



**TAVUK KÖFTESİ ÜRETİMİNDE FARKLI
KLORÜR TUZLARI KULLANIMININ
FİZİKOKİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİLERİ**

Melek KAYA

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TAVUK KÖFTESİ ÜRETİMİNDE FARKLI KLORÜR TUZLARI
KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERE ETKİLERİ**

Melek KAYA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

TAVUK KÖFTESİ ÜRETİMİNDE FARKLI KLORÜR TUZLARI
KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE
ETKİLERİ

Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında, Melek KAYA tarafından yapılan bu çalışma 06/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre TUNÇİL

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 12/09/2019 tarih ve 36./...69 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAVUK KÖFTESİ ÜRETİMİNDE FARKLI KLORÜR TUZLARI KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİLERİ

Melek KAYA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Araştırmada, tavuk köftesi üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının bazı fizikokimyasal ve duysal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla farklı klorür tuzları (%2 NaCl-kontrol, %1 NaCl, %1 NaCl + %1 KCl, %1 NaCl + %1 CaCl₂, %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂) kullanılarak üretilen tavuk köftelerinden üretim aşamalarında (pişirme öncesi ve sonrası) alınan örneklerin pH, nem, a_w, TBARS ve renk (L*, a*, b*) değerleri analiz edilmiştir. Ayrıca köftelerde pişirme verimi ve nem tutma değerleri hesaplanmış, pişirme sonrasında ise tekstür profil analizi ile duysal analiz yapılmıştır. Farklı klorür tuzları kullanımı ve üretim aşaması faktörü, pH, nem içeriği, a_w, L*, b*, nem tutma ve pişirme verimi değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur (P<0,01). Diğer yandan TBARS değeri üzerinde farklı klorür tuzları kullanımı önemli seviyede (P<0,05), üretim aşaması faktörü ise çok önemli seviyede etki göstermiştir (P<0,01). Enstrümantal olarak belirlenen sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik ile duysal özelliklerden görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri farklı klorür tuzları kullanımından çok önemli seviyede etkilenmiştir (P<0,01). Araştırmada muamele x üretim aşaması interaksiyonunun pH, nem, a_w, L* ve b* değerleri üzerinde P<0,01 düzeyinde etkili olduğu gözlenmiştir. Tavuk köftesi üretiminde %1 NaCl + %1 KCl kullanımının mümkün olduğu kanaatine varılmıştır.

2019, 55 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tavuk köftesi, NaCl, KCl, CaCl₂, TPA, sertlik

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF USING DIFFERENT CHLORIDE SALTS ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES IN THE PRODUCTION OF CHICKEN MEATBALLS

Melek KAYA

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

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

In this study, the effects of using different chloride salts on some physicochemical and sensory properties of chicken meatballs was investigated. For this purpose, pH, moisture, a_w , TBARS and color (L^* , a^* , b^*) values of the chicken meatballs produced with different chloride salts (%2 NaCl-control, %1 NaCl, %1 NaCl + %1 KCl, %1 NaCl + %1 $CaCl_2$, %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 $CaCl_2$) were analyzed using samples collected at different production stages (before and after cooking). In addition, cooking yield and moisture retention values of meatballs were determined, and after cooking Texture Profile Analysis and sensory analysis were performed. The use of different chloride salts and the production stage factor had a very significant effect on pH, moisture, a_w , L^* , b^* , cooking yield and moisture retention values ($P < 0,01$). On the other hand, the use of different chloride salts had a significant effect on TBARS values ($P < 0,05$) and the production stage factor had a very significant effect ($P < 0,01$). Instrumentally determined hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience and springiness values as well as appearance, taste, odor, texture and overall acceptability values from sensory properties were affected very significantly by the use of different chloride salts ($P < 0,01$). It was also observed that treatment x production stage interaction was affected pH, moisture, a_w , L^* , and b^* values at $P < 0,01$ level. It was concluded that the use of 1% NaCl + 1% KCl is possible in the production of chicken meatballs.

2019, 55 pages

Keywords: chicken meatballs, NaCl, KCl, $CaCl_2$, TPA, hardness

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde hoşgörü ve sevgisiyle, bilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye minnettarlığımı bildirir, sonsuz teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan Abdulrahman Alı Nagı MASHRAH'a ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her anımda yanımda olup benden maddi ve manevi desteklerini hiç eksik etmeyen kıymetli anneme, babama, abime ve tüm aileme çok teşekkür ederim.

Ayrıca araştırmalarımız boyunca laboratuvarını kullanmamıza olanak sağlayan Doğu Anadolu İleri Teknoloji ve Araştırma Merkezine (DAYTAM) teşekkür ederim.

