



**KAZ ETİNDE TUZLAMA VE SOĞUKTA
KURUTMA KİNETİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Ali Murat KESEMEN

Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

2025
(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**KAZ ETİNDE TUZLAMA VE SOĞUKTA KURUTMA KİNETİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

(Determination of Salting and Cold Drying Kinetics in Goose Meat)

DOKTORA TEZİ

Ali Murat KESEMEN

Danışman: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Erzurum
Aralık, 2025



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof.Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında Ali Murat KESEMEN tarafından hazırlanan “**Kaz etinde tuzlama ve soğukta kurutma kinetiklerinin belirlenmesi**” başlıklı çalışma 23/12/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği - Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı’nda **Doktora** tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof.Dr. Güzin KABAN <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi (Danışman):	Prof.Dr. Ahmet AKKÖSE <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Prof.Dr. Rıdvan KOÇYİĞİT <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. Ali SOYUÇOK <i>BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. Tolga AKCAN <i>DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

24/12/2025
Prof.Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü
e-imza



ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında sunulan “Kaz Etinde Tuzlama ve Soğukta Kurutma Kinetiklerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	8	30
Kuramsal Temeller	0	30
Materyal ve Metot	23	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	12	20
Sonuçlar	0	20
Tezin Geneli	11	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Ali Murat KESEMEN	Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
28.11.2025	28.11.2025
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle her zaman yanımda olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye içten teşekkür ederim. Hem akademik birikiminin oluşmasında hem de bu çalışmanın her aşamasında kendisinin desteğini ve rehberliğini hissetmek benim için büyük bir şanstı. Sağladığı güven, sabır ve yönlendirmeler, bu tezin ortaya çıkmasına önemli katkı sağlamıştır.

Tez çalışmasının ilerleyişinde değerli görüşleriyle yolumu açan Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya ve laboratuvar çalışmalarının planlanmasından sonuçların değerlendirilmesine kadar pek çok aşamada bilgi ve tecrübesiyle yanımda olan Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a da teşekkür ederim. Her iki hocamın akademik yaklaşımları ve katkıları, bu çalışmanın daha sağlam bir temele oturmasını sağlamıştır.

Araştırmanın yürütülmesinde her aşamada desteğini esirgemeyen, laboratuvar çalışmalarında bilgi ve deneyimiyle sürecin sağlıklı ilerlemesine önemli katkı sağlayan değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Mine KIRKYOL'a, ayrıca yürüttüğüm analizler için laboratuvar olanaklarını sağlayarak çalışmanın tamamlanmasına önemli katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI ve Sayın Doç. Dr. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ'a teşekkür ederim. Bu süreçte kendilerinin sağladığı yardım ve imkânlar, çalışmanın birçok aşamasında kolaylık sağlamıştır.

Tez sürecinde ve hayatımın her döneminde, bu yolculuğun en yorucu ve zorlayıcı anlarında dahi sabrı, anlayışı ve sevgisiyle yanımda duran, bana her koşulda güç veren sevgili eşim Büşra KESEMEN'e gönülden teşekkür ederim. Ayrıca sabırları, destekleri ve sevgileriyle her zaman arkamda duran aileme; babam Bülent KESEMEN, annem Belgin KESEMEN ile kardeşlerim Hülya KESEMEN ve Yusuf Can KESEMEN'e minnettarım.

Bu çalışmayı FDK-2023-12160 proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi BAP Birimi'ne de sağladıkları katkıdan dolayı teşekkür ederim.

Ali Murat KESEMEN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KAZ ETİNDE TUZLAMA VE SOĞUKTA KURUTMA KİNETİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ali Murat KESEMEN

Danışman: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Amaç: Çalışma, kaz göğüs etinin tuzlama ve soğukta kurutma süreçlerindeki kinetiklerin belirlenmesi ve bu işlemlerin son ürün özellikleri üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böylelikle geleneksel işleme yöntemlerinin bilimsel olarak ele alınması ve endüstriyel üretim için temel oluşturacak bilgilerin sağlanması hedeflenmiştir.

Yöntem: Araştırma üç aşamalı olarak yürütülmüştür. Tuzlama aşamasında nem ve tuz içerikleri ile su aktivitesi (a_w) analizleri, soğukta kurutma aşamasında ise nem içeriği ve a_w analizleri yapılmış olup bu aşamalarda tuz ve nem difüzyon katsayıları tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada ise hem son ürün özelliklerini belirlemek hem de üretim aşamaları boyunca bu özelliklerde meydana gelen değişimleri tespit etmek amacıyla pH, renk, protein tabiatında olmayan azotlu madde (NPN-M) madde ve tekstür profil analizleri yapılmıştır.

Bulgular: Tuzlama sürecinde, kaz etinin nem içeriği ile a_w değerinin azaldığı, tuz içeriğinin arttığı, kurutma aşamasında ise nem içeriği ve a_w değerlerinde düşüşler meydana geldiği gözlenmiştir. Tuzlama aşamasındaki etkin tuz difüzyon katsayısı $6,46 \times 10^{-10}$ m²/s olarak, kurutma aşamasındaki nem difüzyon katsayısı ise $1,24 \times 10^{-10}$ m²/s olarak tespit edilmiştir. Üretim aşamaları boyunca renk özelliklerinden L^* ve a^* değerleri azalmışken, NPN-M miktarı artış göstermiştir. pH değeri ise tuzlama sonunda düşmüş, kurutma sonrasında artmıştır. Örneklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin üretim süreci boyunca artış gösterdiği, yapışkanlık ve esneklik değerlerinin ise kurutma sonunda azaldığı görülmüştür.

Sonuç: Tuzlama ve kurutma aşamalarında tuz ve nem içerikleri ile a_w değerlerinde önemli değişimler meydana gelirken özellikle ilk 6 saatlik işlem süresinin kritik bir rol oynadığı görülmüştür. Bu aşamalarda belirlenen difüzyon katsayısı değerleri kaz etinde tuz ve nem difüzyonunun hızını göstermesi açısından önemli olup endüstriyel üretimin tasarımı ve optimizasyonu için referans değerler sağlamıştır. Çalışmada ayrıca tuzlanmış kurutulmuş kaz etinin önemli karakteristik özellikleri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kaz eti, tuzlama, kurutma, difüzyon katsayısı, tekstür, NPN-M

Aralık 2025, 67 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

DETERMINATION OF SALTING AND COLD-DRYING KINETICS IN GOOSE MEAT

Ali Murat KESEMEN

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Objective: The study was carried out to determine the kinetics of salting and cold-drying processes in goose breast meat and to identify the effects of these processes on the final product characteristics. In this way, the aim was to examine traditional processing methods from a scientific perspective and to provide fundamental knowledge that could serve as a basis for industrial production.

Method: The research was conducted in three stages. In the salting stage, analyses of moisture and salt contents and water activity (a_w) were performed, while in the cold-drying stage, analyses of moisture content and a_w were carried out, and at these stages the salt and moisture diffusion coefficients were determined. In the third stage, pH, color, non-protein nitrogen matter (NPN-M), and texture profile analyses were performed in order to determine the final product characteristics and to identify the changes occurring in these characteristics throughout the production stages.

Findings: During the salting process, decreases were observed in the moisture content and a_w of goose meat, whereas salt content increased, during the drying stage, decreases occurred in moisture content and a_w values. The effective salt diffusion coefficient in the salting stage was determined as $6.46 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, and the moisture diffusion coefficient in the drying stage was determined as $1.24 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. During the production stages, while the L^* and a^* values decreased, while the amount of NPN-M increased. The pH value decreased at the end of salting and increased after drying. It was observed that hardness and chewiness values of the samples increased throughout the production process, while adhesiveness and resilience values decreased at the end of drying.

Conclusion: Significant changes occurred in salt and moisture contents and a_w values during the salting and drying stages, and the first 6 hours of processing played a critical role. The diffusion coefficient values determined in these stages are important as they indicate the rate of salt and moisture diffusion in goose meat and provided reference values for the design and optimization of industrial production. Within the scope of the study, important characteristic properties of salted and cold-dried goose meat were also revealed.

Keywords: Goose meat, salting, drying, diffusion coefficient, texture, NPN-M

December 2025, 67 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	ix
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	8
MATERYAL VE METOT	12
Materyal	12
Metot	12
Tuzlama kinetiklerinin belirlenmesi	12
Kurutma kinetiklerinin belirlenmesi	13
Nem içeriği.....	14
Su aktivitesi (a_w)	14
Tuz içeriği	14
pH analizi	14
Renk analizi.....	15
Protein olmayan azotlu (NPN) madde miktarı.....	15
Tekstür profil analizi	15
İstatistiki Analiz	16
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	17
Tuzlama Aşamasına Ait Sonuçlar.....	17
Kurutma Aşamasına Ait Sonuçlar.....	24
Son Ürün Kalite Özelliklerine Ait Sonuçlar	28
Renk Özelliklerine (L^* , a^* , b^*) Ait Sonuçlar	28
pH ve Protein Olmayan Azotlu Madde (NPN-M) Miktarına Ait Sonuçlar	31
Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları	34
SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKÇA	43

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerleri.....	17
Tablo 2. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	18
Tablo 3. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	19
Tablo 4. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği ve a_w Değerleri.....	24
Tablo 5. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği İle a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	25
Tablo 6. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği İle a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	25
Tablo 7. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerleri	29
Tablo 8. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	30
Tablo 9. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	31
Tablo 10. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH ve NPN-M Değerleri	32
Tablo 11. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH Değerleri ile NPN-M Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	32
Tablo 12. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH ve NPN-M Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	33
Tablo 13. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen TPA Değerleri	34
Tablo 14. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Tpa Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	35
Tablo 15. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tipik kurutma eğrileri: (a) zamana karşı nem içeriği, (b) nem içeriğine karşı kurutma hızı.....	5
Şekil 2. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriğinde meydana gelen değişim	20
Şekil 3. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen a_w değerinde meydana gelen değişim	21
Şekil 4. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen tuz içeriğinde meydana gelen değişim	22
Şekil 5. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen boyutsuz tuz oranı (TO) değerinde meydana gelen değişim	23
Şekil 6. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriğinde meydana gelen değişim.....	26
Şekil 7. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen a_w değerinde meydana gelen değişim.....	27
Şekil 8. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen boyutsuz nem oranı (NO) değerinde meydana gelen değişim	28
Şekil 9. Kaz göğüs eti örneklerinin başlangıç (a), tuzlama sonrası (b) ve kurutma sonrası (c) fiziksel görünümleri	29
Şekil 10. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen sertlik değerlerinde meydana gelen değişim	37
Şekil 11. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişim	38
Şekil 12. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen esneklik değerlerinde meydana gelen değişim.....	39
Şekil 13. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen değişim.....	40

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

a_w	: Su aktivitesi
cm	: santimetre
dk	: dakika
°C	: Santigrat Derece
EC	: Avrupa Komisyonu
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPA	: Avrupa Birliği Çevre Koruma Ajansı
g	: Gram
kg	: Kilogram
M	: Molar
mL	: mililitre
mm	: milimetre
Np	: Naftalin
v	: hacim
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
%	: Yüzde
µg	: Mikrogram
µL	: mikrolitre

GİRİŞ

İnsanlığın başlangıcından bu yana temel gıda kaynaklarına duyulan ihtiyaç, medeniyetlerin gelişimini yönlendiren en önemli unsurlardan biri olmuş ve toplumların sosyoekonomik yapısının şekillenmesinde belirleyici rol oynamıştır. Bu bağlamda hayvansal kökenli gıdalar, içeriklerindeki yüksek biyolojik değerli proteinler, esansiyel aminoasitler, B12 gibi vitaminler ile demir ve çinko başta olmak üzere pek çok mineral sayesinde insan beslenmesinin vazgeçilmez bir bileşeni hâline gelmiştir (Murphy and Allen 2003; Pereira and Vicente 2013; Shehzad *et al.* 2018). Dolayısıyla hayvansal gıdaların üretimi, tedarik zinciri, işlenmesi, pazarlanması ve güvenli biçimde tüketiciye ulaştırılması, küresel gıda sisteminin merkezinde konumlanmaktadır. Bu süreç, hijyen, gıda güvenliği, sürdürülebilirlik ve mevzuat gibi çok disiplinli alanları kapsayan geniş bir bilimsel çalışma alanı oluşturmaktadır (Trienekens and Willems 2002; Bevier 2012; Shiigi 2019).

Son yıllarda artan dünya nüfusu, kentleşmenin hız kazanması ve tüketici eğilimlerinin değişmesi, hayvansal protein kaynaklarına olan talebi daha da artırarak üretim sistemlerinin verimliliği ile güvenliğinin önemini üst seviyeye taşımıştır (Sørensen *et al.* 2006). Bu çerçevede yüksek besin değerine sahip, fonksiyonel özellikler sunan ve geleneksel tüketim kültürlerinde önemli bir yere sahip olan et türlerinin bilimsel yöntemlerle incelenmesi, hem sağlık hem de endüstriyel uygulamalar açısından büyük önem taşımaktadır (Halagarda and Wójciak 2021). Bu ürünler arasında yer alan kaz eti, besinsel içeriği, duysal nitelikleri ve kültürel mirastaki konumu ile ön plana çıkmakta ve ilgi çekici bir çalışma alanı oluşturmaktadır (Meriç 2021). Ayrıca kaz etinin standartlaştırılmış üretim tekniklerine ihtiyaç duyması, geleneksel muhafaza yöntemlerinin bilimsel temelde değerlendirilmesini de gerekli kılmaktadır (Çimen *et al.* 2024).

Anatidae familyasının bir üyesi olan kaz, tarih boyunca evcilleştirilen en eski su kuşlarından biri olup, yalnızca et üretimi amacıyla değil yağ, tüy ve özellikle ekonomik değeri yüksek yağlı karaciğer üretimi için de yetiştirilmektedir. Et kalitesi ve yan ürünlerinin endüstriyel potansiyele sahip olması kaz yetiştiriciliğini cazip kılan temel unsurlardır (Kozák 2019; Kozák 2021). Bunun yanında, bazı tarımsal sistemlerde yabancı ot kontrolünde biyolojik bir araç olarak kullanılması da kaz yetiştiriciliğinin farklı işlevlerini göstermektedir (Oral and Ak 2020).

Küresel kaz eti üretimi toplam kümes hayvanı üretiminin küçük bir bölümünü oluştursa da coğrafi dağılımı belirgin bir yoğunlaşma göstermektedir. FAO-STAT (2020) verilerine göre

küresel üretimin %95,9'u Asya kıtasında gerçekleşmekte olup, Avrupa (%2,4) ve Afrika (%1,4) daha sınırlı paylara sahiptir. Çin, yıllık yaklaşık 2,52 milyon tonluk üretimiyle hem Asya'nın hem de küresel pazarın baskın üreticisi konumundadır (Huo *et al.* 2021). Kaz eti üretiminde Çin'i Mozambik ve Mısır'dan sonra Polonya, Romanya, Ukrayna ve Macaristan gibi Doğu Avrupa ülkeleri takip etmekteyken, Avrupa'da özellikle Fransa ve Macaristan kaz ciğeri odaklı üretimleriyle ön plana çıkmaktadır. Küresel bağlamda Türkiye, %0,1'lik üretim payıyla 16. sırada yer almakta olup, ülke genelinde kaz yetiştiriciliği tarihsel bir geleneğe dayanmaktadır (Güner 2022). Türkiye'de kaz yetiştiriciliği özellikle Doğu Anadolu Bölgesi (Kars, Ardahan, Muş) ile Orta Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde coğrafi ve iklimsel koşulların elverişli olması nedeniyle öne çıkmaktadır. Üretim çoğunlukla küçük aile işletmeleri tarafından ekstansif yöntemlerle yürütülmektedir (Boz *et al.* 2014; Tekbalkan 2017). Kars ve çevresi ise kaz yetiştiriciliğinin kültürel kimlik kazanmış en önemli merkezi olarak bilinmekte ve bölgedeki yerli genotipler zorlu iklim koşullarına dayanıklılıkları, hastalıklara dirençleri ve düşük bakım maliyetleriyle öne çıkmaktadır (Demir vd 2013; Boz *et al.* 2014; Taşkın vd 2017). Kaz yavruları ilkbaharda çıkmakta, yaz boyunca doğal meralarda beslenmekte ve kışa girilmeden önce kesilmektedir. Bu geleneksel üretim şekli, etin duyusal ve yapısal özelliklerini doğrudan belirleyen önemli bir faktördür (Aral ve Aydın, 2007). Son dönemlerde gastronomik ilginin artması, devlet destekleri ve kırsal kalkınma projelerinin etkisiyle kaz yetiştiriciliği ticari bir faaliyet hâline dönüşmeye başlamıştır. (Gündüz vd 2019; Güner 2022).

Kaz etinin protein içeriği %18–25 arasında değişmekte olup, kesim yaşı ve üretim sistemlerine göre farklılık gösterebilmektedir (Şahin *et al.* 2022; Melnik *et al.* 2023). Kaz eti proteinleri, temel amino asitleri uygun oranlarda içermeleri bakımından eksiksiz bir amino asit profiline sahiptir (Haraf *et al.* 2021; Okruszek *et al.* 2013). Derisiz kaz etinde toplam yağ içeriği %3,5–4,4 olup, yağ asidi kompozisyonu doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış (PUFA) yağ asitlerinin dengeli bir dağılımını içermektedir (Vatansever vd 2020). Kaz eti aynı zamanda demir, çinko, magnezyum, fosfor ve potasyum gibi mineraller ile B grubu vitaminler bakımından da zengin bir gıdadır (Orkusz *et al.* 2021). Kaz etinin nem içeriği ise %70-75 arasında değişmektedir (Biswas *et al.* 2015; Saha 2020). Duyusal açıdan kaz eti, tavuk etine kıyasla daha zengin aromaya, hindi ve kırmızı ete göre ise daha yumuşak bir dokuya sahiptir (Gündüz vd 2019).

Ülkemizde kaz yetiştiriciliği daha çok küçük aile işletmelerinde ekstansif olarak yapılmakta ve bu nedenle üretimi sınırlı oranda gerçekleştirilmektedir. Yetiştirilen kazlar, kış mevsiminin başlarında kesilmekte ve elde edilen kaz karkaslarının büyük bir kısmı geleneksel yöntemlerle tuzlanıp, ardından soğuk şartlarda kurutularak muhafaza edilmektedir. Tuzlama ve

kurutma işlemleri muhafaza amaçlı yapılıyor olmasına rağmen, bu işlemler kaz etinin özellikleri üzerinde önemli değişimlere yol açarak yeni bir ürünün de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte geleneksel üretimler sırasında herhangi bir standardizasyon sağlanmadığı için elde edilen ürünler arasında kalite özellikleri açısından önemli farklılıklar meydana gelebilmektedir (Kalaycı ve Yılmaz 2014; Kamber ve Yaman 2016; Şahin vd 2022; Çimen *et al.* 2024). Bu kapsamda kaz etinde tuzlama ve kurutma süreçlerinin doğru bir şekilde anlaşılması standart ürün üretimi için önem arz etmektedir.

Yüksek su içeriği, zengin protein yapısı uygun pH değeri ve diğer minör bileşenleri ile kolay bozulabilir bir gıda olan etin muhafazasında tarih boyunca farklı muhafaza yöntemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda tuzlama ve kurutma bilinen en eski ve en etkili teknikler arasında yer almıştır (Dinçer ve Erbas 2018). Günümüzde de pek çok geleneksel veya modern et ürününün üretiminde bu iki yöntem önemli bir yere sahip olup “engel teknolojisi” (hurdle technology) yaklaşımının temel unsurları arasındadır. Bu yaklaşımda birden fazla engelin (düşük a_w , düşük pH, düşük sıcaklık, modifiye atmosfer, rekabetçi mikroflora vb.) bir arada değerlendirilmesiyle mikrobiyal gelişim kontrol altına alınmakta ve böylece ürün güvenliği ve kalitesi sağlanmaktadır (Uğuz *et al.* 2011).

Geçmişten günümüze kadar insanlar, gıdaların uzun süre bozulmadan saklanmasını sağlayacak muhafaza yöntemlerini araştırmış ve yeni muhafaza yöntemleri geliştirmeye çalışmıştır. Hayvansal gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan et için de çeşitli muhafaza teknikleri kullanılmış ve geliştirilmiştir (Heldman *et al.* 2006). Gıdaların muhafazası amacıyla kullanılan tuzlama, tarihsel kökenleri antik çağlara dayanan ve günümüzde de geçerliliğini koruyan temel proseslerden biridir. Tuzlama, başlıca koruyucu bileşen olarak NaCl'nin görev yaptığı, difüzyon ve ozmoz prensiplerine dayalı bir kütle transfer sürecidir. Tuzlama, sadece mikrobiyal kontrolü sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ürünün duyuşal, teknolojik ve tekstürel özelliklerini de önemli ölçüde şekillendirmektedir (Doyle and Glass 2010).

Tuzun et ürünlerindeki işlevleri üç temel başlıkta incelenebilir. İlk olarak tuz, ozmotik basıncı önemli oranda yükselterek ve su aktivitesini düşürerek mikrobiyal gelişimi engellemektedir (Gökalp vd 2012; Dinçer ve Erbas 2018). İkinci olarak tuz, proteinlerin su bağlama kapasitesini artırmakta, böylece etin doku özelliklerini iyileştirmektedir (Offer and Trinick 1983; Turp ve Atali 2021). Tuz ayrıca protein çözünürlüğünü artırarak yeniden yapılandırılmış ürünlerde parçacıklar arasında bağlayıcı etkiye katkı sağlamaktadır (Bombrun *et al.* 2014). Üçüncü işlevi ise lezzet ve aroma üzerine olup, tuz belirli konsantrasyonlarda tadın dengelenmesini, acılığın azalmasını ve umami algısının güçlenmesini sağlamaktadır (Akgün vd 2018). Kuru tuzlanmış ürünlerin olgunlaşma döneminde gerçekleşen proteoliz ve lipoliz

süreçleri tuzun katalitik etkisiyle karmaşık aroma bileşiklerinin oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Gökalp vd 1998; Flores 2018).

