



**FARKLI KLOÜR TUZLARI KULLANILARAK
ÜRETİLEN HİNDİ BURGERLERİN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Kaan ÜNAL

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
2024
Her hakkı saklıdır**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI Klorür Tuzları Kullanılarak Üretilen Hindi
Burgerlerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi**

(Determination of the Quality Characteristics of Turkey Burgers Produced Using Different Chloride Salts)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kaan ÜNAL

Danışman: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Erzurum
Aralık, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Kaan ÜNAL tarafından hazırlanan “FARKLI KLORÜR TUZLARI KULLANILARAK ÜRETİLEN HİNDİ BURGERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı çalışması 02/12/2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Güzin KABAN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Bilge SAYIN <i>Ardahan Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
....../....../.... tarih ve sayılı
kararı.

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

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında sunulan “FARKLI KLORÜR TUZLARI KULLANILARAK ÜRETİLEN HİNDİ BURGERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” 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	6	30
Kuramsal Temeller	16	30
Materyal ve Yöntem	19	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	19	20
Sonuç ve Öneriler	6	20
Tezin Geneli	18	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
Kaan ÜNAL	Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
18.11.2024	18.11.2024
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

Bu tez çalışmasının planlanması ve yürütülmesinde beni destekleyen, bilgi ve tecrübelerini aktaran Değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye minnettarlığımı bildirir, şükran ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca araştırmanın uygulama aşamasında desteklerinden dolayı Mine KIRKYOL'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında yanımda olan ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, sevgisi ve fedâkarlığı ile büyüdüğüm kıymetli ağabeyim Tolgahan ÜNAL'a ve varlığını ve desteğini her daim hissettiğim annem ve babama teşekkür ederim.

Kaan ÜNAL

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KLORÜR TUZLARI KULLANILARAK ÜRETİLEN HİNDİ BURGERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kaan ÜNAL

Danışman: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Amaç: Araştırmada farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin kalite özellikleri incelenerek kullanım imkanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmada NaCl, KCl ve CaCl₂ tuzları kullanılarak dört farklı grup hindi burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda %2 NaCl kullanılmış olup diğer üç grupta sırasıyla %1 NaCl + %1 KCl, %1 NaCl + %1 CaCl₂ ve %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ tuzları kullanılmıştır. Üretilen hindi burgerlerde pH, a_w, nem, TBARS ve renk değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenmiş, ayrıca nem tutma ve pişirme verimi hesaplanmış, pişmiş örneklerde ise tekstür profil analizi ve duyusal değerlendirme yapılmıştır.

Bulgular: Hindi burgerlerde farklı klorür tuzlarının kullanılması pH ve a_w ile renk özelliklerinden L* ve b* değerleri üzerinde etkili olmuştur. Üretimde CaCl₂ kullanılması örneklerin pH değerini düşürmüş, a_w değerini artırmıştır. En yüksek L* ve b* değerleri %1 NaCl+%0,5 KCl+%0,5 CaCl₂ kullanılan burgerlerde tespit edilmiştir. Diğer yandan nem içeriği, TBARS, a* değeri, nem tutma ve pişirme veriminin farklı klorür tuzları kullanımından etkilenmediği görülmüştür. Yapışkanlık hariç tekstürel özellikler farklı klorür tuzlarının kullanımından etkilenmiş olup NaCl yerine KCl kullanımı sertlik değerinde azalmaya yol açmıştır. NaCl'nin %50 oranında CaCl₂ ile ikame edildiği burgerlerde daha düşük esneklik ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir. NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımı kohesivlik ve çiğnenebilirlik parametrelerinde düşüslere neden olmuştur. Farklı klorür tuzlarının kullanımı hindi burgerlerin duyusal özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmamıştır (P>0,05).

Sonuç: Hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının bazı fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde değişimlere neden olduğu görülmüş, bununla birlikte NaCl'nin KCl ile kısmen ikame edilmesinin incelenen özellikler açısından daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

2024, 51 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hindi burger, NaCl, KCl, CaCl₂, pH, tekstür

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF THE QUALITY CHARACTERISTICS OF TURKEY BURGERS PRODUCED USING DIFFERENT CHLORIDE SALTS

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Purpose: The research aimed to determine the usage possibilities of turkey burgers produced using different chloride salts by investigating their quality characteristics.

Method: In the study, four different groups of turkey burgers were produced using NaCl, KCl, and CaCl₂ salts. 2% NaCl was used in the control group, and 1% NaCl + 1% KCl, 1% NaCl + 1% CaCl₂ and 1% NaCl + 0.5% KCl + 0.5% CaCl₂ salts were used in the other three groups, respectively. pH, a_w, moisture, TBARS and color values of the produced turkey burgers were determined before and after cooking, additionally, moisture retention and cooking efficiency were calculated, and texture profile analysis and sensory evaluation were performed on cooked samples.

Findings: Using different chloride salts in turkey burgers affected pH, a_w, L*, and b* values. Using CaCl₂ in the production decreased the pH value of the samples and increased the a_w value. The highest L* and b* values were detected in burgers using 1% NaCl+0.5% KCl+0.5% CaCl₂. On the other hand, it was observed that moisture content, TBARS, a* value, moisture retention, and cooking yield were not affected by the use of different chloride salts. Textural properties, except for adhesiveness, were affected by using different chloride salts, and the use of KCl instead of NaCl led to a decrease in the hardness value. Lower resilience and springiness values were determined in burgers where NaCl was replaced by 50% CaCl₂. Using KCl or CaCl₂ instead of NaCl caused decreases in cohesiveness and chewiness parameters. Using different chloride salts did not cause a statistically significant difference in the sensory properties of turkey burgers.

Results: It was observed that using KCl or CaCl₂ instead of NaCl in turkey burger production caused changes in some physicochemical and textural properties; however, it was concluded that partial replacement of NaCl with KCl was more suitable in terms of the examined properties.

2024, 51 pages

Keywords: Turkey burger, NaCl, KCl, CaCl₂, pH, texture

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
MATERYAL VE YÖNTEM	9
Materyal	9
Yöntem.....	9
Burger üretimi ve pişirme işlemi	9
pH değerinin belirlenmesi	10
Nem içeriğinin belirlenmesi	10
Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi.....	10
Renk analizi.....	10
Tiyobarbiturik asit reaktif maddeler (TBARS) tayini	11
Pişirme verimi ve nem tutma	11
Tekstür profil analizi (TPA).....	11
Duyusal analiz	11
İstatistiki analiz	12
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	13
pH.....	13
Nem İçeriği.....	15
a_w	17
TBARS	19
Renk	21
Nem Tutma ve Pişirme Verimi	24
TPA	26
Duyusal Analiz.....	29

SONUÇ.....	32
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	38



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Burger Üretiminde Kullanılan Tuzlar ve Oranları	9
Tablo 2. Duyusal değerlendirme panel formu	12
Tablo 3. Pişirme Öncesi ve Sonrasında Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerleri	13
Tablo 4. Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	14
Tablo 5. Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	14
Tablo 6. Pişirme öncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait ortalamalar	15
Tablo 7. Hindi burgerlerde belirlenen % nem içerikleri	16
Tablo 8. Hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları.....	16
Tablo 9. Hindi Burgerlerin % nem İçeriklerine Ait Ortalamalar.....	17
Tablo 10. Pişirme öncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalar	17
Tablo 11. Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerleri.....	18
Tablo 12. Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	18
Tablo 13. Hindi burgerlerde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	19
Tablo 14. Pişirme Öncesi ve Sonrası Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerlerine Ait Ortalamalar.....	19
Tablo 15. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$).....	20
Tablo 16. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	20
Tablo 17. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamalar	21
Tablo 18. Pişirme Öncesi ve Sonrasında Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamalar	21
Tablo 19. Hindi Burgerlerde Belirlenen Renk (L^* , a^* ve b^*) Değerleri	22
Tablo 20. Hindi Burgerlerde Belirlenen L^* , a^* ve b^* Değerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	23
Tablo 21. Hindi Burgerlerde Belirlenen a^* Değerlerine Ait Ortalamalar ile L^* ve b^* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	24
Tablo 22. Pişirme Öncesi ve Sonrası Hindi Burgerlerde Belirlenen L^* , a^* ve b^* Değerlerine Ait Ortalamalar	24
Tablo 23. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerleri.....	25

Tablo 24. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	25
Tablo 25. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerlerine Ait Ortalamalar.....	26
Tablo 26. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerleri.....	26
Tablo 27. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	28
Tablo 28. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	29
Tablo 29. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Değerler	30
Tablo 30. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Varyans Analiz Sonuçları.	30
Tablo 31. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Analiz Değerlerine Ait Ortalamaların	31



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Pişirme işlemi ve pişmiş örneklere ait fiziksel görünümeler	10
Şekil 2. Hindi burgerlerin pH değeri üzerine muamele x pişirme interaksionunun etkisi	15



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
M	: Molarite
mg	: Miligram
mj	: Milijoule
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
nm	: Nanometre
s	: Saniye
μmol	: Mikromol

Kısaltmalar

a_w	: Su aktivitesi
TBARS	: Tiyoarbütirik asit reaktif maddeler
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
MDA	: Malondialdehit
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

GİRİŞ

Et ve et ürünleri, insan beslenmesinde önemli olan besin öğelerini yüksek miktarda içermektedir. Protein miktarı ve kalitesi insan beslenmesinde et ve et ürünlerinin önemini artırmaktadır. Bunun yanı sıra esansiyel amino asitleri ile yağ asitlerini de yeterli ve dengeli bir biçimde içermektedir (Ekmekçi, 2012; Marti-Quijal et al. 2018). Ayrıca vitamin ve mineraller açısından da zengin bir gıdadır.

Yeterli ve dengeli beslenmede protein ihtiyacının karşılanması oldukça önem arz etmektedir. Hayvansal gıdalar içerisinde kanatlı etlerinin tüketimi protein ihtiyacının karşılanmasında hem ekonomik hem de verimli bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır. Kasaplık hayvan etleriyle kıyaslandığında, kanatlı etinin protein içeriği daha yüksek bir orana sahiptir. Kanatlı etleri, ince lifli olmasıyla birlikte yağ ve bağ dokusu oranı kasaplık hayvan etlerine göre daha azdır (Ergezer, 2005). Kanatlı etleri arasında ilk akla gelen tavuk eti olmaktadır. Bunun yanı sıra hindi, ördek, kaz, bıldırcın ve diğer bazı etler de kanatlı hayvan etleri sınıfında bulunmaktadır (Altinel 1995;ERGEZER, 2005). Bunlar arasında özellikle son yıllarda hazır gıda üretimi ve tüketiminde hindi etine olan ilgi günden güne artmaktadır.

