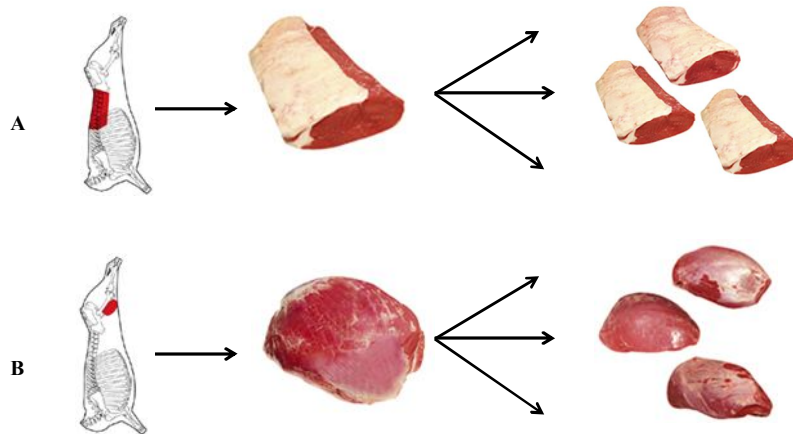
amacıyla kabinin sol köşesine bir fan yerleştirilmiştir. Ortamın bağıl nemi ve hava akım hızı, belirli periyotlarda bir anemometre (Testo 174H, 410-1, Almanya) yardımı ile ölçülmüştür. Tasarlanan kabinin kapakları sızdırmaz özellikte olmadığı için ortamın dışarı ile olan hava ve nem alışverişi engellenmemiştir.

2.2.Yöntem

Bu araştırmada pastırma üretimi, Saray Tarım ve Hayvancılık A.Ş. Et ve Et Ürünleri İşletmesi ile Gökalp ve ark.nın [15] üretim metoduna göre yapılmıştır. Pastırma üretim akışı, Şekil 2.1.'de şematik olarak özetlenmiştir. Araştırmada üç farklı kurutma yöntemi uygulanmış ve bu yöntemlerin birbiri ile kıyasları araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan kurutma işlemleri, pastırma üretiminin terli kurutma aşamasında uygulanmıştır.

2.2.1. Pastırma Örneklerin Hazırlanması

Karkastan özenle çıkarılan kontrfile ve yumurta kısımları her biri yaklaşık 1kg ağırlıkta olacak şekilde 3 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece aynı kalınlık ve uzunlukta 6 parça pastırmalık et elde edilmiştir. Etler daha sonra fazla yağ, tendon ve sinirlerinden temizlenmek için traşlama yapılmıştır. Etlerin her biri, eşit uzunluk ve kalınlıkta hazırlanmıştır. Örneklerin hazırlandığı ortamın sıcaklığı 12°C olarak ölçülmüştür. Ön hazırlığı tamamlanan pastırmalık et örneklerinin her birine tanımlama etiketi takılmıştır.



Fotoğraf 2. 2. Pastırmalık Etlerin Seçildiği Kısımlar

A:Kontrfile B:Yumurta

2.2.2. Şaklama

Örneklerde şaklama işlemi, kesikler etin arka tarafından çıkmayacak, et kalınlığının 2/3'ünü geçmeyecek ve kas liflerine dik olacak şekilde bıçakla kesilerek yapılmıştır. Herbir parçada iki yönlü olmak üzere toplamda 4'er kesik açılmıştır.

2.2.3. Tuzlama (Kürleme)

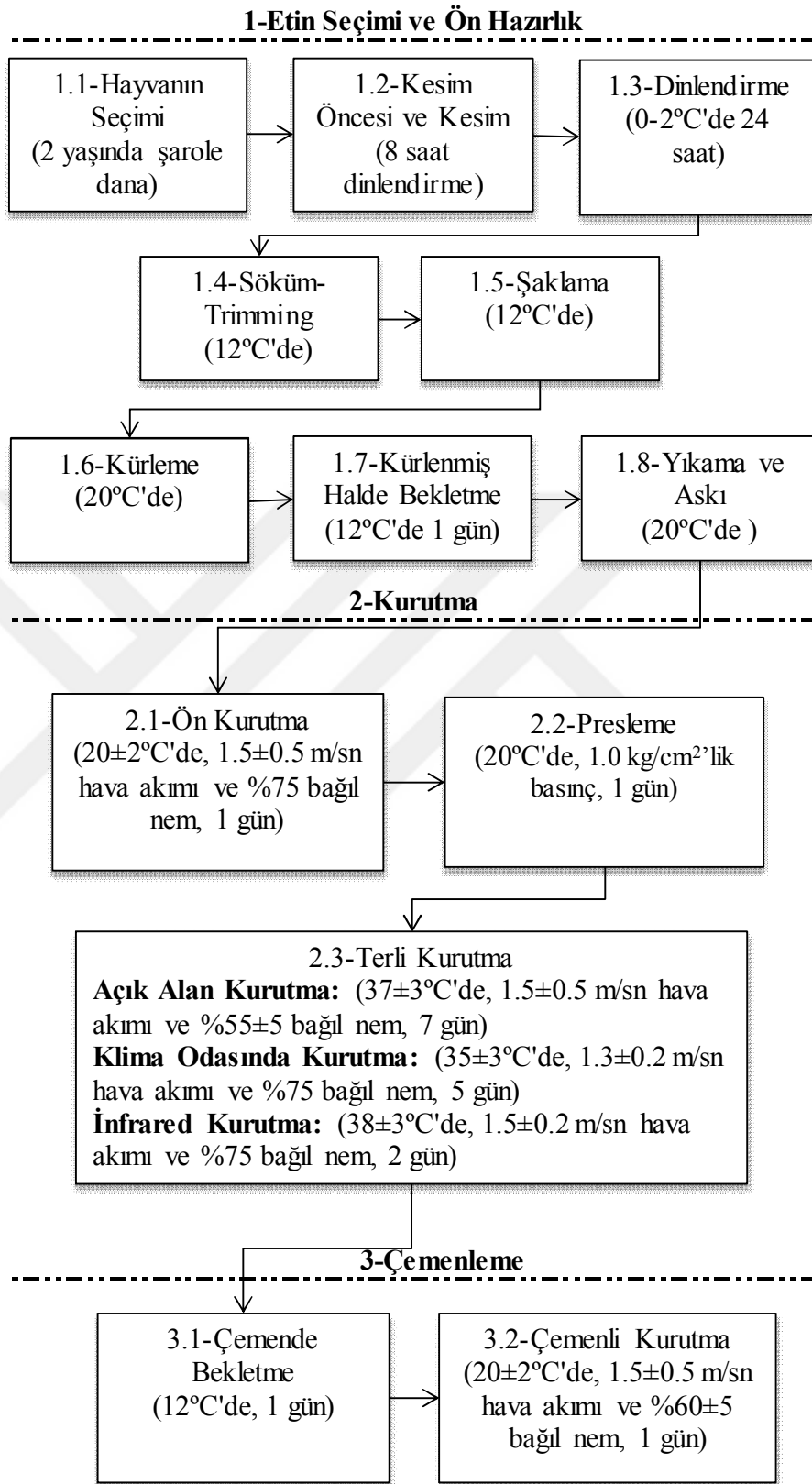
Kürlemede 1kg et ağırlığı için ortalama 65g NaCl tuzu, 80mg sodyum nitrit (NaNO_2) ve 2g sakkaroz kullanılmıştır. Yüzey alanı geniş çelik tuzlama teknesinin içine tuz, sodyum nitrit ve sakkaroz, yukarıda belirtilen oranlarda konularak karıştırılmış ve kürleme tuzu hazırlanmıştır. Etlere şaklama noktalarından elle ovalanarak kürleme tuzu iyice nüfuz edene dek kürleme işlemine devam edilmiştir. Kürleme işlemi sonrası etler derin bir tekneye alınarak şaklama noktaları birbirine paralel gelecek şekilde tekneye dizilmiştir ve teknenin üzeri herhangi bir kontaminasyona mahal vermemek amacıyla bir streç film ile kapatılmıştır. Etler kürlenmiş halde tekne içinde 1 gün bekletilmiştir.

2.2.4. Yıkama ve Askı

Küreleme sonrası 1 gün tuzda bekletilen etler, soğuk su dolu teknelerde yıkanmıştır. Kalan kürleme tuzu materyallerinin tamamen uzaklaştırılması esas olan bu işlemde etler teknenin kenarına çarpılarak yıkanmıştır. Yıkama suyu, suya geçen fazla tuzun ürüne tekrar işlemekten uzaklaştırılması amacıyla yıkama işlemi sırasında birkaç kez değiştirilmiştir. Fazla tuzlarından arındırılan etler daha sonra kurutma prosesine tabi tutulmak üzere askılı arabalara alınmıştır.

2.2.5. Ön Kurutma

Askıya alınan tüm örneklerde ön kurutma işlemi oda sıcaklığında ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), 1.5 ± 0.5 m/sn hava akımı hızı ve %75 bağıl nemde 1 gün süreyle uygulanmıştır. Ortamın nemi, sıcaklık ve hava akım hızı, bir anemometre (Testo 174H, 410-1, Almanya) ile ölçülmüştür. Etin kendi yapısında bulunan ve yıkama işlemi sonrası ette kalan suyun uzaklaştırılması için 1 günlük süre yeterli olmuştur.



Şekil 2.1. Pastırma Üretim Akış Şeması [15]

2.2.6. Presleme

Ön kurutma işlemi bitiminde, etlere hidrolik presleme makinasında (Yıldız PP5, İstanbul) 1 gün süreyle 1.0 kg/cm^2 'lik bir baskılama ağırlığı uygulanmıştır. Etler şaklama noktaları biribiri üzerine gelecek şekilde artı görünümünde dizilmiş ve böylece et içeriğinde kalan son suyun atılması sağlanmıştır.

2.2.7. Terli Kurutma

Pastırma üretiminde farklı kurutma metodu denenmesi, pastırma prosesinin en uzun süren kurutma aşaması olan terli kurutma aşamasında gerçekleştirilmiştir. Burada 3 farklı kurutma metodu için uygulanacak değerler, ön denemelerle belirlenmiştir. Yapılan ön denemelerde açık alanda geleneksel metotla üretilen son ürün referans alınmıştır. Bu ürünün kalite parametrelerine yakın bir ürünün elde edilmesi hedeflenmiştir. Örneklerin IR kabinde ve klima odasında kurutulmasında, farklı sıcaklık, nem, hava akımı ve süre değerleri için bazı kombinasyonlar denenmiştir. Klima odasında kurutma ve IR kurutmada, açık alanda geleneksel metotla üretilen pastırmaya en yakın sonucu veren koşullara yakın değerler baz alınmıştır. Üretimde kullanılan kurutma metodları, aşağıda detaylıca açıklanmıştır.

2.2.7.1. Geleneksel Açık Alanda Kurutma

Çalışma Mayıs ayı sonlarında yapılmıştır. Açık alanda geleneksel metoda göre terli kurutma işlemi yapılacak etler, ortalama $35.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de, 1.7 m/sn hava akımında, % 65 bağıl nemde, 7 gün süre ile kurutulmuştur. Proses süresince ortam nemi, hava akımı ve sıcaklık sürekli dalgalanmıştır, bu nedenle ürün kurutmada sabit bir eğri yakalanamamıştır. Ortamda, günlük 2 saatte bir sıcaklık, hava akımı ve nem ölçümleri bir anemometre (Testo 174H, 410-1, Almanya) ile yapılmıştır. Örnekler bir arabaya asılarak kurutma işlemi tek seferde gerçekleştirilmiştir. Açık alan kurutmada, örneklerinin doğrudan güneş ışığına maruz kalmaması için gölgede kurutma yapılmıştır. Etlerin kuş, sinek vs. gibi canlılarla kontaminasyonunun engellenmesi için arabalara tül geçirilmiştir. Etlerin asıldığı arabalar, geceleri yarı kapalı bir alana alınmıştır (Ek-2, Ek-3).

2.2.7.2. Klimatik Ortamda Kurutma

Boyutları 9m x 4m x 3m olan ve fanlar aracılığıyla iç ortamın dış ortamlarla hava sirkülasyonu sağlanan klima odasında (Kerres, Almanya) terli kurutma işlemi yapılacak kürlenmiş etler, ortalama 37°C'de, 1.3 m/sn hava akımında, %70 bağıl nemde, 5 gün süre ile kurutulmuştur. Bir anemometre (Testo 174H, 410-1, Almanya) yardımı ile ortamda günlük 2 saatte bir sıcaklık, hava akımı ve nem ölçümleri yapılmıştır (Ek-2., Ek-3).

2.2.7.3. İnfrared Kurutma

İnfrared kabinde terli kurutma işlemi yapılacak etler, ortalama 37°C'de, 1.2 m/sn hava akımında, %75 bağıl nemde, 2 gün süre ile kurutulmuştur. Bir anemometre (Testo 174H, 410-1, Almanya) yardımı ile yine ortamda günlük 2 saatte bir sıcaklık, hava akımı ve nem ölçümleri yapılmıştır (Ek-2., Ek-3).

2.2.8. Çemenleme

Çemen hamuru, %50 çemen unu, %35 soyulmuş ve parçalanmış sarımsak, %15 oranında kırmızıbiber, 1 kg kuru ağırlık için yaklaşık 1,2 litre işletme çeşme suyu kullanılarak elde edilmiştir. Hazırlanmış çemen karışımında kurutulmuş etler 1 gün süreyle bekletilmiştir. Bu sürenin bitiminde et parçaları çemenden alınmış ve et yüzeyine, çemen kalınlığı 3-5 mm'yi ve çemen miktarı ürün ağırlığının %10'unu geçmeyecek şekilde her bir örneğe homojen dağılımda çemen uygulanmıştır.

2.2.9. Çemenli Kurutma

Çalışmada çemen hamuru ile kaplanmış örnekler, ortalama 21°C, 1.5 m/sn hava akımında, %55 bağıl nemde 1 gün süreyle çemenli kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Tüm örnekler için çemenli kurutma safhası bir klima odasında kontrollü şartlar altında, tek seferde gerçekleştirilmiştir.

2.2.10. Örneklerde Yapılan Analizler

2.2.10.1. Taze Ette Yapılan Analizler

Etler dinlendirme sonrası ve kürlenme öncesi bazı ön analizlere tabi tutulmuştur. Etler laboratuvara soğuk zincirde sevk edilmiş ve sıcaklıkları bu esnada ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan taze etlerde yapılan mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizler

şunlardır; *Escherichia coli* O157:H7 analizi TS EN ISO [54] ve *Staphylococcus aureus* analizi TS EN ISO [55] yöntemine göre yapılmıştır. Sıcaklık ve pH ölçümleri, saplama tipi bir pH metre (Testo 205, Almanya) ile yapılmıştır [56]. Et örneklerinin nem içerikleri, nem tayin cihazı (Sartorius, MA30, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir [57]. Örneklerin su aktivitesi tayini, su aktivitesi tayin cihazı (Aqua Lab 3TE, ABD) kullanılarak yapılmıştır [58]. Protein tayini Dumas yöntemine göre otomatik azot tayin cihazı (FP LECO, ABD) kullanılarak ve yağ miktarı ise ekstraksiyon yöntemiyle belirlenmiştir [59]. Yabancı madde varlığı (kemik, kırıldak vb.) gözle kontrol yapılarak değerlendirilmiştir.

2.2.10.2. Pastırmada Yapılan Fizikokimyasal Analizler

Fizikokimyasal analizler öncesi, örneklerin yüzeyinden çemen tamamen sıyırılmıştır. Bunun nedeni parametrelerde çemen kaynaklı değişkenliği elimine etmektir. Analizler için örnekler laboratuvara oda sıcaklığında getirilmiştir. Tüm fizikokimyasal analizler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Analizler üç tekerrürlü çalışılmıştır.

2.2.10.2.1. pH Tayini

Örneklerin pH değerleri, pH 4 ve 7 standart çözeltilerine karşı kalibre edilen bir pH metre (Hanna HI 2211, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla yaklaşık 5 g kıyılmış pastırma örneği 50 ml damıtık su ile karıştırılmış, ürünün iyice hidrate olmaları sağlandıktan sonra pH metre probu solüsyona doğrudan batırılmış, pH metre ekranındaki değerin sabitlenmesi için belirli bir süre beklenerek pH ölçümü gerçekleştirilmiştir [56].

2.2.10.2.2. Nem Tayini

Örneklerin kabuk kısmının nem değerinin iç kısma göre daha düşük nem seviyesinde olduğu ön denemeler sırasında belirlenmiştir. Bu nedenle asıl denemelerde, son ürünlerdeki nem içeriği araştırıldığı için örnekler bütün pastırmayı temsil edecek şekilde, tüm yüzeyden kesit alınarak nem tayini yapılmıştır. Pastırma örneklerinin nem içerikleri nem tayin cihazı (Sartorius, MA30, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz için yaklaşık 0.5g pastırma, darası alınmış cihaz kabına konarak 105 °C’de kurumaya bırakılarak nem oranı belirlenmiştir ve sonuçlar, % nem değeri olarak kaydedilmiştir [57].

2.2.10.2.3. Su Aktivitesi Tayini

Örneklerin su aktivitesi değerlerinin belirlenmesinde, kalibre edilmiş su aktivitesi tayin cihazı (Aqua Lab 3TE, ABD) kullanılmıştır. Örnekler homojen olması için kıyılarak, yaklaşık 1.5-2 g olacak şekilde tartılıp numune kabına konularak cihazda a_w değerleri tespit edilmiştir [58].