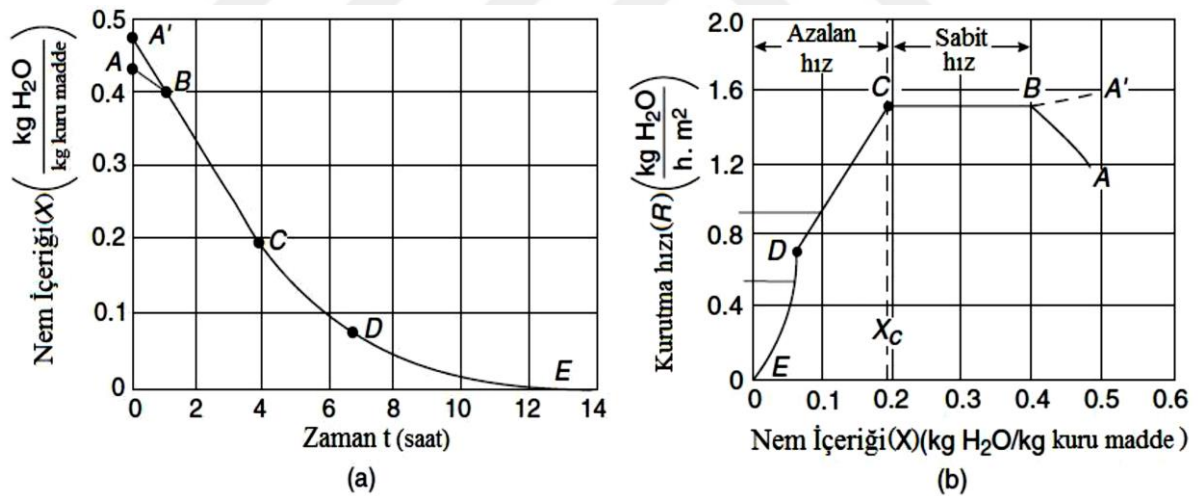
Geleneksel tuzlama işlemi, kuru veya yaş olmak üzere iki farklı teknikle uygulanabilmektedir. Kuru tuzlama tekniğinde tuz, etin tüm yüzeyine homojen bir şekilde yayılarak belirli bir süre difüzyona bırakılmakta ve bu süreçte tuzun çözünürlüğü, harici su eklenmeksizin etin kendi nem içeriği aracılığıyla sağlanmaktadır (Dinçer ve Erbas 2018). Nihai ürün kalitesini doğrudan etkileyen bir parametre olan tuzun partikül boyutu, optimum sonuçlar için ne çok büyük ne de çok küçük olmalıdır. Bu nedenle, "karınca başı" veya "bulgur tanesi" olarak tanımlanan orta büyüklükteki granüllerin kullanımı önerilmektedir. Partikül boyutunun idealden büyük olması, etin tuzu yetersiz absorbe etmesine, histolojik düzeyde doku bütünlüğünün bozulmasına ve tuz yanığı olarak bilinen yüzey anomalilerine yol açabilmektedir. Buna karşın, çok ince taneli tuzların kullanımı ise et renginde koyulaşma, lipid oksidasyonunun hızlanması ve hedeflenenin üzerinde bir tuz konsantrasyonu gibi istenmeyen durumlara neden olabilmektedir (Akköse 2012; De Prados *et al.* 2016). Yaş tuzlama olarak adlandırılan alternatif yöntemde ise et, belirli bir konsantrasyona sahip tuzlu su çözeltisi içinde immersiyon (daldırma) tekniğiyle işlenmektedir. Bu yöntemde kullanılan tuz konsantrasyonunun genellikle %20-24 aralığında olduğu belirtilmektedir (Feiner 2006; Schmidt *et al.* 2008; Wang *et al.* 2016).

Tuzlama işlemi sırasında gözlemlenen tuz difüzyonu, et parçasının dış yüzeyi ile iç kısımları arasındaki konsantrasyon gradyanından (derişim farkından) kaynaklanan bir kütle transferi olayıdır. Tuzun difüzyon hızı, etin yüzeyindeki ve merkezindeki tuz konsantrasyonları arasındaki fark ile doğru orantılıdır ve bu hız, işlemin başlangıç aşamasında, yani etin merkezinde henüz tuz bulunmadığı noktada maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Proses ilerledikçe, etin dış katmanlarından suyun uzaklaşmasıyla bu bölgelerdeki tuz derişimi artmaktadır. Bu duruma paralel olarak, etin merkezindeki su yüzeye doğru bir hareket sergilemekte ve tuzlama işlemiyle eş zamanlı olarak ozmotik dehidrasyon mekanizmasıyla su kaybı meydana gelmektedir. Aynı esnada tuz molekülleri etin merkezine doğru ilerlemekte ve zamanla etin yüzeyi ile merkezi arasındaki tuz konsantrasyonu dengeye ulaştıkça tuz transfer hızı giderek yavaşlamaktadır (Feiner 2006; Lazarides *et al.* 2007; Papazoglou and Katsanidis 2016). Bu dinamikler göz önüne alındığında, et ürünlerinin kontrollü bir şekilde üretilebilmesi için tuz difüzyonunu etkileyen faktörlerin anlaşılması ve difüzyon hızının öngörülebilir olması büyük bir önem taşımaktadır (Graiver *et al.* 2006).

Kurutma işlemi, gıdalardan serbest suyun uzaklaştırılması esasına dayanmakta olup, su aktivitesinin düşürülmesi suretiyle mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonların sınırlandırılmasını amaçlamaktadır (Aykın Dinçer and Erbaş 2019a). Et ve et ürünlerinin

bozulma potansiyeli yüksek olduğundan kurutma işlemi genellikle tuzlama ile birlikte uygulanan kombine bir koruma yöntemi niteliğindedir (Asioli *et al.* 2018). Kurutma süreci sıcaklık, hava hızı, ürünün başlangıç nemi, yüzey alanı ve basınç gibi bir dizi fiziksel ve çevresel faktörden etkilenmektedir.

Kurutma mekanizması, eş zamanlı ısı ve kütle transferi süreçlerinin bir arada işlediği karmaşık bir sistemdir (Laopoolkit and Suwannaporn 2011; Chukwunonye *et al.* 2016). Yüzeydeki suyun buharlaşmasıyla başlayan süreçte, ürün içinde bulunan su molekülleri difüzyon yoluyla yüzeye taşınarak buharlaşan suyun yerini almaktadır (Heldman *et al.* 2006; Dinçer 2018). Kurutma işlemi termal, vakumlu veya mekanik yöntemlerle gerçekleştirilebilmekte ve bu yöntemler tek başına veya bir arada uygulanabilmektedir (Sebastian *et al.* 2005). Klasik kuru hava ile kurutma kinetiği yaklaşımı, kurutma sürecinin üç temel aşamadan oluştuğunu göstermektedir: dengelenme aşaması, sabit hız periyodu ve azalan hız periyodu (Heldman *et al.* 2006; Dinçer 2018). Zamana bağlı nem değerlerinden elde edilen kuruma eğrileri (Şekil 1a) ve kuruma hızı eğrileri (Şekil 1b), kurutma sürecinin A–B, B–C, C–D ve D–E olmak üzere dört farklı evreden oluştuğunu ortaya koymaktadır (Geankoplis 1993; Heldman *et al.* 2006; Akköse 2012; Grau *et al.* 2014).



Şekil 1. Tipik kurutma eğrileri: (a) zamana karşı nem içeriği, (b) nem içeriğine karşı kurutma hızı (Okos *et al.* 2007).

Kurutma eğrisinin A-B fazı, gıdanın yüzey sıcaklığının kurutma ortamı sıcaklığıyla termal bir dengeye eriştiği adaptasyon periyodu olarak nitelendirilmekte ve bu nedenle ön ısıtım işlem evresi olarak da adlandırılabilir. Başlangıç koşulunda, gıdanın nem durumunun A noktası ile temsil edilmesi, gıdanın başlangıç sıcaklığının kurutma ortamından daha düşük olduğunu, A' noktası ile temsil edilmesi ise daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu fazda kuruma hızında anlık bir yükselme meydana gelse de, bu durumun genel kuruma süresine olan katkısının ihmal edilebilir düzeyde olduğu kabul edilmektedir. B-C fazı, sabit hızlı kuruma

periyodu olarak tanımlanmakta ve bu evrede sisteme transfer edilen ısı enerjisinin tamamının suyun faz değişimi (buharlaşma) için harcanması nedeniyle, ürün sıcaklığının kurutma havasının yaş termometre sıcaklığı seviyesinde sabit kaldığı gözlemlenmektedir. Bu periyotta, ürün yüzeyinde bulunan serbest suyun kesintisiz bir film tabakası oluşturduğu ve ısı transferi yoluyla sürekli olarak uzaklaştırıldığı, bu kaybı telafi etmek üzere ise ürünün iç bölgelerinden yüzeye doğru kapiler bir su akışının gerçekleştiği belirtilmektedir. Bu içsel su migrasyon hızının, yüzeydeki buharlaşma hızının gerisinde kalması durumunda sabit hızlı kuruma periyodunun sona erdiği bildirilmektedir. Bu geçişin yaşandığı C noktasındaki su içeriği, kritik su içeriği (X_c) olarak adlandırılmaktadır. C-D fazı, birinci azalan hızlı kuruma periyodunu temsil etmektedir. Kritik su içeriği değerinin altına inildiğinde, iç kısımlardan yüzeye olan su difüzyonunun, yüzeydeki buharlaşma hızını karşılayamaz hale geldiği saptanmıştır. Bunun bir sonucu olarak, yüzeyde kuru bölgelerin oluşmaya başladığı ve ürünün yüzey sıcaklığının yükselme eğilimine girdiği görülmektedir. Son olarak, D-E fazı, yüzeyin tamamen kurumasını takiben başlayan ve ikinci azalan hızlı kuruma periyodu olarak bilinen aşamayı oluşturmaktadır. Bu evrede, buharlaşma hattının gıdanın merkezine doğru çekildiği ve kuruma hızının gittikçe yavaşladığı tespit edilmiştir. Azalan hız fazlarının toplam kuruma süresinin dominant bir bölümünü teşkil etmesi nedeniyle, gıdanın yüksek sıcaklığa maruz kalarak uğrayabileceği termal hasar riskinin en çok bu periyotlarda ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. (Geankoplis 1978; Akköse 2012; Grau *et al.* 2014).

Kurutma prosesinin matematiksel olarak modellenmesi, uygulanan spesifik kurutma koşulları ve işleme tabi tutulan gıda materyalinin kendine has fizikokimyasal nitelikleri gibi temel değişkenlere bağlı olarak çeşitli teorik ve ampirik yaklaşımların geliştirilmesine olanak tanımakta ve bu geliştirilen modeller aracılığıyla kurutma kinetiğinin zamana bağlı davranışı hakkında çeşitli öngörüler elde edilebilmektedir (Toledo 2007; Kutlu *et al.* 2015). Bu tür matematiksel modellerin etkin bir şekilde kullanımıyla, endüstriyel ölçekte proseslerin tasarlanması, mevcut operasyonel parametrelerin optimizasyonu, nihai ürünün kalite güvencesinin sağlanması ve sistemin genel enerji verimliliğinin artırılması gibi kritik alanlarda önemli gelişmeler sağlanabildiği literatürde bildirilmektedir (Yıldız *et al.* 2015). Kurutma işleminin azalan hız periyodu olarak isimlendirilen ileri aşamasında, gıda materyalinin iç yapısında nem dağılım profili olduğu ve bu profilin de uygulanan kurutma şartlarının şiddetine ve türüne göre belirgin bir değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Oluşan bu profilde nem içeriğinin, ürünün geometrik merkezinde en yüksek değerde olduğu, merkezden yüzeye doğru ilerledikçe azalarak dış yüzeyde ise en düşük seviyeye ulaştığı saptanmıştır. Belirtilen bu koşullar altında, gıdanın nemli iç kısımlarından daha kuru olan yüzeye doğru gerçekleşen nem kütle transferinin, tek bir dominant mekanizma veya birkaç farklı mekanizmanın eş zamanlı ve

birleşik etkisiyle kontrol edildiği genel olarak kabul edilmektedir. Söz konusu bu potansiyel nem transfer mekanizmalarının, 1) materyal içindeki bölgeler arası moleküler derişim gradyanından kaynaklanan sıvı fazdaki difüzyon, 2) kısmi buhar basıncı farkından ileri gelen buhar difüzyonu, 3) özellikle gözenekli (poroz) bir mikro yapıya sahip gıdalarda etkinliği artan kapiler kuvvetlerin etkisiyle oluşan sıvı hareketi (kapiler akış) ve 4) materyalin yüzeyi ile merkezi arasındaki sıcaklık farkının bir sonucu olarak ortaya çıkan ve termal gradyan tarafından yönlendirilen akış, olarak sınıflandırılması mümkündür (Akköse 2012). Kurutma esnasında gıdalardaki nem hareketini yöneten bu mekanizmalar arasında, en fazla bilimsel kabul gören ve işlem sırasındaki nem içeriği değişimlerini matematiksel olarak tanımlamak için en sık kullanılan temel mekanizmanın sıvı difüzyonu olduğu belirtilmektedir. Bu mekanizmayı temel alan matematiksel model, Fick'in 2. kanununun incelenen numunenin spesifik geometrisine (levha, silindir, küre vb.) uygun sınır ve başlangıç koşulları altında çözümlenmesiyle kurulmakta ve bu modelde nem transfer hızını kantitatif olarak ifade eden en önemli parametre olarak efektif difüzite (D_{eff}) katsayısı kullanılmaktadır (Crank 1975; Chen 2007; Srikiatden and Roberts 2007; Akköse 2012).

Tuzlama ve kurutma işlemlerinin, et ürünlerinin özellikleri üzerinde önemli değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Bu tip ürünlerde tuzlama ve kurutma kinetiklerinin belirlenmesi, istenilen ürün özelliklerinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Pek çok et ürününde tuzlama ve kurutma kinetikleri belirlenmiş olmasına rağmen kaz eti için tuzlama ve soğukta kurutma kinetiklerinin belirlendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada kaz etinin tuzlama ve soğukta kurutma kinetikleri ile belirlenmiş tuz ve nem difüzyon katsayılarının (D_{eff}) tespit edilmesi amaçlanmıştır. D_{eff} değerlerinin belirlenmesinde Fick'in ikinci eşitliğinin sonsuz dilim geometrisi için analitiksel çözümü kullanılmıştır. Ayrıca belirli şartlar altında tuzlanmış ve kurutulmuş olan kaz göğüs etinde fizikokimyasal ve tekstürel analizler yapılarak son ürünün özellikleri tespit edilmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Et ve et ürünleri, insan beslenmesinde temel protein kaynağı olarak kritik bir konumda yer almaktadır. Küresel ölçekte artan et tüketimiyle birlikte tüketicilerin daha çeşitli, besleyici ve kaliteli et kaynaklarına yönelik ilgisinin belirgin şekilde arttığı görülmektedir. Bu bağlamda kaz eti, kendine özgü lezzeti, yüksek protein içeriği ve değerli yağ asidi profili ile önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ancak tavuk ve sığır eti gibi endüstriyel ölçekte yaygınlaşmış et türlerinin aksine, kaz eti üretimi ve işlenmesine yönelik bilimsel çalışmaların görece sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Mevcut literatür incelendiğinde çalışmaların büyük bölümünün kaz yetiştiriciliğinde verim, temel karkas özellikleri, besleme, ırk ve cinsiyet gibi zooteknik parametreleri ele aldığı görülmektedir. Oysa kaz etinin katma değerli ürünlere dönüştürülmesinde rol oynayabilecek tuzlama ve kurutma gibi geleneksel veya modern işleme teknolojilerinin ürün kalitesi ve proses kinetikleri üzerindeki etkilerinin henüz yeterince aydınlatılmadığı anlaşılmaktadır.

Konu hakkında literatürdeki mevcut çalışmaların genel değerlendirmesi, kaz yetiştiriciliğinde et verimi ve kalitesi üzerine besleme, ırk ve cinsiyetin etkilerinin sıklıkla incelendiğini göstermektedir (Fernandez *et al.* 2010; Boawei *et al.* 2011; Tilki vd 2011; Kırmızıbayrak vd 2011; Yakan vd 2012; Demir vd 2013; Liu and Zhou 2013; Okruszek *et al.* 2013; Boz vd 2014; Geldenhuys *et al.* 2014; Boz vd 2019; Li *et al.* 2020; Weng *et al.* 2021). Hamadani *et al.* (2013), kazların kesim ve karkas verimliliği üzerine yaptıkları bir çalışmada cinsiyet farklılıklarının anlamlı etkiler gösterdiğini belirtmiştir. Razmaite *et al.* (2022), Viştinés kaz ırkında cinsiyete bağlı karkas kompozisyonu ve et kalitesi farklılıklarını ortaya koymuş, göğüs ve but kasları arasında yağ asidi profili ve tekstür bakımından belirgin ayrımlar saptamıştır. Irklar arası farklılıkları vurgulayan bir diğer çalışmada Ni *et al.* (2022), Çin'e özgü Zi kazı ile Xianghai kazını karşılaştırmış ve Xianghai ırkının sindirim verimliliği ve et kalitesi açısından üstün performans sergilediğini göstermiştir. Solé *et al.* (2015) ise Embden-Toulouse melez kazların düşük canlı ağırlıklarına rağmen yüksek göğüs eti verimi ve sağlıklı yağ asidi profili sunduklarını raporlamıştır. Melnik *et al.* (2023), Large Gray ve Large White kaz ırklarının amino asit kompozisyonlarını inceleyerek her iki ırkta da yüksek esansiyel amino asit düzeyleri bulunduğunu, kas tipi ve cinsiyetin yağ içeriğinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymuştur. Ashour *et al.* (2024), Mısır kazlarının bazı ördek türlerine kıyasla daha yüksek protein içeriği ve su tutma kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir. Akbaş *et al.* (2020) ise Lindovskaya kazlarında kas tipi ve kesim yaşının et kalitesini önemli ölçüde etkilediğini

göstermiştir. Besleme stratejilerinin önemine işaret eden bir diğer araştırmada Maiboroda *et al.* (2024), yulaf ve yonca ilavesi ile beslenen kazlarda besin kalitesinin arttığını, E vitamini ve β -karoten düzeylerinin yükseldiğini, lipid oksidasyonunun yavaşladığını ve canlı ağırlığın olumlu etkilendiğini tespit etmişlerdir. Aynı araştırma grubundan Maiboroda and Danchenko (2023), yulaf ve yonca ile beslenen kazlarda depolama boyunca lipid peroksidasyonunun azaldığını ve esansiyel yağ asitlerinde olumlu değişimler meydana geldiğini bildirmiştir. Nematı *et al.* (2020) ise, yeme E vitamini takviyesinin kaz etinde besin değeri, oksidatif stabilite ve bağışıklık yanıtı üzerinde önemli iyileşmeler sağladığını raporlamıştır.

Zooteknik faktörlerin yanı sıra kesim sonrası teknolojik işlemlerin kaz eti kalitesi üzerindeki etkileri de literatürde önemli bir araştırma alanı oluşturmıştır. Bu doğrultuda Gao *et al.* (2015), kaz göğüs etinde yüksek basınç uygulamasının etkilerini değerlendirmiş, Öz and Çelik (2015) ile Woloszyn *et al.* (2020) farklı pişirme yöntemlerinin, Damaziak *et al.* (2016) ve Orkusz (2018) ise vakum veya modifiye atmosfer paketlenmenin kalite parametreleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Pişirme yöntemlerine ilişkin olarak Wereńska *et al.* (2022), sous-vide, haşlama ve mikrodalga pişirme tekniklerinin kaz etinin mineral içeriği ve kolesterol düzeyinde önemli farklar oluşturduğunu belirtmiştir. Wereńska (2023, 2024), sous-vide pişirme yönteminin kaz etinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Orkusz *et al.* (2021), farklı depolama koşullarının kaz etinin yağ asidi profili ile lipid oksidasyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Kaz etinin doğrudan tüketimin ötesinde katma değerli ürünlere dönüştürülmesi de endüstriyel açıdan önemlidir. Bu doğrultuda Güner *et al.* (2002), kaz etinin salam üretiminde kullanılabilirliğini araştırmış ve kaz etinin diğer kümes hayvanı etleriyle karıştırılmasının duyuşal özellikleri geliştirebileceğini belirtmiştir. Gülbaz and Kamber (2008), kaz etinden üretilen fermente sosların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini belirlemişlerdir. Fu *et al.* (2022) ise lentinan ilaveli kaz eti köftelerinde soğuk depolamanın oksidatif stabilite üzerine etkilerini değerlendirmiş ve lentinan ilavesinin kaz eti köftelerinde oksidatif stabiliteyi koruduğunu ve duyuşal kaliteyi artırdığını ortaya koymuştur. Ari *et al.* (2023), nar ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının doğal antioksidan etkileri sayesinde kaz etinde lipid oksidasyonunu azalttığını ve raf ömrünü uzattığını göstermiştir. Bu çalışmalar kaz etinin genel kalitesi ve işlenmesine dair önemli veriler sunmakla birlikte, özellikle geleneksel muhafaza yöntemleri olan tuzlama ve kurutmanın kaz etine özgü etkilerini inceleyen araştırmaların son derece sınırlı olduğu görülmektedir. Bu alandaki az sayıdaki çalışma arasında Ying *et al.* (2016), kaz etinde kuru tuzlamanın lipoliz, lipid oksidasyonu ve uçucu bileşikler üzerindeki etkilerini araştırmışlar, Zhou *et al.* (2016) ise kaz etinde kuru kürlenme

işleminin uçucu olmayan bileşenlerin oluşumu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kaban *et al.* (2020), tuzlanmış-kurutulmuş kaz etinin mikrobiyolojik özelliklerini ve uçucu bileşiklerini değerlendirerek tuz miktarı ile kurutma süresinin ürün güvenliği açısından kritik olduğunu, ayrıca göğüs kasında but etine göre daha yüksek hekzanal miktarı bulunduğunu ve uçucu bileşiklerin büyük kısmının lipid oksidasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çimen *et al.* (2024) ise Kars ve Ardahan’da geleneksel yöntemlerle işlenmiş kaz etinde farklı tuzlama ve kurutma seviyelerinin kimyasal bileşim, pişirme kaybı ve tüketici kabulü üzerindeki etkilerini değerlendirmiş ve uygun koşullarla raf ömrünün artırılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Kaz etine özgü tuzlama ve kurutma kinetiği çalışmalarının sınırlı olması nedeniyle, diğer et türleri üzerinde yürütülen araştırmalar bu alandaki temel prensipleri anlamada yol gösterici olmaktadır. Bu kapsamda Graiver *et al.* (2006) domuz etinde NaCl difüzyonunu, Graiver *et al.* (2009) ise kürlleme tuzlarının difüzyonunu matematiksel olarak modellemiştir. Gómez-Salazar *et al.* (2015), et ve balık ürünlerinde tuz dağılımının simülasyonunda kullanılan modelleri incelemişler ve model seçiminin ürün özelliklerine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Chabbouh *et al.* (2012), Tunus’ta üretilen tuzlanmış ve kurutulmuş geleneksel kaddid etinde su kaybı ve NaCl alımını Zuggarramurdi, Lupin ve Peleg modelleriyle açıklamıştır. Villacis *et al.* (2008), yüksek basıncın hindi etinde nem ve tuz difüzyonu üzerindeki etkilerini, Nguyen *et al.* (2010), morina filetolarında salamura konsantrasyonlarının kütle transferine etkilerini incelemiştir. Akköse and Aktaş (2014), pastırma üretiminin kürlleme aşamasında su aktivitesi, nem, tuz içeriği ve tuz difüzyon katsayılarındaki değişimleri araştırmış, Akköse and Aktaş (2016) ise gökkuşağı alabalığında tuz difüzyonunu değerlendirmiştir. Akköse (2017), dondurma/çözündürme işleminin sığır etinde tuz difüzyonuna etkisini incelemiştir. Tuzlama verimliliğini artırmaya yönelik teknolojik yaklaşımlar da literatürde dikkat çekmektedir. Aykın Dinçer (2021), ultrason destekli vakum emdirme uygulamasının sığır etinde tuz difüzyonunu artırdığını, Yao *et al.* (2022), ultrason destekli salamura işleminin ton balığında kütle transfer kinetiğini iyileştirdiğini raporlamıştır. Guo *et al.* (2024), ultrason teknolojisinin düşük tuzlu ürünlerde protein çözünürlüğünü, emülsifikasyon kapasitesini ve su tutma özelliğini artırdığını, Sanches *et al.* (2022) ise domuz etinde ultrasonun tuz difüzyonuna katkı sağladığını bildirmiştir.