Melek KAYA

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Yöntem	9
3.2.1. Köfte üretimi	9
3.2.2. pH değerinin belirlenmesi	10
3.2.3. Nem içeriğinin belirlenmesi	10
3.2.4. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi.....	10
3.2.5. Renk analizi	10
3.2.6. TBARS (Tiyobarbiturik asit reaktif substans) tayini	11
3.2.7. Pişirme verimi	11
3.2.8. Nem tutma	12
3.2.9. TPA (Tekstür profil analizi)	12
3.2.10. Duyusal analiz	12
3.2.11. İstatistiki analiz.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	15
4.1. pH sonuçları	15
4.2. Nem İçeriği Sonuçları	19
4.3. a_w Sonuçları	22
4.4. TBARS Sonuçları.....	26
4.5. Renk Sonuçları	29
4.6. Nem Tutma Sonuçları	36

4.7. Pişirme Verimi Sonuçları	38
4.8. TPA Sonuçları	40
4.9. Duyusal Analiz Sonuçları.....	48
5. SONUÇ	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	56



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	Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler
MDA	Malondialdehit
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	18
Şekil 4.2. Tavuk köftelerinin % nem içerikleri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi	22
Şekil 4.3. Tavuk köftelerinin a_w değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	26
Şekil 4.4. Tavuk köftelerinin L^* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	35
Şekil 4.5. Tavuk köftelerinin b^* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan tuzlar ve oranları.....	9
Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirme formu	13
Çizelge 4.1. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri	15
Çizelge 4.2. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	16
Çizelge 4.3. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	17
Çizelge 4.4. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	18
Çizelge 4.5. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri.....	19
Çizelge 4.6. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.7. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	21
Çizelge 4.8. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	21
Çizelge 4.9. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerleri.....	23
Çizelge 4.10. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	24

Çizelge 4.11. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	25
Çizelge 4.12. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	25
Çizelge 4.13. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$).....	27
Çizelge 4.14. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.15. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	28
Çizelge 4.16. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.17. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen renk (L^* , a^* ve b^*) değerleri	30
Çizelge 4.18. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerine ait varyans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.19. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.20. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.21. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri.....	36
Çizelge 4.22. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları	37

Çizelge 4.23. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	38
Çizelge 4.24. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri	38
Çizelge 4.25. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.26. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	40
Çizelge 4.27. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerleri	41
Çizelge 4.28. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.29. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47
Çizelge 4.30. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait değerler	48
Çizelge 4.31. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.32. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50

1. GİRİŞ

Beslenme, yaşamın sürdürülebilmesi, yaşam kalitesinin artırılabilmesi ve sağlığın korunması için gerekli olan besin öğelerinin yeterli düzeyde alınarak vücutta kullanılmasıdır. Beslenmenin yeterli ve dengeli bir şekilde yapılabilmesi için vücudun yapı taşları olan ve biyolojik değeri yüksek olan besin öğelerinin alınması gereklidir. Hayvansal kaynaklı proteinler yüksek biyolojik değere sahip olması ve günlük protein ihtiyacının yaklaşık %40'nın karşılaması nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Ertaş 1979; Gündüz vd 2006). Protein içeriği bakımından zengin bir gıda olan et, esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitleri yeterli ve dengeli miktarda içermektedir. Ayrıca vitaminler ve mineral maddeler bakımından da oldukça zengin bir gıdadır (Biesalski 2005).

Kırmızı etin maliyetinin ve satış fiyatının yüksek olması nedeniyle beslenmede protein ihtiyacı tavuk ve diğer kanatlı hayvan etlerinden de karşılanmaya çalışılmaktadır (Dokuzlu vd 2013). Tavuk eti ucuz, sağlıklı ve insan beslenmesi için gerekli olan tüm elzem aminoasitleri yeterli miktarda bulunduran yüksek protein kalitesine sahip bir gıdadır. Aynı zamanda düşük yağ içeriğine ve ideal doymamış yağ asidi kompozisyonuna sahiptir (Özer 2008; Şener ve Temiz 2004). Kırmızı ete nazaran, tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanması da daha kolaydır. Bu nedenle daha önceden kırmızı etlerden yararlanarak hazırlanan et ürünleri günümüzde tavuk eti kullanılarak da üretilmektedir. Bu ürünlerden biri olan köfte, tavuk etlerinden yapılmakta özellikle fast-food restoranlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır (Şener ve Temiz 2004). Tavuk köftesi, kıyma haline getirilmiş tavuk eti ile hayvansal yağın farklı baharat ve katkı maddeleri ile karıştırılmasıyla hazırlanan köfte hamurunun şekillendirilmesi sonucu elde edilen bir üründür (Kesemen 2018).