2.2.10.2.4. Tuz Tayini

Örneklerden hazırlanan filtratlar, önce fenol fitalein indikatörlüğünde 0.1 N H_2SO_4 çözeltisi ile nötrlenmiş ve 1 ml %5 'lik K_2CrO_4 ilave edilerek 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşana kadar titre edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formülle hesaplanmıştır [60].

$$\%Tuz = (V) \times (0.0585) \times 100 / m$$

V: Titrasyonda sarf edilen 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi miktarı, mL

m: Örnek miktarı, g

2.2.10.2.5. Yağ Tayini

Örneklerin yağ içerikleri, sürekli ekstraksiyon cihazıyla (Büchi B-811, İsviçre) belirlenmiştir. Bu amaçla yaklaşık 5 g örnek tartılmış ve yaklaşık 150 mL petrol eteri ile birlikte 4 saat süreyle ekstraksiyona (15 döngü) tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon sonunda toplanan yağ tartılarak örneklerin kuru maddedeki yağ içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [59].

$$\%Yağ = [(M_1 - M_2) / m] \times 100$$

M_1 = Alınan örnek ağırlığı + sabit tartıma getirilen tartım kabının ağırlığı

M_2 = Yağ + sabit tartıma getirilen tartım kabının ağırlığı

m = Kurutulmuş numune ağırlığı

2.2.10.2.6. Protein Tayini

Örneklerde protein tayini Dumas yöntemine göre otomatik azot tayin cihazı (FP LECO, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 0.200- 0.250 g örnek hassas bir şekilde tartılıp toplam azot miktarı belirlenmiş ve bu değer 6.25 faktörü ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır [59].

2.2.10.2.7. Renk Tayini

Örneklerin kesit yüzeyine ait renk değerleri (L^* açıklık-koyuluk, a^* kırmızılık ve b^* sarılık), Minolta CR-300 kolorimetre cihazı (Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk ölçümü, pastırma kesitinde en az 3 farklı noktada yapılan ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak yapılmıştır [61].

2.2.10.2.8. Nitrit Tayini

Kalıntı nitrit miktarı Tauchman [62] tarafından tarif edilen yöntemle saptanmıştır. Doymuş boraks çözeltisi ve sıcak saf su ile birlikte homojenize edilen pastırma örnekleri, 15 dakikalık kaynar su banyosunda tutulduktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Hazırlanan örnek çözeltileri üzerine sırasıyla Carez 1 ve Carez 2 çözeltisi ilave edilmiş ve her ilaveden sonra iyice çalkalanmıştır. 200 ml hacme kadar saf su ile seyreltilen örnek çözeltileri iyice karıştırılıp oda sıcaklığında 30 dakika süreyle bekletildikten sonra bir filtre kağıdı (Whatman 42) kullanılarak iki kez süzölmüştür. Elde edilen süzöntüye, 1/1 oranında Griess çözeltisi ilave edilmiştir ve 30 dakika oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletildikten sonra köre karşı 540 nm’de absorbans değerleri ölçölmüştür. Okunan absorbans değerleri, seyreltme faktörü (20) ve standart eğriden tespit edilen katsayı, örnek miktarına oranlanarak, örnekteki nitrit miktarı ppm olarak hesaplanmıştır [62].

2.2.10.2.9. Tiobarbitürik Asit Analizi (TBA)

Bu amaçla 10g örnek üzerine 35mL %5’lik trikloroasetik asit ile 1 ml %7.2 ’lik bütillenmiş hidroksi anisol (Merck, Almanya) ilave edilerek bir ultraturaks (T18 Basic, Brezilya) yardımı ile 14000 rpm’de 1 dakika homojenize edilmiştir. Karışım filtre kağıdından süzölerek, filtre 5 mL saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra filtrat %5 ’lik trikloroasetik asit (Merck, Almanya) ile 50 mL’ye tamamlanmıştır. Bu işlem sonucu elde edilen 5 mL ekstraktın üzerine 5 mL 0.02 M tiobarbutirik asit (Merck, Almanya) çözeltisi eklenerek 40 dakika 80°C sıcaklıktaki su banyosunda (Memert WB-22, Almanya) tutulmuş ve daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Aynı işlemler 5 mL distile su ve 5 mL TBA çözletisi alınarak elde edilmiş kör için de uygulanmıştır.

Örnek ve kör absorbansı spektrofotometre (Shimadzu UV-1700, Japonya) ile 532 nm’de okunmuştur. TBA miktarı daha önce hazırlanan malondialdehit standart eğrisi yardımı ile belirlenmiştir [63].

2.2.10.2.10. Tekstür Profil Analizi (TPA)

Tekstür profil analizi (TPA) ile pastırma örneklerinde sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, bağlılık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik özellikleri belirlenmiştir. Sertlik (Hardness) (N), örneğin ilk sıkıştırıldığı anda ihtiyaç duyulan maksimum kuvvettir. Örneğin ilk ısırmadaki sertliğini temsil eder. Yapışkanlık (Adhesiveness) ise birimsiz olup örneğin hareketi engelleme özelliğini ifade eder. Elastikiyet (Springness) (mm), deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra örneğin orijinal şeklini kazanma yeteneğidir. Bağlılık (Cohesiveness) birimsiz olup, ikinci sıkıştırma döngüsünün birinciye olan pozitif kuvvet oranıdır. Sakızimsılık (Gumminess) (N), yarı katı bir örneği yutma amacıyla parçalamak için gerekli olan kuvvettir. Çiğnenebilirlik (Chewiness) (Nmm), örneği yutma amacıyla çiğnerken yapılan iştir [64]. Pastırma örnekleri, 3.5x3.5x1 cm ebatlarında kesilerek analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerin tekstür profil analizi (Microstable TA.XT Plus, ABD) 25 mm çapa sahip P25 silindirik prob kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerde analiz koşulları; test hızı 1 mm/s, içeri girme miktarı %35, iki baskı arası bekleme süresi 1 sn, trigger (tetikleme) kuvveti 0.01 N ve uygulama süresi 10 sn olarak ayarlanmıştır. Elde edilen verilerden tekstür parametreleri, Texture Exponent 2.0.6.0 yazılım programında otomatik olarak hesaplanmıştır [65].

2.2.10.3. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler, üretimden 2 gün sonra yapılmıştır. Bu süre zarfında pastırmalar 4°C'lik bir ortamda muhafaza edilmiştir. Analiz öncesi, yine örneklerin çemeni yüzeyden tamamen sıyrılmıştır. Bunun nedeni parametrelerde çemen kaynaklı değişkenliği elemine etmektir. Analizler için örnekler laboratuvara 0-4°C sıcaklıkta getirilmiştir. Analizler üç tekerrürlü çalışılmıştır.

Salmonella türleri analizi, TS EN ISO [66] yöntemine göre belirlenmiştir. 25 g tartılan örneğe 225 ml peptonlu su ilave edilmiştir. Örnek stomacher'da (BagMixers, Fransa) 2 dak. parçalanarak 37±1 °C 24±3 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda XLD agarda üreyen tipik koloniler siyah merkezli, parlak saydam zonlu ve kırmızı renkli koloniler olarak sayılmıştır.

Koagülaz pozitif stafilokok analizi, TS EN ISO [55] yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla, 10g örnek tartılmış ve tartılan örneğe 90 ml peptonlu su ilave edilerek stomacherda (Bag Mixers, Fransa) 2 dak. parçalanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar baird

parker agar (BPA) besiyerine yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır ve $35\pm1^{\circ}\text{C}$ 45-48 saat inkübe edilmiştir. BPA da üreyen tipik koloniler düzgün, dairesel, dışbükey, sulu, 2-3 mm çapında griden siyaha giden sıklıkla kenarları açık renkli, opak veya berrak bir zonla çevrili kolonilerdir. Seçilen tipik kolonilerden en az 5 adet brain heart infusion (BHI) içeren tüplere bir öze ile aktarılmıştır ve $35\pm1^{\circ}\text{C}$ 18-24 saat inkübe edilmiştir. 0.3 ml tavşan plazması üzerine BHI sıvı kültürün içinden 0.1 ml aktarılıp $35-37^{\circ}\text{C}$ 4-6 saat plazmanın pıhtılaşması incelenmiştir. Testin negatif çıkması durumunda 24 saat sonunda tekrar incelenmiştir. Doğrulama sonunda, hesaplama yapılarak koagülaz pozitif stafilokok sayısı gramdaki koloni olarak hesaplanmıştır.

Sülfid indirgeyen anaerobik bakteri (Clostridia) sayımı, TS EN ISO [67] yöntemine göre yapılmıştır. 10g örnek üzerine 90 ml tuzlu peptonlu su ilave edilmiş ve stomacherde (BagMixers, Fransa) 2 dk. homojenize edilmiştir. Anaerobik koşullarda sülfid redükte eden bakterilerin sayısını bulmak için seri dilisyonlar hazırlanıp Iron Sülfid Agar besiyerine ekim yapılmış ve $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de 24 saatten 48 saate kadar inkübe edilmiştir. Anaerobik koşullarda sülfid-redükte eden termofilik sporlu bakteri ya da termofilik *Clostridium* spor sayısını bulabilmek için vejetatif formları elimine etmek için ısı uygulaması yapılmıştır (70°C de 20 dk). Anaerobik koşullarda gelişen sülfid redükte eden termofilik bakterilerin sayısını belirlemek için petrilere gelişen zonlu ve zonsuz siyah tüm koloniler anaerobik koşullarda sülfid redükte eden bakterilerin sayısı olarak kaydedilmiştir.

2.2.10.4. Duyusal Analizler

Duyusal analizlerin değerlendirmeleri çemenli pastırma örneklerinde yapılmıştır. Duyusal analizler için önce pastırmalar bir dilimleme makinesiyle 1.5-2 mm kalınlıkta dilimlenmiştir. Pastırma örnekleri tadım gününe kadar uygun şartlarda muhafaza edilmiştir. Dilimlenen pastırmalar, eğitimli 10 panelistin görüşüne sunulmuştur. Panelistlerin yaş aralığı 20 ile 55 arasında değişmektedir. Lezzet, renk, görünüm ve tekstür olmak üzere 4 parametre üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Puanlamada 1 (ret) ile 5 (mükemmel) arasında bir skala baz alınmıştır. Değerlendirmenin objektif olması bakımından tadım günleri birer gün aralıklarla yapılmıştır. Herbir paneliste önceden bir form verilmiştir (Ek-4.). Duyusal Analizler, Saray Tarım ve Hayvancılık Et ve Et Ürünleri İşletmesi'nde yapıldığı için, işletmede duyusal analizlerde kullanılan metod ve form baz alınmıştır. Tadım sırasında panelistlere, her bir örnekten sonra ağızlarını

temizlemesi için su ikram edilmiştir. Panelistler toplamda 12 örnek denemiştir. Her oturumda sadece bir örnek denenmiştir. Örnekler 3 rakamlı rastgele sayılar kullanılarak tanımlanmıştır. Analiz iki farklı partide tek tekerrürlü yapılmıştır.

2.2.10.5. İstatistiksel Analizler

Denemede 3 farklı kurutma metoduyla, aynı danaya ait 2 farklı kas tipinden, 2 parti olarak üretilen ve analizleri 3 tekerrürlü çalışılan pastırmalarda meydana gelen bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değışmelere kurutma metodunun etkisi, Minitab 16 istatistik programı kullanılarak değerdendirilmiştir. Pastırma üretimi, aynı danaya ait etlerden iki parti olacak şekilde yapılmıştır. Her bir parti ayrı ayrı ve 3 tekerrürlü analiz edilmiştir. Farklı partilerin her bir analiz tekerrürüne ait ortalamalar alınarak istatistiksel analizler yapılmıştır. 3 farklı kurutma metodu, 2 farklı kas tipinde, 3 tekerrürle denendiğı için Genel Lineer Model Testi uygulanmıştır (3x2x3). Genel Lineer Model Testi sonuçlarına bağılı olarak da faktörler, tek yönlü ANOVA ile değerdendirilmiş ve Tukey çoklu kıyas testi ile ortalamalar ayrılmıştır. Duyusal analizlerde panel testleri, her bir parti için tek tekerrürlü çalışılmıştır. Panel test sonuçları puanlama usulü bir skaladan ve puanlamadan oluştuğı için duyuşal analiz değerdendirmeleri Mood Median Test ile yorumlanmıştır [68].

3. BÖLÜM

BULGULAR

İnfrared kurutma yönteminin pastırmanın kurutma süresi ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmada örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analiz sonuçları incelenmiştir. Analiz bulguları, aşağıda kısaca özetlenmiştir.

3.1. Taze Ette Yapılan Ön Analiz Bulguları

Araştırmada kullanılan kontrfile ve yumurta etleri, pastırmaya işlenmeden önce ayrı ayrı analizlere tabi tutulmuştur. Mikrobiyolojik analizlerde örneklerin hiçbirinde *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* tespit edilmemiştir. İşlem öncesi renkleri kendine has olan taze kontrfile ve yumurta et örneklerinin merkez sıcaklığı sırasıyla, 3.2 ve 3.4 °C; pH değerleri, 5.8 ve 5.9 olarak ölçülmüştür. Nem değerleri sırasıyla %75 ve 77 tespit edilmişken; su aktivitesi (a_w) değerleri 0.965 ve 0.998 olarak tespit edilmiştir. Yağ değerleri kontrfile için %5.6 ,yumurta için %6.3 olarak ölçümlenmiştir. Protein değeri ise sırasıyla 19.2 ve 21.3 olarak belirlenmiştir. Örneklerde herhangi bir yabancı madde varlığına rastlanmamıştır (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Taze Ete Ait Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Et	Mikrobiyolojik Analizler		Fizikokimyasal Analizler						
	E. coli O157:H7	S. aureus	Sıcaklık °C	pH	Nem (%)	Su Aktivitesi	Yağ Miktarı (%)	Protein (%)	Yabancı Madde
Kontrfile	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	3.2	5.80	75	0.965	5.6	19.2	Tespit edilemedi
Yumurta	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	3.4	5.90	77	0.998	6.3	21.3	Tespit edilemedi

3.2. Pastırmada Fizikokimyasal Analizlere Ait Bulgular

Materyal ve yöntem bölümünde anlatıldığı şekilde pastırmaya işlenen örnekler kurutma ve çemenleme işlemlerinden sonra aşağıda verilen bazı özellikler yönünden analiz edilmiştir. Tüm örneklerde pH, nem, su aktivitesi, tuz, yağ, protein, TBA ve nitrit analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-5) ve sonuçlar Tablo 3.2.'de verilmiştir.

3.2. 1. pH Değeri

Taze ette ölçülen pH değerleri 5.8-5.9 arasında değişkenlik göstermişken son üründe pH değeri, 5.68 seviyesine kadar düşmüştür. En düşük pH ortalaması, açık alan kurutma metoduyla ve yumurta tipi etten üretilmiş pastırma numunelerinde gözlenmiştir. Et tipleri, pastırma örneklerinin pH'ını istatistiki olarak belirgin şekilde ($p<0.05$) etkilemiştir (Tablo 3.2.). Yine bu araştırmada kullanılan kurutma metotları, pastırmanın pH değerini istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) oranda etkilemiştir. Açık alan kurutma metodu ile üretilen pastırma örnekleri, diğer metodlardan istatistiki bakımdan daha düşük pH ortalamasına sahip iken IR kurutma metodu ve klima odası kurutma metoduna ait pH ortalamaları istatistiksel olarak birbirine yakındır. Her iki kurutma metodunda da yumurtadan üretilen pastırmaların pH bulguları kontrfileden üretilenlere göre daha düşük ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 3.2.).

3.2. 2. Nem Miktarı

Kurutma yönteminin, örneklerin nem miktarını istatistiksel açıdan etkilediği ($p<0.05$) gözlemlenmiştir (Tablo 3.1). Her iki et tipi için de IR kurutma metoduyla kurutulmuş örneklerin nem seviyesi iklimik odada kurutulmuş örneklerle benzer iken, açık alanda kurutulmuş olanların bunlardan farklı ($p<0.05$) olduğu gözlemlenmiştir. Açık alanda kurutulmuş kontrfile tipi etten üretilmiş pastırmaların nem oranı %35.69 ile en düşük seviyede iken, nem oranı en yüksek örnekler, %42.61 ile klima odasında kontrfile ve yumurtadan üretilen pastırma örnekleri olmuştur. Ancak et tipi, nem değerini istatistiksel yönden belirgin bir şekilde etkilememiştir ($p>0.05$).

3.2. 3. Su Aktivitesi (a_w) Değeri

Kurutma yönteminin, örneklerin su aktivitesi değerini istatistiksel açıdan etkilediği gözlemlenmiştir (Tablo 3.2.). Klima odası ve IR kurutma metodu ile kurutulmuş pastırma örneklerinin su aktivitesi değerleri, açık havada kurutulan örneklerden belirgin

olarak fazla olduğu tespit edilmiştir. Açık alanda kurutma metoduyla üretilmiş örneklerin su aktivitesi 0.842 - 0.846 iken klima odası ve IR kurutma metodu ile üretilen pastırma örneklerinin su aktivitesi daha yüksek bulunmuştur (0.852-0.871; 0.867). Farklı et tipi kullanımının istatistiksel açıdan pastırmanın su aktivitesini etkilemediği anlaşılmıştır ($p>0.05$).