Hindi eti, beslenmede önem arz eden amino asitlerini yeterli ve dengeli miktarda içerirken, B vitaminleri açısından da zengindir. Yapısında lizin, serin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, metiyonin ve tirozin amino asitlerini yüksek seviyelerde bulundurmaktadır. Hindi etinin yağ oranı ve kas içi yağ miktarı da kırmızı ete oranla daha düşüktür (Bor, 2011; Çelik, 2012). Protein oranı yüksek ve kolesterol seviyesi düşük olduğundan sağlık açısından tercih edilebilmektedir. (Koyubenbe ve Konca, 2010; Çelik, 2012; Barbin et al. 2020). Çinko, demir, bakır, magnezyum, potasyum, fosfor ve mangan gibi mineraller ile askorbik asit, riboflavin, tiamin, nisin, A, B6 ve B12 vitaminlerini de içermektedir. Ayrıca kendine özgü aroması tüketici talebini artırmaktadır. Bu özellikleri hindi etinin yalnızca taze olarak değil aynı zamanda çeşitli et ürünlerine işlenmesini de beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda son yıllarda hindi eti kullanılarak köfte, döner, sucuk, salam, sosis, jambon gibi et ürünleri üretilmektedir Bunun yanı sıra hindi eti, işlenmiş et ürünleri arasında önem arz eden burger üretiminde de kullanılmaktadır (Uçar vd. 2007; Uslu ve Ayaz, 2018).

Tuz, et ve et ürünlerinde geleneksel ve endüstriyel uygulamalarda uzun yıllardır sıklıkla kullanılan katkı maddelerinden biridir (Desmond, 2006; Cittadini et al. 2020). Tuzun et ürünlerinde kullanılmasının bazı teknolojik ve fonksiyonel etkileri söz konusudur

(Desmond, 2006; Gökalp vd. 2012; Hu et al. 2020). Tuz et ürünlerinin su bağlama ve su tutma kapasitesini artırarak arzu edilen jel yapısının oluşmasına neden olmakta ve pişirme kayıplarını azaltmaktadır (Desmond, 2006; Pires et al. 2017). Böylelikle et ürünlerinin sululuğunu da önemli oranda etkilemektedir (Kaya, 2019). Su tutma kapasitesinin artırılmasında pH ve Cl^- iyonlarının etkisi vardır. Böylelikle yapışkan bir hamur oluşturularak et parçalarının kompakt bir şekilde bağlanması sağlanmaktadır (Aprilia and Kim, 2022). Ayrıca et ürünlerinde kullanılan tuz, biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonları kontrol ederek aroma ve tipik tat gelişimini sağlamada yardımcı olmaktadır (Corral et al. 2013, Hu et al. 2020; Bozkurt ve Koç, 2022). Tuz gıda maddelerinin mikrobiyal güvenliğini sağlamak ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için önemli bir etken olan su aktivitesinin azalmasına da katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda işlenmiş et ürünlerinin raf ömrü de üretimde kullanılan tuz seviyelerinden etkilenebilmektedir (Lilic et al. 2015; Aprilia and Kim, 2022).

Tuzun et ürünlerinde sağladığı fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra insan sağlığı açısından tüketim miktarına bağlı olarak bazı riskleri de bulunmaktadır. Fazla tuz tüketimi aşırı sodyum alımı nedeniyle, yüksek kan basıncına neden olabilmekte ve bu durum felç ve kardiyovasküler hastalık sebebiyle ölüm riskinin artmasına yol açabilmektedir (Horita et al. 2014; Pires et al. 2017; Allison and Fouladkhah, 2018; Nachtigall et al. 2019; Nielsen et al. 2020; Ramos et al. 2020; França et al. 2022). Bunun yanı sıra aşırı sodyum alımı, hücre dışı sıvıda sodyum tutulması, kan damarlarının elastikiyenin azalması, mide kanseri ve böbrek taşı riski ile kemik kırılmalarına yatkınlığa da neden olabilmektedir (Ramos et al. 2020). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günlük tuz alımının 5 g'ın altında olması (günde 2 g'dan az sodyum alımına eşdeğer) tavsiye edilmekte, bununla birlikte çoğu insanın tuz yoluyla çok fazla sodyum tükettiği (günde ortalama 9-12 g tuz) ve yeterli miktarda ise potasyum (3,5 g'dan az) almadığı bildirilmekte ve bu durumun da yüksek tansiyona katkıda bulunarak, kalp hastalığı ve felç riskini artırdığı ifade edilmektedir (WHO, 2012). Bu kapsamda birçok ülkede tuzun çoğunlukla işlenmiş gıdalardan (et ve süt ürünleri gibi) veya sıklıkla büyük miktarlarda tüketilen gıdalardan (ekmek gibi) alındığı, ayrıca yiyeceklere pişirme sırasında veya tüketim sırasında eklenerek alındığı bildirilmiştir (WHO, 2012; Allison ve Fouladkhah, 2018; Turp ve Atalı, 2021). Bu nedenlerle gıda endüstrisinde ürünlerin sodyum içeriğini azaltmak için tuz içeriğinin azaltıldığı yeni formülasyonlar oluşturulmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Gıdalarda sodyum oranının azaltılmasına yönelik çalışmalar genellikle tuz içeriğinin düşürülmesi veya belirli oranlarda farklı klorür tuzları ile ikame edilmesi yönündedir (Ruusunen and Puolanne 2005, Alino et al. 2009, Armenteros et al. 2009). NaCl ikamesi

olarak en yaygın kullanılan yöntemlerden biri potasyum klorür (KCl) kullanımıdır (Desmond, 2006; Aşkın, 2007; Aprilia and Kim, 2022). Et ürünleri üretiminde, KCl'nin NaCl ile kısmen ikamesinin sodyum içeriğinin azaltılması için en çok kullanılan yöntemlerden biri olduğu ve KCl'nin NaCl ile benzer fonksiyonel özelliklere sahip olduğu ifade edilmiştir. Ancak KCl'nin yüksek miktarlarda ürün formülasyonuna ilave edilmesinin ürünlerde acı bir tat oluşturduğu da belirtilmiştir (Kaya, 2019; Silva et al. 2021). KCl kullanımının yanı sıra kalsiyum klorür (CaCl_2)'ün belirli oranlarda ürün formülasyonuna katılması ya da bu klorür tuzlarının belirli oranlarda karıştırılarak kullanılması da NaCl alternatifi yöntemler arasında yer almaktadır (Ekmekçi, 2012; Akgün vd. 2018).

Son yıllarda et ürünlerinde NaCl ikamesi olarak farklı klorür tuzlarının kullanımının ya da ürünlerde NaCl seviyesinin azaltılmasının, ürün özelliklerine etkisine yönelik pek çok araştırma yürütülmüştür (Hastaoğlu, 2011; Ketenoğlu and Candoğan, 2011; Şimşek, 2016; Barbosa et al., 2017; Raybaudi-Massilia et al., 2019; Mashrah, 2019; Hu et al., 2020; Nielsen et al., 2020; Kaya, 2019; Erol vd., 2021; Teixeira et al., 2021; Yalınkılıç et al. 2023). Bunun yanı sıra hindi eti ve ürünlerinde farklı uygulamaların mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklere etkisine yönelik araştırmalar da bulunmaktadır (King et al. 1988; King and Earl, 1988; Çelik, 2012; Akyüz vd. 2020). Ancak tüketimi gün geçtikçe artmaya devam eden hindi burger üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanımının ürünün kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemeye yönelik literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Mevcut bu araştırmada, hindi burger üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının ürünün fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Hindi etinden hazırlanan köftelerin kalite özelliklerinin iyileştirilmesi açısından farklı tuz kombinasyonlarının etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada NaCl ile birlikte kullanılan polifosfatların pişirme kaybını azaltmada etkili olduğu, pişirme kaybında yalnızca formülasyonun değil depolama koşullarının da etki gösterdiği, sadece polifosfat veya su içeren dondurulmuş ve pişirilmiş grupların diğer gruplardan daha düşük duyuşal değeriendirme puanları aldığı belirtilmiştir (King et al. 1988).

Sodyum ve potasyum tuzları içeren çiğ, pişmiş ve depolanmış hindi köftelerinde tiyobarbütirik asit (TBA) değeriilerinin belirlendiğı bir araştırmada, örneklerin pH değeriileri ve TBA değeriileri arasında net bir ilişkinin gözlenmediğı, ısıtma x depolama, ısıtma x gün, ısıtma x formülasyon, ısıtma x depolama x formülasyon, depolama x gün ve depolama x formülasyon interaksiyonlarının önemli etkisinin olduğu, tek başına eklenen polifosfatların pişmiş ürünlerde lipit oksidasyonunu geciktirdiğı, NaCl ile birleştirilmiş polifosfatların ise sinerjistik etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (King and Earl, 1988).

Ticari düşük sodyumlu tuz kullanımının sığır kıymasından hazırlanan köftelerin depolama süresince bazı özellikleri üzerine etkisinin incelendiğı bir araştırmada düşük sodyumlu ticari tuz kullanılarak üretilen köfteler ile ticari tuz (NaCl) kullanılarak üretilen köfteler arasında L^* , a^* ve b^* değeriileri açısından önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Düşük sodyumlu ticari tuz kullanımının pişirme kaybı ve büzölme değeriilerini azalttığı, depolamanın 1. ve 2. günlerinde su tutma kapasitesinde benzer sonuçlar alındığı ancak ticari düşük sodyumlu tuz kullanılarak üretilen köftelerin daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu ve duyuşal değeriendirmede ise gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Ketenoglu and Candoğan, 2011).

KCl'nin, farklı oranlarda (%25 ve %50) NaCl ikamesi olarak kullanımının keçi eti kullanılarak üretilen köftelerde fizikokimyasal özellikler üzerine etkisinin incelendiğı bir araştırmada, son üründe sodyum ve potasyum seviyelerinde KCl kullanım oranının önemli olduğu raporlanmıştır. Bunun yanı sıra NaCl'nin KCl ile kısmen ikame edilmesinin su aktivitesi, pH ve kesme kuvveti üzerinde önemli bir etkisinin olduğu, muameleler arasında su tutma kapasitesi açısından bir farklılığın olmadığı, NaCl oranının azalmasına bağılı olarak pişirme kaybının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca parlaklık ve kırmızılık değeriinin KCl kullanımı ile azaldığı, %25 NaCl ikamesi ile hazırlanan gruplarda TBARS değeriinin en düşük

olduğu ve keçi eti köftelerinde NaCl'nin %25 oranında KCl ile ikamesinin mümkün olabileceği bildirilmiştir (Barbosa et al. 2017).