Et ve et ürünlerinin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinden birisi tuzdur (Jeong 2017). Antibakteriyel, özellikle bakteriyostatik özelliğe sahip olan tuz(NaCl), ürün içerisinde ozmotik basıncı önemli oranda yükselterek ve özellikle klor (Cl⁻) iyonunun toksik etkisiyle bakterilerin çoğalmasını engellemektedir (Gökalp vd

2012). Eskiden koruyucu olarak kullanılan tuz, günümüzde modern et endüstrisinde lezzet vermek veya lezzeti artırmak, aynı zamanda et ürünlerinde arzu edilen tekstürel özelliklerin sağlanması amacıyla da kullanılmaktadır (Desmond 2006). Tuz etteki miyofibriller proteinlerin ekstraksiyonunu sağlayıp et yüzeyinde protein filmi oluşmasına sebep olarak, ürün pişirildiğinde istenilen tekstürün elde edilmesini sağlamaktadır (Aşkın 2007). Ayrıca tuz, proteinlerin yapısındaki helikslerin açılmasını sağlayarak proteinlerin daha fazla su bağlamasına neden olmakta, böylece etin su tutma kapasitesini artırmaktadır (Gökalp vd 2012). Bu durum pişirme kaybını azaltarak et ürünlerinin sululuğunu olumlu yönde etkilemektedir (Salman 2010). Tuzun et ve et ürünlerindeki bu faydalarının yanında insan vücudunda sıvı dengesinin ve kan basıncının düzenlenmesinde, asit-baz dengesinin sağlanmasında, sinir-kas sisteminde uyarıların iletilmesinde önemli görevleri bulunmaktadır (Anonim 2017).

Tuzun sağlık üzerinde birçok olumlu özelliği olduğu gibi bir takım olumsuz özellikleri de mevcuttur. Tuz yoluyla aşırı miktarda sodyum alınması hipertansiyona ve buna bağlı olarak kardiyovasküler hastalık riskini artırarak felç ve erken ölüm riskinde artışa neden olmaktadır (Ruusunen and Puolanne 2005). Ayrıca aşırı sodyum alımı doğrudan böbrek hastalıkları, kemik erimesi, mide kanseri, ödem ve dolaylı olarak ise obeziteye neden olmaktadır (Anonim 2017). WHO tarafından 2007 yılında yayınlanan rapora göre günlük olarak 2 gramdan (2000mg) az sodyum tüketimi önerilmektedir (Anonim 2017). Birçok ülkede günlük alınan sodyum miktarının tavsiye edilenin üzerinde olduğu ve aşırı sodyum alımında işlem görmüş gıdaların tüketiminin önemli bir yeri olduğu ifade edilmektedir (Ruusunen and Puolanne 2005).

Sağlık konusunda bilinçlenen tüketicilerin düşük sodyum içerikli gıdalara olan taleplerinin artmasıyla işlenmiş ürünlerde sodyumun azaltılması yönünde alternatif yöntemler araştırılmaktadır (Dötsch *et al.* 2009). Bu yöntemler arasında NaCl miktarının azaltılması ya da NaCl'nin potasyum klorür (KCl), kalsiyum klorür (CaCl_2) ve magnezyum klorür (MgCl_2) gibi klorür tuzları ile ikame edilmesi önemli bir yere sahiptir (Alino *et al.* 2009; Armenteros *et al.* 2009; Schmidt *et al.* 2016). Esasen, kullanılacak alternatif yöntemlerin NaCl'nin et ürünlerinde sağladığı yararları

sağlayabilmesi ve sağlık üzerindeki dezavantajları ortadan kaldırabilir olması gerektiği ifade edilmektedir (Aşkın 2007). KCl'nin NaCl ile kısmen ikamesi, et ürünlerinde sodyum içeriğini azaltmak için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. KCl'nin NaCl ile benzer antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu ve potasyum alımının kan basıncını düşürerek kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı ifade edilmektedir. Ancak KCl'nin et ve ürünlerinin formülasyonuna yüksek miktarda ilave edilmesinin ise ürünlerde acı bir tat oluşturduğu belirtilmektedir (Barbosa *et al.* 2017).