Tuzlama yönteminin, işlem şartlarının ve kullanılan tuzun türünün kaliteye etkileri de araştırmalarda yer almıştır. Ayrıca literatürde tuzlamanın sadece raf ömrünü uzatmakla kalmayıp besin bileşimi, fizikokimyasal yapı, protein fonksiyonelliği, su tutma kapasitesi, mikrobiyal güvenlik ve duyu nitelikler üzerinde çok yönlü etkiler oluşturduğu vurgulanmaktadır. Corrias *et al.* (2022), kuru tuzlama ve enjeksiyon tuzlama yöntemlerinin

kılıç balığı filetolarındaki tuz difüzyonuna etkilerini karşılaştırmıştır. Marchetti and Garcia Loreda (2024), mezgit filetolarında salamura yönteminin su tutma kapasitesi ve ağırlık artışı açısından en etkili yöntem olduğunu belirtmiştir. Teixeira *et al.* (2010), Garrido *et al.* (2013) ve Lorenzo *et al.* (2015) ise tuzlama süresi ve hava kurutma koşullarının etin su aktivitesi, lipid oksidasyonu, renk ve doku parametreleri üzerindeki etkilerini raporlamıştır. Škrlep *et al.* (2013), tuzlama süresinin azaltılmasının proteoliz ve işleme kayıpları üzerinde sınırlı fakat ölçülebilir sonuçlar doğurduğunu bildirmiştir. Corzo *et al.* (2012), keçi etinde NaCl yerine farklı klorür tuzlarının kullanımını, Costa Corredor *et al.* (2010) ise salamurada potasyum laktat kullanımının iyon taşınımına etkilerini değerlendirmiştir.

Tuzlamayı takip eden kurutma işlemi, et ürünlerinde raf ömrünü uzatan ve karakteristik ürün özelliklerini oluşturan temel bir aşamadır. Kurutma uygulamalarına ilişkin çalışmalarda Kılıç (2009), düşük sıcaklık ve yüksek hızda kurutmanın tuzlanmış gökkuşağı alabalığında kaliteye etkilerini incelerken, Gou *et al.* (2003), tuzlanmış domuz etinde farklı sıcaklıklarda kurutma sırasında nem difüzyon katsayılarını belirlemişlerdir. Hwang *et al.* (2012) ise balık etinde tuz konsantrasyonu ve kurutma yöntemlerinin kalite üzerindeki etkilerini incelemiştir. Jain and Pathere (2007), karides ve sazan balığında güneşte kurutma kinetiklerini, Vega Gálvez *et al.* (2011), kurutulmuş kalamarın kalite ve kurutma kinetiğini, Aykın Dinçer and Erbaş (2019a), soğukta kurutulan sığır etinde nem difüzyon katsayısını belirlemişlerdir. Aykın Dinçer and Erbaş (2019b) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise soğukta kurutulmuş sığır etinin kalite özellikleri incelenmiştir. Yu *et al.* (2021), tuzlanmış sazan filetolarında soğuk veya sıcak hava ile kurutmanın fiziksel özellikler ve protein stabilitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymuşlardır. Ostojić *et al.* (2023), osmotik dehidrasyon uygulanmış domuz etinde kurutmanın protein denatürasyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Literatürde et işlemede tuzlama ve kurutma süreçlerine ilişkin geniş bir bilgi birikimi bulunmasına rağmen, bu süreçlerin kaz etine özgü kinetik ve kalite değişimleri bakımından yeterince incelenmediği görülmektedir. Kaz etinin kendine özgü yapısal ve kimyasal özellikleri, diğer et türleri için elde edilen kinetik modellerden farklı sonuçlar doğurabileceğinden, tuzlanmış-kurutulmuş kaz etinde tuzlama ve soğukta kurutma kinetikleri ile son ürün özelliklerinin belirlenmesi literatürdeki mevcut boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu kapsamda üretilecek bilimsel veriler, kaz etinin endüstriyel ölçekte işlenmesi ve katma değerli ürünlere dönüştürülmesi için önem arz etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada birincil hammadde olarak kaz göğüs eti kullanılmıştır. Homojen bir yapıya sahip olması, şekillendirmeye elverişli boyutlarının bulunması ve analizler için yeterli miktarda elde edilebilir olması kaz göğüs etinin tercih edilmesinde etkili olmuştur. Bu kapsamda, 36 kaz karkasından toplam 72 adet kaz göğüs eti elde edilmiştir. Karkaslar, Kars bölgesinde yer alan ve çalışma öncesinde satın alma sözleşmesi yapılmış lisanslı bir yetiştiriciden temin edilmiştir. Kullanılan kazların bölgeye özgü yerel ırklara ait olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kaz göğüs eti örnekleri üç eşit gruba ayrılmış ve her bir grupta 24 örnek yer almıştır. Bu gruplar sırasıyla tuzlama kinetiğinin belirlenmesi, soğukta kurutma kinetiğinin değerlendirilmesi ve bu işlemler sonrasında ortaya çıkan nihai ürün özelliklerinin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan tuz ise karınca başı olarak nitelendirilen orta irilikte olup yerel piyasadan temin edilmiştir.

Metot

Çalışma üç aşamalı olarak yürütülmüştür. Birinci aşamada tuzlama kinetikleri, ikinci aşamada soğukta kurutma kinetikleri, üçüncü aşamada ise son ürün özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, tuzlama kinetiklerinin belirlendiği birinci aşamada tuz ve nem içeriği ile su aktivitesi analizleri, soğukta kurutma kinetiklerinin belirlendiği ikinci aşamada nem içeriği ve su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Ayrıca birinci aşamada tuz, ikinci aşamada ise nem difüzyon katsayıları tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada ise birinci ve ikinci aşamalardan elde edilen sonuçlar ile ön denemelerde belirlenen verilere bağlı olarak optimum işleme şartlarına karar verilmiş ve kaz göğüs etleri önce 6 saat süreyle tuzlama işlemine daha sonra ise yine 6 saat süreyle soğukta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu aşamada hem son ürün özelliklerini belirlemek hem de üretim aşamaları boyunca bu özelliklerde meydana gelen değişimleri tespit etmek amacıyla üretimin tuzlama ve soğukta kurutma kademeleri sonrasında alınan örneklerde, pH, renk, NPN-M ve tekstür profil analizleri yapılmıştır.

Tuzlama kinetiklerinin belirlenmesi

Tuzlama kinetiklerinin belirlenmesinde 24 parça kaz göğüs eti kullanılmıştır. Kaz göğüs etlerine standart bir dilim şekli (6 cm x 6 cm x 1 cm) verildikten sonra, 2 tanesi kontrol numunesi olarak ayrılmış, geriye kalan 22 tanesi ise tuzlama işlemine tabi tutulmuştur. Tuzlama

işlemi plastik küvetler içerisinde orta irilikteki NaCl kullanılarak soğuk şartlar altında gerçekleştirilmiştir. İşleme 48 saat boyunca devam edilmiş ve 6 saat aralıklarla alınan iki parça kaz göğüs etinde (toplam 16 parça) tuz ve nem içeriği ile su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Böylece, zamana bağlı olarak bu parametrelerde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Bu aşamada zaman bağımsız değişken olarak, tuz ve nem içeriği ile su aktivitesi ise bağımlı değişkenler olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca bu aşamada elde edilen sonuçlar ikinci ve üçüncü aşamalarda yapılan tuzlama işleminin süresine karar verilmesinde kullanılmıştır. Diğer yandan kalan 6 parça kaz göğüs etinde tuzlama işlemine devam edilerek denge tuz içeriği belirlenmiştir. Böylece, kaz göğüs etlerinde belirlenen tuz içerikleri ile Crank (1975) tarafından verilen Fick'in 2. eşitliğinin sonsuz dilim için analitiksel çözümü kullanılarak kaz göğüs etindeki tuz difüzyon katsayısı aşağıdaki eşitlikten bulunmuştur.

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2 \pi^2} \exp(-D_{eff}(2n+1)^2 \pi^2 t / 4l^2)$$

M_t : Zamana bağlı olarak dokunun kazandığı tuz miktarı (g tuz/100g kuru madde)

M_∞ : Denge tuz içeriği (g tuz/100g kuru madde)

D_{eff} : Efektif difüzyon katsayısı (m^2/s)

t : Zaman (s)

l : Dilim kalınlığı (m)

Kurutma kinetiklerinin belirlenmesi

Kurutma kinetiklerinin belirlenmesinde 24 parça kaz göğüs eti kullanılmıştır. Örneklerle standart bir dilim şekli (6 cm x 6 cm x 1 cm) verildikten sonra birinci aşamadan elde edilen sonuçlara bağlı olarak 6 saatlik tuzlama işlemi yapılmış, ardından tuzlanmış kaz göğüs etlerinden 2 tanesi kontrol numunesi olarak ayrılarak geriye kalan 22 parça soğukta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Soğukta kurutma işlemi, sıcaklığı ve bağıl nemi ayarlanabilen bir kurutma kabini (Nüve Test Cabined, TK 600) içerisinde 10°C sıcaklıkta ve %70 bağıl nemde yapılmıştır. Soğukta kurutma işlemine 48 saat boyunca devam edilmiş ve 6 saat aralıklarla alınan iki parça kaz göğüs etinde (toplam 16 parça) nem içeriği ile su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Bu aşamada zaman bağımsız değişken olarak, nem içeriği ile su aktivitesi ise bağımlı değişkenler olarak dikkate alınmış, böylece zamana bağlı olarak bu parametrelerde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Ayrıca bu aşamada elde edilen sonuçlar üçüncü aşamada yapılacak üretim için kurutma süresine karar verilmesinde kullanılmıştır. Diğer yandan kalan 6 parça kaz göğüs etinde soğukta kurutma işlemine devam edilmiş ve denge nem içeriği belirlenmiştir. Böylece, kaz göğüs etlerinde tespit edilen nem içerikleri ile Crank (1975)

tarafından verilen Fick'in 2. eşitliğinin sonsuz dilim için analitiksel çözümü kullanılarak kaz göğüs etindeki nem difüzyon katsayısı aşağıdaki eşitlikten bulunmuştur.

$$M_R = \frac{M_t - M_\infty}{M_0 - M_\infty} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2 \pi^2} \exp\left(-D_{eff} (2n+1)^2 \pi^2 t / 4l^2\right)$$

M_R : Boyutsuz nem oranı

M_t : Belirli bir andaki nem içeriği (kg su/kg kuru madde)

M_0 : Başlangıç nem içeriği (kg su/kg kuru madde)

M_∞ : Denge nem içeriği (kg su/kg kuru madde)

D_{eff} : Efektif difüzyon katsayısı (m²/s)

t : Zaman (s)

l : Dilim kalınlığı (m)

Nem içeriği

Yaklaşık 10 g örnek, kurutulmuş ve darası alınmış paslanmaz çelik kurutma kaplarına tartılmış ve 100-102°C'deki etüvde (Mettler UM 400, Almanya) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Örneklerde meydana gelen ağırlık kaybından yola çıkılarak nem miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005).

Su aktivitesi (a_w)

Numunelerin a_w değerleri, su aktivitesi cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint, İsviçre) kullanılarak 25°C'de belirlenmiştir. Su aktivitesi cihazı kullanılmadan önce standart çözeltilerle kalibre edilmiştir.

Tuz içeriği

Örneklerdeki tuz içeriği iyon seçici elektrot kullanılarak pH/iyon ölçer cihazla (Crison GLP 22, Spain) belirlenmiştir. Analiz için tartılan 10g örnek, 100 ml 90-95°C'deki saf su ile 1-2 dakika boyunca homojenize edilmiş ve elde edilen homojenizat filtre kâğıdından süzülerek oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Ölçümler bu süzüntüde alınmış olup örneklerdeki tuz içeriği g NaCl/100 g örnek olarak tespit edilmiştir (Kırkyol and Akköse 2023).

pH analizi

Analiz için 10 g örnek tartılmış ve üzerine 100 ml saf su ilave edilerek Ultra- Turrax ile homojenize edilmiştir. Elde edilen bu süspansiyonun pH değeri, daha önce uygun tampon çözeltilerle (pH: 4,01; 7,00; 9,21) kalibre edilmiş olan pH ölçüm cihazıyla (Crison Instruments, Spain) belirlenmiştir.

Renk analizi

Renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) kolorimetre cihazı (Minolta CR-200, Japan) kullanılarak Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından verilen ölçütlere göre belirlenmiştir. Bu ölçütlere göre: L^* değeri 0-100 arasında koyuluk-açıklığı, $+a^*$ kırmızılığı, $-a^*$ yeşil renk yoğunluğunu, $+b^*$ sarılığı ve $-b^*$ ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir.

Protein olmayan azotlu (NPN) madde miktarı

NPN madde miktarı Anonymous (1989) tarafından verilen yöntemle yapılmıştır. Analiz için tartılan 5 g örnek, üzerine 10 ml diklorometan ve 50 g %20'lik TCA çözeltisi ilave edildikten sonra Ultra-Turrax ile homojenize edilmiştir. Bu homojenizat 15 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 3500g'de 10 dakika boyunca santrifüj işlemine tabi tutulmuş ve üstte toplanan süpernatant Whatman1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzüntüden yaklaşık 20 g alınarak Kjeldahl balonuna aktarılmış, üzerine 20 ml %98'lik H_2SO_4 ile 10 g katalizör karışımı (%95,4 K_2SO_4 , %2,8 $CuSO_4$ ve %1,8 TiO_2) ilave edilerek yeşil renk elde edilinceye kadar yakma işlemi yapılmıştır. Yakma tamamlanınca, Kjeldahl balonu oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve içerisine 400 ml saf su ile 75-100 ml doymuş NaOH ilave edilerek distilasyon sistemine bağlanmıştır. Distilasyon sisteminin kondensat çıkışına, içerisinde 25 ml doymuş borik asit çözeltisi ve 1 ml indikatör karışımı (metilen mavisi ve metil kırmızısı içerir) bulunan 500 ml'lik erlenmayer yerleştirilmiştir. Distilasyon işlemine erlenmayerdeki toplam hacim 200 ml oluncaya kadar devam edildikten sonra distilat 0,1 N HCl ile çelik gri renk pembeleşinceye kadar titre edilmiş ve % NPN miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%NPN = V \cdot 8,755 \cdot [(W_p / 100) \cdot m_0 + m_2] / (10 \cdot m_0 \cdot m_1)$$

Formülde yer alan, V titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi (ml), W_p kullanılan numunedeki nem oranı (%), m_0 başlangıçtaki örnek miktarı (g), m_1 alınan süzöntü miktarı (g), m_2 ilave edilen TCA miktarı (g) olarak verilmiştir.

Tekstür profil analizi

Örneklerin tekstür profil analizi (TPA), doku analiz cihazı (CT3, Brookfield) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için küp şeklinde (2 cm x 2 cm x 1 cm) kesilen numuneler 38,1 mm çapındaki silindirik prob (TA4/1000, Brookfield) kullanılarak oda sıcaklığında iki sıkıştırma döngüsü altında analiz edilmiştir. Analiz koşulları 2 mm/s ön test hızı, 1 mm/s test ve son test hızı, iki sıkıştırma arasında 3 saniyelik bekleme süresi ve %50 sıkıştırma oranı olacak şekilde ayarlanmıştır. Analiz sonucunda örneklerdeki sertlik, yapışkanlık, kohezivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri tespit edilmiştir.

İstatistiki Analiz

Araştırma tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Bu kapsamda 36 adet kaz karkasından iki taraflı olarak çıkarılan 72 parça kaz göğüs etinden şansa bağlı olarak seçilen 24 parça tuzlama kinetiklerinin belirlenmesinde, 24 parça kurutma kinetiklerinin belirlenmesinde ve 24 parça ise son ürün özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.



ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tuzlama Aşamasına Ait Sonuçlar

Çalışma kapsamında uygulanan 48 saatlik kuru tuzlama işlemi boyunca örneklerde belirlenen nem ve tuz içerikleri ile su aktivitesi değerleri Tablo 1’de sunulmuştur. Tuzlama işlemi başlangıcında sırasıyla %68,56-68,63 ve 0,974-0,977 arasında olan nem içeriği ile a_w değerleri 48 saatlik işlem sonunda yine sırasıyla %61,42-61,46 ve 0,916-0,917 arasında tespit edilmiştir. Kütle transferi sürecinin bir sonucu olarak tuz içeriğinde ise artış yönlü bir değişim gözlenmiş ve örneklerdeki tuz içeriğinin 48. saat sonunda 1,70-1,71 g tuz/100g kuru madde düzeyine ulaştığı görülmüştür.

Tablo 1. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerleri

Zaman (saat)	Nem içeriği (%)			a_w değeri			Tuz içeriği (g tuz/100g kuru madde)		
0	68,56	68,63	68,59	0,974	0,974	0,977	0,55	0,56	0,56
6	65,34	65,10	65,27	0,947	0,948	0,947	1,26	1,26	1,24
12	64,47	64,64	64,84	0,938	0,936	0,937	1,35	1,37	1,36
18	64,64	63,81	64,34	0,933	0,934	0,934	1,48	1,46	1,48
24	63,61	63,57	63,68	0,928	0,931	0,931	1,56	1,56	1,57
30	63,21	63,10	63,21	0,926	0,926	0,929	1,62	1,61	1,61
36	62,83	62,82	62,75	0,924	0,924	0,922	1,66	1,65	1,65
42	62,59	62,50	62,44	0,919	0,920	0,920	1,68	1,69	1,69
48	61,43	61,42	61,46	0,917	0,916	0,917	1,71	1,70	1,70

Tablo 2’de tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen nem ve tuz içerikleri ile a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Tuzlama işleminin zamana bağlı olarak nem ve tuz içerikleri ile a_w değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç tuzlama süresinin etin dehidrasyonu, suyun kullanılabilirliği ve tuzun difüzyonu gibi süreçler üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermiştir.

Tablo 2. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Nem İçeriği (%)			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Zaman	8	12,814	475,425**
Hata	18	0,027	-
Genel	27	-	-
a_w değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Zaman	8	0,001	679,724**
Hata	18	1,407E- 006	-
Genel	27	-	-
Tuz içeriği (%)			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Zaman	8	0,391	6209,309**
Hata	18	6,296E -005	-
Genel	27	-	-

** P<0,01

Tuzlama işlemi boyunca kaz göğüs etinde belirlenen nem ve tuz içerikleri ile a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3’te sunulmuştur. Tuzlama işleminin başlangıcında %68,59 olan ortalama nem içeriğinin tuzlama işlemi boyunca azaldığı, 48 saatlik işlem sonunda %61,44’e düştüğü ve tüm zaman noktalarındaki ortalama nem değerlerinin birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Tuzlama süreci boyunca kaz göğüs etinin nem içeriğinde sürekli bir azalma meydana gelmiştir (Şekil 2). Şekil 2 incelendiğinde, nem kaybının süreç boyunca doğrusal bir azalış seyri izlemediği ve en belirgin düşüşün, osmotik basınç farkının en yüksek olduğu ilk 6 saatlik dilimde yaşandığı görülmektedir. Bu durum, et yüzeyine yakın konumdaki serbest suyun sürecin başlangıcında hızla uzaklaştırıldığını göstermektedir. Altıncı saatten sonra nem kaybı devam etse de düşüş hızının kademeli olarak yavaşladığı gözlenmiştir. Nitekim ilk 6 saatte %3,35’lik bir düşüş yaşanırken, son 6 saatlik periyotta (42-48 saat arası) bu düşüş yalnızca %1,07 olarak gerçekleşmiştir. Bu yavaşlamanın, etin iç kısımlarındaki suyun difüzyonunun daha fazla zaman alması ve osmotik dengenin zamanla oluşmaya başlamasıyla açıklanması mümkündür. Bu nem kaybı dinamiği, tuzun ete nüfuzu ile suyun uzaklaştırılması arasındaki karmaşık etkileşimi yansıtmaktadır.