Tablo 3.2. Pastırma Örneklerine Ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Fizikokimyasal Özellikler	Et Tipi	AK	KK	İK
pH Değeri	K	5.73 ^{bA}	5.78 ^{aA}	5.78 ^{aA}
	Y	5.68 ^{bB}	5.72 ^{aB}	5.74 ^{aB}
Nem Miktarı (%)	K	35.69 ^{bA}	42.61 ^{aA}	41.17 ^{aA}
	Y	37.57 ^{bA}	42.61 ^{aA}	39.00 ^{aA}
Su Aktivitesi	K	0.842 ^{bA}	0.852 ^{aA}	0.867 ^{aA}
	Y	0.846 ^{bA}	0.871 ^{aA}	0.867 ^{aA}
Tuz (%)	K	9.08 ^{aA}	8.42 ^{aA}	7.82 ^{bA}
	Y	8.67 ^{aA}	8.95 ^{aA}	8.25 ^{bA}
Yağ Miktarı (%)	K	5.38 ^{aB}	4.21 ^{aB}	4.14 ^{aB}
	Y	7.06 ^{aA}	5.54 ^{aA}	8.07 ^{aA}
Protein (%)	K	36.88 ^{cA}	37.08 ^{bA}	38.70 ^{aA}
	Y	36.50 ^{cA}	37.15 ^{bA}	38.70 ^{aA}
Nitrit (ppm)	K	18.76 ^{aA}	17.64 ^{bA}	17.67 ^{bA}
	Y	18.75 ^{aA}	17.54 ^{bA}	17.34 ^{bA}
TBA (mg malondialdehit /kg)	K	0.29 ^{bA}	0.31 ^{aA}	0.07 ^{cA}
	Y	0.16 ^{bA}	0.32 ^{aA}	0.13 ^{cA}

AK: Açık alan kurutma, KK: Klima odasında kurutma, İK: İnfrared Kurutma K: Kontrfile, Y: Yumurta
Kurutma metodları için: Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c), veriler arasında istatistiksel bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$), Et Tipleri için: Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A-B), veriler arasında istatistiksel bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

3.2. 4. Tuz Miktarı

Kurutma yönteminin, örneklerin tuz miktarını istatistiksel açıdan etkilediği gözlemlenmiştir (Tablo 3.2.). Açık alanda ve klima odasında kurutulan pastırma örneklerine ait tuz miktarının, IR kurutma metoduyla kurutulan örneklerden belirgin olarak fazla olduğu tespit edilmiştir. En yüksek tuz oranı açık alanda kurutulan kontrfile türü pastırma numunesinde gözlemlenmiştir (% 9.08). En düşük tuz oranı ise IR kurutma metoduyla üretilen kontrfile türü pastırmada belirlenmiştir (% 7.82). Farklı et tipi kullanımının istatistiksel açıdan tuz miktarını etkilemediği anlaşılmıştır ($p>0.05$).

3.2. 5. Yağ Miktarı

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, her iki et tipi için de örneklerin yağ miktarını istatistiksel ($p>0.05$) açıdan etkilememiştir (Tablo 3.2.). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin yağ miktarını etkilemiştir ($p<0.05$). En yüksek yağ oranı IR kurutma metoduyla yumurta kasından üretilmiş örneklerde belirlenmiştir (% 8.07). En düşük yağ oranı IR kurutma metoduyla kontrfile kasından üretilmiş örneklerde belirlenmiştir (% 4.14). Yumurta kasından imal edilmiş örneklerin yağ oranı, kontrfileden imal edilmiş olan örneklerden daha yüksek bulunmuştur. İnfrared kurutma metodunda, et tipleri arasındaki yağ oranı açısından değişkenlik diğer metodlara göre daha fazladır. Fakat üretimde kullanılan etlerin başlangıç yağ oranları incelendiğinde bu sonucun çıkması beklenmektedir. Yumurta tipi etin kontrfile tipi ete göre daha yağlı olduğu başlangıçta belirlenmiştir.

3.2. 6. Protein Miktarı

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, her iki et tipi için de örneklerin protein miktarını istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm kurutma metodları ile üretilen örneklerin, protein oranlarının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. İnfrared metodu ile kurutulmuş örneklerin, protein oranı en yüksek, açık alan kurutma ile kurutulmuş örneklerin protein oranı en düşüktür (Tablo 3.2.). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin protein miktarını istatistiksel bakımdan etkilememiştir ($p>0.05$).

3.2. 7. Nitrit Miktarı

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin nitrit miktarını istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Açık alan kurutma metodu ile üretilen örneklerin nitrit oranının her iki et tipinden üretilen örnekler için de, diğer metodlarla kurutulan örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin nitrit oranını istatistiksel yönden etkilememiştir ($p>0.05$).

3.2. 8. Tiyoarbitürik asit (TBA) Miktarı

Tablo 3.2.'den de takip edildiği gibi farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin TBA miktarını istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm kurutma yöntemiyle kurutulan örneklerin malondialdehit konsantrasyonlarının farklı olduğu tespit edilmiştir. İnfrared kurutma metoduyla üretilen örneklerde, malondialdehit konsantrasyonu en

düşük seviyede olduğu tespit edilirken, farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin malondialdehit konsantrasyonu istatistiksel yönden etkilememiştir ($p>0.05$). En yüksek malondialdehit konsantrasyonu klima odasında kurutulmuş örneklerde rastlanmıştır (0.32 mg/kg). En düşük malondialdehit konsantrasyonu ise IR metodla kurutulmuş kontrfile örneklerinde rastlanmıştır (0.07 mg/kg). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin malondialdehit konsantrasyonunu istatistiksel yönden etkilememiştir ($p>0.05$).

3.2. 9. Renk Değerleri

Pastırma örneklerine ait renk değeri ortalamaları Tablo 3.2. 'deki şekilde değişim göstermiştir. Ölçümlenen L^* , a^* ve b^* değerleri Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından $L^*=0$ siyah $L^*=100$ beyaz (koyuluk / açıklık), $a^* : +$ kırmızı $a^* : -$ yeşil, $b^* : +$ sarı $b^* : -$ mavi şeklinde ifade edilmektedir. Renk değerleri kurutma yönteminden etkilenirken, et tipinin renk değerlerini etkilemediği gözlemlenmiştir (Tablo 3.3.).

Tablo 3.3. Pastırma örneklerine ait L^* , a^* ve b^* değerleri

Renk Değerleri	Et Tipi	AK	KK	İK
L^*	K	25.02 ^c	32.88 ^a	30.15 ^b
	Y	27.48 ^c	34.26 ^a	30.94 ^b
a^*	K	9.47 ^c	14.01 ^a	11.99 ^b
	Y	10.40 ^c	15.45 ^a	13.30 ^b
b^*	K	4.49 ^a	1.73 ^c	2.51 ^b
	Y	3.58 ^a	1.37 ^c	2.27 ^b

AK: Açık alan kurutma, KK: Klima odasında kurutma, İK: İnfrared Kurutma

K: Kontrfile, Y: Yumurta Kurutma Metodları için: Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c), veriler arasında istatistiksel bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$)

L^* Değeri

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, her iki et tipi için de örneklerin L^* değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm örneklerin L^* değeri birbirinden farklı tespit edilmiştir. Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde, L^* değeri en düşük seviyede tespit edilmiş olup en koyu renkli örneklerdir (Tablo 3.3.). En yüksek L^* değeri klima odasında kurutulan yumurta tipi et örneklerinde 34.26 olarak tespit edilmiştir. En düşük L^* değeri ise açık alanda kurutulan kontrfile tipi et örneklerinde

25.02 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre en koyu renkli örnekler açık alan kurutma metoduyla üretilen örnekler olarak belirlenmiştir. Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin L^* değerini istatistiksel yönden etkilememiştir ($p>0.05$).

a^* Değeri

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin a^* değerlerini istatistiksel açıdan belirgin şekilde etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm örneklerin a^* değeri birbirinden farklı tespit edilmiştir. Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde, a^* değeri en düşük seviyede tespit edilmiştir (Tablo 3.3.). En yüksek a^* değeri klima odasında kurutulan yumurta tipi et örneğinde 15.45 olarak tespit edilmiştir. En düşük a^* değeri ise açık alanda kurutulan kontrfile tipi et örneğinde 9.47 olarak tespit edilmiştir. Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin a^* değerini istatistiksel yönden belirgin şekilde etkilememiştir ($p>0.05$).

b^* Değeri

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin b^* değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm örneklerin b^* değeri ortalaması birbirinden farklı tespit edilmiştir. Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde, b^* değeri en düşük seviyede tespit edilmiştir (Tablo 3.3.). En yüksek b^* değeri açık alanda kurutulan kontrfile tipi et örneğinde 4.49 olarak tespit edilmiştir. En yüksek b^* değeri ise klima odasında kurutulan yumurta tipi et örneğinde 1.37 olarak tespit edilmiştir. Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin b^* değerini istatistiksel yönden belirgin şekilde etkilememiştir ($p>0.05$).

3.2. 10. Tekstür Profil Analizi (TPA) Değerleri

Pastırma örneklerine ait sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, bağlılık, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel değer ortalamaları Tablo 3.4.'deki şekilde değişim göstermiştir. Kurutma metodu olarak hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, et tipinin hiçbir tekstür parametresini etkilemediği belirlenmiştir. Farklı kurutma metodları kullanımının TPA değerleri üzerine etkisi olmuştur.

Tablo 3.4. Pastırma örneklerine ait TPA değerleri

Tekstürel Özellikler	Et Tipi	AK	KK	İK
Sertlik (N)	K	16.33 ^b	32.21 ^a	25.53 ^a
	Y	18.46 ^b	28.49 ^a	27.91 ^a
Yapışkanlık	K	82.58 ^a	65.90 ^b	64.10 ^b
	Y	84.84 ^a	67.39 ^b	64.79 ^b
Elastikiyet (mm)	K	1.52 ^b	1.68 ^{ab}	1.70 ^a
	Y	1.64 ^b	1.61 ^{ab}	1.68 ^a
Bağlılık	K	0.57 ^a	0.62 ^a	0.64 ^a
	Y	0.58 ^a	0.54 ^a	0.61 ^a
Sakızımsılık (N)	K	27.66 ^a	24.41 ^a	24.92 ^a
	Y	25.79 ^a	27.69 ^a	24.10 ^a
Çiğnenebilirlik (Nmm)	K	27.70 ^a	26.60 ^b	27.01 ^b
	Y	30.52 ^a	25.99 ^b	26.26 ^b

AK: Açık alan kurutma, KK: Klima odasında kurutma, İK: İnfrared Kurutma K: Kontrfile, Y: Yumurta, Kurutma metodları için: Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c), veriler arasında istatistiksel bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

Sertlik

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin sertlik değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir (p<0.05). Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde sertlik değeri diğer iki yöntemle üretilen pastırma örneklerine göre daha düşük seviyede tespit edilmiştir. En sert örnekler IR metodla ve klima odasında kurutulan örneklerdir (Tablo 3.4.). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin sertlik değerini istatistiksel yönden belirgin şekilde etkilememiştir (p>0.05).

Yapışkanlık

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin yapışkanlık değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir (p<0.05). Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde, yapışkanlık değeri en yüksek seviyede olup diğer iki metodla üretilen pastırma örneklerinden daha yapışkan olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.4.). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin yapışkanlık değerini istatistiksel yönden belirgin şekilde etkilememiştir (p>0.05).

Elastikiyet

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin elastikiyet değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir (p<0.05). İnfrared kurutma metoduyla üretilen pastırmalar açık alan

kurutma metoduyla ve klima odasında üretilen pastırmalara göre daha elastiktir (Tablo 3.4.). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin elastikiyet değerini istatistiksel yönden belirgin şekilde etkilememiştir ($p>0.05$).

Bağlılık

Farklı kurutma yöntemi uygulaması ve farklı et tipi seçimi örneklerin bağlılık değerlerini istatistiksel açıdan ($p>0.05$) etkilememiştir (Tablo 3.4).

Sakızımsılık

Farklı kurutma yöntemi uygulaması ve farklı et tipi seçimi örneklerin sakızımsılık değerlerini istatistiksel açıdan ($p>0.05$) etkilememiştir (Tablo 3.4).

Çiğnenebilirlik

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, örneklerin çiğnenebilirlik değerlerini istatistiksel açıdan etkilemiştir ($p<0.05$). Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde, çiğnenebilirlik değeri en yüksek seviyede tespit edilmiş olup diğer iki yöntemle kurutulan örnekler birbirinden istatistiki olarak belirgin şekilde farklı değildir. Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin sertlik değerini istatistiksel yönden ($p>0.05$) etkilememiştir. En yüksek çiğnenebilirlik değeri, açık alan metoduyla kurutulan örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

3.3. Pastırmada Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Bu araştırmada üretilen pastırma örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* türleri tespit edilememiştir. Yine örneklerin tümünde koagülaz pozitif stafilokok ve sülfid indirgeyen anaerobik bakteri sayısı 10 kob/g'ın altında tespit edilmiştir. Kurutma metodu olarak hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, pastırma örneklerinin hiçbir mikrobiyolojik analiz bulgusunu etkilemediği belirlenmiştir (Ek-4).

3.4. Pastırmada Duyusal Analiz Bulguları

Araştırmada farklı kurutma yöntemlerinin pastırmanın duyusal özelliğine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizlerde, tüm örnekler için lezzet, renk, görünüm ve tekstür özelliklerine ait alınan ortalama değerler Tablo 3.5.'de belirtilmiştir (Ek-4). Farklı et tipi kullanımı, pastırma örneklerinin duyusal analiz sonuçlarını istatistiksel

yönden etkilememiştir. Buna rağmen, IR metodla kurutulmuş örneklerin rakamsal puanlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.5.).

Tablo 3.5. Pastırma Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal Özellikler	Et Tipi	AK	KK	İK
Lezzet	K	2.20 ^b	2.20 ^b	3.10 ^a
	Y	2.00 ^b	2.00 ^b	3.30 ^a
Renk	K	2.20 ^b	2.60 ^b	3.40 ^a
	Y	2.60 ^b	2.80 ^b	3.40 ^a
Görünüm	K	2.30 ^b	2.20 ^b	2.90 ^a
	Y	2.10 ^b	2.40 ^b	2.80 ^a
Tekstür	K	2.10 ^c	2.40 ^b	2.70 ^a
	Y	2.00 ^c	2.20 ^b	3.50 ^a

AK: Açık alan kurutma, KK: Klima odasında kurutma, İK: İnfrared Kurutma
K: Kontrfile, Y: Yumurta Kurutma metodları için: Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c), veriler arasında istatistiksel bir fark olduğunu göstermektedir (p<0.05)

3.4. 1. Lezzet

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, pastırma örneklerinin lezzet değerlerini istatistiksel açıdan önemli derecede ($p<0.05$) etkilemiştir (Tablo 3.5.). İnfrared kurutma metodu ile üretilen örneklerde lezzet belirgin bir şekilde diğer iki yöntem ile kurutulan pastırma örneklerinden daha lezzetli olarak değerlendirilmiştir.

3.4. 2. Renk

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, pastırma örneklerinin renk değerlerini istatistiksel açıdan önemli derecede ($p<0.05$) etkilemiştir (Tablo 3.5.). İnfrared kurutma metodu ile üretilen örneklerde, açık alanda ve klima odasında kurutulan örneklere göre renk daha çok beğeni kazanmıştır.

3.4. 3. Görünüm

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, pastırma örneklerinin görünüm değerlerini istatistiksel açıdan önemli derecede ($p<0.05$) etkilemiştir (Tablo 3.5.). İnfrared kurutma metodu ile üretilen örneklerin görünümü diğer metodlarla üretilen örneklere oranla daha çok beğenilmiştir.

3.4. 4. Tekstür

Farklı kurutma yöntemi uygulaması, pastırma örneklerinin tekstür değerlerini istatistiksel açıdan önemli derecede ($p<0.05$) etkilemiştir (Tablo 3.5.). Tüm metodların tekstür değerlendirmesi birbirinden farklıdır. İnfrared kurutma metodu ile kurutulan örneklerin klima odasında kurutulan örneklerden; klima odasında kurutulan örneklerin ise açık alanda kurutulan örneklerden belirgin şekilde daha iyi tekstüre sahip olduğu tespit edilmiştir.



4. BÖLÜM

TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Önceleri çoğunlukla evlerde ve pastırma yazı denilen dönemlerde üretilen pastırma, gerek tüketicinin hazır ürün talebi ve gerekse her mevsim bu ürünün tüketilebilmesi adına endüstriyel boyutta üretime taşınmıştır. Endüstriyel üretim proseslerinde, geleneksel pastırma üretiminin uzun süren üretim koşulları, standart ürün elde edilmesindeki zorluklar gibi nedenlerden dolayı pastırma üretiminde daha kullanışlı teknolojik yöntemlerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun için mevcutta bu işlem, sıcaklık, nem, hava akımı kontrolü yapılabilen klimatik odalarda yürütülmesine rağmen süre bakımından pastırma üretim prosesinde belirgin bir zaman tasarrufu sağlanamadığı kanısına varılmıştır. Bu nedenle, pastırma üretim süresinin kısaltılmasına yönelik bir teknoloji arayışı sürmektedir. Özellikle gıda endüstrisinin, sebze ve unlu mamüller gibi dallarında kurutma için tercih edilen IR kurutmanın; yurt dışında su ürünlerinin yanında et ve et ürünlerinin kurutulmasında tercih edilebilir bir metod olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmada, farklı dana eti kasları kullanılarak geleneksel pastırma üretim prosesine bağlı kalmak şartıyla, pastırma üretim sürecinde uzun süren terli kurutma aşamasında, üç farklı metod ile pastırmalık etlerin kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen ürünlerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri birbiriyle ve diğer araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalar ile kıyaslanmıştır (Tablo 1.4.). Araştırma sonunda elde edilen bulgular aşağıda tartışılmıştır.