Mevcut bu araştırmada, tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının azaltılmasının veya üretimde kullanılan NaCl'nin KCl ve/veya CaCl_2 ile kısmen ikame edilmesinin bazı fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklere etkileri belirlenerek uygun bir alternatif kullanımın tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Barbosa *et al.* (2017) tarafından yapılan bir araştırmada keçi etinden üretilen köftelerde kullanılan NaCl'nin %25 ve %50 oranlarında KCl ile ikame edilmesinin fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada NaCl'nin KCl ile kısmen ikame edilmesinin a_w , pH ve kesme kuvveti üzerinde etkili olduğu, su tutma kapasitesini etkilemediği, bununla birlikte pişirme kaybını artırırken, parlaklık ve kırmızılık değerlerini ise düşürdüğü tespit edilmiştir. Diğer yandan en düşük TBARS değerinin %2,25 NaCl ile %0,75 KCl kullanılan grupta belirlendiği gözlenmiştir. Araştırma sonunda keçi etinden üretilen köftelerde kullanılan NaCl'nin %25 oranında KCl ile ikame edilmesinin uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Sığır etinden üretilen köftelerde ticari düşük sodyumlu tuz (PanSalt) kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ticari düşük sodyumlu tuz ve normal ticari tuz (NaCl) kullanılan gruplar arasında L^* , a^* ve b^* değerleri açısından önemli bir fark bulunmadığı, bununla birlikte bu köfteler için belirlenen a^* ve b^* değerlerinin kontrol grubundan (tuz kullanılmamış) önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, ticari düşük sodyumlu tuz kullanılan köftelerin pişirme kaybı ve büzülme değerlerinin NaCl kullanılan köftelere göre daha düşük olduğu, su tutma kapasitesinin ise kontrol grubu ve NaCl kullanılmış köftelere göre önemli derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede üçgen test sonuçlarına göre ticari düşük sodyumlu tuz ve NaCl kullanılan gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir (Ketenoglu ve Candoğan 2011).

Tobin *et al.* (2012) sığır etinden üretilen köftelerde farklı oranlarda yağ (%30, %40, %50, %60) ve tuz (%0,5, %0,75, %1, %1,25, %1,5) kullanımının fizikokimyasal ve duyusal özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla üretilen köftelerin renk değerleri, nem içeriği ve pişirme kaybı ile tekstürel özellikleri enstrümantal olarak belirlenmiş, ayrıca köftelerde duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırmada duyusal açıdan %20 oranında yağ ve %50 oranında tuzu azaltılmış olan %40 yağlı ve %1 tuzlu köftelerin daha kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Sodyum oranını azaltmak amacıyla NaCl, KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ kullanılarak hazırlanan beş farklı tuz karışımının sucuğun mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri ile uçucu bileşiklerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, farklı klorür tuzları kullanımının laktik asit bakteri sayısı üzerinde önemli bir etki göstermediği, buna karşın Micrococcus/Staphylococcus sayısı üzerinde çok önemli düzeyde etkili olduğu ve en düşük değerlerin kontrol grubunda (%100 NaCl) belirlendiği bildirilmiştir. Farklı klorür tuzları kullanımının ve olgunlaştırma süresinin, pH değeri üzerine çok önemli seviyede etkili olduğu, en düşük ortalama pH değerinin ise %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ içeren grupta belirlendiği gözlenmiştir. Araştırmada, kontrol grubu için daha düşük bir ortalama a_w değeri tespit edilmiş ve farklı klorür tuzları kullanımının TBARS ve a* değerleri üzerinde etkili olmazken, L* ve b* değerleri üzerinde istatistiki açıdan çok önemli farklılıklara neden olduğu bildirilmiştir. Duyusal puanlar açısından gruplar arasında herhangi bir farklılığın bulunmadığı ve farklı klorür tuzları kullanımının az sayıda uçucu bileşik üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Şimşek 2016).

Gimeno *et al.* (1998) kuru fermente sosiste %1 NaCl, %0,55 KCl, %0,23 MgCl₂ ve %0,46 CaCl₂ kullanımının kontrole göre (%2,6 NaCl) sodyum içeriğini 1,88'den 0,91g/100g'a düşürdüğünü ve üründe daha yüksek bir asitleşme ve su aktivitesine neden olduğunu bulmuşlardır. Duyusal analiz sonuçlarında NaCl miktarı azaltılan örneklerde daha yüksek renk yoğunluğunun olduğu, arzu edilmeyen tatların belirlenmediği ancak daha zayıf tuz tadı olduğu ve bunun da genel kabul edilebilirlik değerini düşürdüğü bildirilmiştir.