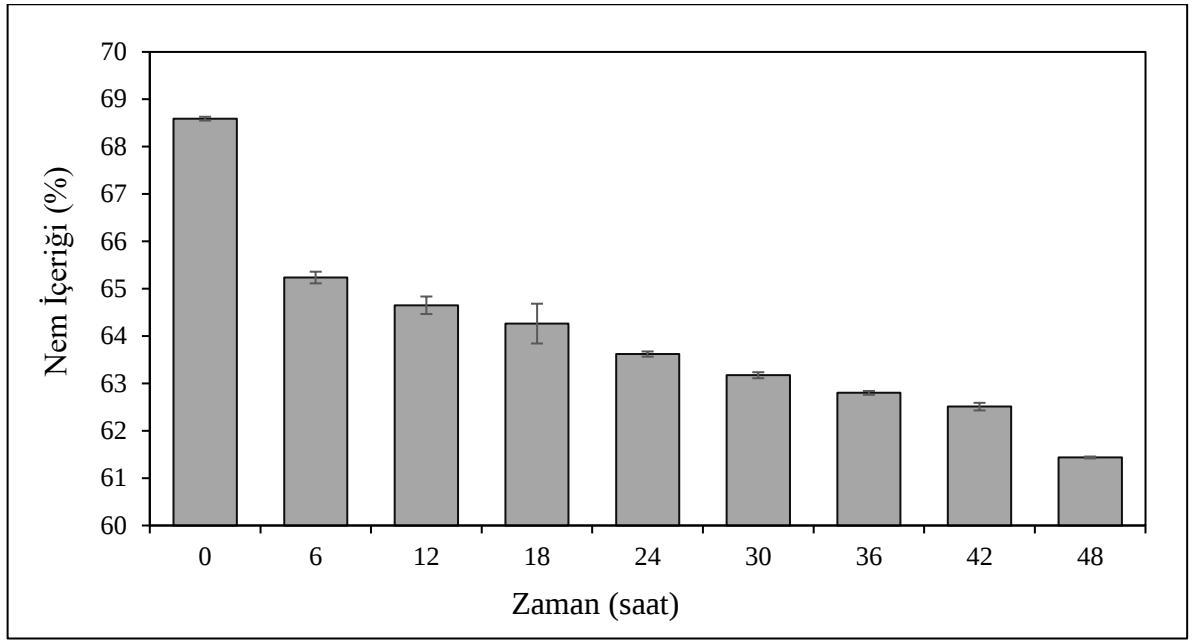
Tablo 3. Tuzlama Boyunca Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem ve Tuz İçerikleri İle a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Zaman (saat)	Nem İçeriği (%)	a_w değeri	Tuz İçeriği (g tuz/100g kuru madde)
0	68,59±0,04 ^a	0,975±0,002 ^a	0,56±0,01 ^a
6	65,24±0,12 ^h	0,947±0,001 ^h	1,25±0,01 ^b
12	64,65±0,19 ^g	0,937±0,001 ^g	1,36±0,01 ^c
18	64,26±0,42 ^f	0,934±0,001 ^f	1,47±0,01 ^d
24	63,62±0,06 ^e	0,930±0,002 ^e	1,56±0,01 ^e
30	63,17±0,06 ^d	0,927±0,002 ^d	1,61±0,01 ^f
36	62,80±0,04 ^c	0,923±0,001 ^c	1,65±0,01 ^g
42	62,51±0,08 ^b	0,920±0,001 ^b	1,69±0,01 ^h
48	61,44±0,02 ^a	0,917±0,001 ^a	1,70±0,01 ⁱ

^{a-i}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05)

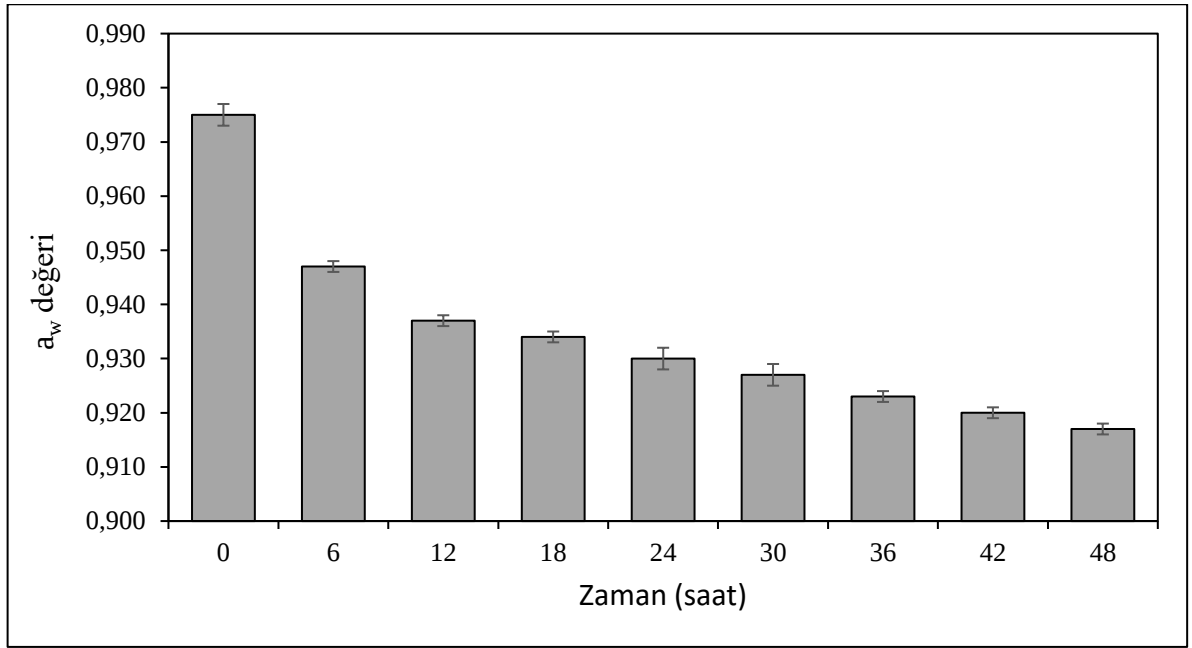
± standart sapma

Çalışma kapsamında belirlenen örneklerin nem içeriğindeki değişimin konu ile ilgili literatürde yer alan diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Akköse and Aktaş (2014) tarafından yapılan bir çalışmada pastırmalık etlerin 48 saatlik tuzlanması işlemi boyunca nem içeriğinin zamana bağlı olarak önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Mota *et al.* (2020) kuru tuzlanmış hindi etinde, nem içeriğinin tuzlama işlemi sonunda önemli seviyede azaldığını bildirmişlerdir. Benlacheheb *et al.* (2019), tarafından yapılan bir çalışmada ise geleneksel bir et ürünü olan "El Gueddid" in üretiminde tuzlama işlemi esnasında nem içeriğinin %72,18'den %64,47'ye düştüğü tespit edilmiş ve bu azalmanın büyük ölçüde et ile tuz arasındaki yüksek konsantrasyon gradyanı nedeniyle oluşan osmotik su kaybından kaynaklandığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Duman (2022), 48 saatlik kuru tuzlama uygulanan gökkuşağı alabalığı filetolarında nem içeriğinin azaldığını ve bu durumun konsantrasyon farklılıklarından kaynaklandığını bildirmiştir. Tuzlamanın osmotik etkisine bağlı olarak farklı et ürünlerinde tuzlama işlemi esnasında nem kaybının gerçekleştiği diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Martínez-Alvarez and Gómez-Guillén 2013; Yang *et al.* 2020).



Şekil 2. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriğinde meydana gelen değişim

Kaz eti örneklerinde tuzlama işleminin başlangıcında 0,975 olarak belirlenen ortalama a_w değerinin nem içeriğindeki değişime benzer şekilde tuzlama süresi boyunca azaldığı ve 48 saat sonunda ortalama 0,917'ye düştüğü tespit edilmiştir. Tuzlama işlemi boyunca her 6 saatlik ölçümde belirlenen ortalama a_w değerlerinin birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ($p < 0,05$) ve ilerleyen tuzlama süresi boyunca azaldığı görülmüştür (Tablo 3). Bu durumun tuzlama işlemi boyunca meydana gelen tuz difüzyonu ile nem kaybının ortak etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Şekil 3'den görüldüğü üzere, örneklerin a_w değerinde tuzlama zamanına bağlı olarak azalma meydana geldiği, bununla birlikte bu azalmanın doğrusal olmadığı, özellikle nem kaybı ve tuz difüzyonunun en hızlı gerçekleştiği başlangıç aşamasında daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, başlangıçta tuzun et dokusuna hızla nüfuz ederek serbest suyu bağlaması ve bu yolla suyun kimyasal potansiyelini düşürmesiyle açıklanabilir. Sürecin ilerleyen aşamalarında düşüş hızının yavaşlaması ve daha kararlı bir hâl alması ise örneklerde zamana bağlı olarak tuz-nem dengesinin oluşmaya başladığını göstermektedir.

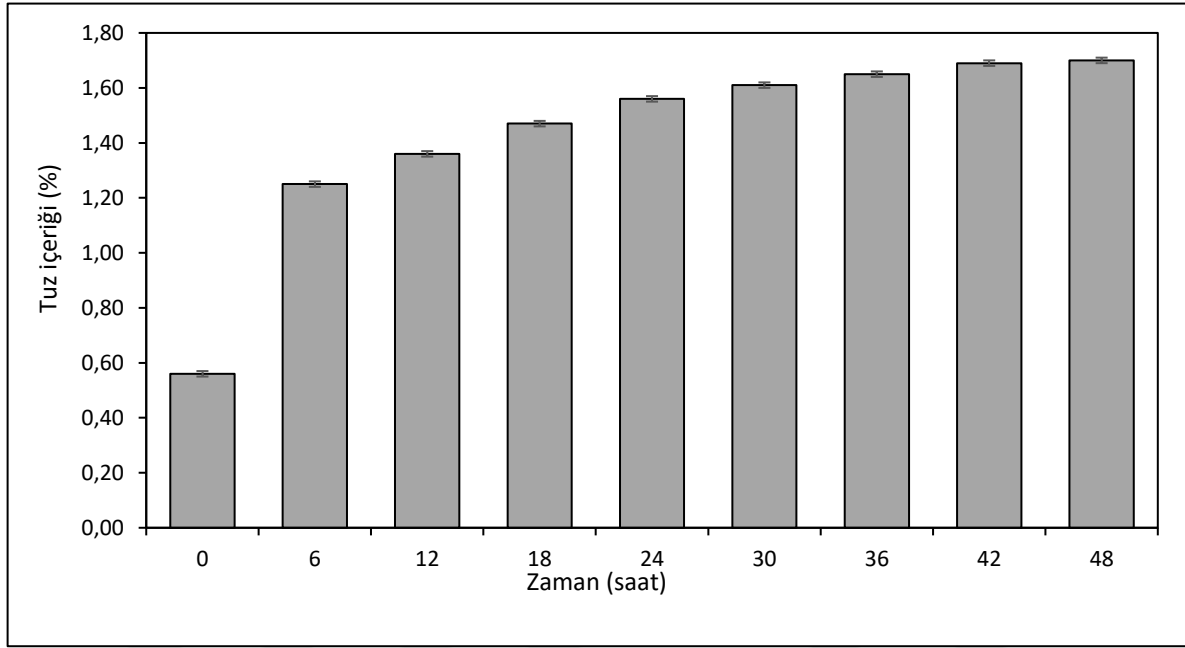


Şekil 3. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen a_w değerinde meydana gelen değişim

Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada Milanov and Stoyanchev (2022), tüketime hazır kuru kürlenmiş domuz etinde 0,891-0,906 aralığında değişen a_w değerleri rapor etmişlerdir. Bu değerler, mevcut bu çalışmadaki 48 saatlik tuzlama işlemi sonunda belirlenen a_w değerleriyle benzerlik göstermektedir. Uğuz *et al.* (2011), farklı oranlarda tuzlanmış pastırmalık etlerde benzer bir düşüş tespit etmişler ve bu düşüşün temel nedeninin, kürlleme karışımının dokuya difüzyonu ve bununla birlikte dokudan suyun uzaklaşması olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada Akköse and Aktaş (2014) pastırmada kürlleme işlemi boyunca örneklerin tuz içeriğinin arttığını, a_w değeri ile nem içeriklerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Sabadini *et al.* (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, hem yaş hem de kuru tuzlama uygulamalarında etin a_w değerinin azaldığı, ancak kuru tuzlamanın daha belirgin bir etki yaratarak su aktivitesini daha yüksek oranda düşürdüğü tespit edilmiştir.

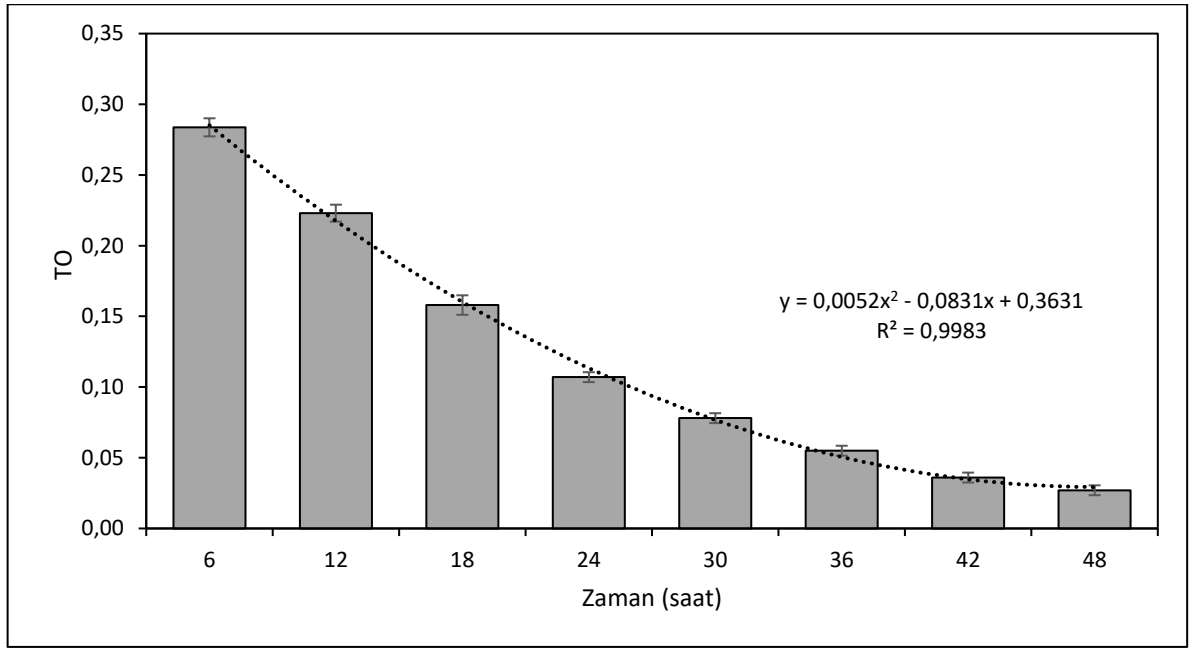
Tablo 3'ten görüldüğü üzere örneklerdeki tuz içeriği tuzlama işlemi boyunca artış göstermiş ve en yüksek ortalama değer 1,70 g tuz/100 g kuru madde olarak 48 saat sonunda elde edilmiştir. Herbir ölçüm periyodunda belirlenen ortalama tuz içeriklerinin önemli seviyede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Şekil 4'te de görülebileceği üzere, tuzlama periyodu boyunca kaz göğüs etinin tuz içeriğinde sürekli bir artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte tuzlamanın ilk 6 saatlik bölümünde örneklerde daha yüksek oranda bir tuz kazanımı meydana geldiği görülmüştür. Bu durum, et ile tuz arasındaki konsantrasyon farkının en yüksek olduğu başlangıç aşamasında difüzyonun oldukça hızlı olduğunu göstermektedir. Altıncı saatten sonra tuz alım hızı belirgin bir şekilde yavaşlamıştır. Nitekim ilk 6 saatte %0,69'luk bir artış olurken, 12. ve 18. saatler arasında bu artış sadece %0,11 olarak kaydedilmiştir. Sürecin sonlarına doğru (30-48 saat arası) artış hızının daha da azalarak bir plato eğilimi göstermesi,

gittikçe artan tuz kazanımına bağlı olarak konsantrasyon gradyanının azalmasıyla açıklanabilir. Çalışmada gözlenen ve başlangıçtaki hızlı artışın ardından yavaşlama eğilimi gösteren tuz alım kinetiği, farklı et ve su ürünleri üzerine yapılan benzer birçok araştırma tarafından da rapor edilmiştir. Mujaffar and Sankat (2006) köpek balığı etinde, Volpato *et al.* (2007) tavuk göğüs etinde, Sobukola and Olatunde (2011) Afrika yayın balığında ve Barat *et al.* (2011) ise domuz etinde tuz kazanımıyla ilgili benzer bir eğilimi bildirmişlerdir.



Şekil 4. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen tuz içeriğinde meydana gelen değişim

Tuzlama aşaması boyunca belirli aralıklarla tespit edilen tuz içerikleri ile denge tuz içeriği kullanılarak belirlenen boyutsuz tuz oranının (TO) zamana bağlı değişimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, TO değeri tuzlama süresi ilerledikçe azalma göstermiştir. Bu eğilim, difüzyon proseslerinin karakteristik davranışıyla uyumludur. Başlangıçta et ile tuzlu ortam arasındaki konsantrasyon farkının en yüksek olduğu dönemde değişim hızlı gerçekleşirken, zamanla bu fark azaldıkça değişim hızı da yavaşlamaktadır. Grafikteki veriler üzerine yerleştirilen eğilim çizgisi dikkate alındığında TO değerindeki azalmanın ikinci dereceden bir polinomla ifade edilebileceği görülmektedir ($R^2 = 0,9983$).



Şekil 5. Tuzlama boyunca kaz göğüs etinde belirlenen boyutsuz tuz oranı (TO) değerinde meydana gelen değişim

TO değerleri kullanılarak Crank (1975) tarafından verilen Fick'in ikinci eşitliğinin sonsuz dilim için analitiksel çözümünden kaz göğüs etindeki tuz difüzyon katsayısı $6,46 \times 10^{-10}$ m²/s olarak hesaplanmıştır. Bu değer, et ürünlerinde yürütülen benzer araştırmalarla karşılaştırıldığında orta düzeyde bir difüzyon hızını temsil etmektedir. Volpato *et al.* (2007), tavuk etinde NaCl difüzyon katsayısının $8,99 \times 10^{-10}$ – $9,55 \times 10^{-10}$ m²/s arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gou *et al.* (2002) tarafından düşük sıcaklıkta yürütülen bir diğer çalışmada domuz etinde çok daha düşük difüzyon katsayısı değerleri ($2,03 \times 10^{-11}$ – $2,55 \times 10^{-11}$ m²/s) tespit edilmiştir. Diğer yandan Akköse and Aktaş (2014) pastırmalık sığır etinde $1,49 \times 10^{-9}$ – $4,08 \times 10^{-9}$ m²/s arasında değişen daha yüksek tuz difüzyon katsayısı değerleri belirlemişlerdir. Bu daha yüksek değerler muhtemelen pastırmalık etlere uygulanan şaklama işleminden kaynaklanmıştır. Fekete *et al.* (2025) tarafından yapılan bir çalışmada domuz filetosu üzerinde uygulanan farklı kürleme tekniklerinin tuz difüzyon katsayısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan incelemede kuru tuzlamada tuz difüzyon katsayısı $4,22 \times 10^{-10}$ m²/s olarak belirlenmiştir. Bertram *et al.* (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise %10 NaCl salamurasında kürlenene et örneklerinde sodyum difüzyonu izlenmiş ve kürlemenin ilk 3 saatinde tuz difüzyon katsayısı 10×10^{-10} m²/s, daha uzun kürleme sürelerinde ise 8×10^{-10} m²/s olarak belirlenmiştir. Zhang *et al.* (2011), sazan balığında tuz difüzyon kinetiklerini incelemiş ve sıcaklık, tuz içeriği ile kas yöneliminin difüzyonu önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. Çalışmada tuzlama süresi arttıkça D_{eff} değerlerinin azaldığı, sıcaklık yükseldikçe ise arttığı belirlenmiş ve tuz difüzyon katsayılarının $0,32 \times 10^{-9}$ – $5,86 \times 10^{-9}$ m²/s aralığında olduğu bulunmuştur. Literatürde çeşitli et ürünlerinde farklı tuz difüzyon katsayılarının belirlendiği

çalışmalar da bulunmaktadır (Zhao *et al.* 2020; Dong *et al.* 2023; Sanches *et al.* 2023). Bu farklılıkların biyolojik materyallerin yapısal özellikleri, tuzlama yöntemi ve ortam koşulları gibi değişkenlerden kaynaklandığını söyleyebilmek mümkündür. Bu nedenle kaz etinde belirlenen tuz difüzyon katsayısının ürünün kendine özgü yapısal özellikleri ile tuzlama süreci ve ortam koşullarının bir sonucu olduğu dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda belirlenen tuz difüzyon katsayısının kaz eti işleme teknolojilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir referans değer sağladığı söylenebilir.

Kurutma Aşamasına Ait Sonuçlar

Tuzlama aşamasında elde edilen sonuçlar dikkate alınarak örnekler öncelikle 6 saatlik bir tuzlama işlemine tabi tutulmuş ve daha sonrasında kurutma işlemine geçilmiştir. Çalışma kapsamında uygulanan 48 saatlik kurutma işlemi boyunca örneklerde belirlenen nem içeriği ve su aktivitesi değerleri Tablo 4'te sunulmuştur. Kurutma işlemi başlangıcında sırasıyla %65,10-65,34 ve 0,947-0,948 arasında olan nem içeriği ile a_w değerleri 48 saatlik işlem sonunda yine sırasıyla %49,20-49,50 ve 0,815-0,816 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 4. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği ve a_w Değerleri

Zaman (saat)	Nem içeriği (%)			a_w değeri		
0	65,34	65,10	65,27	0,947	0,948	0,947
6	57,60	57,68	57,53	0,880	0,879	0,878
12	55,25	54,80	55,12	0,866	0,868	0,868
18	54,50	54,49	54,74	0,855	0,855	0,856
24	53,45	53,88	53,63	0,847	0,847	0,848
30	52,65	52,40	52,84	0,840	0,841	0,840
36	52,38	52,23	52,16	0,833	0,833	0,835
42	52,14	51,90	51,45	0,824	0,824	0,825
48	49,50	49,30	49,20	0,816	0,815	0,815

Tablo 5'te kurutma işlemi boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriği ile a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Kurutma işleminin zamana bağlı olarak nem içeriği ile a_w değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç kurutma süresinin etin daha ileri düzeyde dehidrasyonu ve su aktivitesinin değişimi üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermiştir.