4.1.1. Pastırmada Fizikokimyasal Analizlere Ait Bulgular

4.1.1.1. pH Değeri

Etin su tutma kapasitesi pH ile doğrudan ilişkili olduğu için pastırmalık etlerin kurutulması işleminde pH çok önemli bir yere sahiptir. pH yükseldikçe üründe su tutma kapasitesi artmaktadır. Bu çalışmada seçilen etlerin özellikle düşük pH'lı olması bu duruma bağlanabilir (Tablo 3.1.). Tablo 3.2.'den de takip edilebileceği gibi, pH değeri üzerinde kurutma metodunun etkili olduğu yapılan deneysel sonuçlardan anlaşılmıştır. Açık alan kurutma metoduyla üretilen örneklerde pH 5.68'e kadar düşmüştür. Bu yöntemle elde edilen pH değerlerinin diğer kurutma yöntemiyle üretilen örneklerle göre daha düşük olması, doğal fermentasyon koşullarında bir kurutma işlemi yapılmasına bağlanabilir. Klimatik odada ve IR metodla kurutulan pastırma örneklerinin pH değerlerindeki istatistiksel yakınlık, her iki metodun da kontrollü koşullar altında gerçekleşmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. *M. semimembranosus* kasından üretilmiş pastırmada yapılan bir çalışmada, pH'i başlangıçta 5.82 olan taze etlerin, pastırmaya işlendikten sonra pH'i 5.90 olarak tespit edilmiştir [74]. Pastırma üretiminde kullanılan taze etin pH değeri doğrudan son ürün pH değerini etkilemektedir. Bu çalışmada başlangıçta 5.8–5.9 aralığında olan etin pH değeri, çalışma sonrası 5.68–5.78 aralığına kadar değerine kadar düşmüştür. Bu çalışmada elde edilen bulgularla Ahhmed ve ark. [74] çalışmasına ait bulgular çelişmektedir. Ahhmed ve ark. [74] ait çalışmada etin başlangıçtaki pH değeri son üründe artış gösterirken bu çalışmada ise tam tersi durumla karşılaşılmıştır. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda pH değeri, Demirkaya [5] 5.82, Işıksal [11] 4.46, Uğuz [13] 5.75, Gürbüz [41] 5.70, Ekmekçi [65] 5.58, Doğruer ve ark. [69] 5.88, Çankaya [70] 5.39, Gür [72] 6.02, Aksu ve ark.[73] 5.85 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmada elde edilenler yukarıda belirtilen değerlere yakındır.

Çalışmada farklı kas tiplerinden üretilen pastırmalarda pH değerleri açısından istatistiksel bir fark elde edilmiştir ($p < 0,05$). Örneğin, yumurta tipi etten üretilen pastırma pH'sı 5.68–5.74 aralığında iken, kontrfile tipi etten üretilen pastırmaya ait pH 5.73–5.78 aralığına sahiptir. Bu da karkasın farklı kas dokularından elde edilen pastırmaların farklı pH değerine sahip olabileceğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, pH'nın yüksek oluşunun, düşük proteolitik aktiviteye neden olması bu da proteinlerin daha az degradasyona uğramasına ve üründe yapısal sorunlar yaşanmasına

neden olduğu tespit edilmiştir [75]. Yapılan bir başka çalışmada ise başlangıç pH değeri 5.91 olan pastırmalık etin son üründeki pH değeri 6.02 olarak ölçülmüştür [71]. Bu çalışmada ise pH değeri 6.0'nın üzerinde bir örnekle karşılaşılmamıştır. Bu bakımdan herhangi bir yapısal sorun da yaşanmamıştır. Yine bu çalışmada, terli kurutma aşaması açık alan kurutma metoduyla 7 gün, iklimik odada kurutma metoduyla 5 gün ve IR kurutma metoduyla 2 gün sürmüştür. Dolayısıyla açık alan kurutmada, laktik asit bakterilerinin pastırma pH'sını düşürmesi için zamana bağlı daha çok fırsatı olmuştur. İnfrared metod kullanıldığında bu işlemin kısaltılabileceği tespit edilmiştir.

Çakıcı [76] sırt, bohça, şekerpare ve kuşgözü pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, pH değerleri bakımından pastırma çeşitleri arasında önemli bir farklılık ($p>0,05$) tespit etmemiştir. Sırt pastırma çeşidinde pH değerini 5.46–6.21; bohça pastırma çeşidinde ise pH değerini 5.68–6.34 arasında bulmuştur. Fakat Ceylan'ın [77] pastırma çeşitleri üzerine yaptığı çalışmada ise pastırma çeşitlerinin pH değerleri arasında belirgin bir fark tespit edilmiştir. Sırt pastırmada pH değeri 5.86 olarak bulunmuşken, bohça pastırmada pH değeri 5.79 olarak tespit edilmiştir. Bu farklılık pastırma için seçilen et kaslarının farklılığına dayandırılabilir. Bu çalışmadaki pH bulguları, yukarıda belirtilen her iki çalışmadaki sonuçlara yakındır.

Çalışmada, pH ile nem değeri arasında şöyle bir ilişki gözlemlenmiştir: En düşük nem değerine sahip olan açık alan kurutma metodu ile üretilen pastırma örneklerinde pH değeri diğer metodlara göre daha düşük seviyelerdedir (Tablo.3.2). Üründe düşük nem koşullarında, pH değerindeki düşüşün daha yavaş olması beklenir. Fakat açık alanda kurutmada, düşük neme rağmen pH düşüşü diğer kurutma metodlarına nazaran daha fazla olmuştur. Bunun nedeni doğrudan zamana bağlanabilir. Açık alanda uzun süren kurutma işlemine bağlı olarak fermentatif bakterilerin aktivitesi de uzun sürmüştür. Bu da pH düşüşlerine neden olmuş olabilir. Hastaoğlu'na [64] ait bir diğer çalışmada ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde pH değeri 5.72 bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin pH değeri 5.75 olarak ölçülmüştür. Hastaoğlu [64], kütleme metodunda bu çalışmadaki gibi sadece NaCl tuzu kullanmış fakat üretim şekilleri farklı iki pastırma örneği arasında pH değeri bakımından fark olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmadaki bulgularla, Hastaoğlu'nun [64] çalışmasındaki bulgular örtüşmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde [17] pastırma için belirtilen pH değeri en yüksek 6.0 olarak limitlendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, tebliğ limitlerine uygundur.

4.1.1.2. Nem Miktarı

Nem miktarının azaltılmasına dayanan pastırma prosesinde, ilk önce kürleme işlemiyle oluşan ozmotik basıncın etkisiyle bir miktar su etten uzaklaştırılmaktadır. Ön kurutma ve presleme işlemleri ile pastırmalık etlerde nem düşüşü devam etmekte ve terli kurutma olarak ifade edilen işlemle de pastırma eti istenilen nem seviyesine ulaşmaktadır. Bu çalışmada terli kurutma aşamasına kadar tüm prosesler ortak yürütülmüştür ve ürünlerin proses kaynaklı değişkenlikleri minimize edilmiştir. Fakat terli kurutma aşamasından itibaren üretim prosesi, geleneksel metoda dayalı ve üzerinde araştırma yaptığımız kontrollü koşullar altında kurutma olarak ayrıştırılmıştır. Üretim proseslerine ürünün duysal özelliklerine bakılarak son verilmiştir. Bu duruma bağlı olarak da metodlar arasında üründe nem değeri eşitliği olmaksızın bir üretim gerçekleştirilmiştir. Terli kurutma aşamasında denenen üç farklı kurutma metodu arasında nem oranı açısından istatistiksel bir fark tespit edilmiştir (Tablo 3.2.). Açık alanda kurutulan örneklerin nem değerinin (35.69–37.57) diğer metodlara göre daha düşük bulunma nedeni; süreye, kontrolsüz ortam sıcaklığına, neme ve hava akımına bağlanabilir. Özellikle pastırma örneklerinin iç ve dış kuruma oranları bu metod için farklı tespit edilmiştir. Pastırma örneklerinin dışı oldukça kuru, içi çığ kalmıştır. Bu, tüketici algısı bakımından beklenen bir durumdur. Yani tüketicide oluşan yaklaşım, pastırmanın iç kısmının çığ et görünümünde olmasıdır. Geleneksel pastırma üretimi için pastırma ustalarının görüşleri de bu yöndedir. IR kabinde ve klima odasında üretilen pastırma örneklerinin nem değerleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır (39.00–41.17–42.61). Bu durum, iki metodun da kontrollü koşullar altında ve daha kısa sürede gerçekleşmesine bağlanabilir. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda nem miktarını, Demirkaya [5] 53.45, Işıksal [11] 53.84, Uğuz [13] 45.84, Gürbüz [41] 42.65, Ekmekçi [65] 53.78, Doğruer ve ark. [69] 46.67, Çankaya [70] 42.76, Aksu [71] 45.02, Gür [72] 55.79, Aksu ve ark. [73] 41.73 olarak tespit etmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmada elde edilen bulgular Uğuz [13], Gürbüz [41], Doğruer ve ark. [69], Çankaya [70], Aksu [71], Aksu ve ark. [73] ait çalışmalardaki bulgularla örtüşmektedir.

Hastaoğlu'na [64] ait bir diğer çalışmada ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde nem değeri %53.43 bulunmuşken; kontrollü koşullarda üretilen pastırma örneğinin nem değerini %51.94 olarak ölçülmüştür. Hastaoğlu [64], kürlleme metodunda bu çalışmadaki gibi sadece NaCl tuzu kullanılan fakat üretim şekilleri farklı olan iki pastırma örneği arasında % nem değeri bakımından bir farklılık tespit etmemiştir. Bu durum Hastaoğlu'nun son üründe nem değerini çemenli pastırmalarda kontrol etmesine bağlanabilir. Çemenli kurutma sonrası pastırmalarda çemenden kaynaklı, nem değerinde bir miktar artış gözlenmektedir. Fakat bu çalışmada, pastırma örneklerinde yüzeydeki çemen sıyrılarak nem değeri ölçümü yapılmıştır. Bu durum, bu çalışmadaki örneklerin nem değerinin, Hastaoğlu'nun [64] bulgularından daha düşük oluşunu açıklayabilir.

Sheridan ve ark. [78] et ürünlerinin pişirilmesinde uzak IR ışıınım uygulaması konusunda yaptığı bir araştırmada orta IR ışıında, et ürünlerinin yüzeyde yağ ve nem kaybı meydana gelebileceğini ve bu da yüzeyde bir kabuk oluşumuna neden olacağını belirtmiştir. Oluşan bu kabuk et ürününün ısı ile iletişimine karşı bir yalıtkan görevi yapar. Bu çalışmada, yakın IR ışıınım uygulandığı düşünülmektedir, bu bakımdan herhangi bir kabuk oluşumu meydana gelmemiştir. Buna bağlı olarak da ürün yüzeyinde ve içinde dengeli bir nem uzaklaşması sağlanmıştır. Deng ve ark.'nın [79] uzak IR ile desteklenmiş ısı pompalı bir kurutma düzeneğinde, kalamar filetolarının kuruma sürecinde nem alma ve su durumunu incelediği bir çalışmada ise kurutma süresini azaltması bakımından etkin bir yöntem olduğu ve bunun yanısıra kurutulan ürünün besinsel, duyuşal ve fonksiyonel özelliklerini de geliştirdiğini ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmada da beklendiği şekilde, pastırma prosesinde ürün kurutma süresi kısaltılmıştır.

Bu çalışmada, pastırma üretiminde farklı et tipi kullanımının, % nem değerlerine bir etkisi olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Fakat Çakıcı'nın [76] sırt, bohça, şekerpare ve kuşgözü pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, bu çalışmada kullanılan et türleri için farklılık tespit etmiştir. Çakıcı [76], nem değerini sırt pastırma çeşidinde %47.56; bohça pastırma çeşidinde %45.11 olarak bulmuştur. Bu bulgu farklılığı, seçilen kas türlerine bağlanabilir. Ceylan'ın [77] pastırma çeşitleri üzerine yaptığı çalışmada ise pastırma çeşitlerinin ortalama % nem miktarları arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Sırt pastırmada ortalama nem değerini %47.17 bulmuşken, bohça pastırmada bu değeri %46.61 olarak bulmuştur. Çakıcı'nın [76] ve

Ceylan'ın [77] bulduğu sonuçlar, bu çalışmada tespit edilen nem bulgularından yüksektir.

Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde [17], pastırma için nem miktarı, çemen hariç olmak üzere, kütleye en çok %45 olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen tüm nem değerleri bu limitin altında bulunmuştur.

4.1.1.3. Su Aktivitesi (a_w) Değeri

Su tutma kapasitesi, ürünün tekstür ve tat gibi duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Su tutma kapasitesi ise pH ile doğrudan ilgilidir. Üretimde kullanılacak etin pH'sının yüksek olması etin olgunlaşmasını artırarak ete gevrek bir yapı sağlamakta ve su tutma kapasitesini artırmakta; buna bağlı olarak etin şişme özelliği de artmaktadır. Suyun bağlanması da kurutma, dumanlama ve ısıtma işlem süreçlerinde ürünün nemini içinde hapsedmesini ve pişirme kayıplarının azalmasını sağlamaktadır. Fakat pastırma gibi doğal koşullarda ve düşük sıcaklıklarda üretilen fermente et ürünlerinde, suyun üründen daha kolay uzaklaştırılması için etin düşük pH da olması istenen bir durumdur [80]. Bu çalışmada kontrfile ve yumurta etlerinin başlangıçtaki su aktivitesi (a_w) değerleri sırasıyla 0.965 ve 0.998; pH değerleri ise 5.80 ve 5.90 olarak ölçülmüştür. Pastırma örneklerinde ise su aktivitesi (a_w) değerleri 0.842–0.871 aralığında; pH değerleri 5.68–5.78 aralığında tespit edilmiştir (Tablo 3.2.). Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere üründe pH düşüşlerine bağlı olarak su aktivitesi (a_w) değerleri de düşüş göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen bir diğer sonuç, örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri arasında kurutma metoduna bağlı, istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmesidir. Başlangıçta kontrfile ve yumurta etlerinin su aktivitesi (a_w) değerleri sırasıyla 0.965 ve 0.998, nem değerleri %75 ve %77 iken; son üründe su aktivitesi (a_w) değerleri 0.842–0.871, nem değerleri %35.69–42.61 seviyesine kadar düşmüştür (Tablo 3.2.). Bu da su aktivitesi ile nem arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Açık alan kurutma metoduyla üretilen pastırma örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri diğer metodlarla üretilen pastırma örneklerinden düşük seviyede bulunmuştur. Bu açık alanda kurutulan pastırmaların nem seviyelerinin düşüklüğü ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Kuruma işlemi sırasında su ne kadar çok uzaklaşırsa su aktivite değeri de o derece azalmaktadır. Yapılan bir çalışmada, pastırma örneklerinde su aktivitesi (a_w) değerleri 0.87 ile 0.91 arasında tespit edilmiştir [13]. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise su aktivitesini (a_w), Demirkaya [5] 0.84, Işıksal [11] 0.89, Uğuz [13]

0.89, Gürbüz [41] 0.85, Ekmekçi [65] 0.72, Doğruer ve ark. [69] 0.87, Çankaya [70] 0.85 olarak tespit etmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmadaki bulgular, yukarıda belirtilen çalışmalardaki bulgularla örtüşmektedir. Hastaoğlu'na [64] ait bir diğer çalışmada ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde a_w değeri 0.92 bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin a_w değerini 0.91 olarak ölçmüştür. Hastaoğlu [64], kürlleme metodunda bu çalışmadaki gibi sadece NaCl tuzu kullanılan fakat üretim şekilleri farklı olan iki pastırma örneğinin a_w değerleri arasında fark tespit etmiştir. Bu çalışmada, pastırma örneklerinde su aktivite değerleri yukarıda belirtilen çalışmalardan daha düşük bulunmuştur ve Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında belirttiği üretim metodları arasındaki farklılık bu çalışmada da tespit edilmiştir.

Su aktivitesini düşüren bir diğer etken ise tuzdur. Bu çalışmada, örneklere ait tuz değeri beklenen seviyenin üzerinde bulunmuştur. Su aktivitesinin düşük değerlerde elde edilişi, tuz miktarının yüksekliğine bağlanabilir. Yine düşük nem ve yüksek tuz değerlerine sahip açık alan kurutma yönteminde düşük su aktivitesi gözlemlenmiştir.

Farklı et tipinin, su aktivitesi (a_w) değerlerine etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

4.1.1.4. Tuz Miktarı

Çalışmada örneklere ait tuz konsantrasyonu % 7.82–9.08 arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.2.). Tuz miktarı, IR kurutma metoduyla üretilen kontrfileden hazırlanan örneklerde düşük bulunurken (7.82); açık alanda ve klima odasında kurutulan kontrfile örneklerinde tuz miktarı kısmen daha yüksek bulunmuşur (8.42, 8.67). Tuz, ürünün su aktivitesini düşürerek üründe proteoliz ve lipoliz reaksiyonlarını etkilemekte ve üründe karakteristik yapı oluşumunu sağlamaktadır [81,82]. Tüm pastırmalık et örneklerinin kürlleme işleminde, 65g/kg tuz kullanılmasına rağmen, tuz değerlerindeki bu farklılığın kürlleme tuzunun ete nüfuz süresinden ya da fazla tuzun yıkanması aşamalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda tuz miktarını, Demirkaya [5] 7.40, Işıksal [11] 4.80, Uğuz [13] 5.96, Gürbüz [41] 7.47, Ekmekçi [65] 5.85, Doğruer ve ark. [69] 6.15, Çankaya [70] 6.25, Aksu [71] 5.21, Gür [72] 4.27, Aksu ve ark. [73] 6.87 olarak tespit etmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmadaki bulgularımız, yukarıdaki çalışmalarda belirtilen değerlerden daha yüksek tespit edilmiştir. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında, doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde tuz miktarını 7.66 olarak bulmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma

örneğinin tuz miktarını 7.49 olarak tespit etmiştir. Hastaoğlu [64], kürlleme metodunda bu çalışmadaki gibi sadece NaCl tuzu kullanılan fakat üretim şekilleri farklı olan iki pastırma örneklerinin tuz miktarları arasında belirgin bir fark tespit etmemiştir. Bu çalışmadaki bulgular, Hastaoğlu'nun [64] tuz miktarı bulguları ile örtüşmektedir fakat bizde üretim metodlarına bağlı farklılık tespit edilmiştir.

Farklı et tipinin tuz miktarı üzerine belirgin bir etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Fakat Çakıcı'nın [76] pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, farklı et türlerinden üretilen pastırmaların tuz değerleri arasında fark tespit etmiştir. Sırt pastırma çeşidinde tuz miktarını 6.32 bulmuşken, bohça pastırma çeşidinde tuz miktarını 8.49 olarak bulmuştur. Pastırma çeşitleri arasında oluşan bu farklılık kürlleme işlemine bağlanabilir. Bu çalışmada ulaştığımız değerler, yukarıda belirtilen değerle yakındır.