Farklı klorür tuzlarının (NaCl, KCl, CaCl₂) tavuk köftelerinin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, pH, su aktivitesi, nem içeriği, TBARS, L* ve b* değerleri ile nem tutma ve pişirme veriminin kullanılan klorür tuzundan ve üretim aşamasından önemli seviyede etkilendiği bulunmuştur. Enstrümantal olarak belirlenen tekstür özelliklerinden sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik ile duyuşal olarak değerlendirilen görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri de farklı klorür tuzları kullanımından etkilenmiştir. Araştırmada tavuk köftesi üretiminde %1 NaCl + %1 KCl kullanımının mümkün olabileceği bildirilmiştir (Kaya, 2019).

NaCl seviyesinin azaltılmasının hamburgerlerin kalitesi ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada üç farklı hamburger grubu (%100 NaCl, %75 NaCl+%25 KCl, %50 NaCl+%50 KCl) hazırlanmış ve 120 günlük dondurulmuş depolama boyunca pH, renk, lipit oksidasyonu ve pişirme kaybı belirlenmiş, tekstürel ve duyuşal analizler yapılmıştır. Araştırmada, depolama süresince pH değerlerinin kabul edilebilir sınırlar arasında kaldığı, kimyasal bileşim açısından tüm örnek gruplarının benzer olduğu, renk, lipit oksidasyonu, pişirme kayıpları, tekstür ve duyuşal kabul edilebilirliğin depolama süresince NaCl seviyesinin azaltılmasından etkilenmediği ve hamburger üretiminde NaCl'nin %50'ye kadar KCl ile değiştirilebileceği rapor edilmiştir (Ramos et al. 2020).

NaCl'nin KCl ve lezzet artırıcılar ile ikamesinin sığır etinden hazırlanan burgerlerin fizikokimyasal, teknolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal parametreleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, formülasyonlar arasında bu parametreler açısından önemli farklılıklar gözlenmemiştir (Silva et al. 2020). Sığır eti burgerinde depolama sırasında yağ ve NaCl azaltımının ürünün fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, iki farklı burger grubu (T1: Kontrol; T2: %50 yağı azaltılmış, %5 fruktooligosakkarit ve %50 NaCl'nin KCl ile ikamesi) hazırlanmıştır. Araştırmada, pH'nın 120. günde artış gösterdiği, lipid oksidasyonu için muamele ve depolama arasında bir interaksiyonun olduğu, depolama ile her iki grupta da TBARS değerlerinin arttığı, T2 grubunda 0, 30 ve 60. günlerde en yüksek TBARS değerinin ölçüldüğü, pişirmeden önce 90. günde kırmızı renk yoğunluğunda azalma gözleendiği, pişirme sonrasında ise 90. günde kırmızı renk yoğunluğunda artma ancak parlaklıkta azalma olduğu belirlenmiştir. Depolamanın az yağlı ve düşük sodyumlu sığır burgerlerinin fizikokimyasal özelliklerini ve duyuşal değerlendirmesini etkilediği rapor edilmiştir (Souza et al. 2020).

Düşük tuzlu sığır burgerlerinde shiitake (*Lentinula edodes*) yan ürünlerinin fizikokimyasal ve teknolojik özellikler üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yedi farklı burger hamuru hazırlanmış ve pişirilmiş burgerlerde parlaklık ve sarı renk yoğunluğunda artış olduğu, ancak kırmızı renk yoğunluğu, pH ve su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişim olmadığı raporlanmıştır. Araştırmada ürün gruplarında pişirme kaybı ve çapta azalma olmadığı, ayrıca tuzun %70 azaltıldığı grubun kontrol grubuna göre daha yumuşak ve çiğnenebilir olduğu bildirilmiştir (França et al. 2022).

İspanyol tipi kuru fermente bir sosis çeşidi olan Chorizo üzerinde yürütülen bir çalışmada, NaCl, KCl ve CaCl₂ tuzlarının belirli oranlarda karışımı kullanılmıştır. Kullanılan tuz karışımlarının sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik parametrelerinde önemli bir azalmaya yol açtığı, b* ve L* değerlerini artırdığı, duyuşal açıdan ise doku ve renk yoğunluğunun kontrol grubuna göre daha düşük puanlar aldığı tespit edilmiştir (Gimeno et al. 1999).

Mekanik olarak ayrılmış kümes hayvanı eti kullanılarak üretilen Frankfurter tipi sosislerde tuz ikamesinin ürün özelliklerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada NaCl, KCl ve CaCl₂ karışımları (%2 NaCl'ye eşdeğer) kullanılmıştır. %25 CaCl₂ ile %25 ve 50 KCl içeren karışımlar kullanılarak üretilen Frankfurter örneklerinde pH, su aktivitesi ve renk açısından farklılık olmadığı, %50 NaCl+%25 CaCl₂+%25 KCl ve %50 NaCl+ %50 KCl içeren sosislerin duyuşal açıdan genel kabul edilebilirlik ve lezzet için kontrol grubu sosis örneklerinden daha düşük puanlar aldığı bildirilmiştir (Horita et al. 2014).

Şimşek (2016) tarafından yapılan bir çalışmada beş farklı klorür tuz karışımı sucuk üretiminde kullanılmıştır. Farklı klorür tuzlarının kullanımı ve olgunlaşma süresi interaksiyonunun sucuk gruplarının pH değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu, en düşük ortalama pH değerinin %50 NaCl+%30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılarak üretilen sucuklarda tespit edildiği, duyuşal değerlendirmede ise farklı klorür tuzu kullanımının sucuk grupları arasında herhangi bir farklılığa neden olmadığı rapor edilmiştir.

Pişmiş jambon, hindi göğsü ve şarküteri tipi sosiste NaCl ikamesi olarak ticari bir tuz karışımı olan SODA-LO® kullanımının ürünün duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkisinin incelendiği bir araştırmada, NaCl oranı azaltılmış gruplar ile kontrol grubu örneklerin duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Raybaudi-Massilia et al. 2019).

Hu et al. (2020) kuru fermente sosislerde NaCl oranının azaltılmasının nem içeriği, su aktivitesi ve laktik asit bakteri sayısını arttırdığını, pH değerini düşürdüğünü, duyuşal açıdan %2.0 ve %2.5 NaCl içeren sosislerde tat, çiğnenebilirlik ve aroma için daha yüksek puanlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Keçi etinden üretilen sosislerde farklı klorür tuzlarının kullanıldığı bir çalışmada dört farklı muamele grubu (%100 NaCl; 100% Himalaya tuzu; %50 NaCl+%50 KCl; %50 NaCl+%25 KCl+%20 MgCl₂+%5 CaCl₂) hazırlanmış ve fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Araştırmada KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ kullanılan gruplarda sodyum içeriğinin daha düşük olduğu, bununla birlikte renk, pH, lipid oksidasyonu, su aktivitesi, su tutma kapasitesi ve duyuşal analiz açısından gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir (Silva et al. 2021).

Domuz sosisinde NaCl ikamesi olarak KCl ile ticari olarak temin edilen ve NaCl, KCl ve sodyum glukonat içeren tuz karışımının (Sub4Salt®) kullanıldığı bir çalışmada fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. NaCl ikamesinin ürünün pH, su aktivitesi ve kimyasal bileşimini etkilemediği, üründe önemli seviyede sodyum azalması sağladığı, oksidasyonun bir göstergesi olan TBARS değerlerine bir etkisinin olmadığı, benzer şekilde mikrobiyolojik kalitesini de etkilemediği rapor edilmiştir (Teixeira et al. 2021).

Hastaoğlu and Vural (2018) tarafından yapılan bir araştırmada pastırma üretiminde farklı klorür tuzları (NaCl ve KCl) ile farklı üretim tekniklerinin kullanımının kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Pastırmanın duyuşal özellikleri açısından NaCl yerine %15 KCl kullanılmasının kabul edilebilir olduğu, ancak daha yüksek kullanım oranının (%30) sertlik ve çiğnenebilirlik açısından olumlu puanlanmadığı bildirilmiştir.

Cittadini et al. (2020) tarafından cecina üretiminde farklı klorür tuzları kullanılmış ve CaCl₂ ve MgCl₂ muamelesinin lipid oksidasyonu ve parlaklığı arttırdığı, kırmızılık değerini ise azalttığı tespit edilmiştir. En yüksek protein içeriği ve en düşük nem miktarı %50 KCl ile muamele edilen grupta gözlenmişken, sertlik açısından gruplar arasında bir farklılık belirlenmemiştir.

Farklı klorür tuzlarının pastırmanın uçucu profili, enzim aktivitesi ve diğer bazı özelliklerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada dört farklı tuz karışımı (%100 NaCl, %50 NaCl+%50 KCl, %40 NaCl+%40 KCl+%20 CaCl₂, %30 NaCl+%40 KCl+%20 CaCl₂+%10 MgCl₂) hazırlanmış ve geleneksel yöntemle pastırma üretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada mikrobiyal aktivite açısından gruplar arasında istatistiki bir farklılığın olmadığı, %100 NaCl ve %50 NaCl+%50 KCl grupları arasında pH değerleri açısından benzer sonuçlar elde edildiği, buna karşın %40 NaCl+%40 KCl+%20 CaCl₂ ve %30 NaCl+%40 KCl+%20 CaCl₂+%10 MgCl₂ kullanılan gruplarda pH değerlerinde azalma görüldüğü ve bu grupların diğer gruplara göre protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı açısından daha yüksek değerler gösterdiği raporlanmıştır. Ayrıca TBARS değeri açısından gruplar arasında bir

farklılık olmadığı, L^* değerinde farklı klorür tuzu kullanımının bir etkisi olmazken, a^* ve b^* değerleri açısından farklılıklara neden olduğu, duyusal değerlendirmede en düşük değerlerin CaCl_2 ve $\text{CaCl}_2\text{-MgCl}_2$ içeren gruplarda belirlendiği, NaCl ile NaCl-KCl içeren gruplarda duyusal puanlar açısından istatistiki olarak bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Yalınkılıç et al. 2023).

Farklı klorür tuzlarının (%100 NaCl -kontrol, %50 NaCl + %50 KCl ve %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl_2) lakerdanın fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, pH, nem, a_w , tuz, L^* ve b^* değerleri ile sertlik, kohesivlik, yapışkanlık ve sakızimsılık değerleri üzerinde farklı klorür tuzlarının kullanımının etkili olduğu bildirilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlardan hareketle lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Mashrah, 2019).