Tablo 5. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği İle a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Nem İçeriği (%)			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Saat	8	62,992	1626,621**
Hata	18	0,039	
Genel	27		
a_w değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Saat	8	0,005	7427,912**
Hata	18	6,296E -007	
Genel	27		

** P<0,01

Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriği ile a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur. Kurutma işleminin başlangıcında %65,24 olan ortalama nem içeriğinin kurutma işlemi boyunca azaldığı, 48 saatlik işlem sonunda %49,33’e düştüğü ve tüm zaman noktalarındaki ortalama nem değerlerinin birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 6. Kurutma Boyunca Tuzlanmış Kaz Göğüs Etinde Belirlenen Nem İçeriği İle a_w Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

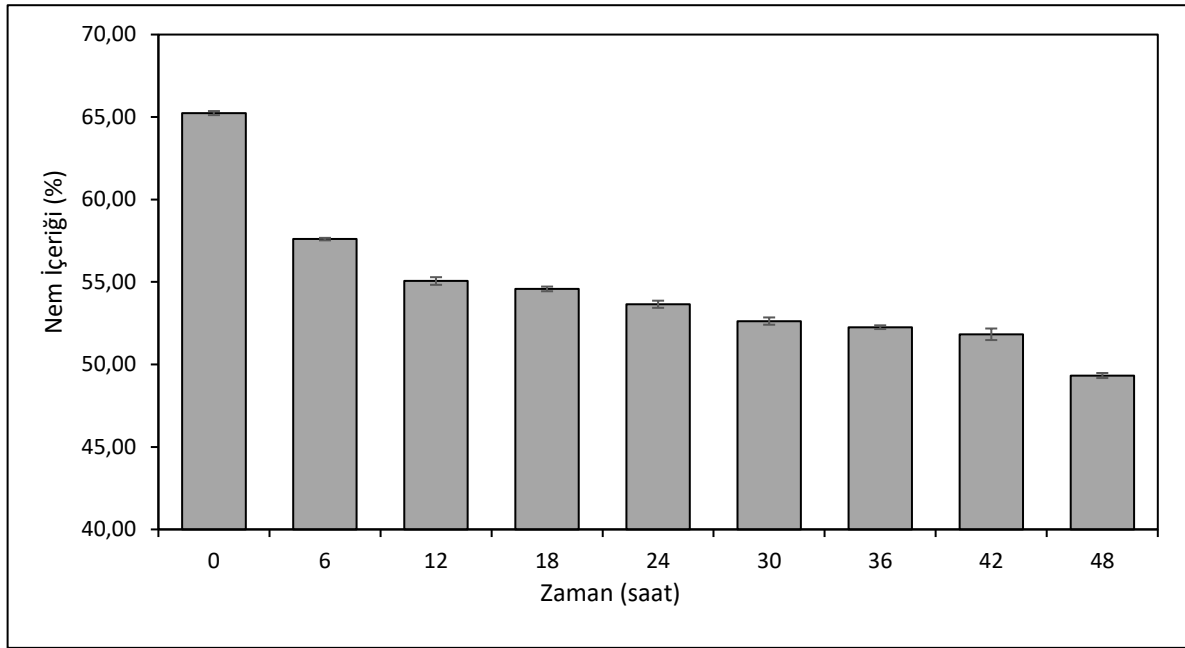
Zaman (saat)	Nem İçeriği (%)	a_w
0	65,24±0,12 ^a	0,947±0,001 ^a
6	57,60±0,08 ^h	0,879±0,001 ^h
12	55,06±0,23 ^g	0,867±0,001 ^g
18	54,58±0,14 ^f	0,855±0,001 ^f
24	53,65±0,22 ^e	0,847±0,001 ^e
30	52,63±0,22 ^d	0,840±0,001 ^d
36	52,26±0,11 ^c	0,834±0,001 ^c
42	51,83±0,35 ^b	0,824±0,001 ^b
48	49,33±0,15 ^a	0,815±0,001 ^a

^{a-h}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

± standart sapma

Tablo 6 incelendiğinde, örneklerdeki nem kaybının süreç boyunca devam ettiği bununla birlikte doğrusal bir azalış seyri izlemediği görülmektedir. Nem içeriğindeki en belirgin düşüş, ilk 6 saatlik dilimde belirlenmiştir. Bu durum, et yüzeyine yakın konumdaki serbest suyun sürecin başlangıcında hızla uzaklaştırıldığını göstermektedir. İlk 6 saatlik periyotta ortalama nem içeriği %65,24’ten %57,60’a düşerek yaklaşık %7,6’lık bir azalma kaydetmiştir. Altıncı

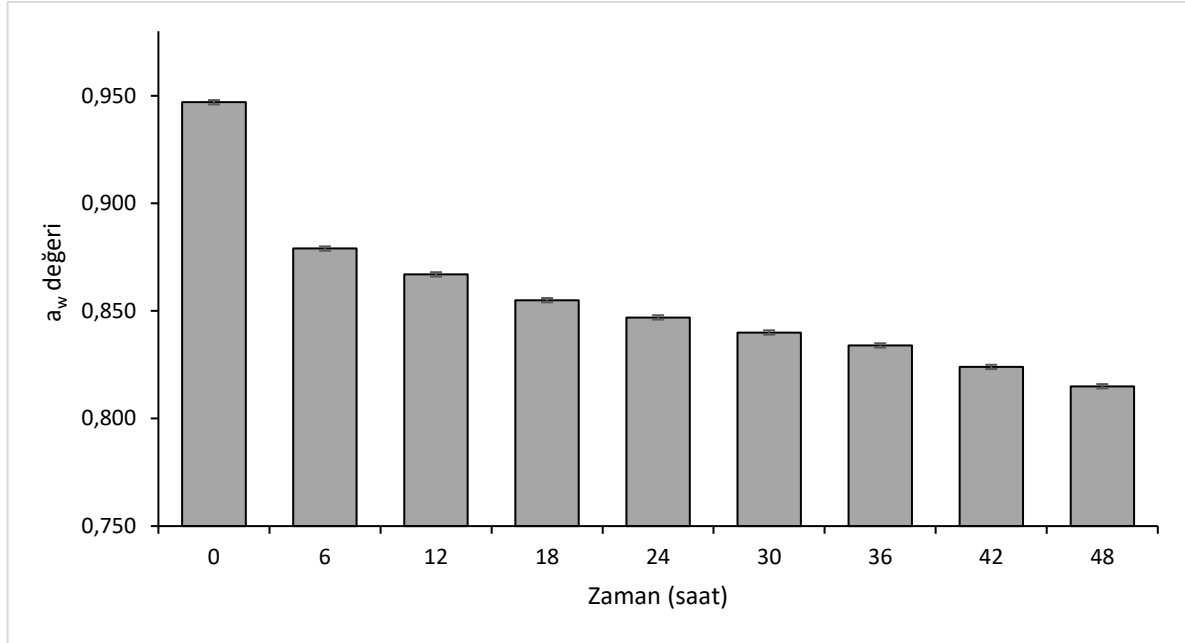
saatten sonra nem kaybı devam etse de düşüş hızının kademeli olarak yavaşladığı gözlenmiştir. Kaz eti üzerine yapılan başka çalışmalarda da tuzlanmış numunelerde kuruma süresi arttıkça nem içeriğinde azalma olduğu rapor edilmiştir (Çimen *et al.* 2024; Kabil *et al.* 2025). Kurutma işlemi esnasında farklı et ürünlerinde nem içeriğindeki azalmanın seyrini ortaya koyan başka çalışmalar da bulunmaktadır. Yang *et al.* (2012) tarafından yapılan bir çalışmada domuz jerky üretiminde kalite özellikleri üzerine tuz konsantrasyonu ile kurutma süresinin etkisi araştırılmış ve mevcut bu çalışmadakine benzer şekilde nem içeriğinin kurutma süresi boyunca azaldığı, bununla birlikte ilk 6 saatlik kurutma esnasında nem içeriğinde daha yüksek oranda bir azalmanın meydana geldiği belirtilmiştir.



Şekil 6. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen nem içeriğinde meydana gelen değişim

Kurutma başlangıcında 0,947 olarak belirlenen ortalama a_w değerinin 48 saatlik kurutma işlemi sonunda 0,815'e düştüğü tespit edilmiştir. Kurutma işlemi boyunca her 6 saatlik ölçümde belirlenen ortalama a_w değerlerinin birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ($p < 0,05$) ve ilerleyen kurutma süresi boyunca azaldığı görülmüştür. Bu durum, azalan nem içeriğine bağlı olarak örneklerdeki çözünmüş madde konsantrasyonunun oransal artışından kaynaklanmıştır. Tablo 7'den görüldüğü üzere a_w değerindeki azalmanın özellikle nem kaybının en yoğun olduğu başlangıç aşamasında daha yüksek oranda meydana geldiği tespit edilmiştir. Sürecin ilerleyen aşamalarında düşüş hızının yavaşlaması kuruma hızındaki azalmaya bağlı olarak gerçekleşmiştir. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada Yang *et al.* (2012), domuz jerky üretiminde artan tuz konsantrasyonu ve kurutma süresine bağlı olarak a_w değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Chen *et al.* (2004) Çin usulü domuz jerky üretiminde a_w değerinin kurutma süresince azalarak 0,850'ye kadar düştüğünü belirtmişlerdir.

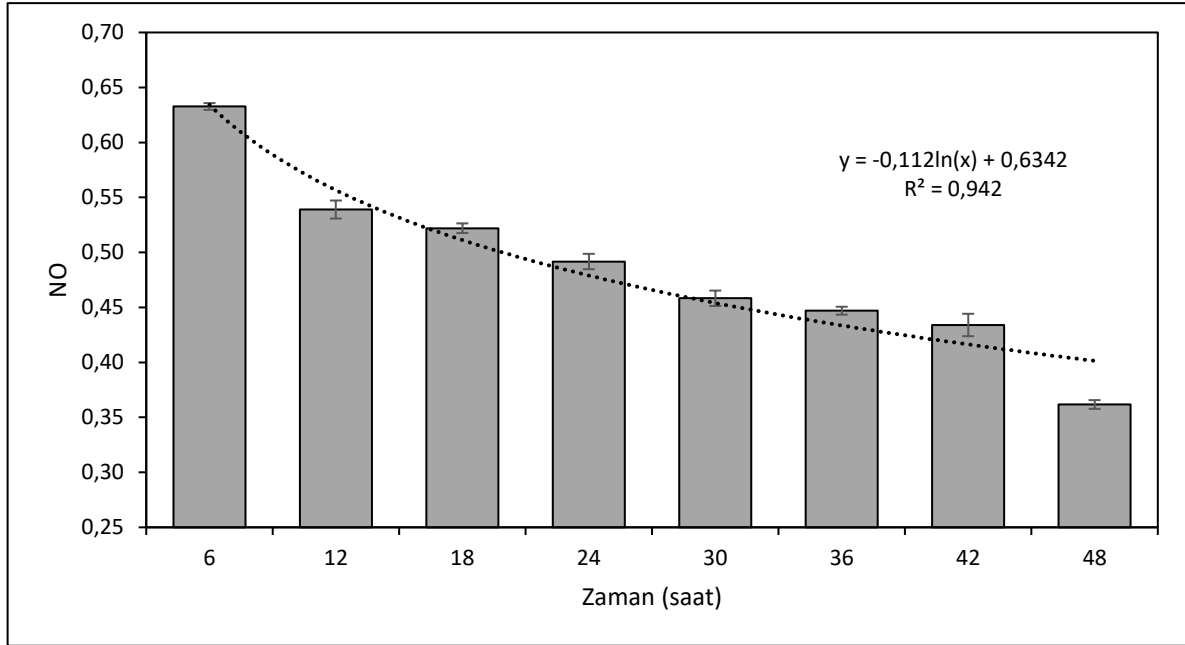
Farklı şartlar altında gerçekleştirilen kurutma işlemleri esnasında çeşitli et ürünlerinde a_w değerinde azalma meydana geldiği başka araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Jiang *et al.* 2016; Aykın Dinçer and Erbaş 2018; Dinçer 2020).



Şekil 7. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen a_w değerinde meydana gelen değişim

Kurutma aşaması boyunca belirli aralıklarla ölçülen nem içerikleri ile denge nem içeriği kullanılarak belirlenen boyutsuz nem oranının (NO) zamana bağlı değişimi Şekil 8'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, boyutsuz NO değeri difüzyon proseslerinin karakteristik davranışıyla uyumlu bir şekilde kurutma süresi boyunca azalmıştır. Grafikteki veriler üzerine yerleştirilen eğilim çizgisi dikkate alındığında NO değerindeki azalmanın logaritmik bir karaktere sahip olduğu görülmektedir ($R^2= 0,942$). NO değerleri kullanılarak Crank (1975) tarafından verilen Fick'in ikinci eşitliğinin sonsuz dilim için analitiksel çözümünden kaz göğüs etindeki nem difüzyon katsayısı $1,24 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer, kurutma işlemi uygulanan farklı et ürünlerinde belirlenen nem difüzyon katsayısı değerleriyle karşılaştırıldığında orta düzeyde bir nem difüzyon hızına işaret etmektedir. Simal *et al.* (2003) sobrassada ürününde $2,86 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, Djendoubi *et al.* (2009) sardalya balığında $1,38 \times 10^{-11}$ – $2,21 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, Jain and Pathere (2007) ise karides ve sazan balığında sırasıyla $11,11 \times 10^{-11}$ ve $8,71 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ 'lik nem difüzyon katsayısı değerleri bildirmişlerdir. Diğer yandan Kucerova *et al.* (2015), antilop eti jerky örneklerinde etkin nem difüzyon katsayısını $1,43 \times 10^{-10}$ – $2,07 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ arasında tespit etmişlerdir. Başlar *et al.* (2015), sıcak hava ile kurutulan somon ve alabalık filetolarında nem difüzyon katsayısının $5,43 \times 10^{-10}$ – $7,40 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, ultrasonik vakum yöntemiyle ise $7,49 \times 10^{-10}$ – $1,95 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir. Literatürde farklı araştırmalarda elde edilen bu değişken

sonuçlar, biyolojik materyallerin yapısal özellikleri, sıcaklık koşulları, kurutma yöntemi ve nem içeriği gibi etmenlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle kaz etinde tespit edilen nem difüzyon katsayısı, ürünün kendine özgü fiziksel yapısı ve soğukta kurutma koşulları dikkate alındığında bu ürün için referans bir değer sağlamıştır.



Şekil 8. Kurutma boyunca tuzlanmış kaz göğüs etinde belirlenen boyutsuz nem oranı (NO) değerinde meydana gelen değişim

Son Ürün Kalite Özelliklerine Ait Sonuçlar

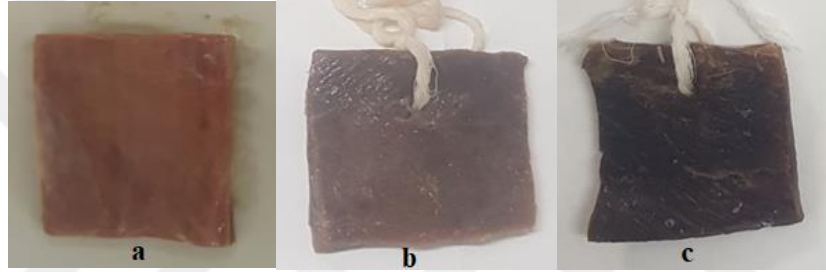
Çalışma kapsamında elde edilen bulgular dikkate alınarak kaz göğüs etine 6 saatlik tuzlama ve 6 saatlik kurutma işlemleri uygulanarak son ürün üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimin başlangıç, tuzlama ve kurutma aşamaları sonunda alınan örneklerde renk, NPN-M ve pH değeri ile tekstür özellikleri belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Renk Özelliklerine (L^* , a^* , b^*) Ait Sonuçlar

Üretim aşamaları boyunca örneklerde belirlenen renk özelliklerine (L^* , a^* , b^*) ait sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir. Parlaklığın bir göstergesi olan L^* değerinin, başlangıçta 41,22-41,63, tuzlama sonunda 37,05-38,09 ve kurutma sonunda ise 31,64-31,90 arasında değişen değerlere sahip olduğu görülmüştür. Örneklerin a^* ve b^* değerleri ise tuzlama sonrasında sırasıyla 15,48-16,89 ve 15,97-19,27 arasında iken kurutma sonrasında yine sırasıyla 10,68-12,76 ve 14,17-15,81 arasında tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan kaz göğüs eti örneklerinin başlangıç, tuzlama sonrası ve kurutma sonrası fiziksel görünümleri Şekil 9’da sunulmuştur.

Tablo 7. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerleri

Üretim Aşaması	L^*	a^*	b^*
Başlangıç	41,22	15,92	16,69
	41,63	15,52	15,59
	41,50	13,59	15,82
Tuzlama sonrası	37,05	15,97	15,97
	38,03	16,89	17,08
	38,09	15,48	19,27
Kurutma sonrası	31,90	12,76	14,17
	31,66	11,36	14,79
	31,64	10,68	15,81



Şekil 9. Kaz göğüs eti örneklerinin başlangıç (a), tuzlama sonrası (b) ve kurutma sonrası (c) fiziksel görünüşleri

Tablo 8’de üretim aşamaları boyunca kaz göğüs etinde belirlenen renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Üretim aşaması faktörünün, L^* ve a^* değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli sevide etkili olduğu ($P<0,01$), bununla birlikte b^* değeri üzerinde anlamlı bir etki göstermediği ($P>0,05$) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, tuzlama ve kurutma işlemlerinin etin parlaklık ve kırmızılık değerlerini belirgin bir şekilde değiştirdiğini, ancak sarılık tonu üzerinde kayda değer bir değişikliğe yol açmadığını göstermektedir.

Tablo 8. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

<i>L*</i>			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	72,091	532,998**
Hata	6	0,135	-
Genel	9	-	-
<i>a*</i>			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	16,608	15,621**
Hata	6	1,063	-
Genel	9	-	-
<i>b*</i>			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	4,772	3,726
Hata	6	1,281	-
Genel	9	-	-

** P<0,01

Üretimin farklı aşamalarında belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 9’da sunulmuştur. Örneklerin L^* değerinin üretim aşamaları boyunca önemli seviyede azaldığı ($p<0,05$), üretimin başlangıcında 41,45 olarak ölçülen ortalama L^* değerinin tuzlama sonunda 37,72’ye ve kurutma sonunda ise 31,73’e düştüğü tespit edilmiştir. Veriler detaylı incelendiğinde, parlaklıktaki düşüşün her iki işlem basamağında da gerçekleştiği, ancak en belirgin koyulaşmanın kurutma aşamasında gerçekleştiği görülmektedir. Tuzlama aşamasında gözlemlenen yaklaşık 3,73 birimlik düşüş, tuzun et proteinlerinin yapısını değiştirerek ışığı yansıtma biçimini etkilemesi ve yüzeydeki nemin azalmasıyla açıklanabilir. Ancak L^* değerindeki en ciddi düşüş, yaklaşık 5,99 birimlik azalma ile kurutma aşamasında meydana gelmiştir. Bu durumun, yoğun nem kaybının et yüzeyini daha pürüzlü hale getirmesi ve pigmentlerin konsantre olarak daha koyu bir görünüm oluşturmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Kabil *et al.* (2025) tarafından yapılan bir çalışmada çiğ kaz göğüs etinde $39,08\pm3,32$ olarak belirlenen ortalama L^* değerinin tuzlama işlemi sonunda $29,41\pm0,93$ ’e düştüğü, uygulanan farklı kurutma işlemleri sonrasında da düşüşün devam ettiği bildirilmiştir. Bir başka çalışmada Şahin vd (2022) tuzlanmış kurutulmuş kaz etinde ortalama L^* değerini $35,32\pm1,11$ olarak belirlemişlerdir. Kabil and Gürdal (2023) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise farklı oranlarda tuzlanmış kaz but etinde L^* değerlerinin 45,10-31,10 arasında olduğu ve tuz oranı arttıkça L^* değerinin azaldığı bildirilmiştir.

Tablo 9. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Renk Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Üretim Aşaması	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
Başlangıç	41,45±0,21 ^c	15,01±1,25 ^b	16,03±0,58 ^a
Tuzlama Sonrası	37,72±0,58 ^b	16,11±0,72 ^b	17,44±1,68 ^a
Kurutma Sonrası	31,73±0,14 ^a	11,60±1,06 ^a	14,92±0,83 ^a

^{a-c} : Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05)

± standart sapma

Tablo 9 incelendiğinde başlangıç ve tuzlama sonrası belirlenen *a** değerine ait ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı (p>0,05), bununla birlikte kurutma işlemi sonrasında *a** değerinde önemli seviyede (p<0,05) bir düşüş meydana geldiği görülmektedir. Üretimin başlangıcında 15,01 olarak belirlenen ortalama *a** değeri kurutma işlemi sonunda 11,60'a düşmüştür. Şahin vd. (2022), tuzlanmış kurutulmuş kaz etinde ortalama *a** değerini 17,46 ± 1,03 olarak belirlemişlerdir. Kabil *et al.* (2025) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise kaz etinde 18,04 olarak belirlenen ortalama *a** değerinin tuzlama sonrasında 10,73'e düştüğü, uygulanan farklı kurutma işlemleri sonrasında ise daha düşük ortalama değerlerin bulunduğu bildirilmiştir. Mevcut bu çalışmada farklı üretim aşamalarında belirlenen *b** değerlerine ait ortalamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı (p>0,05) görülmüştür (Tablo 9). Kurutma sonrasında *b** değerinde bir düşüş olmasına rağmen bu düşüş anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Çalışmada elde edilen *b** değerleri, kaz eti üzerine yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Şahin vd. (2022) tarafından yürütülen bir araştırmada tuzlanmış kurutulmuş kaz etinde belirlenen ortalama *b** değeri (5,81) bu çalışmadakinden oldukça düşüktür. Bu durum muhtemelen üretimde uygulanan farklı işlem şartlarından kaynaklanmıştır. Diğer yandan bir başka çalışmada farklı oranlarda tuzlanmış kaz but etinde *b** değerinin farklılık göstermediği bildirilmiştir (Kabil and Gürdal 2023). Buna karşın Kabil *et al.* (2025) ise kaz etinde *b** değerinin tuzlama ve kurutma aşamalarında artış gösterdiğini raporlamışlardır.

pH ve Protein Olmayan Azotlu Madde (NPN-M) Miktarına Ait Sonuçlar

Çalışma kapsamında uygulanan tuzlama ve kurutma işlemleri boyunca örneklerde belirlenen pH değerleri ile NPN-M miktarları Tablo 10'da verilmiştir. Başlangıçta 5,70-5,73 arasında belirlenen pH değerinin tuzlama sonrasında 5,60-5,66, kurutma sonrasında ise 5,91-5,92 arasında olduğu bulunmuştur. NPN-M miktarı ise başlangıçta 2,47-2,61 g/100g, tuzlama sonrasında 2,76-2,90 g/100g ve kurutma sonrasında ise 3,46-3,58 g/100g arasında tespit edilmiştir.

Tablo 10. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH ve NPN-M Değerleri

Üretim Aşaması	pH	NPN-M (g/100g)
Başlangıç	5,71	2,47
	5,73	2,47
	5,70	2,61
Tuzlama sonrası	5,66	2,90
	5,66	2,84
	5,60	2,76
Kurutma sonrası	5,91	3,49
	5,91	3,58
	5,92	3,46

Tablo 11’de örneklerde belirlenen pH değerleri ile NPN-M miktarlarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Üretim aşaması faktörünün, incelenen her iki parametre üzerinde de istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç, tuzlama ve kurutma işlemlerinin, ürünün asitlik düzeyini ve proteoliz derecesini belirgin bir şekilde değiştirdiğini istatistiksel olarak teyit etmektedir.

Tablo 11. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH Değerleri ile NPN-M Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

pH			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,060	122,818**
Hata	6	0,000	-
Genel	9	-	-
NPN-M			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,772	150,800**
Hata	6	0,005	-
Genel	9	-	-

** $P<0,01$

Örneklerde belirlenen pH değerleri ile NPN-M miktarlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 12’de sunulmuştur. Üretimin başlangıcında 5,71 olan ortalama pH değerinin tuzlama sonunda 5,64’e düştüğü, ancak kurutma sonunda 5,91’e yükseldiği tespit edilmiştir. Her üç üretim aşamasında belirlenen ortalama pH değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ($p<0,05$) görülmüştür. Bu bulgu, tuzlamanın pH’yı düşürücü, kurutmanın ise pH’yı artırıcı bir etkiye sahip olduğunu ve bu iki zıt

yönlü değişimin ürünün nihai yapısı, lezzeti ve mikrobiyolojik stabilitesi üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Kurutma aşamasında pH değerinde meydana gelen artış, kurutma sırasında gerçekleşen proteoliz ve diğer enzimatik reaksiyonlar sonucu amonyak gibi bazik bileşiklerin açığa çıkmasıyla açıklanabilir. Kaz eti üzerine yapılan çalışmalar, pH değişimleri konusunda farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Kabil and Gürdal (2023), kaz but etinde tuz oranının depolama boyunca etkisini inceledikleri bir araştırmada, pH değerinin depolama süresi ve tuz ilavesiyle arttığını bildirmişlerdir. Buna karşın, Kabil *et al.* (2025) tarafından yapılan bir başka çalışmada, kaz göğüs etinin ortalama pH değeri 5,82 olarak belirlenmiş ve tuzlama ile kurutma işlemlerinin etin pH değerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı bildirilmiştir. Bir diğer araştırmada ise tuzlanmış kurutulmuş kaz eti örneklerinde pH değerlerinin 6,07–6,36 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Çimen *et al.* 2025).