Bir diğer tespit ise, açık alan kurutmada nem değeri düşüğe (35.69), tuz oranında yükselme meydana gelmesidir (9.08). Bu da kurutma süresinin uzunluğu ve tuz konsantrasyonunun yüksekliği ile ilişkilendirilebilir. Pastırmada kullanılan tuzun bir diğer etkisi ise su aktivitesini en aza indirerek ürüne antimikrobiyel bir özellik katmaktır. Bu da raf ömrünü uzatmaktadır [37]. Tablo 3.2.'de su aktivitesinin en düşük açık alanda kurutulan örneklerde tespit edilmesi (0.842,0.846) yine bu örneklerdeki tuz konsantrasyonunun yüksekliğine bağlanabilir (8.67, 9.08). Bu değişkenliğin, açık alanda kurutulan örneklerin raf ömrünü klima odasında ve IR metotla kurutulan örneklerle göre daha olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde, pastırma için tuz miktarı, kuru maddede kütlece en çok %7 olarak sınırlandırılmıştır [17]. Bu çalışmada tuz değerleri tebliğde belirtilen sınırdan yüksek bulunmuştur.

4.1.1.5. Yağ Miktarı

Farklı kas tiplerinin denendiği bu çalışmada, elde edilen pastırmaların yağ oranının farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Yumurta tipi et ile üretilen pastırmaların, kontrfile tipi et ile üretilen pastırmalardan daha yağlı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada en düşük yağ oranı %4.14'le kontrfile tipi et ile üretilen pastırma örneğine ait olup, en yüksek yağ oranı %8.07 ile yumurta tipi et ile üretilen pastırma örneğine aittir. Başlangıçta et tiplerindeki yağ oranı yumurtada %6.3, kontrfilede %5.6 olarak ölçülmüştür. Çakıcı [76], pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı

çalışmada, sırt ve bohça pastırma çeşitlerinin % yağ miktarları arasında belirgin bir fark bulunmadığını tespit etmiştir. Sırt pastırmada %8.80 olan yağ miktarı, bohça pastırmada %6.42 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada yağ değerleri, yukarıda bahsi geçen çalışmada belirtilen değerlere yakın fakat et türleri bakımından tam tersi bulunmuştur. Bu durum, et kaslarının yapısına ya da kuruma süreçlerindeki lipid oksidasyonuna bağlanabilir. Üç farklı kurutma metodunun denendiği bu çalışmada, kurutma metodunun örneklerin yağ miktarını etkilemediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Örneklerin yağ miktarları % 4.14–8.07 arasında bulunmuştur (Tablo 3.2.). Bu çalışmada toplam üretim süresi açık alan, klima odası ve IR kurutma metodu için sırasıyla 12, 10 ve 7 gün olarak uygulanmıştır. Açık alanda kurutulan pastırmalarda yağ miktarları %5.38–7.06 arasında bir değişim göstermişken; klima odasında kurutmada %4.21–5.54, IR kurutmada %4.14–8.07 arasında değişim göstermiştir. Bu değerler ışığında, üretim süresinin pastırmanın yağ miktarındaki değişimi etkilemediği yorumlanabilir. Yapılan bir çalışmada, 16 günlük üretim periyodu sonunda pastırmanın yağ miktarı %5.53 olarak ölçülmüştür [72]. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise % yağ miktarı, Işıksal [11] %5.10, Uğuz [13] %16.55, Gürbüz [41] %13.50, Ekmekçi [65] %10.35, Doğruer ve ark. [69] %3.95, Çankaya [70] %3.02, Aksu [71] %4.08 olarak tespit etmiştir (Tablo 4.1.). Hastaoğlu'na [64] ait bir diğer çalışmada ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde yağ miktarı %4.65 bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin yağ miktarı %4.71 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada elde edilen bulgular, yukarıda belirtilen çalışmalarda elde edilen bulgulara oldukça yakındır fakat üretimde kullanılan et türüne bağlı daha yüksek yağ yüzdeleri de elde edilmiştir.

4.1.1.6. Protein Miktarı

Pastırma örneklerinin protein miktarı kurutma metodlarına göre farklılık göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek protein oranı %38.70 ile IR metoduyla kurutulan pastırmalarda gözlenmiştir. %36.50 ile en düşük protein oranı ise açık alan kurutma metoduyla kurutulan yumurta tipi etlerle üretilen pastırmalarda elde edilmiştir (Tablo 3.2.). Pastırma ile ilgili bir çalışmada, hammaddede %22.5 olan protein miktarını 24 günlük üretim sonucu pastırmada % 45.14 olarak belirlemiştir [71]. Bu çalışmada en uzun üretim süresi 12 gün ile açık alan kurutmada sürmüştür. Fakat en düşük protein değeri bu metotta elde edilmiştir. Bu sonuçla yukardaki çalışma sonucu çelişmektedir. Et nem kaybettiğçe protein miktarında bir artış beklenirken, bu çalışmada açık alanda kurutulan

ve nemi en az olan örneklerin protein miktarı daha düşük tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, pastırmalarda protein miktarı %30.18–%33.26 arasında tespit edilmiştir [83]. Bu çalışmada başlangıçta taze ette protein değeri %19.2–%21.3 arasında iken, son üründe protein değeri %36.50–% 38.70 arasında tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile belirtilen çalışma sonuçları örtüşmektedir. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise protein miktarını, Demirkaya [5] %33.36, Işıksal [11] %33.85, Uğuz [13] %27.06, Gürbüz [41] %36.28, Ekmekçi [65] %29.51, Doğruer ve ark. [69] %40.47, Çankaya [70] %44.10 ve Gür [72] %30.70 olarak tespit etmiştir (Tablo 4.1.). Bu çalışmada elde edilen protein miktarı bulguları, yukarıda belirtilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Farklı et tipi kullanımının pastırmanın protein değerine önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

4.1.1.7. Nitrit Miktarı

Bu araştırmada üretilen pastırma örneklerindeki nitrit miktarı 17.34 ile 18.76 ppm arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.2.). Kurutma metodu pastırma örneklerinin nitrit miktarını etkilemiştir ($p<0.05$). Açık alanda kurutulan örneklerde nitrit değeri 18.75–18.76 ppm arasında değişiklik göstermişken, klima odasında kurutulan örneklerde 17.54–17.64 ppm, IR metoduyla kurutulan örneklerde ise 17.34–17.67 ppm arasında değişiklik göstermiştir. Açık alanda kurutulan örneklerde nitrit miktarı diğer kurutma metodlarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. Bu da nitritin daha kuru olan örnekte daha yüksek konsantrasyonda, nemli üründe ise daha düşük konsantrasyonlarda olduğunu göstermektedir. Pastırmanın kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, kürlleme safhasında 100 ppm nitrit kullanılan örneklerde son ürün nitrit konsantrasyonu 13.40–25.79 ppm arasında tespit edilmiştir [83]. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda nitrit miktarı ppm olarak, Demirkaya [5] 14.31, Ekmekçi [65] 13.58, Çankaya [70] 3.79, Aksu [71] 22.71, Gür [72] 25.79, Aksu ve ark. [73] 4.22 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1.). Bu çalışmada elde edilen nitrit bulguları, Demirkaya [5], Ekmekçi [65], Aksu [71] ve Gür'ün [72] bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada farklı et tipi kullanımının pastırmanın nitrit değeri üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Çakıcı'nın [76] pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, sırt ve bohça pastırma çeşitleri

arasında nitrit değerleri bakımından belirgin bir fark bulunmamıştır. Aynı araştırmada sırt pastırma çeşidinde nitrit değeri, 9.45 ppm bulunmuşken, bohça pastırma çeşidinde ise bu değer 9.70 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen nitrit bulguları, yukarıda belirtilen bulgulardan daha yüksektir. Değerlerin farklı oluşu kürlenme tuzunda kullanılan nitrit miktarına bağlanabilir.

4.1.1.8. Tiyobarbitürik asit (TBA) Miktarı

Bu araştırmada üretilen pastırma örneklerine ait TBA değerleri, çalışmada kullanılan kurutma metodlarına göre farklılık göstermiştir. Çalışmada en düşük TBA değeri (0.07–0.13) IR kurutma metoduyla üretilen pastırmalarda bulunmuştur (Tablo 3.2.). En yüksek TBA değeri ise iklimatik odada üretilen pastırmalarda bulunmuştur (0.31–0.32). IR kabine, taze hava girişinin sadece kapak kısmından ve az oranda olduğunu varsayarsak oksijenin içeri nüfuz kısıtlı nüfuz etmesi neticesinde IR metod ile kurutulan pastırma örnekleri lipid oksidasyonundan korunmuş olabilir. Bir diğer faktör de IR dalgalarının nüfuz etme özelliği çok kuvvetli değildir ve ısıtma daha çok yüzeyden içeri doğru gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak da IR metodla üretilen pastırma örneklerinde, TBA değeri daha düşük çıkmış olabilir. Klima odasında kurutulan örneklerin lipid oksidasyonu diğerlerine kıyasla daha yüksek seviyede tespit edilmiştir. Bu yöntemde klima odasına sürekli taze hava girişi olmuştur, bu da lipid oksidasyonunu artırmış olabilir. Askar ve ark. [51]'in yaptığı bir çalışmada, üretimden 2 hafta sonra çemensiz kuru pastırmada TBA değeri 0.536 mgMA/kg olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki bulgularla, Askar ve ark.'nın [51] bulgusu örtüşmektedir. Her iki çalışmadan da çıkarılacak sonuç, çemenli kurutmanın oksidasyonu geciktirdiği kanısındır. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise TBA değerleri, Demirkaya [5] 0.49, Aksu [71] 1.05, Gür [72] 0.27 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1.). Bu çalışmadaki bulgular, yukarıda belirtilen TBA değerlerine yakındır.

Yine farklı et tipi kullanımının TBA değerleri üzerinde belirgin bir etkisi gözlenmemiştir ($p>0.05$).

4.1.1.9. Renk Değerleri

Renk ölçüm çalışmalarında, L^* değeri parlaklığı, a^* değeri kırmızılığı, b^* değeri ise sarılığı temsil etmektedir.

L* Değeri

Farklı yöntemle kurutma işleminin denendiği pastırmalarda, L* değeri en yüksek pastırma örnekleri, iklimatik odada kurutulan örneklerdir. 32.88–34.26 aralığında olan bu değer en parlak örneklerin bu örnekler olduğunu göstermektedir. Bunu IR kurutma metodu ile üretilen örnekler (30.15–30.94) ile açık alanda kurutulan örnekler (25.02–27.48) takip etmektedir (Tablo 3.3.). Tüm kurutma yöntemleri birbirinden farklı L* değerine sahiptir ($p < 0.05$). Bu çalışmada en fazla su kaybı açık alan kurutma ile üretilen pastırmalarda olmuştur ve yine bu örneklerde en düşük L* değeri tespit edilmiştir. Aksu' nun [71] pastırma üzerine yaptığı bir çalışmada, L* değeri 27.60 olarak belirlenmişken, Aksu ve ark.'nın [73] yaptığı bir diğer çalışmada ise bu değer 39.91 seviyesine kadar yükseldiği belirtilmiştir. Kuru kürlenmiş İbery Hamı ürününde yapılan bir çalışmada, kuruyan üründe su kaybı ile birlikte nitrosyl-myoglobin gibi bazı pigmentlerin konsantrasyonunun artmasına bağlı L* değerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir [84]. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında, doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde L* değeri 44.75 olarak bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin L* değeri 42.94 olarak tespit edilmiştir. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise L* değeri, Demirkaya [5] 31.60, Uğuz [13] 28.42, Ekmekçi [65] 30.90, Çankaya [70] 31.70 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmada elde edilen L* değeri bulguları, yukarıda belirtilen bulgulara yakındır.

Farklı et tipi kullanımının, L* değerini istatistiksel açıdan etkilemediği tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Fakat Çakıcı [76], pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, sırt ve bohça pastırma çeşitlerinin L* değerleri arasında belirgin bir fark olduğunu bulmuştur. Sırt pastırmaya ait L* değeri 40.47 iken, bohça tipi pastırmada L* değeri 36.02 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulduğumuz L* değerleri, Çakıcı'nın [76] çalışmasında belirtilen değerlerden daha düşüktür (Tablo 3.3.). Bu farklılık kullanılan kas tiplerine bağlanabilir.

a* Değeri

Bu araştırmada, farklı yöntemle kurutma işleminin denendiği pastırmalarda, a* değeri en yüksek pastırma örnekleri, iklimatik odada kurutulan örneklerde ölçülmüştür. İklimatik

odada kurutulan örneklerde a^* değeri 14.01–15.45 aralığında en kırmızı renge sahip örnekler olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.3.). İnfrared kurutma metodu ile üretilen örneklere ait a^* değerleri (11.99–13.30), iklimik odada kurutulan pastırmalardan daha düşüktür. Kırmızılık değeri en düşük pastırma örnekleri ise açık alanda üretilen örnekler (9.47–10.40) olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Pastırmanın kalite özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, doğal koşullarda üretilen pastırmaların kırmızılık değeri 11.47–12.79; kontrollü koşullarda üretilen pastırmalarda ise kırmızılık değeri 10.57–11.43 olarak bulunmuştur [64]. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise a^* değeri, Demirkaya [5] 13.23, Uğuz [13] 13.45, Ekmekçi [65] 11.00, Çankaya [70] 9.78, Aksu [71] 19.58, Aksu ve ark. [73] 27.14 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmadaki a^* değeri bulgularımız, yukarıdaki çalışmalarda tespit edilen bulgulara yakındır. Bu çalışmadan, açık alanda kurutma süresinin uzun oluşu ve sıcaklığın stabil olmayışı ürünün a^* değerini olumsuz etkileyebileceği sonucu çıkarılmıştır. Uğuz'un [13] pastırmadaki proteolitik değişmelere tuz miktarının etkisini araştırdığı bir çalışmada, yüksek tuz içeren örneklerin düşük tuz içeren örneklerden önemli düzeyde daha yüksek a^* değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise en yüksek tuz değerine sahip açık alanda kurutulan kontrfile örneğidir (9.08). Fakat bu örneğin a^* değeri 9.47 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki bulgular, Uğuz'un [13] bulgusu ile çelişmektedir.

Farklı et tipi kullanımının, a^* değerini istatistiksel açıdan etkilemediği tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Çakıcı'nın [76], pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, sırt ve bohça pastırma çeşitlerinin a^* değerleri arasında belirgin bir fark olmadığını belirtmektedir. Sırt pastırmaya ait a^* değeri 30.22 iken, bohça tipi pastırmada a^* değeri 21.53 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulduğumuz a^* değerleri, bu çalışmada belirtilen değerlerden daha düşüktür (Tablo 3.3.). Bu farklılık kullanılan kas tiplerine bağlanabilir.

b* Değeri

Farklı yöntemle kurutma işleminin denendiği pastırmalarda, b* değeri ortalaması en yüksek pastırma örnekleri, açık alanda kurutulan örneklerdir. 3.58–4.49 aralığında olan bu değer en sarı örneklerin bu örnekler olduğunu göstermektedir. İnfrared kurutma metodu ile kurutulan pastırma örneklerine ait b* değeri ile klimatik odada kurutulan pastırmaların b* değeri ortalaması birbirine yakındır. Uğuz'un [13] pastırmadaki proteolitik değişmelere tuz miktarının etkisini araştırdığı bir çalışmada, b* değerleri % 9 tuz içeren örnekte 4.01 olarak belirlenmiştir. Uğuz [13], bu çalışmada, pastırma örneklerinin b* değerlerinden meydana gelen değişime, tuz miktarının etkisinin önemli olmadığını, tüm proses aşamalarını kapsayan üretim süresinin etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada % 9.08 tuz içeren açık alanda kurutulmuş kontrfile örneğinde b* değeri 4.49 olarak tespit edilmişken, % 7.82 tuz içeren IR metodla kurutulmuş kontrfile örneğinde b* değeri 2.51 olarak tespit edilmiştir. Buran örnekteki tuz miktarı azaldıkça b* değeri de azalma eğilimi göstermiştir sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, Uğuz'un [13] çalışmasında farklı miktarda tuz kullanarak ürettiği ürünlerde tuz miktarının etkili olmadığı bulgusuyla çelişmektedir. Bir diğer bulgu ise b* değerinin, üretim sürelerine bağlı olamayışdır. Bu çalışmada, üretim süresi en uzun süren, açık alanda kurutulmuş örneklerin b* değeri 3.58–4.49; üretim süresi en kısa süren, IR metodla kurutulmuş örneklerin b* değeri 2.27–2.51; üretim süresi diğer metodların arasında olan klima odasında kurutulmuş örneklerin b* değeri ise 1.37–1.73 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlendirme de Uğuz'un [13] b* değeri üzerine üretim süresinin etkisi olduğu yorumuna ters düşmektedir. Fakat metotsal farklılıklar bakımından süre değerlendirmesi bir çalışma konusu olabilir. Hastaoğlu'nu [64] çalışmasında ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde b* değeri 14.79 olarak bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin b* değeri 12.72 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz b* bulguları, Hastaoğlu'nun [64] bulgularından oldukça düşüktür. Pastırma üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda ise b* değeri, Demirkaya [5] 1.85, Ekmekçi [65] 13.70, Çankaya [70] 3.21, Aksu [71] 4.74, Aksu ve ark. [73] 13.02 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1.4.). Bu çalışmada elde edilen b* değeri bulguları, Demirkaya [5], Çankaya [70] ve Aksu'nun [71] bulgularına yakınlık göstermektedir.