Nielsen et al. (2020) tarafından sodyum oranı azaltılarak üretilen somon ezmeleri duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuş ve araştırmada %20 NaCl + %80 sodyum klorür ve potasyum klorür içeren doğal tuz kullanımının mikrobiyal aktiviteyi etkilemediği ancak ürünün sodyum oranında %22'lik bir azalmaya neden olduğu belirlenmiş, ayrıca on iki duyusal özelliğin üçünde (tekstür, tuzluluk ve konserve balık aroması) minimal düzeyde farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Sodyum klorür ve potasyum klorür içeren doğal tuzun deniz ürünleri üretiminde NaCl kullanımına bir alternatif olabileceği belirtilmiştir.

Erol vd. (2021) tarafından NaCl ve KCl kullanılarak marine edilen hamsi filetolar üzerinde yapılan bir araştırmada fiziksel ve duyusal özellikler arasında bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte araştırmada en iyi sodyum ikamesinin %50 KCl kullanılarak hazırlanan grupta elde edildiği bildirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Burger üretiminde kullanılan hindi göğüs eti ile sığır et yağı yerel piyasadan temin edilmiş ve laboratuvarında kıyma makinesinden çekildikten sonra üretime kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir. Burger harcında kullanılan soğan, sarımsak, galeta unu, yumurta ve baharatlar yerel piyasadan, NaCl, CaCl₂ ve KCl ise kimyasal malzeme satan bir firmadan satın alınmıştır.

Yöntem

Burger üretimi ve pişirme işlemi

Burger üretiminde ulusal bir firma tarafından verilen reçete esas alınmıştır. Tablo 1’de verilen deneme desenine göre farklı klorür tuzları (NaCl, KCl, CaCl₂) kullanılarak dört farklı grup burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu (A) burger hamuru %70 hindi göğüs eti, %12 sığır et yağı, %2 NaCl, %6 soğan, %0,3 sarımsak, %0,7 kırmızı biber, %0,2 karabiber, %0,3 kimyon, %2,5 yumurta ve %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1. Burger Üretiminde Kullanılan Tuzlar ve Oranları

Grup	NaCl (%)	KCl (%)	CaCl ₂ (%)
A (Kontrol)	2	0	0
B	1	1	0
C	1	0	1
D	1	0,5	0,5

Burger hamurları bir yoğurma makinesi (Schafer ProchefXL) kullanılarak hazırlanmıştır. Her bir grup için önce et ve yağ 1 dk süreyle karıştırılmış, ardından baharatlar, soğan ve sarımsak ilave edilerek 1 dk daha karıştırma işlemi yapılmıştır. Son olarak galeta unu, yumurta ve tuz ilave edildikten sonra karıştırma işlemine homojen bir hamur elde edilinceye kadar devam edilmiştir. Elde edilen burger hamurlarından bir kalıp (7 cm çap ve 1 cm kalınlık) yardımıyla hazırlanan burger köfteler, önce -18°C’de bir gün süreyle dinlendirilmiş, ardından her yüzeyi 4 dk olacak şekilde 8 dk boyunca 180°C’de ısıtıcı plaka üzerinde pişirilmiştir. Her bir muamele grubuna ait burgerlerden alınan çiğ ve pişmiş örneklerde pH, a_w, nem, TBARS ve renk değerleri belirlenmiş, ayrıca pişirme işlemi sonrasında nem tutma ve pişirme verimi hesaplanmış, tekstür profil analizi ile duyu analizi

gerçekleştirilmiştir. Pişirme işlemi ve pişmiş örneklere ait fiziksel görünüm Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Pişirme işlemi ve pişmiş örneklere ait fiziksel görünüm

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerlerinin belirlenmesinde ölçüm öncesi kalibre edilmiş bir pH-metre (Crison GLP 22, Spain) cihazı kullanılmış ve ölçüm için 10 g örnek 100 ml saf su içerisinde homojenize edilmiştir.

Nem içeriğinin belirlenmesi

Nem içeriği $105 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de kurutma işlemi yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla yaklaşık 10 g örnek kurutulmuş ve meydana gelen ağırlık kaybından nem içeriği % olarak belirlenmiştir.

Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Yaklaşık 5 g örnek su aktivitesi ölçüm ünitesine yerleştirilmiş ve 25°C ’de ölçüm alınmıştır. Bu amaçla su aktivitesi cihazı (Novasina TH500) kullanılmış, cihaz tuz çözeltileri ile kalibre edilmiştir.

Renk analizi

Örneklerin renk yoğunlukları, kolorimetre cihazı (Minolta CR200, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. CIE (Commision Internationale de l’e Clairage) tarafından verilen kriterlere göre L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir: $L^*=0$, siyah, $L^*=100$, beyaz (koyuluk/açıklık); $+a^*=kırmızı$, $-a^*=yeşil$; $+b^*=sarı$, $-b^*=mavi$.

Tiyobarbiturik asit reaktif maddeler (TBARS) tayini

2 g örnek üzerine 12 ml TCA çözeltisi ilave edilerek Ultra-Turrax ile homojenize edilmiş ve filtre kağıdından süzülerek 3 ml'si deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 3 ml TBA çözeltisi eklendikten sonra sıcak su banyosunda bekletilmiş, soğutulduktan sonra absorbans değeri 532 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Thermo, England) okunmuştur. TBARS değeri µmol MDA/kg olarak hesaplanmıştır (Lemon, 1975).

Piştirme verimi ve nem tutma

Burger köftelerin piştirme verimi ve nem tutma değerleri, piştirme öncesi ve sonrasında belirlenen ağırlıklar ile nem içerikleri dikkate alınarak aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Piştirme\ verimi(\%) = \frac{Piştirme\ sonrası\ köfte\ ağırlığı(g)}{Piştirme\ öncesi\ köfte\ ağırlığı(g)} \times 100$$

$$Nem\ tutma(\%) = \frac{pişmiş\ ağırlık \times pişmiş\ köftedeki\ nem(\%)}{pişmemiş\ ağırlık \times pişmemiş\ köftedeki\ nem(\%)} \times 100$$

Tekstür profil analizi (TPA)

Burger köftelerden çıkarılan numuneler (çap: 20 mm, yükseklik: 20 mm) tekstür analiz cihazında (CT3, Brookfield) 50,8 mm çapındaki silindirik prob kullanılarak analiz edilmiştir. Test hızı 1 mm/s olarak ayarlanmış ve sıkıştırma çevrimi 3 s arayla %50 oranında sıkıştırma yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analiz

Duyusal analiz, gıda mühendisliği eğitimi almış 10 panelist tarafından Tablo 2'de verilen değerlendirme formu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Panelistlere ölçek hakkında bilgi verildikten sonra testler başlatılmıştır.

Tablo 2. Duyusal değerlendirme panel formu

Duyusal Değerlendirme Formu										
Özellik	Puan									
	Çok Kötü	Orta								Çok İyi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Renk										
Tat										
Koku										
Tekstür										
Genel Kabul Edilebilirlik										
Belirtmek İstedığınız Hususları Yazınız:										

İstatistiki analiz

Çalışmada deneme planı olarak şansa bağlı tam bloklar kullanılmıştır. Burger köfteler dört uygulama için iki tekerrürlü olarak üretilmiştir. Fizikokimyasal analizler hem çiğ hem de pişmiş örneklerde yapılmışken tekstürel ve duyusal analizler sadece pişmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir. Varyans analizi sonucu önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

pH

Et ürünlerinin pH değeri kalite üzerinde etkili olan önemli bir parametredir. Tablo 3'te pişirme öncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen pH değerleri verilmiştir. Örneklerin pH değerleri pişirme öncesinde 5,57-6,04 arasında bulunmuşken, pişirme sonrasında 5,51-6,13 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 3. Pişirme Öncesi ve Sonrasında Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerleri

Muamele	Blok	Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
A	1	6,04	6,11
		6,01	6,13
	2	5,98	6,10
		5,95	6,10
B	1	5,99	6,10
		5,98	6,11
	2	5,97	6,10
		5,95	6,09
C	1	5,59	5,52
		5,61	5,51
	2	5,61	5,61
		5,57	5,60
D	1	5,76	5,66
		5,73	5,67
	2	5,78	5,67
		5,74	5,69

Hindi burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına (Tablo 4) göre muamele (M), pişirme (P) ve muamele x pişirme (MxP) interaksiyonu pH değeri üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Tablo 4. Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,450	1777,724**
Piştirme (P)	1	0,008	32,111**
Blok	1	3,125E-006	0,012
M×P	3	0,022	87,025**
Hata	16	0,00	-
Total	32	-	-

** P<0,01

Hindi burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 5’te verilmiştir. En yüksek ortalama pH değerleri A ve B gruplarında belirlenmişken, en düşük ortalama değer %1 NaCl+%1 CaCl₂ içeren C grubunda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan NaCl’nin KCl ile ikamesinin pH değerini değiştirmedeği, CaCl₂ ile ikamesinin ise pH değerinde düşüşe sebebiyet verdiği gözlenmiştir. Kaya (2019) tarafından tavuk köfteleri üzerinde yürütülen bir araştırmada NaCl seviyesinin azaltılmasının ya da KCl ile ikamesinin pH değerini artırdığı, fakat bu çalışmadakine benzer şekilde CaCl₂ ile ikamesinin pH değerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Barbosa et al. (2017) tarafından keçi köfteleri üzerinde yürütülen bir çalışmada da NaCl’nin KCl ile kısmen ikame edilmesinin örneklerin pH değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. Lakerda üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanıldığı bir başka araştırmada NaCl’nin %50 oranında KCl ile ikamesinin pH değeri üzerinde bir etkisi olmadığı, üretimde CaCl₂ kullanımının ise pH değerini düşürdüğü vurgulanmıştır (Mashrah, 2019). Pastırma üzerinde yürütülen bir çalışmada ise CaCl₂ ve MgCl₂ karışımı kullanılarak üretilen pastırma örneklerinde NaCl ve KCl kullanılanlara göre daha düşük pH değeri belirlenmiş ve bu durumun iki değerlikli tuzların (CaCl₂, MgCl₂) tek değerlikli tuzlara (NaCl, KCl) göre etin pH’sı üzerinde farklı bir etki göstermesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Yalınkılıç et al. 2023).