Tablo 12. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen pH ve NPN-M Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Üretim Aşaması	pH	NPN-M (g/100g)
Başlangıç	5,71±0,02 ^b	2,52±0,08 ^a
Tuzlama Sonrası	5,64±0,03 ^a	2,83±0,07 ^b
Kurutma Sonrası	5,91±0,01 ^c	3,51±0,06 ^c

^{a-c} : Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0,05)
± standart sapma

Tablo 12’den görüldüğü üzere herbir üretim aşamasında belirlenen ortalama NPN-M değerleri istatistiksel olarak birbirinden önemli seviyede farklı bulunmuş (p<0,05) ve üretim aşamaları boyunca artış göstererek son üründe 3,51 g/100g seviyesine ulaşmıştır. Veriler detaylı incelendiğinde, NPN-M değerinin tüm üretim süreci boyunca sürekli bir artış eğiliminde olduğu ve bu artışın özellikle kurutma aşamasında hızlandığı görülmektedir. NPN-M, proteinlerin parçalanmasıyla oluşan küçük peptitler, serbest amino asitler ve amonyak gibi bileşikler ifade etmektedir. Tuzlama aşamasındaki hafif artış sınırlı bir protein yıkımını göstermektedir. Ancak NPN-M değerindeki en büyük ve en belirgin artış, kurutma aşamasında meydana gelmiştir. Bu bulgu, üretim sürecinin, özellikle de kurutmanın, üründe yoğun bir proteolize neden olduğu ve bu durumun nihai ürünün duyu özelliklerini şekillendirmede merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. Kuru kürlenmiş et ürünlerinde proteoliz sonucu NPN-M içeriğinin artması, literatürde yaygın olarak rapor edilen bir olgudur. Kaban (2009), Lorenzo *et al.* (2003), Virgili *et al.* (2007) ve Wang (2001) gibi birçok araştırmacı, proteazların et proteinleri üzerindeki parçalayıcı etkisinin, kuru kürlenmiş et ürünlerinde NPN-M’nin artmasına neden olduğunu bildirmiştir. Kaz eti üzerine yapılan daha spesifik bir çalışmada ise kürlenmiş kaz etinde kurutma işleminin NPN-M miktarını arttırdığı rapor edilmiştir (Wu *et al.* 2024).

Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Çalışma kapsamında uygulanan tuzlama ve kurutma işlemleri boyunca örneklerde belirlenen tekstürel özellikler Tablo 13’de sunulmuştur. Başlangıçta 137,39-161,90 N arasında değişen sertlik değerinin tuzlama sonrasında 188,93-241,59 N, kurutma sonrasında ise 355,74-504,55 N arasında olduğu tespit edilmiştir. Kurutma sonrasında yapışkanlık ve esneklik değerleri sırasıyla 0-0,6 mJ ve 0,13-0,16 arasında belirlenmişken, kohesivlik ve elastikiyet değerleri sırasıyla 0,38-0,46 ve 2,17-3,11 arasında bulunmuştur. Diğer yandan başlangıçta 103,10-167,00 mJ arasında olan çiğnenebilirlik değerlerinin ise, kurutma işlemi sonunda 417,50-573,00 mJ arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 13. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen TPA Değerleri

Üretim Aşaması	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mJ)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)
Başlangıç	161,90	0,9	0,24	0,410	2,51	167,00
	160,24	0,7	0,21	0,360	2,31	133,10
	138,76	1,1	0,22	0,370	3,01	154,00
	143,08	1,0	0,23	0,350	3,24	164,20
	154,60	0,9	0,24	0,410	2,54	161,10
	137,39	1,1	0,17	0,290	2,56	103,10
Tuzlama sonrası	239,14	1,5	0,18	0,380	2,35	214,30
	211,58	1,1	0,22	0,480	3,17	321,80
	193,68	0,8	0,22	0,340	2,78	184,10
	206,38	1,2	0,26	0,330	2,90	196,90
	241,59	0,9	0,19	0,330	3,01	238,00
	188,93	0,6	0,19	0,400	3,01	228,80
Kurutma sonrası	443,06	0,4	0,14	0,430	2,17	417,50
	355,74	0,1	0,15	0,410	3,11	449,40
	498,32	0,6	0,13	0,460	2,28	523,40
	463,07	0,0	0,14	0,380	2,93	516,90
	504,55	0,6	0,16	0,420	2,23	468,00
	421,73	0,0	0,14	0,450	3,03	573,00

Tablo 14’de üretim aşamaları boyunca belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerinde üretim aşaması faktörünün çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, kohesivlik ve elastikiyet değerleri üzerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir etki gözlenmemiştir ($P>0,05$). Bu durum tuzlama ve kurutma işlemlerinin ürünün tekstürel yapısını büyük ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Tablo 14. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen Tpa Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	148024,227	121,473**
Hata	15	1218,576	-
Genel	18	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,987	14,346**
Hata	15	0,069	-
Genel	18	-	-
Esneklik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,010	18,069**
Hata	15	0,001	-
Genel	18	-	-
Kohesivlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,006	2,935
Hata	15	0,002	-
Genel	18	-	-
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	0,96	0,715
Hata	15	0,134	-
Genel	18	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Üretim Aşaması	2	193487,582	93,296**
Hata	15	2073,910	-
Genel	18	-	-

** P<0,01

Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 15’de sunulmuştur. Örneklerde belirlenen ortalama sertlik değerlerinin üretim aşamaları boyunca

önemli seviyede artış gösterdiği ($p<0,05$) ve başlangıçta 149,33 N olarak belirlenen ortalama değerin, tuzlama sonunda 213,55 N'a, kurutma sonunda ise 447,75 N'a ulaştığı tespit edilmiştir. Şekil 10'da üretim aşamaları boyunca kas göğüs etinin sertlik değerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir. Sertlik değerinin tüm üretim süreci boyunca artış gösterdiği ve bu artışın özellikle kurutma aşamasında çok daha belirgin bir boyuta ulaştığı görülmektedir. Tuzlama aşamasında meydana gelen artışın, tuzun proteinlerin yapısını değiştirmesi ve kısmi nem kaybına yol açarak kas liflerinin daha sıkı bir yapı oluşturmaya neden olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bununla birlikte sertlikteki en büyük artış kurutma aşamasında meydana gelmiştir. Bu durum ise muhtemelen kurutma ile sağlanan yoğun nem kaybının, kas liflerinin birbirine daha da yaklaşmasına, sıkılaşmasına ve protein ağının sertleşmesine neden olmasından kaynaklanmıştır. Nem kaybı, ürünün toplam kütleini azaltırken yapısal bileşenleri konsantre hale getirmekte, bu da doğrudan sertliğin artmasına yol açmaktadır. Elde edilen sonuçlar hem tuzlamanın hem de kurutmanın ürünün nihai sertliğini şekillendirmede kritik rol oynadığını, ancak kurutmanın yoğun dehidrasyon yoluyla sertlik değeri üzerinde daha etkin olduğunu göstermektedir.

Tablo 15. Tuzlanmış Kurutulmuş Kaz Göğüs Etinin Üretim Aşamaları Boyunca Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

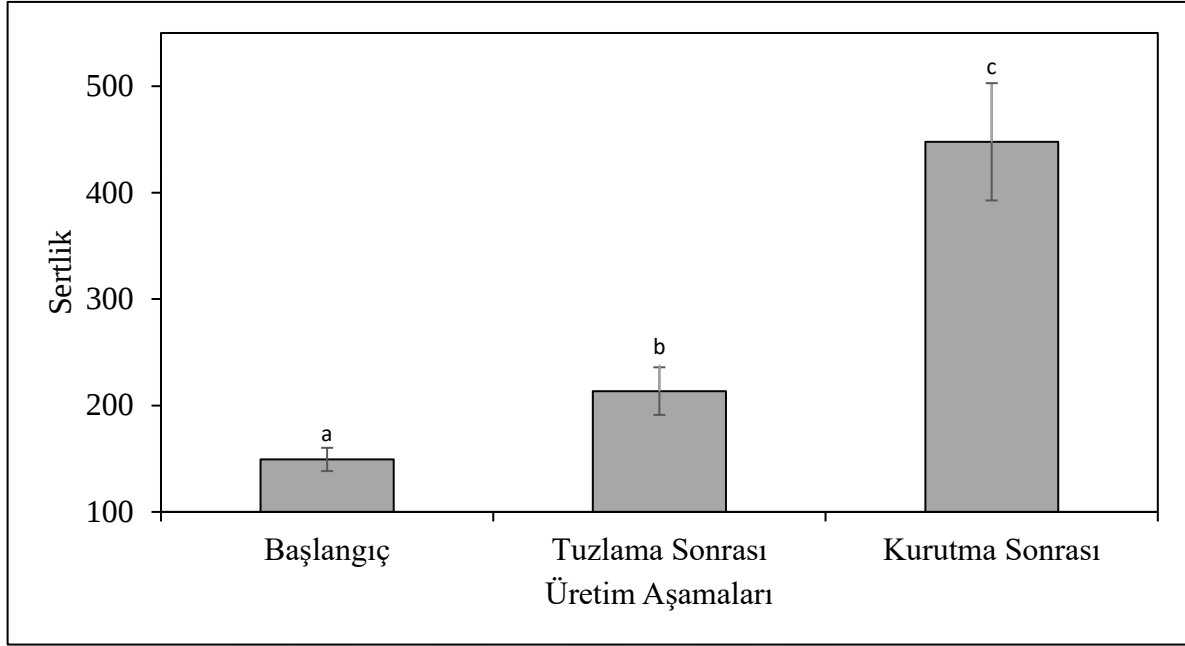
Üretim Aşaması	Sertlik	Yapışkanlık	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenabilirlik
Başlangıç	149,33±10,94 ^a	0,95±0,15 ^b	0,22±0,03 ^b	0,37±0,04 ^a	2,70±0,35 ^a	147,08±24,75 ^a
Tuzlama Sonrası	213,55±22,35 ^b	1,02±0,32 ^b	0,21±0,03 ^b	0,38±0,06 ^a	2,87±0,29 ^a	230,65±48,87 ^b
Kurutma Sonrası	447,75±55,11 ^c	0,28±0,29 ^a	0,14±0,01 ^a	0,43±0,03 ^a	2,63±0,44 ^a	491,37±56,75 ^c

^{a-c} : Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

± standart sapma

Literatürdeki bulgular da tuzlama ve kurutma işlemlerinin etin sertliğini artırdığını göstermektedir. Ruiz Ramírez *et al.* (2005a), tuzlama sürecinde etin sertliğinin arttığını ve bu artışın kas dokusundaki su kaybı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, yüksek NaCl konsantrasyonlarının miyofibriler yapının sıkılaşmasına yol açarak sertliği artırdığını ve Z çizgilerini parçalayan kalpain aktivitesini engellediğini belirtmişlerdir. Mota *et al.* (2020) ise kuru tuzlamadan sonra hindi etinde daha sert bir doku meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde kuru kürlenmiş et ürünlerinde nem içeriği azaldıkça sertlik değerlerinde artış olduğu diğer bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Serra *et al.* 2005; Molinero *et al.* 2008; Lorenzo 2014; Lorenzo and Carballo 2015; Kırkyol and Akköse 2023). Ruiz Ramírez *et al.* (2005b), kürlenmiş et ürünlerinde sertlik değerinin kurutma ile arttığını belirtmişler ve bunun nedenini kurutma sırasındaki su kaybı ile oluşan büzülme olarak

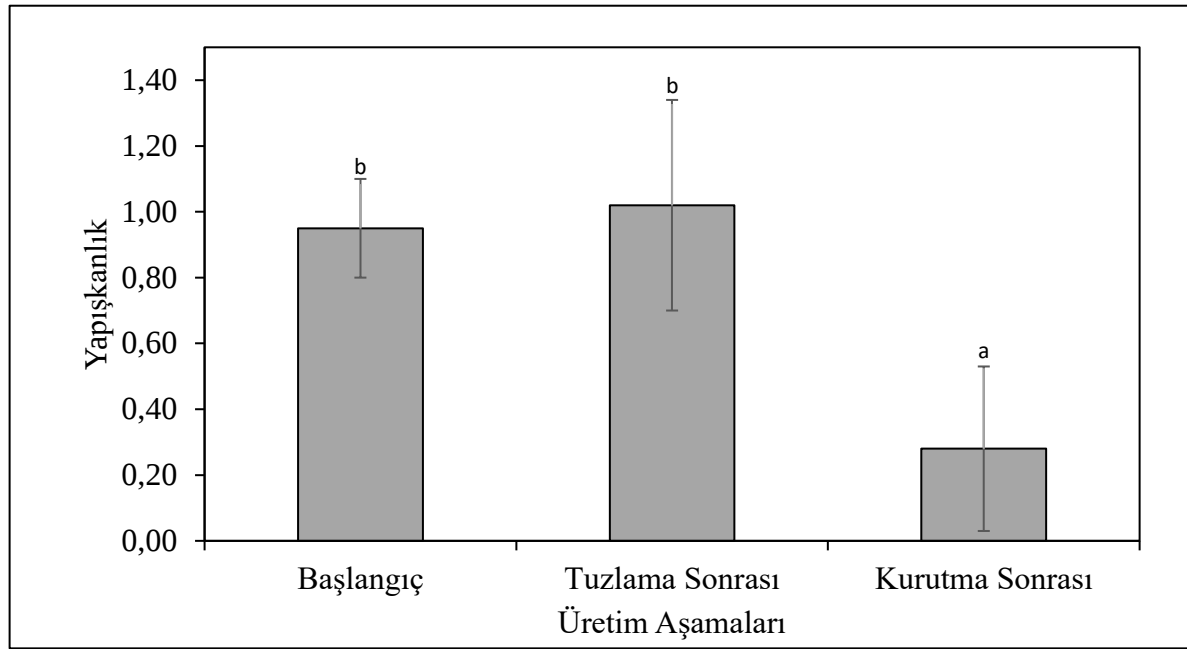
açıklamışlardır. Tavuk göğüs eti üzerine yapılan bir çalışmada ise kurutma işlemi neticesinde sertlik değerinin arttığı ve kurutma sıcaklığının bu artış üzerinde önemli seviyede etkili olduğu bildirilmiştir (Hii *et al.* 2014).



Şekil 10. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen sertlik değerlerinde meydana gelen değişim

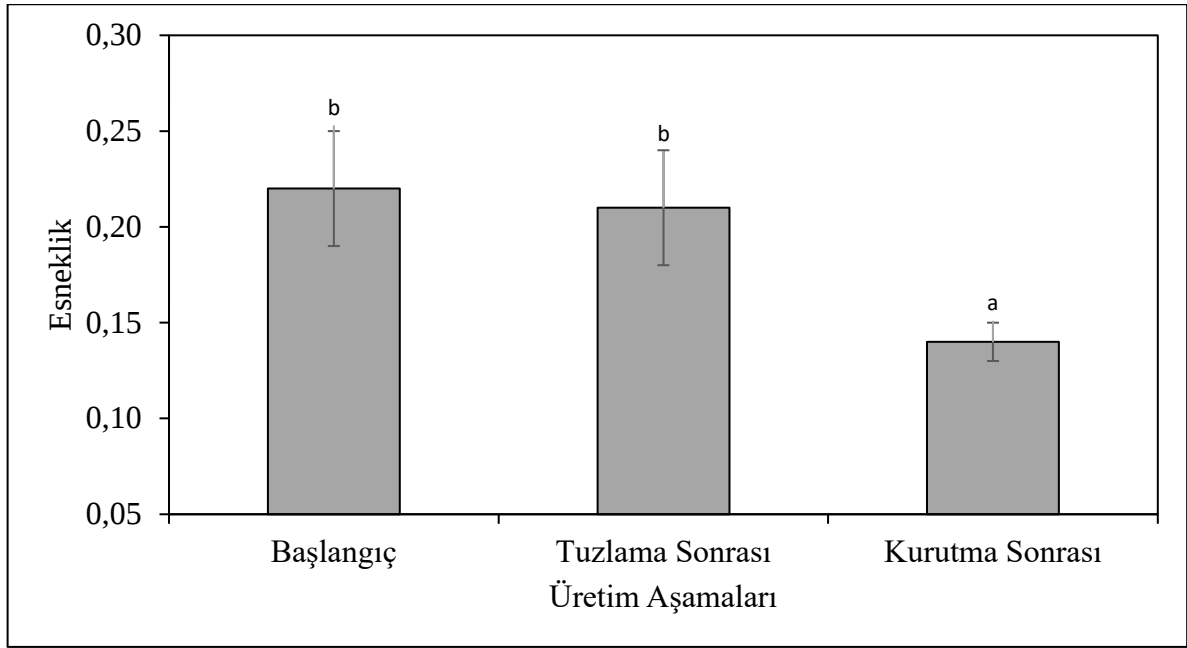
Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamalarında belirlenen yapışkanlık değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 15) üretim aşaması faktörü örneklerin yüzey yapışkanlığı üzerinde önemli seviyede etkili olmuştur ($p < 0,05$). Üretimin başlangıcında 0,95 mJ olarak belirlenen ortalama yapışkanlık değeri, tuzlama sonunda 1,02 mJ olarak, kurutma sonunda ise 0,28 mJ olarak tespit edilmiştir. Başlangıç ve tuzlama sonrasında belirlenen ortalama yapışkanlık değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($p > 0,05$), bununla birlikte kurutma sonrasında yapışkanlık değerinin önemli seviyede azaldığı ($p < 0,05$) görülmüştür. Üretim aşamaları boyunca örneklerin yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 11’de gösterilmiştir. Buna göre son ürünün yapışkanlığını belirleyen temel üretim aşamasının kurutma olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, muhtemelen kurutma ile sağlanan yoğun nem kaybının, ürünün yüzeyini kuru ve sert bir hale getirmesinden kaynaklanmaktadır. Kırkyol and Akköse (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, pastırma üretimi sırasında yapışkanlık değerinin kürlleme sonunda kısmen arttığı, kurutma aşamalarında ise gittikçe azaldığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar tarafından pastırma üretiminde belirlenen yapışkanlık değerindeki bu değişimin mevcut bu çalışmadakine benzerlik gösterdiği görülmektedir. Diğer yandan, kuru kürlenmiş ham üretiminde yapışkanlığın, olgunlaşma sırasında belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra azaldığı rapor edilmiştir (Monin *et al.* 1997). Bu çalışmalar, tuzlama/kürlleme sonrası artan ve kurutma/olgunlaşma ile azalan

yapışkanlık eğiliminin, kuru kürlenmiş et ürünleri için karakteristik bir özellik olduğunu göstermektedir.



Şekil 11. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişim

Tablo 15’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre esneklik değeri tuzlama sonrasında anlamlı bir değişim göstermemişken ($p>0,05$) kurutma sonrasında önemli seviyede azalmıştır ($p<0,05$). Üretimin başlangıcında 0,22 olan ortalama esneklik değeri, tuzlama sonunda 0,21 ve kurutma sonunda ise 0,14 olarak belirlenmiştir. Şekil 12’de üretim aşamaları boyunca esneklik değerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir. Esneklik değerinin özellikle kurutma aşamasında belirgin bir düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Böylece kurutma aşamasının bu dokusal parametrenin gelişimi üzerinde önemli bir rol oynadığını söyleyebilmek mümkündür. Bu durum, kurutma ile sağlanan yoğun nem kaybının, protein lifleri arasındaki kayganlığı azaltması ve protein ağını sertleştirerek yapının esneme kabiliyetini önemli ölçüde kaybetmesine neden olmasıyla açıklanabilir. Suyu azalan ve sertleşen bir yapı, deformasyon sonrası orijinal formuna dönmekte daha çok zorlanır, bu da esneklik değerinin düşmesi anlamına gelir. Literatürdeki bulgular, farklı et ürünlerinde esneklik değeri için değişken sonuçlar elde edildiğini göstermektedir (Andronikov *et al.* 2013; Kırkyol and Akköse 2023).

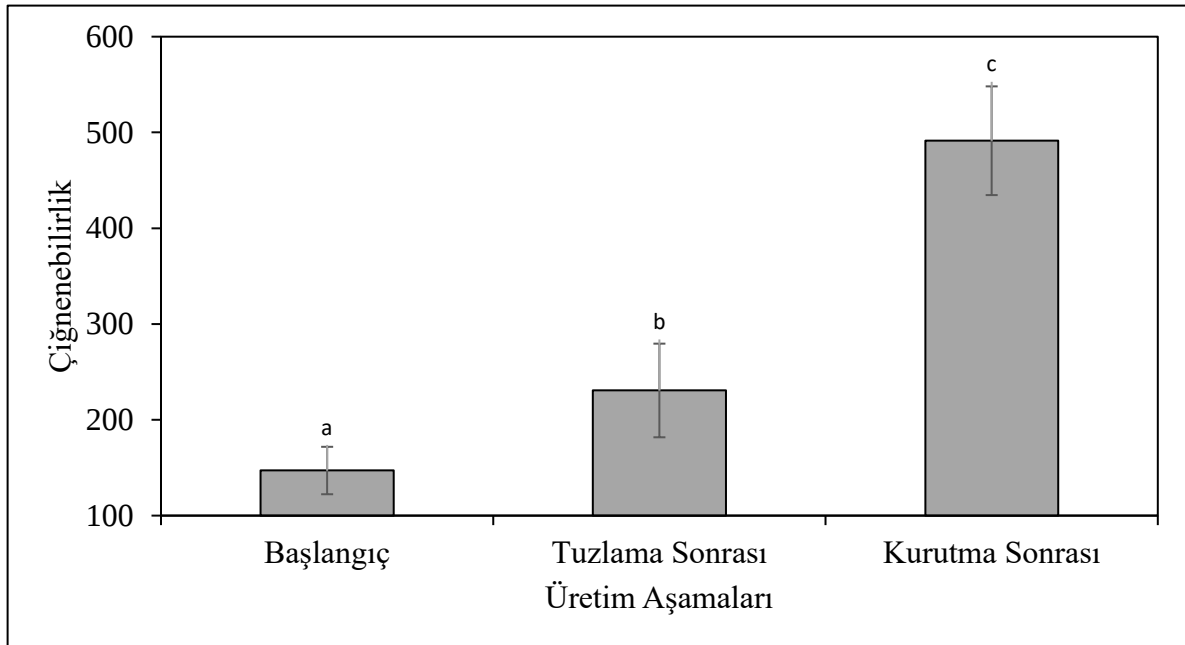


Şekil 12. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen esneklik değerlerinde meydana gelen değişim

Örneklerde belirlenen ortalama kohesivlik ve elastikiyet değerleri Tablo 15’de verilmiştir. Kohesivlik değerinin üretim aşamaları boyunca nispeten bir artış gösterdiği bununla birlikte bu artışın istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür. Elastikiyet değeri ise tuzlama sonunda kısmen artmış kurutma sonrasında ise azalmıştır. Ancak bu parametredeki değişimlerin de istatistiki açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tuzlama ve kurutma aşamaları sonunda ürünün yapısal bütünlüğünü ve yaylanma kabiliyetini koruduğunu göstermektedir. Literatürdeki bulgular incelendiğinde kohesivlik ve elastikiyetteki değişimlerin ürüne ve işlem koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebildiği görülmektedir. Örneğin, Lorenzo and Carballo (2015), kuru kürlenmiş at etinde kohesivlik değerinin üretim aşamaları boyunca değişmediğini, elastikiyet değerinin ise üretim aşamalarından etkilendiğini bildirmişlerdir. Lorenzo (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise kuru kürlenmiş cecina üretiminde kurutma/olgunlaşma aşamasında kohesivliğin arttığı, elastikiyetin ise üretim aşamasına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ruiz Ramírez *et al.* (2005a), kuru kürlenmiş ham örneklerinde NaCl ve pH’nın dokusal özellikler üzerindeki etkisini incelemiş ve düşük pH’ya sahip örneklerin daha yüksek kohesivlik ve elastikiyet gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, düşük NaCl içeriğine sahip kaslarda kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin azaldığını ve bu etkinin özellikle pH’sı 6,2’nin üzerinde olan örneklerde daha belirgin olduğunu ifade etmişlerdir. Kırkyol and Akköse (2023) ise pastırma üretiminde tuzlama ve kurutma aşamalarının kohesivlik ve elastikiyet değerleri üzerinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Bir örneğin çiğnenmesi için harcanan enerji (mJ) olarak tanımlanan çiğnenebilirlik önemli bir dokusal parametredir. Üretimin başlangıcında 147,08 mJ olarak belirlenen ortalama

çiğnenebilirlik değerinin tuzlama sonunda 230,65 mJ ve kurutma sonunda ise 491,37 mJ olduğu tespit edilmiştir. Tablo 15’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre çiğnenebilirlik değeri hem tuzlama hem de kurutma sonunda önemli seviyede artış göstermiştir ($p<0,05$). Bununla birlikte kurutma sonunda tuzlamaya göre daha yüksek oranda bir artış meydana geldiği görülmektedir (Şekil 13). Tuzlama aşamasındaki artış, muhtemelen protein denatürasyonu ile kısmi nem kaybının birleşik bir sonucudur. Kurutma sonrasındaki daha yüksek artışın ise yoğun nem kaybı sonucunda kas liflerinin sıkılaşması ve protein ağının sertleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu durumlar ürünün parçalanması için gereken enerjinin büyük ölçüde artmasına yol açmaktadır. Böylece tuzlanmış kurutulmuş kaz eti üretiminde hem tuzlamanın hem de kurutmanın son ürünün çiğnenebilirliği üzerinde önemli rol oynadığını, bununla birlikte kurutmanın daha baskın bir etkiye sahip olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Çiğnenebilirlik değerinin özellikle kuru kürlenmiş et ürünlerinde nem içeriği ve proteinlerdeki değişimlerden etkilendiği bildirilmektedir (Monin *et al.* 1997). Örneğin, kuru kürlenmiş ham üzerine yapılan bir çalışmada, nem içeriğinin azalması ile çiğnenebilirlik değerinin arttığı belirlenmiştir (Serra *et al.* 2005). Lorenzo (2014) ve Lorenzo and Carballo (2015), farklı kuru kürlenmiş et ürünlerinde, özellikle olgunlaştırma aşamasında, nem içeriği ve a_w değerindeki düşümlere bağlı olarak çiğnenebilirliğin arttığını bildirmişlerdir. Benzer bir sonuç Kırkyol and Akköse (2023) tarafından pastırma üzerine yapılan bir araştırmada da bildirilmiştir. Mevcut bu çalışmada tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretiminde genel itibarıyla nem içeriği ve a_w değerinin azaldığı, çiğnenebilirliğin ise arttığı gözlenmiştir.