Farklı et tipi kullanımının, b* değerini istatistiksel açıdan etkilemediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Çakıcı'nın [76], pastırma çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine yaptığı

çalışmada, sırt ve bohça pastırma çeşitlerinin b^* değerleri arasında belirgin bir fark olmadığını belirtmektedir. Sırt pastırmaya ait b^* değeri 16.50 iken, bohça tipi pastırmada b^* değeri 15.62 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulduğumuz b^* değerleri, bu çalışmada belirtilen değerlerden oldukça düşüktür (Tablo 3.3.). Bu farklılık kullanılan kas tiplerine bağlanabilir.

4.1.1.10. Tekstür Profil Analizi (TPA) Değerleri

Bu çalışmada, farklı et tipi kullanımının TPA değerlerini istatistiksel açıdan etkilemediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Her bir parametre aşağıda kısaca değerlendirilmiştir.

Sertlik

Sertlik değerlerinin kurutma yönteminden kısmen etkilendiği tespit edilmiştir (Tablo 3.4.). Özellikle açık alanda kurutulan örneklerde kabuk ve iç kısımlarda kuruma farklılıkları meydana gelmiştir. Bu durum da gözetilerek, sertlik değeri tüm örneklerde, örneğin bütünü temsil etmesi bakımından kesitten bakılmıştır. Çalışmada, örneklerin sertlikleri 16.33–32.21 N arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 3.4.). Açık alanda kurutulan örneklerde, nem değeri diğer metodlara göre daha düşük olmasına rağmen daha yumuşak bir yapı elde edilmiştir. Bunun nedeni doğal kuruma koşullarına (sıcaklık, hava akımı, süre) bağlanabilir. Klima odasında ve IR metodla kurutulan pastırma örnekleri daha homojen kurumasına bağlı sertlik değeri açık alanda kurutulan örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni konveksiyonel kurutmaya bağlı pastırmanın dış kısmında kabuk oluşması ve iç kısmının yaş ve yumuşak kalmasına bağlanabilir. Ekmekçi'nin [65], pastırmanın kalite özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada, kürelemede %100 NaCl tuzu kullanarak ürettiği kontrol grubu örneklerinde sertlik değerlerini 30.4 ± 6.01 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada da Ekmekçi'nin [65] bulgularına yakın değerler elde edilmiştir. Ham ürününde yapılan bir çalışmada ise sıcaklık artışının, ürün sertlik değeri üzerinde artırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. 25°C sıcaklıkta olgunlaştırılan ham'ların 5°C sıcaklıkta olgunlaştırılan ham'lardan daha sert bir tekstüre sahip oldukları belirlenmiştir [85]. Yani daha çok su kaybı yaşayan örnekler daha sert tespit edilmiştir. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde sertlik değeri 1.40 N olarak bulunmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin b^* değeri 1.72 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen sertlik bulguları, Hastaoğlu'nun [64] sertlik bulgularından

oldukça yüksektir. Bu durum, Hastaoğlu'nun [64] çalışmasındaki pastırma nem değerlerinin yüksekliği ile ilişkilendirilebilir. Pastırma nemi arttıkça sertlik değeri düşmektedir. Bu çalışmada, tüm kurutma yöntemlerinde sıcaklık değerleri, birbirine yakın seviyelerde uygulanmıştır. Bu amaçla, sıcaklık faktörü kaynaklı sertlik değerinde oluşabilecek farklılıklar önlenmek istenmiştir. Fakat sıcaklık dışındaki diğer faktörlerin (ortam hava hızı, nem değeri) kurutma metodlarının sertlik üzerindeki etkisine neden olmuş olabilir. Zira çalışma süresince, klima odasında ve IR kabinde, hava akımı ile nem kontrolü açık alanda kurutma metoduna göre daha etkin sağlanmıştır.

Yapışkanlık

Çalışmada, pastırma örneklerinin yapışkanlık değerleri 64.10–84.84 arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 3.4.). Yapışkanlık değeri en yüksek kurutma metodu, açık alanda kurutma metodu olarak tespit edilmiştir. Nem değeri bulguları düşük olmasına rağmen yapışkanlık değerinin açık alan kurutma metodu ile üretilen pastırma örneklerinde yüksek çıkması durumu, örnekte dış kısmın iyi kurumasına rağmen iç kısımda çigliklerin kalmasına bağlanabilir. En düşük yapışkanlık değerine kontrfile tipi etlerden üretilen ve IR kurutma metodu kullanılan örneklerde rastlanmıştır (64.10). Ekmekçi'nin [65], pastırmanın kalite özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, 1kg ete 57.85g tuz (NaCl) kullandığı kontrol grubu pastırma örneklerinde yapışkanlık değerini 164.39 ± 79.71 tespit etmiştir. Yaptığımız bu çalışmada ise kürelemede 1kg et için 65g NaCl tuzu kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar Ekmekçi'nin [65], bulgularından daha düşüktür. Bu farklılık kullanılan ete ve kurutma koşullarına bağlanabilir.

Elastikiyet

Bu çalışmada, elastikiyet değeri 1.52–1.70 mm arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 3.4.). Elastikiyet değeri en yüksek pastırma örnekleri, IR kurutma metodu ile üretilen örneklerdir (1.68–1.70 mm). Örnekler içinde en düşük elastikiyet değeri, açık alanda kurutulan pastırma örnekleridir (1.52–1.64 mm). Ekmekçi [65] yaptığı çalışmada, pastırma örneklerinde elastikiyet değerlerini 1.41 ± 1.26 mm olarak tespit etmiştir. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde elastikiyet değeri 1.23 mm olarak bulmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma

örneğinin elastikiyet değeri 2.52 mm olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada da yukarıda belirtilen her iki çalışmanın bulgularına yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Bağlılık

Farklı metodlarla kurutulmuş ve farklı tip etlerden üretilmiş pastırma örneklerinin, bağlılık ortalamaları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0.005$). Tüm örneklere ait bağlılık değeri ortalamaları 0.54–0.64 arasında değişmiştir (Tablo 3.4.). Ekmekçi [65]'nin yaptığı çalışmada, pastırma örneklerinde, bağlılık değeri 0.76–0.82 arasında tespit edilmiştir. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde bağlılık değeri 0.27 olarak bulmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin bağlılık değeri 0.25 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada da, yukarıda belirtilen her iki çalışmanın bulgularına yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Sakızımsılık

Farklı kurutma yöntemi uygulaması ve farklı et tipi seçimi örneklerin sakızımsılık değerlerini istatistiksel açıdan ($p>0.05$) etkilememiştir. Tüm örneklere ait sakızımsılık değeri ortalamaları 24.41–27.69 arasında değişmiştir (Tablo 3.4.).

Çiğnenebilirlik

Çalışmada, ortalama çiğnenebilirlik değeri 25.99–30.52 arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 3.4.). Kurutma metodları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($p<0.005$). Ortalama çiğnenebilirlik değeri en yüksek kurutma metodu açık alanda kurutma metodu olarak tespit edilmiştir. Örnekler içinde 25.99 ile en düşük çiğnenebilirlik değerine sahip örnek, klimatik odada kurutulan yumurta tipi etten üretilmiş pastırma örneğidir. Ekmekçi [65]'nin yaptığı çalışmada, çiğnenebilirlik değerleri 22.26 ± 3.67 olarak tespit edilmiştir. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında ise doğal koşullarda kurutulan pastırma örneğinde çiğnenebilirlik değeri 1.64 olarak bulmuşken; kontrollü koşullarda ürettiği pastırma örneğinin çiğnenebilirlik değeri 1.06 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular ile Ekmekçi'nin [65] çalışmasında belirtilen değerler birbirine oldukça yakındır.

4.1.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Analize alınan örneklerin hiçbirinde *Salmonella* türleri tespit edilmemiştir. Koagülaz pozitif stafilokok ve sülfite indirgeyen anaerobik bakteri sayım sonucu ise tüm örneklerde 10'un altında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde belirtilen limitlere göre 25g ya da ml *Salmonella* türleri bulunmamalıdır [86]. Koagülaz pozitif stafilokok için limit değerler 10^2 - 10^4 aralığında; sülfite indirgeyen anaerobik bakteri için ise 10^2 - 10^3 aralığında belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar tebliğe uygunluk göstermiştir. Ingham ve ark. [87], kuru etin (jerky) kuru kürlenmesi ve kurutulması sırasında *Salmonella* türleri, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes* mikroorganizmalarının inhibisyonuna dair yaptığı çalışmada son üründe hiç *Salmonella* türleri ve *Escherichia coli* O157:H7 tespit edilmemiştir. Yine aynı çalışmada, pastırma üretiminde sırasıyla kuru kürlenme, yıkama, presleme ve kurutma işlemlerinin, gıda kaynaklı infeksiyon riskini azalttığı belirtilmiştir. Tüm bu proses adımları, ürünlerdeki *Salmonella* türleri, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes* popülasyonunu azaltmaktadır. Özellikle kuru kürlenme ve kurutma işlemleri en önemli patojen azaltma adımları olarak ifade edilmiştir [88].

4.1.3. Duyusal Analiz Bulguları

Bu çalışmada, tüm kurutma metodları için farklı et tipi kullanımı, pastırmanın duyusal özelliklerini istatistiksel bakımdan önemli ($p>0.05$) derecede etkilememiştir (Tablo 3.5.) Değerlendirme puanlarının oldukça düşük çıkması, panelistlerin arasında ustalardan oluşan tecrübeli bir ekibin olmasına bağlanabilir. Deng ve ark.'nın [79] uzak IR ile desteklenmiş ısı pompalı bir kurutma düzeneğinde, kalamar filetoalarının kuruma sürecinde nem alma ve su durumunu incelediği çalışmada, uzak IR ile yapılan kurutmanın ürünün besinsel, duyusal ve fonksiyonel özelliklerini de geliştirdiğini ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmada, IR metodla kurutulan pastırma örnekleri, duyusal özellikleri bakımından diğer metodlara göre daha çok beğenilmiştir.

Lezzet

Araştırmada kullanılan et tiplerinin istatistiksel analizi duyusal açıdan farklı olmamasına rağmen, Tablo 3.5.'deki sonuçlardan da görüleceği gibi, farklı kurutma metodu uygulaması, pastırmanın lezzet özelliğini istatistiksel bakımdan etkilemiştir

($p<0.05$). İnfrared metoduyla kurutulan pastırma örnekleri, ortalama 3.30 puan alarak panelistler tarafından lezzetli bulunmuştur. Klimatik odada kurutulan pastırma örnekleriyle açık alanda kurutulan pastırma örneklerinin lezzet puan ortalamaları birbirine yakın bulunmuştur. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında, doğal koşullarda kurutulan pastırma örneği lezzet değerlendirmesi 10 puan üzerinden 7.75 puan; kontrollü koşullarda üretilen pastırma örneği ise 7.45 puan almıştır. Hastaoğlu'nun [64] bu çalışmasında örneklere ait tat puanları genel olarak birbirine yakın bulunmuştur.

Renk

Araştırmada kullanılan et tiplerinin istatistiksel analizi duyusal açıdan farklı olmamasına rağmen, Tablo 3.5.'deki sonuçlardan da görüleceği gibi, farklı kurutma metodu uygulaması, pastırmanın renk özelliğini istatistiksel bakımdan etkilemiştir ($p<0.05$). İnfrared metoduyla kurutulan her iki kas türünden pastırma örnekleri, 3.40 puan alarak panelistler tarafından rengi en beğenilen örnek olarak belirlenmiştir. Klimatik odada kurutulan pastırma örnekleriyle açık alanda kurutulan pastırma örneklerinin renk puan ortalamaları birbirine yakındır. Hastaoğlu'nun [64] çalışmasında, doğal koşullarda kurutulan pastırma örneği renk değerlendirmesi 10 puan üzerinden 7.95 puan; kontrollü koşullarda üretilen pastırma örneği ise 7.10 puan almıştır. Çalışmada diğer koşullar da göz önünde bulundurulduğunda, tüm pastırma örnekleri içinde kontrollü koşullarda üretilen pastırma örneklerinin renk değerlendirmesi daha çok beğeni topladığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da IR metodla kontrollü koşullar altında üretilen pastırma örnekleri renk bakımından diğerlerinden daha çok beğeni almıştır.

Görünüm

Araştırmada kullanılan et tiplerinin istatistiksel analizi duyusal açıdan farklı olmamasına rağmen, Tablo 3.5.'deki sonuçlarda da görüleceği gibi, farklı kurutma metodu uygulaması, pastırmanın genel görünüm özelliğini istatistiksel bakımdan etkilemiştir ($p<0.05$). İnfrared metoduyla kurutulan pastırma örneklerinden, kontrfile et türüne ait pastırma örneği ortalama 2.90 puan alarak panelistler tarafından görünümü en beğenilen örnek olarak seçilmiştir. Klimatik odada kurutulan pastırma örnekleriyle açık alanda kurutulan pastırma örneklerinin görünüm puan ortalamaları birbirine yakındır.

Tekstür

Araştırmada kullanılan et tiplerinin istatistiksel analizi duysal açıdan farklı olmamasına rağmen, Tablo 3.5.'deki sonuçlarda da görüleceği gibi, farklı kurutma metodu uygulaması, pastırmanın tekstür özelliğini istatistiksel bakımdan etkilemiştir ($p<0.05$). Tüm kurutma metodları istatistiksel bakımdan birbirlerinden farklı tespit edilmiştir. 3.50 ortalamayla en beğenilen tekstür, IR kurutma metoduyla kurutulan, yumurta tipi etten üretilen pastırma örneğine aittir.

4.2. Araştırmada Uygulanan Yöntemlere Ait Enerji Maliyet Hesapları

Bu çalışmadan yola çıkarak, endüstriyel boyutları 9m x 4m x 3m olan bir üretim alanında, terli kurutma aşamasında ve eşit miktarda üretilecek pastırma için öngörülen enerji sarfiyat maliyeti, IR kurutma için 63.5 TL/2gün, klima odasında kurutma için 1761 TL/5 gün olarak tespit edilmiştir. Açık alanda kurutmada doğal yollarla bir kurutma yapıldığı için herhangi bir enerji sarfiyatı söz konusu değildir. Bu hesaplardan da anlaşılacağı üzere IR kurutmanın klima odasında kurutmaya göre %97 daha karlı olduğu görülmektedir.

4.3. Araştırma Sonucunda Elde Edilen Bazı Önemli Bulgular

Daha önce de belirtildiği gibi, bu çalışmanın temel amacı kurutma prosesi gereği uzun bir üretim sürecine sahip olan pastırma üretiminde IR kurutma metodunun uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, endüstriyel alanda halen geleneksel üretim metoduyla yapılan üretimlerde yeni teknolojik uygulamalardan faydalanılabilmesi hedeflenmiştir. Sonuçta, geleneksel metot ile elde edilen ürün standartlarında hatta ondan daha kaliteli bir ürün elde etmek amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, pastırma prosesinin uzun süren bir aşaması olan terli kurutma aşamasında üç farklı kurutma metodunun son ürün üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, yapılan ön denemelerde metodlar için birbirine yakın en uygun sıcaklık, nem, hava akımı gibi koşullar belirlenip aynı karkastan elde edilen ve terli kurutma aşamasına kadar aynı süreçten geçen etler belirlenen koşullar altında terli kurutmaya tabi tutulmuştur. Terli kurutma safhası farklı sürelerde tamamlanan pastırma örnekleri için üretimin son proses aşaması olan çemenleme ve çemenli kurutma aşaması da ortak yürütülmüştür. Elde edilen pastırma örneklerinde sonuçlar fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal

yönden değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu bağlamda çalışmadan elde edilen önemli sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

1. Araştırmada kullanılan her üç kurutma metodu ile de standartlara uygun özelliklerde bir pastırma elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.
2. IR metot kullanılarak pastırma kurutma süreci süresinde önemli oranda kısalma sağlanmıştır. IR teknolojisinin, diğer et ürünlerinin kurutulması, pişirilmesi gibi ısı işlemlerine ait süreçlerde de değerlendirilebileceği düşünülmektedir.
3. IR kullanımı ile daha az enerji sarfıyatı ve daha düşük maliyetli bir pastırma üretimi mümkün olabileceği görülmüştür. Maliyeti düşük bir sistem oluşu itibarı ile endüstriyel alanda IR kullanımı teşvik edebilir.
4. Açık alan metoduyla kurutulan pastırma örneklerinde yaşanan kabuk oluşumu ve iç kısımdaki çiğlik probleminin, bu çalışmada uygulanan klima odası ve IR sistemi ile önlenemediği tespit edilmiştir. Tüketici tarafından kabul görmüş geleneksel pastırmada, esasında bir kusur olarak ortaya çıkan pastırma içi çiğlik (etin yeterince kurumaması) kontrollü koşullar altında gerçekleşen üretimle engellenebileceği bu çalışma ile teyit edilmiştir.
5. IR kurutma metodu ile üretilen pastırmanın, duyu analizi sonuçlarına göre iç ve dış rengi, yapısı ve tekstürü bakımından diğer metodlara göre daha tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.
6. Tuz oranı tüm örneklerde belirli kriterlere göre bir miktar yüksek bulunmuştur. IR metotla kurutulan örneklerde, diğer metodlara göre daha düşük seviyede tuz tespit edilmiştir.
7. Lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBA değeri, IR metotla üretilen pastırma örneklerinde daha düşük seviyede bulunmuştur.
8. Çalışmada belirlenen renk ölçüm sonuçlarına göre, klima odasında üretilen örnekler daha parlak ve kırmızı olarak tespit edilmiştir. Fakat klima odasında kurutulan pastırma örneklerinde dilimleme esnasında lifsi ve dağınık bir yapı ile karşılaşmıştır. Açık alanda üretilen pastırmalarda iç kısım çiğ kaldığı için kesit yüzey et renginden farklı tespit edilmemiştir. Kabuk kısmı ise oldukça sert yapıda ve aşırı kurumuş olmasına

bağlı olarak koyu kahverengi gibi istenmeyen bir renk oluşturmuştur. İnfrared metodla üretilen pastırma örneklerinde ise dilimleme sonrası iç ve dış kısım birbirine oldukça yakın görünümde tespit edilmiş ve diğer örneklerle göre daha muntazam dilimlenebilme özelliğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu bakımdan parlaklık ve renk konusunda IR metodla üretilen örnekler diğer metodlara göre daha tercih edilebilir.