Tablo 5. Hindi Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	n	pH
A	8	6,05±0,67 ^a
B	8	6,04±0,69 ^a
C	8	5,58±0,41 ^c
D	8	5,71±0,46 ^b

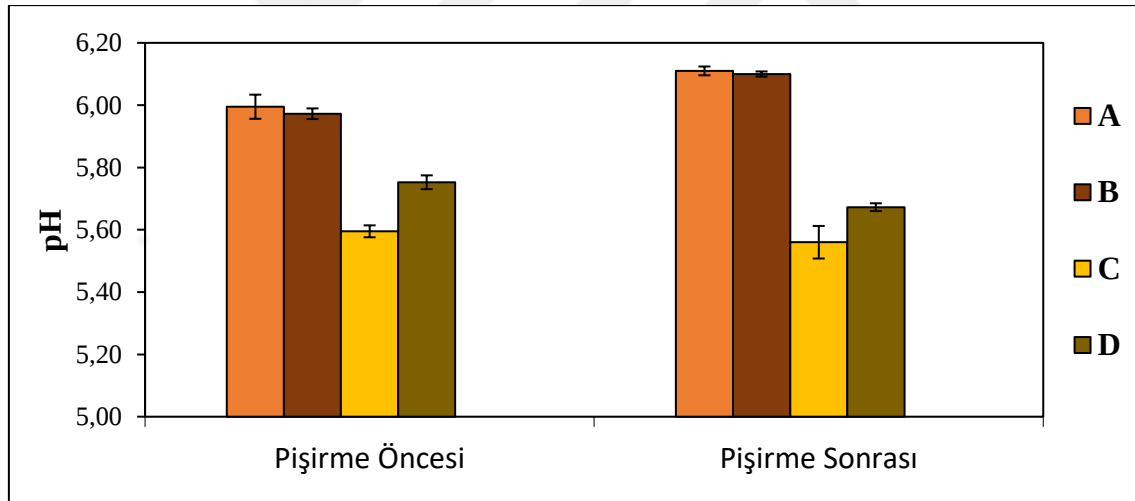
^{a-c}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Piştirme öncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait ortalamalar Tablo 6’da verilmiştir. Piştirme işlemi hindi burgerlerin pH değerinde artışa sebebiyet vermiştir.

Tablo 6. Piştirme öncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait ortalamalar

Piştirme	n	pH
Piştirme öncesi	16	5,83±0,17 ^b
Piştirme sonrası	16	5,86±0,06 ^a

Hindi burgerlerin pH değeri üzerine muamele x piştirme interaksiyonunun etkisi Şekil 2’de verilmiştir. Hem piştirme öncesinde hem de piştirme sonrasında en yüksek pH değerleri NaCl ve KCl kullanılarak üretilen burgerlerde (A ve B grubu) tespit edilmişken, CaCl₂ kullanımının yer aldığı C ve D gruplarında daha düşük değerler belirlenmiştir. Ayrıca piştirme sonrasında A ve B grubu örneklerin pH değerinde artış, C ve D grubu örneklerde ise azalma görülmektedir.



Şekil 2. Hindi burgerlerin pH değeri üzerine muamele x piştirme interaksiyonunun etkisi

Nem İçeriği

Hindi burgerlerde belirlenen % nem içerikleri Tablo 7’de verilmiştir. Piştirme öncesinde %62,04 ile % 65,41 arasında tespit edilen nem içeriği, piştirme sonrasında azalarak % 57,51 ile % 59,00 arasında değişiklik göstermiştir.

Tablo 7. Hindi burgerlerde belirlenen % nem içerikleri

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	62,09	57,67
		63,00	57,99
	2	62,14	58,60
		63,24	58,77
B	1	62,81	57,93
		65,41	57,65
	2	62,04	58,80
		62,55	58,58
C	1	63,43	58,62
		63,34	58,73
	2	62,37	59,00
		62,86	58,97
D	1	63,36	57,56
		63,10	57,51
	2	62,91	58,09
		63,28	58,41

Hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Sonuçlara göre piştirme % nem üzerinde istatistiki açıdan çok önemli seviyede ($P<0,01$) etki göstermişken muamele, blok ve muamele x piştirme interaksyonunun istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 8. Hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,361	1,169
Piştirme (P)	1	176,016	569,693**
Blok	3	0,396	1,281
M×P	3	0,527	1,705
Hata	16	0,309	-
Total	32	-	-

** $P<0,01$

Tablo 9’da hindi burgerlerin % nem içeriklerine ait ortalamalar verilmiştir. Örneklerin ortalama nem içeriklerinin %60,44-60,91 arasında olduğu belirlenmiştir. Hindi burger

retiminde NaCl'nin KCl veya CaCl₂ ile değiştirilmesi nem içeriğini etkilememiştir. Böylece hindi burger üretiminde nem içeriği açısından NaCl'nin KCl veya CaCl₂ ile kısmen ikame edilmesinin mümkün olduğu grlmştır. Diğer yandan Kaya (2019) tarafından tavuk köfteleri üzerinde yapılan bir araştırmada farklı klorür tuzlarının kullanımınnın örneklerin nem içerikleri üzerinde çok önemli etkisinin olduğu belirtilmiştir. Erol vd. (2021) tarafından NaCl ve KCl kullanılarak marine edilen hamsi filetolar üzerinde yürütülen bir araştırmada ise sadece NaCl kullanılarak hazırlanan gruplar ile KCl kullanılan gruplar arasında nem içerikleri açısından bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir.

Tablo 9. Hindi Burgerlerin % nem içeriklerine Ait Ortalamalar

Muamele	n	Nem içeriği (%)
A	8	60,44±0,003
B	8	60,72±0,004
C	8	60,91±0,003
D	8	60,52±0,003

Pişirme ncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalar Tablo 10'da verilmiştir. Pişirme sonrasında beklenildiği üzere daha düşük bir ortalama nem içeriği belirlenmiştir. Bunun nedeni pişirme işlemi esnasında ısının etkisiyle üründen nemin buharlaşarak uzaklaşmasıdır.

Tablo 10. Pişirme ncesi ve sonrasında hindi burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalar

Pişirme	n	Nem içeriği (%)
Pişirme ncesi	16	62,99±0,80 ^a
Pişirme sonrası	16	58,30±0,52 ^b

a_w

Araştırma kapsamında üretilen hindi burgerlerde pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen a_w değerleri Tablo 11'de verilmiştir. Pişirme öncesinde 0,960 ile 0,974 arasında bulunan a_w değerleri pişirme sonrasında 0,954 ile 0,971 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 11. Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerleri

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	0,964	0,959
		0,960	0,954
	2	0,965	0,960
		0,961	0,958
B	1	0,971	0,958
		0,966	0,958
	2	0,969	0,965
		0,962	0,960
C	1	0,974	0,966
		0,965	0,967
	2	0,972	0,971
		0,970	0,968
D	1	0,968	0,965
		0,966	0,967
	2	0,974	0,965
		0,963	0,966

Hindi burgerlerde belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiş olup bu sonuçlarına göre muamele ve piştirme faktörlerinin su aktivitesi değeri üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etki gösterdiği gözlenmiştir.

Tablo 12. Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,00	10,129**
Piştirme (P)	1	0,00	10,309**
Blok	1	1,378E-005	1,145
M×P	3	1,011E-005	0,841
Hata	16	1,203E-005	-
Total	32	-	-

** $P < 0,01$

Tablo 13'te farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen ortalama a_w değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları, Tablo 14'te ise pişirme öncesi ve sonrasında tespit edilen ortalama a_w değerleri verilmiştir. En düşük ortalama a_w değeri sadece NaCl kullanılan A grubunda belirlenmişken en yüksek ortalama değer NaCl'nin %50 oranında $CaCl_2$ ile değiştirildiği C grubunda tespit edilmiştir. Bununla birlikte A ile B grupları arasında ve C ile D grupları arasında benzerlik olduğu görülmüştür. Böylece a_w değeri açısından NaCl'nin sadece KCl ile ikamesinin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmada pişirme işleminin a_w değerinde azalmaya yol açtığı belirlenmiş olup bu durumun pişirme işlemi esnasındaki nem kaybından kaynaklandığı düşünülmüştür. Tavuk köfteleri üzerinde yapılan bir çalışmada farklı klorür tuzu kullanımı ve üretim aşaması interaksiyonunun örneklerin su aktivitesi değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkisinin olduğu bildirilmiştir (Kaya 2019). Diğer yandan Teixeira et al. (2021) yaptıkları bir araştırmada domuz sosisinde sodyum glukonat içeren ticari tuz karışımı ile NaCl ve KCl'nin farklı formülasyonlarını kullanmışlar, NaCl ikamesinin örneklerin su aktivitesi üzerinde sekiz veya on altı günlük depolamadan sonra herhangi bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

Tablo 13. Hindi burgerlerde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	n	a_w
A	8	0,960±0,003 ^c
B	8	0,964±0,005 ^{bc}
C	8	0,969±0,003 ^a
D	8	0,967±0,003 ^{ab}

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

Tablo 14. Pişirme Öncesi ve Sonrası Hindi Burgerlerde Belirlenen a_w Değerlerine Ait Ortalamalar

Pişirme	n	a_w
Pişirme öncesi	16	0,967±0,004 ^a
Pişirme sonrası	16	0,963±0,005 ^b

TBARS

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun düzeyini ölçmek amacıyla TBARS değeri belirlenebilmektedir. Mevcut bu çalışmada hindi burgerlerde tespit edilen TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$) Tablo 15'te verilmiştir. Pişirme öncesinde 20,35-30,15 $\mu\text{mol MDA/kg}$

arasında bulunan TBARS değeri, pişirme sonrasında 21,04-30,22 $\mu\text{mol MDA/kg}$ arasında tespit edilmiştir.

Tablo 15. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$)

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	25,87	24,08
		23,60	27,04
	2	23,49	22,30
		23,96	21,60
B	1	25,64	25,18
		24,57	27,01
	2	24,55	21,04
		24,89	24,81
C	1	28,21	23,17
		29,06	28,64
	2	22,91	23,84
		23,66	23,28
D	1	25,57	30,22
		30,15	27,32
	2	20,35	21,29
		24,86	25,87

Hindi burgerlerde belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 16'da verilmiştir. Örneklerin TBARS değerleri üzerinde farklı klorür tuzlarının kullanılması veya piştirme işlemi istatistik olarak önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Tablo 16. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	4,529	1,068
Piştirme (P)	1	0,676	0,159
Blok	1	86,560	20,417**
M×P	3	1,630	0,384
Hata	16	4,240	-
Total	32	-	-

** $P<0,01$

Tablo 17’de farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamalar, Tablo 18’de ise pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen ortalama TBARS değerleri görülmektedir. Hindi burgerlerde CaCl_2 kullanımı TBARS değerini bir miktar artırmış olmasına rağmen bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte yapılan diğer bazı çalışmalarda kullanılan farklı klorür tuzlarının çeşitli et ürünlerinde TBARS değerinde değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir. Örneğin Barbosa et al. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada keçi etinden üretilen köftelerde %2,25 NaCl + %0,75 KCl kullanımının TBARS değerlerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Kaya (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada ise %1 NaCl + %1 CaCl_2 kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde daha düşük ortalama TBARS değerlerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte bu çalışmada mevcut bu araştırmadan farklı olarak farklı klorür tuzlarının kullanımı ile pişirme işlemi TBARS değerleri üzerinde önemli seviyede etki göstermiştir. Yalınkılıç et al. (2023) tarafından farklı klorür tuzları kullanılarak pastırma üzerinde yürütülen bir çalışmada ise TBARS değeri üzerinde farklı klorür tuzu kullanımının önemli seviyede bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Tablo 17. Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamalar

Muamele	n	TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$)
A	8	23,99±1,76
B	8	24,71±1,69
C	8	25,35±2,75
D	8	25,70±3,62

Tablo 18. Pişirme Öncesi ve Sonrasında Hindi Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamalar

Pişirme	n	TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$)
Pişirme öncesi	16	25,08±2,43
Pişirme sonrası	16	24,79±2,72

Renk

Hindi burgerlerde belirlenen renk özelliklerine (L^* , a^* ve b^*) ait değerler Tablo 19’da verilmiştir. Pişirme öncesinde burgerlerin L^* değerleri 49,82-55,80, a^* değerleri 9,44-12,45, b^* değerleri ise 30,45-33,55 arasında tespit edilmiştir. Pişirme sonrasında L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 42,65-49,84, 12,19-14,05 ve 28,46-34,59 aralıklarında değiştiği belirlenmiştir.