Şekil 13. Tuzlanmış kurutulmuş kaz göğüs etinin üretim aşamaları boyunca belirlenen çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen değişim

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma, kaz göğüs etinin tuzlama ve soğukta kurutma süreçlerindeki kinetiklerin belirlenmesi ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak üretilen son ürün özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulguların, geleneksel üretimin bilimsel temellere dayandırılması açısından önemli olduğu, endüstriyel kaz eti ürünlerinin üretimi için bilimsel bir temel oluşturduğu ve standardizasyon ile optimizasyon çalışmaları için referans bilgiler sağladığı düşünülmektedir. Analiz bulguları ve değerlendirmeler bütün olarak ele alındığında, aşağıda verilen genel sonuçlara ulaşılmıştır.

- Tuzlama sürecinde, kaz etinin nem içeriği ile su aktivitesinin azaldığı, tuz içeriğinin ise arttığı gözlenmiştir. Benzer şekilde kurutma aşamasında nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinde düşüşler meydana gelmiştir. Her iki uygulamada da özellikle ilk 6 saatlik işlem süresinin kritik bir rol oynadığı görülmüştür. Çalışmada, kaz göğüs etinin tuzlama ve kurutma süreçlerindeki kütle transferi dinamikleri Fick'in ikinci yasasının sonsuz dilim için analitiksel çözümüyle tanımlanmıştır. Bu kapsamda tuzlama aşamasındaki etkin tuz difüzyon katsayısı $6,46 \times 10^{-10}$ m²/s olarak, kurutma aşamasındaki nem difüzyon katsayısı ise $1,24 \times 10^{-10}$ m²/s olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kaz etinde tuz ve nem difüzyonunun hızını göstermesi açısından oldukça önemli olup endüstriyel manada tuzlanmış kurutulmuş kaz eti üretiminin proses tasarımı ve optimizasyonu için referans değerler sağlamıştır.
- Üretim aşamaları boyunca renk özelliklerinden L^* ve a^* değerleri azalmışken, NPN-M miktarı artış göstermiştir. pH değeri ise tuzlama sonunda azalmış, kurutma sonrasında artmıştır. Bu parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi tuzlanmış kurutulmuş kaz etinin karakteristik özelliklerinin anlaşılmasına katkı sağlamıştır. Tuzlama ve kurutma işlemlerinin, kaz etinin dokusal yapısında geri döndürülemez ve belirgin bir dönüşüme yol açtığı saptanmıştır. Örneklerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin üretim süreci boyunca artış gösterdiği, yapışkanlık ve esneklik değerlerinin ise kurutma sonunda azaldığı tespit edilmiştir. Tekstürel parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi üretim prosesinin optimizasyonu için önemli veriler sağlamış olup kurutma sonrasında belirlenen tekstürel özelliklere ait değerler son ürünün dokusal yapısını nicel olarak ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, kaz eti işleme teknolojilerinin geliştirilmesi, ürün kalitesinin standardize edilmesi ve gelecekteki araştırmalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Çalışmada belirlenen difüzyon katsayıları, geleneksel üretimin bilimsel temellere oturtulması ve endüstriyel ölçekte kalite tutarlılığının sağlanması için kullanılabilir. Bu durum, özellikle küçük aile işletmelerinden endüstriyel üretime geçişte önem arz etmektedir. Ayrıca kaz karkasının farklı bölümlerinin veya farklı işlem koşulları altında yenilikçi teknolojilerin kullanılarak tuzlama veya kurutma proseslerinin incelendiği yeni araştırmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.
- Nihai ürünlerdeki yüksek sertlik ve koyu renk, bazı tüketiciler için kabul edilebilirliği düşürebileceğinden, konuyla ilgili alternatif optimizasyon stratejileri geliştirilebilir. Ayrıca ürünün ticari potansiyelinin artırılması açısından depolama veya pişirme işlemlerinin yanı sıra duyuşal değerlendirmelerin de yapıldığı yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- Abd El Rahman, M.A., Ashour, A.S., and Khalifa, A.H., 2024. Carcass traits, meat quality and nutritional profiles of wild Egyptian geese (*Alopochen aegyptiaca*) and wigeon (*Anas penelope*). *Egyptian Journal of Food Science*, 52 (1), 77-92. <https://doi.org/10.21608/ejfs.2024.287579.1182>
- Akbaş, A.A., Sari, M., Kuleaşan, Ş., Buğdayci, K.E., and Saatci, M., 2020. Effect of slaughter age and muscle type on selected meat quality traits and fatty acid composition of Lindovskaya geese. *Medycyna Weterynaryjna*, 76 (07). <https://doi.org/10.21521/mw.6429>
- Akgün, B., Genç, S., and Arıcı, M., 2018. Tuz: gıdalardaki algısı, fonksiyonları ve kullanımının azaltılmasına yönelik stratejiler. *Akademik Gıda*, 16 (3), 361-370. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.475397>
- Akköse, A., and Aktaş, N., 2014. Curing and diffusion coefficient study in pastırma, a Turkish traditional meat product. *Meat Science*, 96, 311-314. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.026>
- Akköse, A., and Aktaş, N., 2016. Determination of salt diffusion coefficient in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25 (3), 344-349. <https://doi.org/10.1080/10498850.2013.851759>
- Akköse, A., 2012. Pastırmada kurutma karakteristikleri ile difüzyon katsayılarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akköse, A., 2017. Effect of freezing/thawing process on salting kinetics and thermal properties of beef. *CyTA-Journal of Food*, 15 (3), 418-424. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1287776>
- Andronikov, D., Gašperlin, L., Polak, T., and Žlender, B., 2013. Texture and quality parameters of slovenian dry-cured ham kraški pršut according to mass and salt levels. *Food Technology and Biotechnology*, 51(1), 112-122.
- Anonymous, (1989). Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach 35 LMBG. Untersuchung von Lebensmitteln. Bestimmung des Gehaltes an Nichtprotein-Stickstoffsubstanzen in Fleischerzeugnissen.
- AOAC 2005. "Chapter 39. Meat and meat products". Official methods of analysis. Editor: Horwitz, W., Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- Aral, Y., and Aydın, E., 2007. Türkiye'de kaz yetiştiriciliğinin ekonomik önemi ve kaz ürünlerinin değerlendirme olanağı. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78 (3), 31-38.
- Ari, F., Sarıçoban, C., and Arslan, H., 2023. The effect of pomegranate and grape seed extracts on the shelf life of goose meat during refrigerated storage. *Gıda The Journal of Food*, 48 (4), 819-830. <https://doi.org/10.15237/gida.GD23055>
- Asioli, D., Rocha, C., Wongprawmas, R., Popa, M., Gogus, F., and Almli, V.L., 2019. Microwave dried or air dried? Consumers' stated preferences and attitudes for organic dried strawberries. A multi-country investigation in Europe. *Food Research International*, 120, 763-775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.037>
- Aykın Dinçer, E., and Erbas, M., 2019a. Kurutulmuş et ürünlerinin kalite özellikleri. *Gıda / The Journal of Food*, 44 (3), 472-482. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18124>

- Aykın-Dinçer, E., and Erbaş, M., 2018. Drying kinetics, adsorption isotherms and quality characteristics of vacuum-dried beef slices with different salt contents. *Meat Science*, 145, 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.007>
- Aykın-Dinçer, E., and Erbaş, M., 2019b. Quality characteristics of cold-dried beef slices. *Meat Science*, 155, 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.001>
- Aykın-Dinçer, E., and Erbaş, M., 2019c. Cold dryer as novel process for producing a minimally processed and dried meat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 57, 102113. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.01.006>
- Aykın-Dinçer, E., 2021. Application of ultrasound-assisted vacuum impregnation for improving the diffusion of salt in beef cubes. *Meat Science*, 176, 108469. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108469>
- Baowei, W., Guoqing, H., Qiaoli, W., and Bin, Y., 2011. Effects of yeast selenium supplementation on the growth performance, meat quality, immunity, and antioxidant capacity of goose. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 440-448. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01070.x>
- Barat, J.M., Baigts, D., Aliño, M., Fernández, F.J., and Pérez-García, V.M., 2011. Kinetics studies during NaCl and KCl pork meat brining. *Journal of Food Engineering*, 106 (1), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.04.022>
- Başlar, M., Kılıçlı, M., and Yalınkılıç, B., 2015. Dehydration kinetics of salmon and trout fillets using ultrasonic vacuum drying as a novel technique. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 495-502. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.06.018>
- Benlacheheb, R., Becila, S., Sentandreu, M.A., Ouali, A., and Lamri-Senhadj, M., 2019. El Gueddid, a traditional Algerian dried salted meat: Physicochemical, microbiological characteristics and proteolysis intensity during its manufacturing process and ripening. *Food Science and Technology International*, 25 (3), 189-204. <https://doi.org/10.1177/1082013219825892>
- Bertram, H.C., Holdsworth, S.J., Whittaker, A.K., and Andersen, H.J., 2005. Salt diffusion and distribution in meat studied by ²³Na nuclear magnetic resonance imaging and relaxometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (20), 7814-7818. <https://doi.org/10.1021/jf051017+>
- BeVier, G., 2012. Global food systems: feeding the world. *Reproduction in Domestic Animals*, 47 (4), 77-79. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02058.x>
- Biswas, A.K., Jairath, G., Mandal, A., and Khanna, S., 2015. Non-traditional small poultry species: An approach to food sustainability. *Agricultural Reviews*, 36 (2), 147-152. <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00017.3>
- Bombrun, L., Gatellier, P., Carlier, M., and Kondjoyan, A., 2014. The effects of low salt concentrations on the mechanism of adhesion between two pieces of pork semimembranosus muscle following tumbling and cooking. *Meat Science*, 96 (1), 5-13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.029>
- Boz, M.A., Oz, F., Yamak, U.S., Sarica, M., and Cilavdaroglu, E., 2019. The carcass traits, carcass nutrient composition, amino acid, fatty acid, and cholesterol contents of local Turkish goose varieties reared in an extensive production system. *Poultry Science*, 98 (7), 3067-3080. <https://doi.org/10.3382/ps/pez125>
- Boz, M.A., Sarica, M., and Yamak, U.S., 2014. Goose production in province Yozgat. *Journal of Poultry Research*, 11 (1), 16-20.

- Chabbouh, M., Ben Hadj Ahmed, S., Farhat, A., Sahli, A., and Bellagha, S., 2012. Studies on the salting step of Tunisian kaddid meat: experimental kinetics, modeling and quality. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (5), 1882-1895. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0635-2>
- Chen, W.S., Liu, D.C., and Chen, M.T., 2004. Determination of quality changes throughout processing steps in Chinese-style pork jerky. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17 (5), 700-704. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.700>
- Chen, X.D., 2007. Moisture diffusivity in food and biological materials. *Drying Technology*, 25 (7-8), 1203-1213. <https://doi.org/10.1080/07373930701438592>
- Chukwunonye, C.D., Nnaemeka, N.R., Chijioke, O.V., and Obiora, N.C., 2016. Thin layer drying modelling for some selected Nigerian produce: a review. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3 (1), 15.
- Corrias, F., Scano, E., Sarais, G., and Angioni, A., 2022. Influence of salting technology on the diffusion of NaCl in Swordfish (*Xiphias gladius*) fillets. *Foods*, 11 (2), 164. <https://doi.org/10.3390/foods11020164>
- Corzo, O., Rodríguez, J., and González, V.C., 2012. Use of chloride mixtures in salting of goat meat (*Capra hircus*): Technical note. *Revista Científica*, 22 (4), 363-367.
- Costa-Corredor, A., Muñoz, I., Arnau, J., and Gou, P., 2010. Ion uptakes and diffusivities in pork meat brine-salted with NaCl and K-lactate. *LWT Food Science and Technology*, 43 (8), 1226-1233. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.018>
- Crank, J., 1975. *The Mathematics of Diffusion* (2nd ed.). Oxford University Press, 414 p, London, England.
- Çimen, H., Kızılkaya, P., Börekçi, B.S., Alp, D., and Kırmacı, F., 2024. Goose meat: salting/drying effect on nutritional value, physicochemical properties, and sensory properties. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 33, 40-50. <https://doi.org/10.56833/gidaveyem.1620763>
- Damaziak, K., Stelmasiak, A., Michalczyk, M., Wyrwicz, J., Moczowska, M., Marcinkowska-Lesiak, M.M., and Wierzbicka, A., 2016. Analysis of storage possibility of raw and smoked breast meat of oat-fattened White Kołuda® goose based on their quality characteristics. *Poultry Science*, 95 (9), 2186-2197. <https://doi.org/10.3382/ps/pew138>
- De Prados, M., GarciaPerez, J.V., and Benedito, J., 2016. Ultrasonic characterization and online monitoring of pork meat dry salting process. *Food Control*, 60, 646-655. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.009>
- Demir, P., Kırmızıbayrak, T., and Yazıcı, K., 2013. Kaz yetiştiriciliğinin sosyo ekonomik önemi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 60, 129-134. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002566
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., and Katsanidis, E., 2016. Mass transfer kinetics during osmotic processing of beef meat using ternary solutions. *Food and Bioprocess Technology*, 100, 560-569. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.09.001>
- Dinçer, E. A., (2018). Kurutulmuş et ürünü üretmek için soğuk kurutucu tasarımı ve elde edilen kuru et ürününün kuruma-kalite karakteristiklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- Dinçer, E.A., and Erbaş, M., 2018. Etin tuzlanması işleminde vakumlu emdirim tekniğinin kullanılması. *Gıda*, 43 (1), 139-150. <https://doi.org/10.15237/gida.338797>
- Dinçer, E.A., 2020. Soğuk kurutulmuş tavuk eti dilimlerinin bazı kalite özellikleri. *Gıda*, 45 (2), 262-274. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19135>

- Djendoubi, N., Boudhrioua, N., Bonazzi, C., and Kechaou, N., 2009. Drying of sardine muscles: experimental and mathematical investigations. *Food and Bioproducts Processing*, 87, 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2008.07.003>
- Dong, Z., Li, X., Liu, Z., Wang, Y., and Xiong, Q., 2023. Pulsed electric field using the needle needle electrodes for improving the salt diffusion of pork brine salting. *Journal of Food Science*, 88 (5), 2023-2035. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16528>
- Doyle, M.E., and Glass, K.A., 2010. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9 (1), 44-56. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>
- Duman, M., 2022. Farklı tuz konsantrasyonu ile tuzlanmış alabalık üretim analizi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12 (3), 404-410. <https://doi.org/10.56728/dustad.1191555>
- FAO-STAT, 2020. Food and agriculture organization of the united nations. Livestock Primary. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Feiner, G., 2006. Meat products handbook: Practical science and technology. CRC Press, Elsevier Ltd, 648 p, Boca Raton, FL, USA. <https://doi.org/10.1201/9781439824245>
- Fekete, S., Jónás, G., Felföldi, J., Kovacs, Z., and Friedrich, L., 2025. Investigation of salt and water diffusion during dry salting, wet curing, and ultrasonic wet curing. *Applied Sciences*, 15 (11), 5939. <https://doi.org/10.3390/app15115939>
- Fernandez, X., Lahirigoyen, E., Auvergne, A., Molette, C., and Bouillier-Oudot, M., 2010. The effects of stunning methods on product qualities in force-fed ducks and geese. 1. Carcass downgrading and meat quality. *Animal*, 4 (1), 128-138. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990851>
- Flores, M., 2018. Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Science*, 144, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.016>
- Fu, L., Du, L., Sun, Y., Fan, X., Zhou, C., He, J., and Pan, D., 2022. Effect of lentinan on lipid oxidation and quality change in goose meatballs during cold storage. *Foods*, 11 (7), 1055. <https://doi.org/10.3390/foods11071055>
- Gao, H., Zeng, J., Ma, H., Wang, Z., and Pan, R., 2015. Improving tenderness of goose breast by ultra-high pressure. *International Journal of Food Properties*, 18 (8), 1693-1701. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.933438>
- Garrido, R., Lorenzo, J.M., Franco, I., and Carballo, J., 2013. Effect of salting duration on lipid oxidation and fatty acid content of dry-cured lacon. *Journal of Food Research*, 3 (1), 46-60. <https://doi.org/10.5539/jfr.v3n1p46>
- Geankoplis, C.J., 1993. Transport Processes and Unit Operations, 3rd Edn. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 520-566.
- Geankoplis, C.J., 2015. Taşınma Süreçleri ve Ayırma Süreci İlkeleri, (Çeviren, Yapıcı S.). Güven Yayınevi, İzmir, 576-577 (1978).
- Geldenhuys, G., Hoffman, L.C., and Muller, M., 2014. Sensory profiling of Egyptian goose (*Alopochen aegyptiacus*) meat. *Food Research International*, 64, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.005>
- Gómez-Salazar, J.A., Clemente-Polo, G., and Sanjuán-Pelliccer, N., 2015. Review of mathematical models to describe the food salting process. *Dyna*, 82 (190), 23-30. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n190.42016>

- Gou, P., Comaposada, J., and Arnau, J., 2002. Meat pH and meat fibre direction effects on moisture diffusivity in salted ham muscles dried at 5°C. *Meat Science*, 61, 25-31. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00158-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00158-9)
- Gou, P., Comaposada, J., and Arnau, J., 2003. NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the Gluteus medius muscle of pork ham. *Meat Science*, 63, 29-34. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00048-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00048-7)
- Gökalp, H.Y., Ercoşkun, H., and Çon, A.H., 1998. Fermente et ürünlerinde bazı biyokimyasal reaksiyonlar ve aroma üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 805-811.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., and Zorba, Ö., 2012. Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., and Zaritzky, N., 2006. Diffusion of sodium chloride in pork tissue. *Journal of Food Engineering*, 77, 910-918. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.018>
- Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., and Zaritzky, N., 2009. Mathematical modeling of the uptake of curing salts in pork meat. *Journal of Food Engineering*, 95 (4), 533-540. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.06.027>
- Grau, R., Andres, A., and Barat, J.M., 2014. Principles of drying. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, 31-38. <https://doi.org/10.1002/9781118522653.ch5>
- Gulbaz, G., and Kamber, U., 2008. Experimentally fermented sausage from goose meat and quality attributes. *Journal of Muscle Foods*, 19 (3), 247-260. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2008.00107.x>
- Guo, X., Xu, S., Fu, C., and Peng, Z., 2024. Advances in research on the improvement of low-salt meat product through ultrasound technology: quality, myofibrillar proteins, and gelation properties. *Molecules*, 29 (20), 4926. <https://doi.org/10.3390/molecules29204926>
- Gündüz, S., Dölekoğlu, C.Ö., and Say, D., 2019. Kaz eti tüketim tercihleri ve ikame ürünlerle duysal analiz. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 32-40. <https://doi.org/10.31590/ejosat.565364>
- Güner, A., Doğruer, Y., Uçar, G., and Yörük, H.D., 2002. Salam üretiminde kaz etinin kullanılabilme imkânları. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 26 (6), 1303-1308.
- Güner, D., 2022. Gastronomi turizmi perspektifinden kaz yetiştiriciliği. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 5 (10), 1480-1494. <https://doi.org/10.26677/TR1010.2022.1111>
- Halagarda, M., and Wójciak, K.M., 2022. Health and safety aspects of traditional European meat products. A review. *Meat Science*, 184, 108623. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108623>
- Hamadani, H., Khan, A.A., Salahudin, M., Sofi, A.H., and Banday, M.T., 2013. Slaughter and carcass characteristics, sensory attributes and consumer acceptability of geese meat. *Indian Journal of Poultry Science*, 48 (2), 223-227.
- Haraf, G., Wołoszyn, J., Okruszek, A., Goluch, Z., Wereńska, M., and Teleszko, M., 2021. The protein and fat quality of thigh muscles from Polish goose varieties. *Poultry Science*, 100 (4), 100992. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.01.015>
- Heldman, D.R., Lund, D.B., and Sabliov, C., 2006. *Handbook of food engineering*. CRC press, 1040 p, New York. <https://doi.org/10.1201/9781420014372>