9. Duyusal analiz değerlendirmelerinde özellikle panelistler arasına pastırma ustaları da dahil edilmiştir. Gerek bilgi ve birikim, gerek geleneksel yaklaşımlarını da göz önünde bulundurmak bakımından farklı pastırma ustalarının değerlendirmelerine başvurulmuştur. Duyusal analiz değerlendirmeleri sonucunda en tercih edilir pastırma örneği IR metodla üretilen örnekler olmuştur.

10. Ek-1.'deki tabloda da belirtildiği gibi pastırmada IR yöntemi ile yapılan terli kurutma işlemi enerji maliyeti, klima odasına göre % 97 daha karlıdır. Açık alanda herhangi bir enerji maliyeti söz konusu değildir. Bu nedenle de üreticinin tercih sebebidir. Fakat yılın dört mevsimi üretim yapan işletmelerde, hava koşullarının değişkenliği ele alındığında üreticinin kontrollü koşullara bağlı bir üretim metodu seçmesi gerekmektedir. Klima odalarında kurutma işleminin yaygın olarak bu amaç için kullanılmasına rağmen enerji maliyetlerinin yüksek oluşu üreticiyi hava koşullarına bağlı sezonluk üretim yapma eğilimine itmiştir. Bu da birtakım depolama sorunlarına ve maliyetine neden olmaktadır. Bu çalışma ile IR yöntemin, tüm bu metodlara göre gerek üretim süresi ve ürün kalitesi gerekse üretim enerji maliyeti bakımından daha avantajlı olduğu ortaya konmuştur.

4.4. Araştırma Sonucunda Yapılabilecek Öneriler

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultuda yapılabilecek öneriler şu şekilde özetlenebilir;

1. Tüm çalışmalar için farklı sıcaklık-nem-hava akımı-zaman kombinasyonları oluşturularak daha düşük nem seviyelerinde ürün elde edilmesine bağlı olarak raf ömrü değişkenliği incelenebilir. Özellikle IR metot için ürünün zamana bağlı kuruma seviyesi belirlenebilir.

2. Bu çalışmada denenen IR kurutma metodu, pastırma üretimin tüm kurutma safhalarında (ön kurutma ve çemenli kurutma) da denenerek nem ve ürünün raf ömrü üzerine etkisi araştırılabilir.
3. Bu çalışmada tuz oranları tebliğde belirtilen orandan yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni tuzun kalitesinden, aşırı kürlemeden veya kürleme sonrası yeterli yıkama yapılmamasından kaynaklanabilir. Kürleme aşamasında tuz miktarı azaltılarak ya da yıkama prosesi etkinleştirilerek son üründe tuz oranı azaltılabilir ve çalışma tekrarlanabilir. Özellikle IR kurutmanın, üründeki tuz üzerine olası etkileri araştırılabilir.
4. Çalışmada örneklerin tümüne ait parlaklık ve kırmızılık değerleri düşük tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığının pastırma rengine olumlu etkisi de düşünülerek, özellikle IR ve klima odasında uygulanan sıcaklık değerleri 2-3 ° C artırılarak daha iyi bir sonuç elde etmek için çalışma tekrarlanabilir.
5. Sığır etinin diğer kas türleri için de aynı çalışma tekrarlanabilir. Ayrıca farklı hayvan etlerinden (koyun, deve, manda) pastırma üretimi, IR metod kullanılarak denenebilir.
6. Özellikle sığır etinin yağlı kısımlarından IR metodla pastırma üretimi denenerek TBA değerindeki etkileşim ölçülebilir.
7. Kürlemede kullanılan nitrit miktarı daha da azaltılarak aynı çalışma tekrarlanabilir. Ayrıca IR metod kullanılarak nitrat ve nitritsiz pastırma üretimi çalışılabilir.
8. Tasarlanan kabin farklı sıcaklık değerlerinde diğer et ürünlerinin fermentasyon, kurutma prosesleri içinde değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anonymous, 2002. TS 1071 Pastırma Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
2. İnat G., 1999. Pastırma üretiminde kritik kontrol noktalarında kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi ve iyileştirme koşullarının araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
3. Norman, G.A. ve Corte, O.O., 1985. Dried Salted Meats: Charque and Carne-de-sol. **FAO Publications**, No:51.
4. Kolsarıcı, N. Atıcı, H., 1995. Geleneksel Türk Et ürünleri'nin Türkiye Ekonomisindeki Yeri. **Standart Teknik ve Ekonomik Dergi**, Özel Sayı, 69-73.
5. Demirkaya, A. K., 2010. Glukano Delta Lakton Kullanımının Pastırmanın Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum.
6. Uzun, T., 2010. Farklı Paketleme Tekniklerinin, Tavuk Pastırmasının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon.
7. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 1995. Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. A.Ü. Yayın No:751. Erzurum.
8. Doğruer, Y., 1992a. Farklı Tuzlama Süreleri ve Baskılama Ağırlıklarının Pastırma Kalitesine Etkileri Üzerine Araştırmalar. S.Ü. Sağ. Bil. Enst. Doktora Tezi, Konya.
9. Kolsarıcı, N. Atıcı, H., 1995. Geleneksel Türk Et ürünleri'nin Türkiye Ekonomisindeki Yeri. **Standart Teknik ve Ekonomik Dergi**, Özel Sayı, 69-73.

10. Fellows, P., 2000. Properties of Foods and Processing Theory. In Food Processing Technology. Second Edition. **Woodhead Publishing Limited**, 575p. Cambridge, İngiltere.
11. Işıksal S., 2006. Sucuk ve Pastırmanın Sorpsiyon İzotermelerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
12. Leistner, L. ve Rödel, W., 1974. Water Relations of Foods. Proceedings of an International Symposium held in Glasgow, **Acedemic Press**, San Francisco, 309-323.
13. Uğuz Ş, 2007. Pastırmadaki Proteolitik Değişimlere Tuz Miktarının Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
14. Aquilanti L., Santarelli S., Silvestri G., Osimani A., Petruzzelli A., Clementi F., 2007. The microbial ecology of a typical Italian salami during its natural fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, 120:136.
15. Gökalg, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. 2002. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları Serisi No:70, Erzurum.
16. Comaposada, J., Gou, P. ve Arnau, J., 2000. The efect of sodium chloride content and temperature on pork meat isotherms. **Meat Science**, 55, 291-295.
17. Anonymous, Et ve Et Ürünleri Tebliği, 2012. Türk Gıda Kodeksi, Ankara.
18. Özeren, T., 1980. Pastırmanın olgunlaşması sırasında mikroflora ve bazı kimyasal niteliklerinde meydana gelen değişiklikler üzerine incelemeler. A.Ü. Vet. Fak., Uzmanlık Tezi, Ankara.
19. Salama, A.N., Khalafalla, G.M., 1987. Microbiological and Chemical studies during basterma cured meats processing. **Arch. Lebensmittelhyg**, 38.(2), 57-61.
20. Frankel, E. N., 1984. Lipid Oxidation: Mechanism, Products and Biological Significance. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 61, 1908-1917.

21. Nergiz, C. ve Ünal, K., 1986. Lipidlerin bozulması üzerine metallerin etkileri. **Ege Üniversitesi Müh. Fak. Dergisi**, 4(1); 89-97.
22. Stahnke, L.H., 1995a. Dried Sausages Fermented with *Staphylococcus xylosus* at Different Temperatures and with Different Ingredient Levels. **Part I. Chemical and Bacteriological Data. Meat Science**, 41(2), 179-191.
23. Katsaras, K., Launtenschläger, R. ve Bosckova, K., 1996. Physikalisch-chemische vorgänge bei der herstellung von pastirme. **Fleischwirtschaft**, 76 (3), 136-142.
24. Alkan, M., 1987. Pastırmanın Üretim Teknolojisi ve Kalite Kontrolü. **Tübitak İhtisas Komisyonu Toplantısı Raporları**, XIII. Ankara
25. Kocabıyık ve Demirtürk, 2008. 5(3), Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. **Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi**, Tekirdağ.
26. Ratti, C., ve Mujumdar, A. S. ,1995. Infrared drying. **In S. M. Arun (Ed.), Handbook of industrial drying**, New York, Marcel Dekker, Inc.,2, 567–588.
27. Rastogi N., K., 2012. Recent Trends and Developments in Infrared Heating in Food Processing. Department of Food Engineering, Central Food Technological Research Institute, Council of Scientific and Industrial Research, Hindistan.
28. Sandu C., 1986. Infrared radiative drying in food engineering: a process analysis. **Biotechnol. Prog.** 2, 109–119.
29. Hebbar, U.H. ve Rastogi, N.K. , 2001. Mass transfer during infrared drying of cashew kernel. **Journal of Food Engineering**, 47, 1–5.
30. Datta, A.K., Ni, H., 2000. Infrared and hot-air-assisted microwave heating of foods for control of surface moisture. **Journal of Food Engineering**, 51 (2002), 355-364.
31. Deng Y., Luo Y., Wang Y., Yue J., Liu Z., ZhongaY., Zhao Y., Yang H.,2014. Drying-induced protein and microstructure damages of squid fillets affected

- moisture distribution and rehydration ability during rehydration. **Journal of Food Engineering**, 123, 23–31.
32. Dewi, R. S., Huda, N., ve Ahmad, R., 2011. Changes in the physicochemical properties, microstructure and sensory characteristics of shark dendeng using different drying methods. **American Journal of Food Technology**, 6, 149e157.
 33. Erdoğdu, S. B., Ekiz, H. İ., Erdoğdu, F. Atungulu, G. G., ve Pan, Z., 2010. Industrial applications of infrared radiation heating and economic benefits in food and agricultural processing. **Infrared Heating for Food and Agricultural Processing, CRC Press**, 237-275.
 34. Nowak, D. ve Lewicki, P.P. , 2004. Infrared drying of apple slices. **Innov. Food Sci. Emerg. Technol.** 5: 353–360.
 35. Mongpraneet, S., Abe, T., Tsurusaki, T., 2002. Accelerated drying of welsh onion by far infrared radiation under vacuum conditions. **Journal of Food Engineering**, 55, 2, 147–156.
 36. Celmaa, A.,R., Cuadrosb, F., López-Rodríguezc, F., 2009. Characterisation of industrial tomato by-products from infrared drying process. **Elsevier, Food and Bioproducts Processing**, 87, 282–291.
 37. Tekinşen, O.C. ve Doğruer, Y., 2000. Pastırma. From Every Aspects. Selcuk University Press, Konya.
 38. Heikal, H. A., Saied, S.Z. ve El Dashlouty, M.S., 1972. Histological changes in meat tissues during pastırma production. **Agric. Res. Rev.** 50:253-266.
 39. Flores, J. Marcus, J.R., Nieto, P. Navarro, J.L. ve Lorenzo, P. 1997. Effect of processing conditions on proteolysis and taste of dry-cured sausages. **Z. Lebensm. Unters. Forsch.** 204:168-172.
 40. Koohmaraie, M., 1994. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, 36:93-104.

41. Gürbüz, Ü., 1994. Pastırma Üretiminde Değişik Tuzlama Tekniklerinin Uygulanması ve Kaliteye Etkileri, Selçuk Üniversitesi, Konya.
42. Ruusunen, M. ve Puolanne, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, 70, 531–541.
43. Pearson, AM., Gillett, TA., 1996. Processed Meat. **Chapman and Hall**, 448, New York.
44. Bostan, K., Aksu, H., Ozgen, O., ve Ugur, M., 2001. Survival of Campylobacter jejuni in Turkish fermented sausage. **Archiv fur Lebensmittelhygiene**, 52: 119-121.
45. Mann, I., 1960. Meat Handling in Underdeveloped Countries. Slaughter and Preservation . **FAO Agricultural Development Paper**, 70-140.
46. Müller, W.D., 1991. Curing and Smoking. **Fleischwirtsch**, (2) 8-17.
47. Vösgen, W., 1992, Curing; Are nitrite and nitrate necessary or superfluous as curing substances. **Fleischwirtsch**, 72 (12), 1675-1678.
48. Leistner, L., 1985b. Empfehlungen für sichere produkte. In: Mikrobiologie und qualitat von rohwurst und rohschinken. **Bundesansalt für Fleischforschung**, Kulmbach, 219-244, Almanya.
49. Kaya, M., Aksu, M.İ. ve Gökalp, H.Y., 1996. Dry-curing raw meat products. **Symposium of Meat and Meat Products '96**, İstanbul Univ. Vet. Fac., 26–34, İstanbul.
50. Billaud, C., ve Adrian, J. 2001. Fenugreek: composition, nutritional value and physiological properties. **Sciences Des Aliments**, 21, 3–26.
51. Askar, A., B-Şamahy, SK , Shehat a, H.A, ve Tav.lik. M. , 1993. Pasterma and beef bouillon. The effect of substituting Ka and K-lactate for sodium chloride. **Fleischwirtsch**. 73, 3, 269-292.
52. Yetim, H., Kayacier, A., Kesmen, Z. ve Sağdıç, O., 2006. The effects of nitrite on the survival of Clostridium sporogenes and the autoxidation properties of the Kavurma. **Meat Science**, 72(2), 206–210.

53. Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson, C.L., Perez-Alvarez, J.A. and Kuri, V., 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. **Meat Science**, 69, 371–380.
54. Anonymous, TS EN ISO 16654, 2003. Gıda ve hayvan yemlerinin mikrobiyolojisi-Escherichia coli 0157'nin tespiti için yatay yöntem. **TSE**, Ankara.
55. Anonymous, TS 6582-1 EN ISO 6888-1, 2001. Gıda ve hayvan yemlerinin Mikrobiyolojisi-Koagulaz-Pozitif stafilocokların (staphylococcus aureus ve diğer türler) sayımı için yatay metod-Bölüm 1: Baird-Parker agar besiyeri kullanarak. **TSE**, Ankara.
56. Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, 381, Ankara.
57. Anonymous, 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz, W. (Ed.), 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg.
58. Dokuzlu, C., 2004. Gıda Analizleri. Marmara Kitap Evi Yayınları, 346s.,Bursa.
59. AOAC, Analysis code 990.03, 2000. In Official Methods of Analyses of AOAC International, 17th Ed 1(4), Washington DC, Association of Official Analytical Chemists, 26-27.
60. Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1991. Pearson's composition and analysis of foods. **9th Edition, Longman Scientific and Technical**, 708, İngiltere.
61. Mitumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P., Buckley, J., 2005. Addition of tea catechins and vitamin C in sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. **Meat Science**, 69: 773-779.
62. Taucmann, F., 1987. Methoden Der Chemischen Analytik Von Fleisch Und Fleischwaren. **Bundesanstalt Für Fleischforschung, Klumbach**, 80.

63. Ulu, H., 2004. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. **Meat Science**, 67 (4): 683-687.
64. Hastaoğlu, E., 2011. Potasyum Klorür Kullanımının Pastırmanın Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
65. Ekmekçi, M., 2012. Tuzu Azaltılmış Pastırma Üzeriminde Potasyum Klorür ve Kalsiyum Klorür Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
66. Anonymous, TS EN ISO 6579, 2005. Mikrobiyoloji - Gıda ve hayvan yemleri - Salmonella türlerinin belirlenmesi için yatay yöntem. **TSE**, Ankara.
67. Anonymous, TS EN ISO 15213, 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. **Technical Committee ISO/TC,34**.
68. Anonymous, Minitab 16 Versiyon. Minitab 16 User Guide, Minitab, Ltd., ABD.
69. Doğruer, Y., Gürbüz, Ü., Nizamoğlu M., 1995. Konya’da Tüketime Sunulan Pastırmaların Kalitesi. **Vet. Bil. Derg.**, 11,2:77-81.
70. Çankaya, H., 1997. Kalsiyum Klorürün (CaCl_2) Pastırmanın Bazı Kalite ve Teknolojik Özelliklerine Etkisi. Atatürk Üni. Fen Bil. Enst., Gıda Müh. Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
71. Aksu, M. İ., 1999. Pastırma üretiminde starter kültür kullanım imkanları üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Doktora Tezi, 153s, Erzurum.
72. Gür, H., 1996. Pastırmanın bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine sodyumaskorbatın etkisi üzerinde araştırma. Ankara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 28s, Ankara.
73. Aksu, M. ve Kaya, M., 2001. Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Pastırmaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. **Türk.J. Vet. Anim. Sci.**, 25,319- 326.