Tablo 19. Hindi Burgerlerde Belirlenen Renk (L*, a* ve b*) Değerleri

Muamele	Blok	Renk	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	L*	50,28	42,65
		a*	12,12	13,44
		b*	31,56	28,46
	2	L*	50,58	43,07
		a*	10,92	13,49
		b*	31,16	28,48
B	1	L*	49,82	46,76
		a*	12,45	12,55
		b*	31,44	31,82
	2	L*	52,93	46,28
		a*	10,58	12,63
		b*	31,09	31,59
C	1	L*	53,32	46,02
		a*	11,41	14,05
		b*	32,65	32,10
	2	L*	52,16	44,55
		a*	10,70	13,91
		b*	30,60	31,46
D	1	L*	52,16	47,49
		a*	12,40	13,72
		b*	33,55	32,08
	2	L*	55,80	49,84
		a*	9,44	12,19
		b*	30,45	34,59

Not: Tabloda renk parametreleri için ölçüm ortalamaları verilmiştir.

Hindi burgerlerde belirlenen L*, a* ve b* değerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele ve piştirme faktörleri L* değeri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur. Diğer yandan a* değeri muameleden etkilenmezken, piştirme işleminden $P<0,01$ düzeyinde etkilenmiştir. b* değerinde ise sadece muamele faktörü istatistiki açıdan önemli ($P<0,05$) düzeyde etki göstermiştir.

Tablo 20. Hindi Burgerlerde Belirlenen L*, a* ve b* Değerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

L* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	87,486	5,391**
Piştirme (P)	1	952,056	58,670**
Blok	1	16,901	1,041
M×P	3	12,017	0,741
Hata	80	16,227	-
Total	96	-	-
a* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	2,131	0,911
Piştirme (P)	1	95,800	40,958**
Blok	1	25,606	10,947**
M×P	3	3,439	1,470
Hata	80	2,339	-
Total	96	-	-
b* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	31,125	3,125*
Piştirme (P)	1	1,394	0,140
Blok	1	6,726	0,675
M×P	3	20,232	2,031
Hata	80	9,960	-
Total	96	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 21’de hindi burgerlerde belirlenen a* değerlerine ait ortalamalar ile L* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları görülmektedir. NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının parlaklığın bir göstergesi olan L* değeri ile sarılığı gösteren b* değerinde artışa yol açtığı belirlenmiştir. Bununla birlikte en yüksek L* ve b* değerleri %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ kullanılan D grubu burgerlerde tespit edilmiştir. Diğer yandan B ve C grupları arasında L* ve b* değerleri açısından önemli bir farklılık olmadığı, bu gruplar için belirlenen ortalama değerlerin kontrolle benzerlik gösterdiği

bulunmuştur. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin a* değerlerine ait ortalamalar arasında ise önemli farklılıklar bulunmamaktadır. Benzer sonuçlar farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftesi (Kaya 2019), sucuk (Şimşek 2016) ve lakerda (Mashrah (2019) üzerinde yürütülen çalışmalarda da tespit edilmiştir. Diğer yandan Ketenoğlu and Candoğan (2011) sığır eti köftelerinde düşük sodyumlu ticari tuz kullanımının renk değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmadığını, Barbosa et al. (2017) ise keçi eti köftelerinde NaCl oranının azalmasına bağlı olarak parlaklık ve kırmızılık değerlerinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Tablo 21. Hindi Burgerlerde Belirlenen a* Değerlerine Ait Ortalamalar ile L* ve b* Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	n	L*	a*	b*
A	24	46,65±5,56 ^b	12,50±2,02	29,92±3,58 ^b
B	24	48,95±3,45 ^{ab}	12,06±1,53	31,49±1,89 ^{ab}
C	24	49,02±6,17 ^{ab}	12,52±2,14	31,71±3,57 ^{ab}
D	24	51,33±4,76 ^a	11,94±1,98	32,67±3,31 ^a

^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tablo 22’de verilen pişirme öncesi ve sonrası hindi burgerlerde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamalara göre pişirme sonrasında L* değeri azalırken, a* değeri artmış, b* değerleri ise değişmemiştir. Böylece pişirme işleminin burgerlerin koyuluğu ve kırmızılığında artışa neden olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Pişirme sırasındaki nem ve yağ içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerin renk değerleri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 22. Pişirme Öncesi ve Sonrası Hindi Burgerlerde Belirlenen L*, a* ve b* Değerlerine Ait Ortalamalar

Pişirme	L*	a*	b*
Pişirme öncesi	52,14±2,83 ^a	11,26±1,29 ^b	31,56±1,96
Pişirme sonrası	45,84±5,29 ^b	13,25±1,93 ^a	31,33±4,21

Nem Tutma ve Pişirme Verimi

Hindi burgerlerde belirlenen nem tutma ve pişirme verimi değerleri Tablo 23’te sunulmuştur. Nem tutma değerlerinin 81,25-86,16 arasında, pişirme veriminin ise 86,56-92,66 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 23. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerleri

Muamele	Nem tutma		Pişirme verimi	
	1	2	1	2
A	83,45	83,21	90,19	88,89
	83,37	83,60	90,26	89,31
B	81,25	86,16	91,38	91,34
	82,28	86,06	91,28	91,45
C	83,57	82,98	91,94	90,04
	81,57	85,78	90,28	91,05
D	81,35	84,40	89,40	91,53
	83,32	84,50	91,57	91,42

Hindi burgerde belirlenen nem tutma ve pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 24’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre hindi burger üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanımı nem tutma ve pişirme verimi değerleri üzerinde etkili olmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 24. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Nem Tutma			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,268	0,253
Blok	1	17,078	16,111**
Hata	8	1,060	-
Total	16	-	-
Pişirme Verimi			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	2,146	3,947
Blok	1	0,101	0,185
Hata	8	0,544	-
Total	16	-	-

** $P<0,01$

Tablo 25’te farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen nem tutma ve pişirme verimi değerlerine ait ortalamalar verilmiştir. NaCl’nin kısmen KCl veya

CaCl₂ ile ikamesinin bu iki parametre için değişikliğe yol açmadığı görülmektedir. Barbosa et al. (2017) tarafından keçi etinden üretilen köfte üzerinde yürütülen bir çalışmada NaCl ikamesi olarak KCl kullanımının örneklerin su tutma kapasitesini etkilemediği rapor edilmiştir. Araştırmacılar NaCl'nin et ürünlerinin su tutma kapasitesini artıran önemli bir faktör olduğunu ancak yüksek konsantrasyonlarda su tutma kapasitesini azaltabileceğini, bununla birlikte KCl'nin düşük konsantrasyonlarda kullanımının ise su tutma kapasitesini artırabileceğini ifade etmişlerdir. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köfteleri üzerinde yürütülen bir çalışmada NaCl'nin %50 oranında azaltılmasının ya da %50 oranında KCl ile ikamesinin kontrol grubu örneklere göre pişirme verimi üzerinde etkili olmadığı, fakat üretimde CaCl₂ kullanımının pişirme verimini düşürdüğü belirtilmiştir (Kaya 2019).

Tablo 25. Hindi Burgerlerde Belirlenen Nem Tutma ve Pişirme Verimi Değerlerine Ait Ortalamalar

Muamele	N	Nem Tutma	Pişirme Verimi
A	4	83,41±0,16	89,66±0,67
B	4	83,94±2,54	91,36±0,71
C	4	83,48±1,75	90,82±0,86
D	4	83,39±1,46	90,98±1,00

TPA

Et ürünlerinde tekstürel özellikler, tüketici tercihi açısından önem arz eden bir faktördür. Mevcut bu çalışmada örneklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerini belirlemek amacıyla, araştırma gruplarına TPA analizi uygulanmış ve farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen TPA değerleri Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerleri

Muamele	Blok	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mj)
A	1	42,27	0,00	0,10	0,36	4,99	76,00
		42,07	0,00	0,11	0,34	4,81	67,80
		41,73	0,30	0,11	0,35	4,96	72,00
		44,47	0,00	0,10	0,36	5,50	88,00
		38,69	0,20	0,13	0,41	5,20	82,00
		45,31	0,00	0,11	0,38	4,95	84,70

Tablo 26. (Devamı)