- Hii, C.L., Itam, C.E., and Ong, S.P., 2014. Convective air drying of raw and cooked chicken meats. *Drying Technology*, 32 (11), 1304-1309. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.924133>
- Huo, W., Weng, K., Gu, T., Zhang, Y., Zhang, Y., Chen, G., and Xu, Q., 2021. Difference in developmental dynamics between subcutaneous and abdominal adipose tissues in goose (*Anser Cygnoides*). *Poultry Science*, 100 (8), 101185. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101185>
- Hwang, C.C., Lin, C.M., Kung, H.F., Huang, Y.L., Hwang, D.F., Su, Y.C., and Tsai, Y.H., 2012. Effect of salt concentrations and drying methods on the quality and formation of histamine in dried milkfish (*Chanos chanos*). *Food Chemistry*, 135 (2), 839-844. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.035>
- Jain, D., and Pathere, P.B., 2007. Study on the drying kinetics of open sun drying of fish. *Journal of Food Engineering*, 78 (4), 1315-1319. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.044>
- Jiang, N., Xu, B., Zhao, L., Huang, M., and Zhou, G., 2016. Effects of high temperature short time (HTST) drying process on proteolysis, lipid oxidation and sensory attributes of Chinese drycured chicken. *CyTA-J Food*, 14 (3), 440-448. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1124291>
- Kaban, G., 2009. Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82 (1), 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.017>
- Kaban, G., Kızılkaya, P., Börekçi, B.S., Hazar, F.Y., Kabil, E., and Kaya, M., 2020. Microbiological properties and volatile compounds of salted-dried goose. *Poultry Science*, 99 (4), 2293-2299. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.057>
- Kabil, E., and Gürdal, A.A., 2023. Kaz but etinde tuz oranının depolama boyunca bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere etkisi. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, 2 (2), 38-43. <https://doi.org/10.5152/FSER.2023.23011>
- Kabil, E., Çakır, M.A., Yalınkılıç, B., and Başlar, M., 2025. Quality and microstructural changes in salted goose meat dried by hot-air, infrared, and microwave techniques. *Processes*, 13 (10), 3223. <https://doi.org/10.3390/pr13103223>
- Kalaycı, S., and Yılmaz, Ö., 2014. Effect of cereal grains on the total lipid, cholesterol content and fatty acid composition of liver and muscle tissues in native geese. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20 (1). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2013.9394>
- Kamber, U., and Yaman, H., 2016. Microbiological analysis of dried goose carcasses. *Macedonian Veterinary Review*, 39 (2), 143-152. <https://doi.org/10.1515/macvetrev-2016-0078>
- Kılıç, A., 2009. Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on fish quality. *Journal of Food Engineering*, 91 (1), 173-182. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.08.023>
- Kırkyol, M., and Akköse, A., 2023. Investigation of textural and physicochemical changes during the manufacturing process of pastırma, a dry-cured meat product. *Food Science and Technology International*, 29 (7), 739-747. <https://doi.org/10.1177/10820132221112736>
- Kırmızıbayrak, T., Önk, K., and Yazıcı, K., 2011. Kars ilinde serbest çiftlik koşullarında yetiştirilen yerli ırk kazların kesim ve karkas özellikleri üzerine yaş ve cinsiyetin etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17, 41-45. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.2375>

- Kozák, J., 2019. Variations of geese under domestication. *World's Poultry Science Journal*, 75 (2), 247-260. <https://doi.org/10.1017/S0043933919000023>
- Kozák, J., 2021. Goose production and goose products. *World's Poultry Science Journal*, 77 (2), 403-414. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1885002>
- Kucerova, I., Hubackova, A., Rohlik, B.A., and Banout, J., 2015. Mathematical modeling of thin-layer solar drying of eland (*Taurotragus oryx*) jerky. *International Journal of Food Engineering*, 11 (2), 229-242. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2014-0227>
- Kutlu, N., İsci, A., and Demirkol, Ö.Ş., 2015. Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri. *Gıda*, 40 (1), 39-46. <https://doi.org/10.15237/gida.GD14031>
- Laopoolkit, P., and Suwannaporn, P., 2011. Effect of pretreatments and vacuum drying on instant dried pork process optimization. *Meat Science*, 88, 553-558. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.011>
- Lazarides, H.N., Mitrakas, G.E., and Matsos, K.I., 2007. Edible coating and counter-current product/solution contacting: A novel approach to monitoring solids uptake during osmotic dehydration of a model food system. *Journal of Food Engineering*, 82 (2), 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.007>
- Li, M., Zi, X., Tang, J., Xu, T., Gu, L., and Zhou, H., 2020. Effects of cassava foliage on feed digestion, meat quality, and antioxidative status of geese. *Poultry Science*, 99 (1), 423-429. <https://doi.org/10.3382/ps/pez522>
- Liu, H.W., and Zhou, D.W., 2013. Influence of pasture intake on meat quality, lipid oxidation, and fatty acid composition of geese. *Journal of Animal Science*, 91, 764-771. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5854>
- Lorenzo, J.M., and Carballo, J., 2015. Changes in physico-chemical properties and volatile compounds throughout the manufacturing process of dry-cured foal loin. *Meat Science*, 99, 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.013>
- Lorenzo, J.M., 2014. Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal "cecina". *Meat Science*, 96, 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.026>
- Lorenzo, J.M., Fonseca, S., Gómez, M., and Domínguez, R., 2015. Influence of the salting time on physico-chemical parameters, lipolysis and proteolysis of dry-cured foal "cecina". *LWT Food Science and Technology*, 60 (1), 332-338. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.023>
- Lorenzo, J.M., Prieto, B., Carballo, J., and Franco, I., 2003. Compositional and degradative changes during the manufacture of dry-cured 'lacón'. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (6), 593-601. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1375>
- Maiboroda, D., and Danchenko, O., 2023. Analysis of the effect of biologically active compounds of oats and alfalfa in the diet of geese on the nutritional value of goose meat. *Technology Audit and Production Reserves*, 5(3/73), 15-19. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.289711>
- Maiboroda, D., Danchenko, O., Gryshchenko, V., and Danchenko, M., 2024. Enhancing the quality and technological properties of goose meat during low-temperature storage through the action of biologically active substances from oats and alfalfa. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 127(11). <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.296900>

- Marchetti, M. D., and García Loredó, A. B., 2024. Structural evolution in desalting *Merluccius hubbsi* fillets: comparative analysis of varied salting techniques. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(10), 7193-7202. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17440>
- Martinez-Alvarez, O., and Gomez-Guillen, C., 2013. Influence of mono- and divalent salts on water loss and properties of dry salted cod fillets. *LWT- Food Science and Technology*, 53 (2), 387-394. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.013>
- Melnik, V., Ryabinina, E., Rodionova, K., Nalivayko, L., and Khimych, M., 2023. Chemical composition and amino acid profile of goose meat (Ukrainian Large Gray And Large White Breeds) in semi-intensive system of growing. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(6), e9828-e9828. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9828>
- Meriç, S., 2021. Gastronomi turizminde Kars mutfağından turistik bir ürün: Kaz Yemeği. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 8 (78), 3445-3450. <https://doi.org/10.26450/jshsr.2921>
- Milanov, M., and Stoyanchev, T., 2022. Test studies on *Listeria monocytogenes* cultivated in ready to eat dry-cured pork product stored in simulated conditions at home. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 28 (1), 355-361.
- Molinero, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., and Jaime, I., 2008. The effects of extended curing on the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León. *Meat Science*, 80 (2), 370-379. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.023>
- Monin, G., Marinova, P., Talmant, A., Martin, J.F., Cornet, M., Lanore, D., and Grasso, F., 1997. Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*, 47, 29-47. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00038-7)
- Mota, J.C.M., Cavalcanti, L.L.F., Soares, L.S., and de Lima, M., 2020. Mass transfer and physicochemical characteristics of turkey neck meat during dry salting. *Scientia Plena*, 16 (10). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.101501>
- Mujaffar, S., and Sankat, C.K., 2006. The mathematical modelling of the osmotic dehydration of shark fillets at different brine temperatures. *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (4), 405-416. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01086.x>
- Murphy, S.P., and Allen, L.H., 2003. Nutritional importance of animal source foods. *The Journal of Nutrition*, 133 (11), 3932S-3935S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3932S>
- Nemati, Z., Alirezalu, K., Besharati, M., Amirdahri, S., Franco, D., and Lorenzo, J.M., 2020. Improving the quality characteristics and shelf life of meat and growth performance in goose fed diets supplemented with vitamin E. *Foods*, 9 (6), 798. <https://doi.org/10.3390/foods9060798>
- Ni, H., Zhang, Y., Yang, Y., Li, Y., Yin, Y., Sun, X., Xie, H., Zheng, J., Dong, L., Diao, J., Sun, H., Zhang, Y., and Liang, S., 2022. Comparative analyses of production performance, meat quality, and gut microbial composition between two Chinese goose breeds. *Animals*, 12 (14), 1815. <https://doi.org/10.3390/ani12141815>
- Offer, G., and Trinick, J., 1983. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*, 8 (4), 245-281. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(83\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(83)90013-X)
- Okos, M.R., Campanella, O., Narsimhan, G., Singh, R.K., and Weitnauer, A.C., 2007. Food Dehydration. *Handbook of Food Engineering*, 2nd ed., Ed: Heldman, D.R. and Lund, D.B. CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound. <https://doi.org/10.1201/9781420014372.ch10>

- Okruszek, A., Wołoszyn, J., Haraf, G., Orkusz, A., and Wereńska, M., 2013. Chemical composition and amino acid profiles of goose muscles from native Polish breeds. *Poultry Science*, 92 (4), 1127-1133. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02486>
- Oral, H.H., and Ak, İ., 2020. Doğu Anadolu bölgesinde kaz eti üretiminde organik üretim olanaklarının değerlendirilmesi. *Journal of Animal Production*, 61 (2), 151-156. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.676556>
- Orkusz, A., 2018. Effects of packaging conditions on some functional and sensory attributes of goose meat. *Poultry Science*, 97 (8), 2988-2993. <https://doi.org/10.3382/ps/pey139>
- Orkusz, A., Wolańska, W., and Krajinska, U., 2021. The assessment of changes in the fatty acid profile and dietary indicators depending on the storage conditions of goose meat. *Molecules*, 26 (17), 5122. <https://doi.org/10.3390/molecules26175122>
- Ostojić, S., Micić, D., Zlatanović, S., Lončar, B., Filipović, V., and Pezo, L., 2023. Thermal characterisation and isoconversional kinetic analysis of osmotically dried pork meat proteins Longissimus dorsi. *Foods*, 12, 2850. <https://doi.org/10.3390/foods12152867>
- Oz, F., and Celik, T., 2015. Proximate composition, color and nutritional profile of raw and cooked goose meat with different methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39 (6), 2442-2454. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12494>
- Pereira, P.M.D.C.C., and Vicente, A.F.D.R.B., 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93 (3), 586-592. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>
- Razmaite, V., Šiukšcius, A., Šveistienė, R., and Jatkauskienė, V., 2022. Present conservation status and carcass and meat characteristics of Lithuanian Vištinės goose breed. *Animals*, 12 (2), 159. <https://doi.org/10.3390/ani12020159>
- Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X., and Gou, P., 2005a. Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. *Meat Science*, 70 (4), 579-587. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.007>
- Ruiz-Ramírez, J., Serra, X., Arnau, J., and Gou, P., 2005b. Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin. *Meat Science*, 69 (3), 519-525. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.09.007>
- Sabadini, E., Hubinger, M.D., Sobral, P.D.A., and Carvalho, J., 2001. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. *Food Science and Technology*, 21, 14-19. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612001000100005>
- Saha, S., 2020. IMF: To enhance the shelf-life of food. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, 6 (10), 103-108. <https://doi.org/10.46501/IJMTST061018>
- Sanches, M. A. R., Lapinskas, N. M., Barretto, T. L., da Silva-Barretto, A. C., and Telis-Romero, J., 2023. Improving salt diffusion by ultrasound application during wet salting of pork meat: A mathematical modeling approach. *Journal of Food Process Engineering*, 46(6), e14143. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14143>
- Sanches, M.A.R., de Paiva, G.B., Darros-Barbosa, R., da Silva-Barretto, A.C., and Telis-Romero, J., 2023. Mass transfer modeling during wet salting of caiman meat (*Caiman crocodilus yacare*) at different brine temperatures. *Meat Science*, 199, 109128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109128>
- Schmidt, F. C., Carciofi, B. A. M., and Laurindo, J. B., 2008. Salting operational diagrams for chicken breast cuts: hydration dehydration. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.005>

- Sebastian, P., Bruneau, D., Collignan, A., and Rivier, M., 2005. Drying and smoking of meat: heat and mass transfer modeling and experimental analysis. *Journal of Food Engineering*, 70, 227-243. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.002>
- Serra, X., Ruiz-Ramirez, J., Arnau, J., and Gou, P., 2005. Texture parameters of drycured ham m. biceps femoris samples dried at different levels as a function of water activity and water content. *Meat Science*, 69, 249-254. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.004>
- Shehzad, A., Zahid, A., Mehmood, S., and Akram, S., 2018. Animal source foods in human nutrition. *Animal Sourced Foods for Developing Economies*, 259-268. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429398575-14>
- Shiigi, H., 2019. Food safety. *Analytical Sciences*, 35 (3), 235-236. <https://doi.org/10.2116/analsci.highlights1903>
- Simal, S., Femenia, A., Garcia-Pascual, P., and Rosello, C., 2003. Simulation of the drying curves of a meat-based product: effect of the external resistance to mass transfer. *Journal of Food Engineering*, 58, 193-199. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00369-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00369-2)
- Škrlep, M., Čandek Potokar, M., Batorek-Lukač, N., Prevolnik, M., Velikonja Bolta, Š., and Lisjak, K., 2013. Effect of salting duration on salt content and proteolysis in Kraški pršut dry hams after the resting phase. *Acta Agriculturae Slovenica*, 4, 193-196. <https://doi.org/10.14720/aas-s.2013.4.19053>
- Sobukola, O.P., and Olatunde, S.O., 2011. Effect of salting techniques on salt uptake and drying kinetics of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Food and Bioprocess Processing*, 89 (3), 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.06.002>
- Solé, M., Peña, F., Domenech, V., Clemente, I., Polvillo, O., Valera, M., Verona, J.C., Rubí, M., and Molina, A., 2015. Carcass and meat quality traits in an Embden×Toulouse goose cross raised in organic Dehesa. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29 (6), 838-844. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0583>
- Sørensen, J.T., Edwards, S., Noordhuizen, J., and Gunnarsson, S., 2006. Animal production systems in the industrialised world. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 25 (2), 493-503. <https://doi.org/10.20506/rst.25.2.1674>
- Srikiatden, J., and Roberts, J.S., 2007. Moisture transfer in solid food materials: A review of mechanisms, models, and measurements. *International Journal of Food Properties*, 10 (4), 739-777. <https://doi.org/10.1080/10942910601161672>
- Şahin, M., Şahin, T., Ölmez, M., and Coşkun, M.R., 2022. Halk elinde yetiştirilen Kars kaz etinin besinsel özellikleri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 12 (2), 122-130. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1126848>
- Taşkın, A., Karadavut, U., and Camcı, Ö., 2017. Kırşehir ilindeki damızlık kaz yetiştiriciliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 4 (2), 138-144.
- Teixeira, A., Pereira, E., and Rodrigues, E. S., 2011. Goat meat quality. Effects of salting, air-drying and ageing processes. *Small Ruminant Research*, 98(1-3), 55-58. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.018>
- Tekbalkan, M., 2017. Yöresel yemeklerin bölge turizmine katkısı: Samsun kaz tiridi örneği. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 5 (4), 155-169. <https://doi.org/10.21325/jotags.2017.143>

- Tilki, M., Yazıcı, K., Sarı, M., Işık, S., and Saatçı, M., 2011. Yerli Türk kazlarında çıkım ağı ve cinsiyetin kesim ve karkas özelliklerine etkisi. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17, 831-835. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.4608>
- Toledo, R.T., 2007. Dehydration. Fundamentals of food process engineering, 456-506. Springer US, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7055-4_12
- Trienekens, J., and Willems, S., 2002. Multidisciplinary view on sustainable development of cross-border agri supply chains. The challenge of global chains: integrating developing countries into international chains, a potential risk or an opportunity? Symposium of the 8th lustrum of Mercurius Wageningen, Netherlands.
- Turp, G., and Atalı, A., 2021. Et ürünlerinde tuzun fonksiyonları, tuz azaltılması amacıyla kullanılan ikame katkıları ve etkileri. Gıda, 46 (5), 1256-1269. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21091>
- Uğuz, Ş., Soyer, A., and Dalmiş, Ü., 2011. Effects of different salt contents on some quality characteristics during processing of dry-cured Turkish pastırma. Journal of Food Quality, 34 (3), 204-211. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00382.x>
- Van Nguyen, M., Arason, S., Thorarinsdottir, K.A., Thorkelsson, G., and Gudmundsdóttir, A., 2010. Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting. Journal of Food Engineering, 100 (2), 225-231. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.003>
- Vatansever, L., Sezer, Ç., and Bilge, N., 2020. Geleneksel kaz eti ve özellikleri. III. Türkiye Kaz Yetiştiriciliği Çalıştayı Sonuç Raporu, 17-18 Şubat 2020, Kars.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Clavería, R., Quispe, I., Vergara, J., Uribe, E., and Di Scala, K., 2011. Effect of air temperature on drying kinetics and quality characteristics of osmo-treated jumbo squid (*Dosidicus gigas*). LWT Food Science and Technology, 44 (1), 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.06.012>
- Villacís, M.F., Rastogi, N.K., and Balasubramaniam, V.M., 2008. Effect of high pressure on moisture and NaCl diffusion into turkey breast. LWT Food Science and Technology, 41 (5), 836-844. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.05.018>
- Virgili, R., Sacconi, G., Gabba, L., Tanzi, E., and Bordini, C.S., 2007. Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. LWT Food Science and Technology, 40 (5), 871-878. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.03.024>
- Volpato, G., Michielin, E.M.Z., Ferreira, S.R.S., and Petrus, J.C.C., 2007. Kinetics of the diffusion of sodium chloride in chicken breast (*Pectoralis major*) during curing. Journal of Food Engineering, 79 (3), 779-785. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.043>
- Wang, F.S., 2001. Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. Meat Science, 59 (1), 15-22. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00047-X)
- Wang, Z., Xu, W., Kang, N., Shen, Q., and Zhang, D., 2016. Microstructural, protein denaturation and water holding properties of lamb under pulse vacuum brining. Meat Science, 113, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.11.015>
- Weng, K., Huo, W., Gu, T., Bao, Q., Hou, L.E., Zhang, Y., and Chen, G., 2021. Effects of marketable ages on meat quality through fiber characteristics in the goose. Poultry Science, 100 (2), 728-737. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.053>
- Wereńska, M., 2024. Effect of different sous-vide cooking temperature-time combinations on the functional and sensory properties of goose meat. Poultry science, 103(6), 103701. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103701>

- Wereńska, M., 2023. Comparative study on the effects of sous-vide, microwave cooking, and stewing on functional properties and sensory quality of goose meat. *Poultry Science*, 102 (11), 103064. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103064>
- Wereńska, M., Haraf, G., Okruszek, A., Marcinkowska, W., and Wołoszyn, J., 2022. The effects of sous-vide, microwave cooking, and stewing on some quality criteria of goose meat. *Foods*, 12 (1), 129. <https://doi.org/10.3390/foods12010129>
- Wołoszyn, J., Wereńska, M., Goluch, Z., Haraf, G., Okruszek, A., Teleszko, M., and Król, B., 2020. The selected goose meat quality traits in relation to various types of heat treatment. *Poultry Science*, 99 (12), 7214-7224. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.062>
- Wu, M., Gu, C., Duan, L., Yin, P., Zhu, T., Xu, Y., Chen, X., Zhou, X., Li, X., and Yu, H., 2024. Inoculation fermentation with *Lactobacillus fermentum* L28 and *Staphylococcus epidermidis* S24 for improving the protein degradation of air-dried goose. *Food Chemistry*, 447, 138955. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138955>
- Yakan, A., Elmalı, D.A., Elmalı, M., Şahin, T., Motor, S., and Can, Y., 2012. Halk elinde yetiştirilen beyaz ve alaca kazlarda karkas ve et kalitesi özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18, 663-670. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.6238>
- Yang, H.S., Kang, S.W., Joo, S.T., and Choi, S.G., 2012. Effects of salt concentration and drying time on the quality characteristics of pork jerky during dehydration. *Korean Society for Food Science of Animal Resources*, 32, 285-292. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.3.285>
- Yang, W., Shi, W., Qu, Y., Wang, S.S., Tu, L., Huang, H., and Wu, H., 2020. Research on the quality changes of grass carp during brine salting. *Food Science & Nutrition*, 8 (6), 2968-2983. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1599>
- Yao, Y., Han, R., Li, F., Tang, J., and Jiao, Y., 2022. Mass transfer enhancement of tuna brining with different NaCl concentrations assisted by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 85, 105989. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105989>
- Yıldız, A.K., Polatçı, H., and Uçun, H., 2015. Farklı kurutma şartlarında muz (*Musa cavendishii*) meyvesinin kurutulması ve kurutma kinetiğinin yapay sinir ağları ile modellenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11 (2), 173-178.
- Ying, W., Ya-Ting, J., Jin-Xuan, C., Yin-Ji, C., Yang-Ying, S., Xiao-Qun, Z., and Ning, G., 2016. Study on lipolysis-oxidation and volatile flavour compounds of dry-cured goose with different curing salt content during production. *Food Chemistry*, 190, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.048>
- Yu, D., Feng, T., Jiang, Q., Yang, F., Gao, P., Xu, Y., and Xia, W., 2021. The change characteristics in moisture distribution, physical properties and protein denaturation of slightly salted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during cold/hot air drying processing. *LWT Food Science and Technology* 137, 110466. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110466>
- Zhang, Q., Xiong, S., Liu, R., Xu, J., and Zhao, S., 2011. Diffusion kinetics of sodium chloride in grass carp muscle and its diffusion anisotropy. *Journal of Food Engineering*, 107, 311-318. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.07.011>
- Zhao, X., Sun, Y., and Zhou, Y., 2020. Modeling the NaCl diffusion in beef during brining process. *Journal of Food Science*, 85 (9), 2852-2856. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15382>

Zhou, C.Y., Wang, Y., Cao, J.X., Chen, Y.J., Liu, Y., Sun, Y.Y., and Ou, C.R., 2016. The effect of dry-cured salt contents on accumulation of non-volatile compounds during dry-cured goose processing. *Poultry Science*, 95 (9), 2160-2166.
<https://doi.org/10.3382/ps/pew128>



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Ali Murat KESEMEN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
E-mail:	
Eğitim	
Lisans:	Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2016)
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2018)
	Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü/İş Sağlığı Ve Güvenliği (2019) Tezsiz
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
TMMOB Gıda Mühendisleri Odası	