74. Ahhmed, A. M., Kaneko, G., Ushio, H., Inomata T., Yetim, H., Karaman, S., Muguruma, M., Sakata, R., 2013. Changes in physicochemical properties of proteins in Kayserian Pastirma made from the M. semimembranosus muscle of cows during traditional processing. **Food Science and Human Wellness**, 2, 46–55.
75. Rodriguez-Nunez, E., Aristoy, M. C., ve Toldra, F., 1995. Peptide generation in the processing of dry-cured ham. **Food Chemistry**, 53, 187–190.
76. Çakıcı, N., 2012. Sırt, Bohça, Şekerpare ve Kuşgözü Pastırma Çeşitlerinin Kalite Özellikleri. Atatürk Üni. Fen Bil. Enst., Gıda Müh. Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
77. Ceylan, S., 2009. Bazı Pastırma Çeşitlerinin (Sırt, Bohça, Şekerpare) Serbest Amino Asit Kompozisyonu. Atatürk Üni. Fen Bil. Enst., Gıda Müh. Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
78. Sheridan, P., Shilton, N., 1999. Application of far infra-red radiation to cooking of meat products. **Journal of Food Engineering**, 41 (1999) 203-208.
79. Deng, Y., Wu, J., Su, S., Liu, Z., Ren, L., Zhang, Y., 2011. Effect of Far-Infrared Assisted Heat Pump Drying on Water Status and Moisture Sorption Isotherm of Squid (*Illex illecebrosus*) Fillets. *Drying Technology*, 29: 1580–1586.
80. Öztan, A., Vural, Halil., 1993. Sığır etinde su tutma kapasitesi ve serbest su oranı değişimi üzerine bir araştırma. Hacettepe Üni. Mühendislik Fak. Gıda Müh. Bölümü., Gıda (1993) 18 (1) 29-33, Ankara.
81. Morrissey, P., Mulvihill, D., ve O'Neill, E., 1987. Functional properties of muscle proteins. **B. J. F. Hudson (Ed.)**, Developments in food proteins-5 (195–256).
82. Sofos, J. N., 1986. Use of phosphates in low-sodium meat products. **Food Technology**, 40, 52 (54–58, 60, 62, 64, 66, 68-69).
83. Beğendik, M., 1991. Pastırmanın Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerine Sodyum Nitritin ve Tuzlama Şeklinin Etkisi Üzerine Araştırma. Ankara

Üniv. Fen Bil. Enst., Gıda Bil. ve Tekn. Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.,
Ankara,

84. Sanabria, C., Martin-Álvarez, P. J. ve Carrascosa, A.V. , 2004. Colour and moisture changes during the manufacture of Iberian dry-cured ham. **Food Science Technology International**, 10(4), 269–275.
85. Andres, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E. ve Ruiz, J., 2004. Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured hams with different salt contents and processing conditions. **Food Chemistry**, 84, 375–381.
86. Anonymous, Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, 2011. **Türk Gıda Kodeksi**, Ankara.
87. Ingham, SC., Ingham, BH., Borowski, AG., 2009. Lethality of home-style dehydrator processes against *Escherichia coli* O157:H7 and salmonella serovars in the manufacture of ground-and-formed beef jerky and the potential for using a pathogen surrogate in process validation. **Journal of Food Protection**, 2028-2225, 2056-2064(9).
88. Morales, R., Serra, X., Guerrero, L., ve Gou, P., 2007 b. Softness in dry-cured porcine biceps femoris muscles in relation to meat quality characteristics and processing conditions. **Meat Science**, 77, 662–669.

EKLER

Ek-1. İnfrared Metot İle Klima Odası Maliyet Hesabı

Boyutları 9m x 4m x 3m olan klima oda kapasitesine göre bir maliyet hesabı yapılmıştır. Bu hesaplama sadece terli kurutma safhası için yapılmıştır.

A- Klima Odası Maliyet Hesabı

A1- Klima odası buhar kullanımı için doğalgaz maliyeti

Buhar serpantin kapasitesi 11.5 kg'dır. Klima odası her 5dk'da bir buhar almaktadır. Saatte 12 kez buhar almaktadır. Günde 288 defa serpantine buhar girişi olmaktadır. Klima odasında 5 gün süre ile kurutulan bir pastırmada 1440 kez buhar girişi olmaktadır. Serpantin kapasitesi 11.5 kg'dır ve her buhar alışında 11.5 kg buhar kullanılmaktadır. 5 gün boyunca buhar serpantinine 16560 kg buhar girişi olmaktadır.

1 kg buhar 600 kcal'dır. 1 m³ doğalgaz alt ısı değeri 8250 kcal'dır.

$600/8250 = 0.072 \text{ m}^3$ (1 kg buhar üretmek için 0.072 m³ doğalgaza ihtiyaç vardır).

5 gün boyunca klima odasında 16560 kg buhar kullanıldığına göre;

$16560 \times 0.072 = 1192.32 \text{ m}^3$ doğalgaz kullanılmaktadır. Doğalgazın birim fiyatı 1.217 TL/ m³'dür.

$1192.32 \times 1.217 = \mathbf{1451.05 \text{ TL}}$ klima odasında 5 günlük kurutma için gerekli doğalgaz maliyetidir.

A2- Klima odası hava sirkülasyonu için elektrik maliyeti

Klima odası hava sirkülasyonu için 7.5 kW'lık fan motoru kullanılmıştır. 5 gün 24 saat boyunca klima fanı çalıştırıldığına göre 900 kW'lık bir enerji harcanır.

Elektrik birim fiyatı 0.239 TL/kW'dır.

$900 \times 0.239 = \mathbf{215.1 \text{ TL}}$ klima odasında 5 günlük kurutma için hava sirkülasyonu maliyetidir.

A3- Klima odası buhar üretimi için elektrik maliyeti

11 kW'lık buhar kazanı fan motoru, herbiri 4 kW'lık 2 adet buhar kazanı besli pompası, kullanılmıştır. Buhar kazanı klima odalarının buhar ihtiyacını karşılamak için 1 saat içerisinde 3 kez çalışıp, her çalışmasında 10 dakika çalışıp durmaktadır. 1 saatte 30

dakika çalışan buhar kazanı 24 saatte 7 saat 20dk çalışmaktadır. 5 günlük zaman içinde ise 36 saat çalışır. 36 saat için elektrik sarfıyatı 396 kW'dır.

Elektrik birim fiyatı 0.239 TL/kW'dır.

$396 \times 0.239 = 94.65$ TL klima odasında 5 günlük kurutma için buhar üretim maliyeti.

Not: Bu değer hava şartlarına göre değişkenlik gösterebilir.

Ortalama Toplam Maliyet : $1451.05 \text{ TL} + 215.1 \text{ TL} + 94.65 \text{ TL} = 1760.8 \text{ TL} / 5 \text{ gün}$

B- İnfrared Kabin Maliyet Hesabı

B1- IR kabinde kullanılan ampuller için elektrik maliyeti

Çalışmada kabinin alanı gereği 1 adet 250 watt IR ampul kullanılmıştır. Klima odası ebatlarında bir IR kabin tasarımı için 5 adet IR ampülün hacimsel bakımdan yeterli olacağı düşünülmektedir.

$5 \times 250 \text{ Watt} = 1250 \text{ Watt}$ (toplam Watt) , $1250 \text{ Watt} = 1.25 \text{ kW}$ 'dır.

2 günlük bir kurutma prosesi için gerekli elektrik sarfıyatı $48 \times 1.25 = 60 \text{ kW}$

$60 \times 0.239 = 14.34$ TL IR kabinde 2 günlük kurutma için IR ampullerin elektrik maliyetidir.

B2- IR kabinde kullanılan fanlar için elektrik maliyeti

Odada belirli bir hava akımı oluşturmak için 4 adet 0.75 kW'lık fan planlanmıştır.

$4 \times 0.75 = 3 \text{ kW}$ (toplam kW), $48 \times 3 = 144 \text{ kW}$ (kurutma süresince toplam kW)

$144 \times 0.239 = 34.416$ TL IR kabinde 2 günlük kurutma için fan elektrik maliyeti.

Ortalama Toplam Maliyet : $14.34 \text{ TL} + 34.416 \text{ TL} = 48.8 \text{ TL} / 2 \text{ gün}$

Çalışmada Uygulanan Kurutma Metodlarına Ait Enerji Maliyetleri

Kurutma Metodu	Terli Kurutma Süresi (gün)	Buhar üretimi için doğalgaz maliyeti (TL)	Buhar üretimi için elektrik maliyeti (TL)	Hava sirkülasyonu için elektrik maliyeti (TL)	IR kabinde kullanılan ampuller için elektrik maliyeti (TL)	IR kabinde kullanılan fanlar için elektrik maliyeti (TL)	Toplam enerji maliyeti (TL)
Açık Alan	7 gün	-	-	-	-	-	0 TL/7 gün
Klima Odası	5 gün	1451 TL/5gün	95 TL/5 gün	215 TL/5 gün	-	-	1761 TL/5 gün
IR	2 gün	-	-	-	14.5 TL/2 gün	49 TL/2 gün	63.5 TL/2 gün

Not: Yukarıda belirtilen hesaplamalar, her bir metod için aynı miktarda ürün üretimi için öngörülmüştür.

Ek-2. Pastırma Örneklerine ait Terli Kurutma Proses Fotoğrafları



Açık Alan Kurutma



Klimatik Odada Kurutma



İnfrared Kurutma

Ek-3. Pastırma Örneklerine ait Son Ürün Fotoğrafları



Ek-4. Pastırma Örneklerinin Duyusal Analizinde Kullanılan Panel Formu

PANELİST FORMU

Panelistin
Adı/Soyadı
Mesleği
Yaşı

ÖRNEK	TARİH	LEZZET	RENK	GÖRÜNÜM	TEKSTÜR

Puanlama

1	Red
2	Kabuledilebilir
3	İyi
4	Çok iyi
5	Mükemmel

Ek-5. Pastırma Örneklerine ait Analiz Sonuçları

Ek-5.1 Pastırma Örneklerine ait Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Kurutma Metodu	Et tipi	Tekerrür	Nem Miktarı	Su Aktivitesi	Tuz	pH Değeri	Yağ Miktarı	TBA	Nitrit	Protein
AK	K	1	34.78	0.849	9.4	5.73	4.27	0.2808	18.701	36.9
AK	K	2	34.82	0.840	9.2	5.73	6.05	0.2982	18.489	36.8
AK	K	3	37.47	0.837	8.7	5.73	5.81	0.2906	19.097	37.1
AK	Y	1	41.37	0.844	8.6	5.67	6.45	0.1586	18.554	36.6
AK	Y	2	32.66	0.846	8.8	5.68	7.29	0.1414	18.674	36.3
AK	Y	3	38.69	0.848	8.7	5.70	7.45	0.1655	19.027	36.6
KK	K	1	42.56	0.846	8.1	5.75	4.78	0.2981	17.336	37.0
KK	K	2	43.59	0.858	8.7	5.80	4.68	0.3554	17.943	37.4
KK	K	3	41.69	0.852	8.5	5.81	3.17	0.2883	17.634	37.0
KK	Y	1	42.63	0.875	8.9	5.72	6.03	0.3509	17.330	37.0
KK	Y	2	43.26	0.868	9.3	5.73	6.15	0.2951	17.391	37.2
KK	Y	3	41.96	0.870	8.8	5.73	4.45	0.3113	17.890	37.3
IK	K	1	42.03	0.873	7.8	5.79	4.39	0.1060	17.358	38.7
IK	K	2	40.22	0.869	8.1	5.79	4.45	0.0571	18.327	38.7
IK	K	3	41.25	0.859	7.6	5.77	3.59	0.0605	17.328	38.8
IK	Y	1	38.84	0.870	8.4	5.74	7.84	0.1379	17.427	38.7
IK	Y	2	38.32	0.871	8.4	5.73	9.53	0.1008	17.429	38.7
IK	Y	3	39.84	0.862	8.0	5.76	6.84	0.1468	17.160	38.8

Ek-5.2 Pastırma Örneklerine ait Renk Analiz Sonuçları

Kurutma Metodu	Et Tipi	Tekerrür	L	a	b
AK	K	1	24.69	8.85	4.97
AK	K	2	25.41	9.96	4.28
AK	K	3	24.98	9.59	4.24
AK	Y	1	27.05	9.61	4.02
AK	Y	2	28.31	10.70	3.35
AK	Y	3	27.08	10.88	3.37
KK	K	1	32.75	15.14	1.24
KK	K	2	33.35	12.87	2.20
KK	K	3	32.55	14.03	1.76
KK	Y	1	34.75	15.49	2.29
KK	Y	2	32.40	15.95	1.30
KK	Y	3	35.62	14.92	0.51
IK	K	1	29.49	12.19	2.64
IK	K	2	29.46	12.28	2.52
IK	K	3	31.51	11.50	2.37
IK	Y	1	30.59	12.99	2.64
IK	Y	2	30.15	13.55	2.37
IK	Y	3	32.09	13.37	1.80

Ek-5.3 Pastırma Örneklerine ait TPA Analiz Sonuçları

Kurutma Metodu	Et Tipi	Tekerrür	Sertlik	Yapışkanlık	Elastikiyet	Bağlılık	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik
AK	K	1	17.54	79.40	1.47	0.51	25.35	27.00
AK	K	2	14.67	87.79	1.50	0.62	29.00	28.61
AK	K	3	16.79	80.55	1.60	0.58	28.63	27.48
AK	Y	1	19.50	84.87	1.68	0.62	24.63	28.30
AK	Y	2	17.34	81.59	1.62	0.59	27.52	30.46
AK	Y	3	18.55	88.08	1.63	0.52	25.21	32.79
KK	K	1	34.04	64.91	1.71	0.67	22.79	26.05
KK	K	2	30.63	64.83	1.69	0.62	24.21	28.72
KK	K	3	31.95	67.97	1.65	0.59	26.23	25.05
KK	Y	1	30.28	69.13	1.63	0.56	28.09	26.39
KK	Y	2	24.55	63.98	1.52	0.46	26.79	26.11
KK	Y	3	30.64	69.07	1.69	0.60	28.20	25.46
IK	K	1	22.42	63.15	1.72	0.64	24.45	26.42
IK	K	2	30.28	64.17	1.69	0.68	25.75	26.87
IK	K	3	23.89	64.99	1.69	0.61	24.56	27.74
IK	Y	1	28.26	64.60	1.70	0.61	22.55	27.28
IK	Y	2	26.92	65.02	1.64	0.61	27.69	24.79
IK	Y	3	28.55	64.76	1.69	0.62	22.06	26.70

Ek-5.4 Pastırma Örneklerine ait Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Kurutma Metodu	Et tipi	Tekerrür	<i>Salmonella</i> türleri (bak./25g)	Koagülaz Pozitif Stafilokok (kob/g)	Sülfid İndirgeyen anaerobik bakteri sayımı (Clostridia)-SRE (kob/g)
AK	K	1	Üremedi	<10	<10
AK	K	2	Üremedi	<10	<10
AK	K	3	Üremedi	<10	<10
AK	Y	1	Üremedi	<10	<10
AK	Y	2	Üremedi	<10	<10
AK	Y	3	Üremedi	<10	<10
KK	K	1	Üremedi	<10	<10
KK	K	2	Üremedi	<10	<10
KK	K	3	Üremedi	<10	<10
KK	Y	1	Üremedi	<10	<10
KK	Y	2	Üremedi	<10	<10
KK	Y	3	Üremedi	<10	<10
IK	K	1	Üremedi	<10	<10
IK	K	2	Üremedi	<10	<10
IK	K	3	Üremedi	<10	<10
IK	Y	1	Üremedi	<10	<10
IK	Y	2	Üremedi	<10	<10
IK	Y	3	Üremedi	<10	<10

Ek-5.5 Pastırma Örneklerine ait Duyusal Analiz Sonuçları

Kurutma Metodu	Et Tipi	Panelist	Lezzet	Renk	Görünüm	Tekstür
AK	K	1. Panelist	2	1	2	3
AK	K	2. Panelist	2	2	2	2
AK	K	3. Panelist	1	2	4	2
AK	K	4. Panelist	3	2	3	3
AK	K	5. Panelist	2	2	2	1
AK	K	6. Panelist	2	2	2	3
AK	K	7. Panelist	2	2	1	2
AK	K	8. Panelist	3	1	2	2
AK	K	9. Panelist	3	3	2	2
AK	K	10. Panelist	2	5	3	1
AK	Y	1. Panelist	2	2	2	2
AK	Y	2. Panelist	1	3	3	2
AK	Y	3. Panelist	3	2	2	2
AK	Y	4. Panelist	3	3	2	2
AK	Y	5. Panelist	2	3	2	3
AK	Y	6. Panelist	1	2	2	2
AK	Y	7. Panelist	2	3	3	2
AK	Y	8. Panelist	2	5	1	2
AK	Y	9. Panelist	2	1	2	2
AK	Y	10. Panelist	2	2	2	1
KK	K	1. Panelist	3	3	2	3
KK	K	2. Panelist	2	3	3	3
KK	K	3. Panelist	1	2	3	2
KK	K	4. Panelist	2	2	2	2
KK	K	5. Panelist	3	4	2	2
KK	K	6. Panelist	4	3	2	3
KK	K	7. Panelist	2	2	2	3
KK	K	8. Panelist	2	2	3	2
KK	K	9. Panelist	1	2	1	2
KK	K	10. Panelist	2	5	2	2
KK	Y	1. Panelist	2	3	2	2
KK	Y	2. Panelist	2	2	2	2
KK	Y	3. Panelist	1	2	2	1
KK	Y	4. Panelist	2	3	2	2
KK	Y	5. Panelist	3	2	2	3
KK	Y	6. Panelist	2	2	2	2
KK	Y	7. Panelist	1	1	2	2
KK	Y	8. Panelist	2	2	2	2
KK	Y	9. Panelist	3	3	3	4
KK	Y	10. Panelist	2	2	3	2
IK	K	1. Panelist	3	3	2	3
IK	K	2. Panelist	2	3	3	3
IK	K	3. Panelist	4	3	3	5
IK	K	4. Panelist	3	4	3	3
IK	K	5. Panelist	2	2	2	2
IK	K	6. Panelist	3	3	3	2
IK	K	7. Panelist	4	3	4	4
IK	K	8. Panelist	2	5	2	1
IK	K	9. Panelist	3	2	2	2
IK	K	10. Panelist	3	2	5	2
IK	Y	1. Panelist	5	3	2	5
IK	Y	2. Panelist	3	2	2	2
IK	Y	3. Panelist	2	4	2	3
IK	Y	4. Panelist	5	3	5	3
IK	Y	5. Panelist	3	2	3	5
IK	Y	6. Panelist	2	3	2	2
IK	Y	7. Panelist	5	5	3	4
IK	Y	8. Panelist	4	5	3	3
IK	Y	9. Panelist	3	3	3	5
IK	Y	10. Panelist	3	4	3	3

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı, Soyadı : S. Gülsüm BATMAN

Uyruğu : Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri : 31/10/1982 Kayseri / Develi

E Mail: : gulsumbatman@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği	2004
Lise	Develi Anadolu Lisesi	2000

YABANCI DİL

İngilizce