B	2	46,63	0,00	0,09	0,31	5,24	76,90
		47,86	0,10	0,11	0,34	5,08	83,10
		52,96	0,20	0,11	0,37	5,26	103,90
		57,17	0,10	0,10	0,35	5,17	103,00
		53,74	0,80	0,10	0,38	5,21	105,70
		49,87	0,00	0,10	0,36	4,87	87,70
	1	40,45	0,10	0,14	0,38	5,13	79,00
		41,63	0,60	0,09	0,31	5,03	61,10
		45,60	0,40	0,11	0,35	4,96	79,40
		42,46	0,30	0,10	0,33	4,99	71,00
		48,69	0,00	0,10	0,33	5,01	80,20
		50,36	0,10	0,10	0,34	4,79	81,60
	2	41,38	0,30	0,11	0,35	5,09	74,70
		41,58	0,00	0,10	0,32	4,96	66,00
		39,72	0,40	0,11	0,33	5,04	65,80
		39,91	0,00	0,10	0,33	5,03	66,80
		36,82	0,20	0,09	0,31	5,12	58,50
		39,18	0,10	0,09	0,30	4,98	59,20
C	1	41,87	0,40	0,09	0,35	4,35	64,10
		44,87	0,00	0,09	0,36	4,02	64,80
		42,81	0,50	0,09	0,35	4,39	65,20
		42,12	0,40	0,08	0,32	4,23	56,70
		38,79	0,00	0,10	0,34	4,92	65,80
		36,97	0,40	0,09	0,32	4,50	53,50
	2	53,94	0,50	0,10	0,36	4,79	93,30
		53,50	0,00	0,10	0,35	4,92	91,10
		49,92	0,20	0,10	0,37	4,69	86,10
		49,72	0,10	0,09	0,33	4,41	73,00
		54,03	0,30	0,09	0,32	4,68	80,60
		50,41	0,10	0,09	0,33	4,81	80,30
D	1	50,41	0,20	0,09	0,36	4,58	82,70
		38,98	0,10	0,12	0,35	5,00	68,70
		45,45	0,20	0,10	0,35	4,75	76,30
		35,21	0,00	0,11	0,35	5,34	65,40
		50,80	0,00	0,09	0,34	4,83	82,90
		44,38	0,20	0,10	0,35	4,99	77,60
	2	43,25	0,10	0,09	0,33	4,63	66,60
		39,42	0,50	0,09	0,32	4,83	61,10
		39,91	0,10	0,09	0,35	4,71	65,50
		44,08	0,00	0,09	0,33	4,63	67,10
		39,62	0,00	0,11	0,34	4,42	58,80
		42,02	0,00	0,10	0,34	4,62	65,20

Tablo 27’de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre muamele faktörü sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik üzerinde $P<0,01$ düzeyinde, esneklik ve kohesivlik üzerinde ise $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur. Diğer yandan yapışkanlık parametresinin farklı klorür tuzlarının kullanımından etkilenmediği görülmüştür ($P>0,05$).

Tablo 27. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	70,677	5,924**
Blok	1	102,814	8,617**
Hata	40	11,931	-
Total	48	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,040	1,017
Blok	1	0,002	0,047
Hata	40	0,40	-
Total	48	-	-
Esneklik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,000	3,968*
Blok	1	0,000	1,984
Hata	40	0,000	-
Total	48	-	-
Kohesivlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,002	4,260*
Blok	1	0,001	3,850
Hata	40	0,000	-
Total	48	-	-
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,717	18,766**
Blok	1	0,020	0,513
Hata	40	0,038	-
Total	48	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	688,462	11,989**
Blok	1	182,130	3,172
Hata	40	57,423	-
Total	48	-	-

Hindi burgerlerde belirlenen TPA değerlerine ait ortalamalar ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 28’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere B ve D grubu burgerlerde A (Kontrol) ve C grubuna göre daha düşük sertlik değerleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Böylece hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl kullanımının sertlik değerinde azalmaya yol açtığını söyleyebilmek mümkündür. Diğer yandan en düşük esneklik ve elastikiyet değerleri NaCl’nin %50 oranında CaCl_2 ile ikame edildiği C grubunda belirlenmiştir. Kohesivlik ve çiğnenebilirlik açısından ise en yüksek ortalama değerler kontrol grubunda elde edilmiş olup, NaCl yerine KCl veya CaCl_2 kullanımı bu parametrelerde düşüklere neden olmuştur. Bununla birlikte bu klorür tuzlarının kullanıldığı B, C ve D grupları arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Benzer bir çalışmada tavuk köftesi üretiminde NaCl’nin belirli oranlarda KCl veya CaCl_2 ile ikamesinin sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Kaya 2019). Fermente sosis üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının sertlik değerini düşürdüğü fakat elastikiyet ve kohesivliği etkilemediği bildirilmiştir (Campagnol et al. 2012). Bir başka çalışmada mortadella üretiminde NaCl’nin farklı oranlarda KCl ile ikamesinin sertlik ve kohesivliği, CaCl_2 ile ikamesinin ise esneklik ve kohesivliği düşürdüğü tespit edilmiştir (Horita et al. 2011).

Tablo 28. Hindi Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	n	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mj)
A	12	46,90±5,60 ^a	0,14±0,23 ^a	0,11±0,01 ^a	0,36±0,03 ^a	5,10±0,20 ^a	85,90±12,58 ^a
B	12	42,32±3,98 ^b	0,21±0,19 ^a	0,10±0,01 ^a	0,33±0,02 ^b	5,01±0,09 ^a	70,28±8,54 ^b
C	12	46,58±6,07 ^a	0,24±0,20 ^a	0,09±0,01 ^b	0,34±0,02 ^b	4,56±0,29 ^c	72,88±13,24 ^b
D	12	42,79±4,63 ^b	0,12±0,15 ^a	0,10±0,01 ^{ab}	0,34±0,01 ^b	4,78±0,24 ^b	69,83±8,07 ^b

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

Duyusal Analiz

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerde panelistler tarafından duyusal özelliklere verilen puanlar Tablo 29’da, bu puanlamalara ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 30’da sunulmuştur. Bu sonuçlara göre hindi burger üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanımı duyusal parametreler üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 29. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Değerler

Muamele	Blok	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
A	1	7,1	7,2	7,1	7,0	7,3
	2	7,6	7,8	7,2	6,9	7,2
B	1	7,3	7,3	7,0	6,8	7,3
	2	7,5	7,2	7,0	6,6	6,9
C	1	7,1	6,7	6,6	7,3	7,1
	2	7,3	7,6	6,6	6,9	6,8
D	1	7,2	7,3	7,2	7,5	7,3
	2	8,0	7,8	7,7	7,5	7,8

Not: Değerler panelistlerin verdiği puanlara ait ortalamalardır.

Tablo 30. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Varyans Analiz Sonuçları

Renk			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,546	0,349
Blok	1	3,613	2,312
Hata	72	1,562	-
Total	80	-	-
Tat			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	2,500	1,208
Blok	1	0,450	0,217
Hata	72	2,069	-
Total	80	-	-
Koku			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	0,746	0,553
Blok	1	4,513	3,346
Hata	72	1,349	-
Total	80	-	-
Tekstür			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	2,246	1,199
Blok	1	0,613	0,327
Hata	72	1,874	-
Total	80	-	-
Genel Kabul Edilebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	3	1,312	0,711
Blok	1	0,113	0,061
Hata	72	1,846	-
Total	80	-	-

Hindi burgerlerde belirlenen duyuşal analiz değerlerine ait ortalamalar Tablo 31’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere farklı klorür tuzlarının kullanımı ürünün duyuşal özellikleri üzerinde istatistiki olarak bir farklılığa neden olmamıştır ($P>0,05$). Bu durum duyuşal açıdan hindi burger  retiminde NaCl’nin KCl veya CaCl_2 ile ikamesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Raybaudi-Massilia et al. (2019) tarafından yürütülen ve pişmiş jambon, hindi göğsü ve şarküteri tipi sosiste NaCl ikamesi olarak ticari bir tuz karışımı olan SODA-LO® kullanımının ürünün duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada NaCl oranı azaltılmış gruplar ile kontrol grubu örneklerin duyuşal özellikleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir. Sığır eti köfteleri üzerinde yürütülen bir araştırmada ise düşük sodyum içerikli tuz kullanımının örneklerin duyuşal değerleri üzerinde önemli farklılıklara neden olmadığı bildirilmiştir (Ketenog lu and Candoğan, 2011).

Tablo 31. Hindi Burgerlerde Belirlenen Duyusal Analiz Değerlerine Ait Ortalamaların

Muamele	n	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
A	20	7,35�1,39 ^a	7,15�1,42 ^a	7,50�1,19 ^a	6,95�1,57 ^a	7,25�1,48 ^a
B	20	7,40�0,94 ^a	7,00�1,08 ^a	7,25�1,12 ^a	6,70�1,22 ^a	7,10�1,12 ^a
C	20	7,20�1,36 ^a	6,60�1,54 ^a	7,15�1,14 ^a	7,10�1,37 ^a	6,95�1,50 ^a
D	20	7,60�1,23 ^a	7,45�1,54 ^a	7,55�1,23 ^a	7,50�1,15 ^a	7,55�1,19 ^a

SONUÇ

Hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının ürün özellikleri üzerine etkisinin belirlendiği bu çalışmada aşağıda belirtilen genel sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

1. Hindi burgerlerde NaCl'nin KCl ile ikamesinin pH değerini değiştirmedeği, CaCl₂ ile ikamesinin ise pH değerinde düşüşe sebebiyet verdiği gözlenmiştir. Nem içerikleri üretimde kullanılan farklı klorür tuzlarından etkilenmemiş, bununla birlikte üretimde CaCl₂ kullanılması daha yüksek su aktivitesi değerlerinin elde edilmesine yol açmıştır. Oksidasyonun bir göstergesi olan TBARS değerleri üzerinde de farklı klorür tuzlarının kullanımı istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşturmamıştır.
2. En yüksek L* ve b* değerleri %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ kullanılan D grubu burgerlerde tespit edilmiştir. B ve C grupları arasında L* ve b* değerleri açısından önemli bir farklılık belirlenmemiş olup bu değerlerin kontrolle benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin a* değerlerine ait ortalamalar arasında ise önemli farklılıklar olmadığı görülmüştür.
3. Örneklerle ait nem tutma ve pişirme verimi değerlerinde farklı klorür tuzlarının kullanımının etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum ürünün pişirme kalitesi açısından önem arz etmektedir.
4. Hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl kullanımı sertlik değerinde azalmaya yol açmıştır. NaCl'nin %50 oranında CaCl₂ ile ikame edildiği burgerlerde daha düşük esneklik ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir. NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımı kohesivlik ve çığnenebilirlik parametrelerinde düşüşlere neden olmuştur.
5. Farklı klorür tuzlarının kullanımı hindi burgerlerin duyu özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmamıştır.

Hindi burger üretiminde NaCl yerine KCl veya CaCl₂ kullanımının bazı fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde değişimlere neden olduğu, sodyum oranı azaltılmış kanatlı eti ürünlerinde bu değişimlerin dikkate alınması gerektiği, bununla birlikte NaCl'nin KCl ile ikamesinin incelenen özellikler açısından daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilecek hindi burgerlerde depolama esnasında meydana gelebilecek değişimlerin belirlendiği başka çalışmalara da ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

- Akgün, B., Genç, S. ve Arıcı, M., 2018. Tuz: Gıdalardaki Algısı, Fonksiyonları ve Kullanımının Azaltılmasına Yönelik Stratejiler. *Akademik Gıda*, 16(3), 361-370.
- Akyüz, S., Güneşer, O. ve Esen, B.N. 2020. Farklı marinasyon formülasyonları ile hazırlanmış hindi göğüs etlerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 6(2), 190-205.
- Alino, M., Grau, R., Fuentes, A. and Barat, J.M. 2009. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Meat Science*, 83, 423-430.
- Allison, A. and Fouladkhah, A., 2018. Adoptable Interventions, Human Health, and Food Safety Considerations for Reducing Sodium Content of Processed Food Products. *Foods*, 7(16), 1-15.
- Altınel, A., Broyler Üretiminin Temel İlkeleri ve Verimliliğin Değerlendirilmesi, VI. Hayvancılık ve Beslenme Sempozyumu, Tavuk Yetiştiriciliği ve Hastalıkları, Bildiriler Kitabı, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, 91-98, 1995.
- AOAC, 2005. Meat and meat products. Chapter 39. In W. Horwitz (Ed.), *Official methods of analysis*. 18th ed., pp. 8. Gaithersburg, MD, USA.
- Aprilia, G. H. S. and Kim, H. S. 2022. Development of strategies to manufacture low-salt meat products—a review. *Journal of Animal Science and Technology*, 64(2), 218.
- Armenteros, M., Aristoy, M.C., Barat, J.M. and Toldra, F. 2009. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117, 627–633.
- Aşkın, O.O. 2007. Tuz Oranı Düşürülmüş Hindi Döneri Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Barbin, D. F., Badaro, A. T., Honorato, D. C., Ida, E. Y., and Shimokomaki, M. 2020. Identification of turkey meat and processed products using near infrared spectroscopy. *Food Control*, 107, 106816.
- Barbosa, P.T., Santos, I.C.V., Ferreira, V.C.S., Fragoso, S.P., Araújo, Í.B.S., Costa, A.C.V., Araújo, L.C. and Silva, F.A.P., 2017. Physicochemical properties of low sodium goat kafta. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 314-319.
- Bor, Y. 2011. Hindi Etlerinin Marinasyonunda Bazı Doğal Antioksidan Kaynaklarının Kullanımı. Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Bozkurt, S. ve Koç, M., 2022. Gıdalarda Sodyum Azaltımı. *Gıda*, 47(2), 231-251.
- Campagnol, P.C.B., Santos, B.A.D., Terra, N.N. and Pollonio, M.A.R. 2012. Lysine, Disodium Guanylate and Disodium Inosinate as Flavor Enhancers in Low Sodium Fermented Sausages. *Meat Science* 91, 334-338.
- Cittadini, A., Domínguez, R., Gómez, B., Pateiro, M., Pérez-Santaescolástica, C., López-Fernández, O. And Lorenzo, J. M. 2020. Effect of NaCl replacement by other chloride salts on physicochemical parameters, proteolysis and lipolysis of dry-cured foal “cecina”. *Journal of food science and technology*, 57(5), 1628-1635.
- Corral, S., Salvador, A. and Flores, M., 2013. Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *MEat Science*, 93, 776-785.

- Çelik, P., 2012. Kanatlı Eti (Hindi Eti ve Tavuk Eti) ve Kırmızı Et Karışımı ile Elde Edilen Köftelerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Desmond, E., 2006. Reducing Salt: A Challenge for the Meat Industry. *Meat Science*, 74(1), 188-196.
- Ekmekçi, M., 2012. Tuzu Azaltılmış Pastırma Üretiminde Potasyum Klorür ve Kalsiyum Klorür Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ergezer, H., 2005. Değişik Yöntemlerle Marine Edilmiş Kanatlı Etlerinin Kimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel Ve Duyusal Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Erol, N. D., Erdem, Ö. A., Cakli, S., Yavuz, A. B. 2021. Influence of partial sodium replacement on proximate composition, physical and sensory quality of marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *LWT*, 137: 110476.
- França, F., dos Santos Harada-Padermo, S., Frasceto, R. A., Saldana, E., Lorenzo, J. M., de Souza Vieira, T. M. F., & Selani, M. M. (2022). Umami ingredient from shiitake (*Lentinula edodes*) by-products as a flavor enhancer in low-salt beef burgers: Effects on physicochemical and technological properties. *LWT*, 154, 112724.
- Gimeno, O., Astiasarán, I. and Bello, J. 1999. Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on texture and color of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 873-877.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2012. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No:786, Ziraat Fakültesi Yayın No:320, Ders Kitapları Serisi, No: 70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Hastaoğlu, E. and Vural, H., 2018. New Approaches to Production of Turkish-type Dry-cured Meat Product "Pastırma": Salt Reduction and Different Drying Techniques. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38 (2), 224-239.
- Horita, C. N., Morgano, M.A., Celeghini, R.M.S. and Pollonio, M.A.R. 2011. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, 89(4), 426-433.
- Horita, C.N., Messias, V.C., Morgano, M.A., Hayakawa, F.M. and Pollonio, M.A.R. 2014. Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food research international*, 66, 29-35.
- Hu, Y., Zhang, L., Zhang, H., Wang, Y., Chen, Q. and Kong, B., 2020. Physicochemical properties and flavour profile of fermented dry sausages with a reduction of sodium chloride. *Food Science and Technology*, 124, 109061.
- Kaya, M., 2019. Tavuk Köftesi Üretiminde Farklı Klorür Tuzları Kullanımının Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklere Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Ketenoglu, O. and Candoğan, K., 2011. Effect of Low-Sodium Salt Utilization on Some Characteristics of Ground Beef Patties. *Gıda*, 36(2), 63-69.
- King, A. J. and Earl, L.A. 1988. Effect of selected sodium and potassium salts on TBA values of dark meat turkey patties. *Journal of Food Science*, 53(3), 723-726.

- King, A. J., Dobbs, J. and Earl, L. A. 1990. Effect of selected sodium and potassium salts on the quality of cooked, dark-meat turkey patties. *Poultry Science*, 69(3), 471-476.
- Koyubenbe, N. ve Konca, Y. 2010. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde hindi eti üretimi, tüketimi ve politikaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 201-209.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lilic, S., Brankovic, I., Koricanac, V., Vranic, D., Spalevic, L., Pavlovic, M. and Lakicevic, B., 2015. Reducing sodium chloride content in meat burgers by adding potassium chloride and onion. *Procedia Food Science*, 5, 164-167.
- Marti-Quijal, F.J., Zamuz, S., Tomasevic, I., Rocchetti, G., Lucini, L., Marszalek, K., Barba, J. and Lorenzo, J.M., 2018. *Journal of Science Food Agriculture*, 99, 3672-3680.
- Mashrah, A.A.N. 2019. Farklı Klorür Tuzlarının Lakerdanın Fizikokimyasal Özelliklerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Nachtigall, F. M., Vidal, V.A., Pyarasani, R.D., Domínguez, R., Lorenzo, J.M., Pollonio, M. A. and Santos, L.S. 2019. Substitution effects of NaCl by KCl and CaCl₂ on lipolysis of salted meat. *Foods*, 8(12), 595.
- Nielsen, T., Mihnea, M., Bath, K., Cunha, S.C., Fereira, R., Fernandes, J.O., Gonçalves, A., Nunes, M.L. and Oliveira, H., 2020. New formulation for producing salmon pate with reduced sodium content. *Food and Chemical Toxicology*, 143, 111546.
- Pires, M.A., Sichetti Munekata, P.E., Baldin, J.C., Polizer Rocha, Y.J., Carvalho, L.T., Dos Santos, I.R., Barros, J.C. and Trindade, M.A., 2017. The effect of sodium reduction on the microstructure, texture and sensory acceptance of Bologna sausage. *Food Structure*, 14, 1-7.
- Ramos, T.R., Torrecilhas, J.A., do Prado, I.N., Mottin, C., Valero, M.V., Vital, A.C.P. and Guerrero, A. 2020. Sodium reduction by hyposodic salt on quality and chemical composition of hamburgers (No. ART-2020-118020).
- Raybaudi-Massilia, R., Mosqueda-Melgar, J., Rosales-Oballos, Y., de Petricone, R. C., Frágenas, N. N., Zambrano-Durán, A., ... Urbina, G. (2019). New alternative to reduce sodium chloride in meat products: Sensory and microbiological evaluation. *LWT*, 108: 253-260.
- Ruusunen, M. and Puolanne, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531-541.
- Silva Araujo, D.H., de Souza Rodrigues, R.T., da Costa, M.M., de Miranda, J.O., de Lira-Alencar, N.R.C., Queiroz, M.A.Á. and Gois, G.C. 2021. Reduction of sodium content in frozen goat sausage using different types of salt. *LWT*, 135, 110272.
- Silva, J.R.G., de Souza Pires, A.P., de Oliveira, D.C., Silva, V.R.O., Junior, A.A.B. and Franco, F.S.L.C. 2020. Technological and sensory analysis of beef burger replacing NaCl with KCl and flavor enhancer. *Acta Scientiarum. Technology*, 42.
- Sousa, A.M.B., de Araujo Alves, R., Madeira, D.S.S., Santos, R.M., Pereira, A.L.F., de Oliveira Lemos, T. and Abreu, V.K.G. 2020. Storage of beef burgers containing fructooligosaccharides as fat replacer and potassium chloride as replacing sodium chloride. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 3232-3243.
- Şimşek, D., 2016. Sucuk Üretiminde Farklı Klorür Tuzlarının Kullanım İmkanları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

- Teixeira, A., Dominguez, R., Ferreira, I., Pereira, E., Estevinho, L., Rodrigues, S. and Lorenzo, J.M., 2021. Effect of NaCl Replacement by other Salts on the Quality of Bísaro Pork Sausages (PGI Chouriça de Vinhais). *Foods*, 10(961), 1-16.
- Turp, G.Y. ve Atalı, A. 2021. Et Ürünlerinde Tuzun Fonksiyonları, Tuzun Azaltılması Amacıyla Kullanılan İkame Katkıları ve Etkileri, *GIDA*, 46(5), 1256-1269.
- Uçar, G., Keleş, A., Güner, A., Doğruer, Y. Ve Ardic, M. 2007. Hindi Eti ve Ürünlerinde Termofilik *Campylobacter* Türlerinin Varlığının Araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2(4), 129-133.
- Uslu, Ş. ve Ayaz, N.D. 2018. Kırıkkale İlinde Hindi Eti Tüketim Alışkanlıklarının ve Tüketicilerin Gıda Hijyeni Konusundaki Bilinç Düzeylerinin Araştırılması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89(2), 16-24.
- WHO 2012. Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G. and Kaya, M. (2023). Effect of sodium replacement on the quality characteristics of pastırma (a dry-cured meat product). *Food Science and Human Wellness*, 12(1), 266-274.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı :	Kaan ÜNAL
Doğum tarihi :	
Doğum Yeri :	
Uyruğu :	
Adres :	
Tel :	
E-mail:	
Eğitim	
Lise :	Halil Çiftçi Anadolu Lisesi
Lisans :	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği
Doktora :	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce :	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
TMMOB Gıda Mühendisleri Odası	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	