Düşük kalibreli fermente sosislerde yürütülen bir çalışmada, NaCl'nin %0-50 arasında değişen oranlarda KCl ve/veya potasyum laktat ile ikame edilmesiyle hazırlanan örneklerde potasyum laktat miktarı arttıkça pH değeri ve tatlılığın arttığı, sertlik, yapışkanlık, asidik tat ve tuzluluğun ise azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte NaCl'nin yüksek oranda KCl ile ikame edilmesiyle hazırlanan örneklerin kontrole benzer duyusal özellikler gösterdiği belirlenmiştir. KCl ile hazırlanan ürünler tüketiciler tarafından kabul edilebilirlik açısından olumsuzluk içermezken, yüksek miktarda potasyum laktat kullanılan ürünlerin reddedildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, NaCl'nin

küçük kalibreli fermente sosislerde %50'ye kadar azaltılabileceği ve bu durumun tüketicileri olumsuz yönde etkilemeyeceği kanaatine varılmıştır (Guardia *et al.* 2008).

Kuru fermente bir sosis olan Cacciatore salaminin NaCl ve mineral içeriğini belirlemek ve bu üründe sodyum içeriğini azaltmak için NaCl'nin diğer klorür tuzlarıyla (KCl, MgCl₂ ve CaCl₂) kısmen ikame edilmesinin bazı bileşimsel, fizikokimyasal ve duyuşal özelliklere etkisini tespit etmek amacıyla yürütülen bir çalışmada, salami üretiminde kullanılan NaCl miktarının %50 oranında düşürülerek yerine KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ karışımının kullanılmasının duyuşal açıdan sınırlı olumsuz etkiye bulunarak sodyum içeriğini %40 oranında düşürdüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte NaCl'nin diğer klorür tuzlarıyla kısmen ikame edilmesinin pH, a_w ve serbest yağ asidi bileşimi üzerinde etkili olmamasına rağmen, lipid oksidasyonunda önemli bir artışa neden olduğu bildirilmiştir (Zanardi *et al.* 2010).

Horita *et al.* (2011) yağı azaltılmış mortadella üretiminde NaCl'nin potasyum, kalsiyum ve magnezyum tuzlarıyla kısmen ikame edilmesinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Üretimde kalsiyum klorür kullanımının emülsiyon stabilitesi, pişirme verimi, esneklik ve kohesivliği düşürdüğü, sertliği ise artırdığı belirlenmiş, bununla birlikte en yüksek duyuşal kabulün %50 NaCl yerine %25 KCl ve %25 CaCl₂ kullanımıyla sağlandığı bildirilmiştir. Farklı klorür tuzları kullanımının ürünün rengi, görünüşü ve aroması üzerinde etkili olmadığı, %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 MgCl₂ kullanımının en iyi emülsiyon stabilitesini sağlamasına rağmen en düşük tat-lezzet puanlarını aldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonunda yağı azaltılmış mortadella üretiminde kullanılan NaCl'nin %50 oranında azaltılarak yerine diğer klorür tuzlarının kullanımının mümkün olduğu kanaatine varılmıştır.

Campagnol *et al.* (2011) tarafından yapılan bir araştırmada fermente sosis üretiminde kullanılan NaCl miktarı %25 ve %50 oranında azaltılarak yerine KCl kullanılmış, ayrıca ürün formülasyonuna %1 ve %2 oranında maya ekstraktı ilave edilerek ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada, NaCl yerine belirli oranlarda KCl kullanımının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri önemli

seviyede etkilemediği, bununla birlikte NaCl'nin %50 oranında KCl ile ikame edilmesi durumunda duyusal puanların önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Campagnol *et al.* (2012) tarafından yapılan bir diğer araştırmada ise fermente sosis üretiminde kullanılan NaCl'nin %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin duyusal kalite kusurlarına yol açtığı, bununla birlikte üründe %1 lizin, disodyum inosinat (300mg/kg) ve disodyum guanilat (300mg/kg) kullanılmasının bu duyusal kusurları azalttığı bildirilmiştir.

Kuru kür edilmiş loin üretiminde NaCl yerine farklı oranlarda KCl kullanımının biyokimyasal ve duyusal özelliklere etkilerinin incelendiği bir araştırmada, NaCl yerine %50 veya %35 oranında KCl kullanımının %100 NaCl kullanılan kontrol grubuna göre duyusal özellikler üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı ve her iki klorür tuzundan %50 oranında kullanılan örneklerin ise en yüksek duyusal puanları aldığı bildirilmiştir (Armenteros *et al.* 2009).

Alino *et al.* (2010) kuru kür edilmiş ham üretiminde kullanılan NaCl'nin belirli oranlarda KCl, MgCl₂ ve CaCl₂ ile ikame edilmesinin fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, NaCl ve KCl karışımının kullanıldığı örneklerde daha yüksek tuz konsantrasyonları ve daha düşük nem içerikleri belirlendiği, böylece bu örneklerde üretim sonunda hedeflenen ağırlık kaybına ulaşmak için daha kısa süre gerektiği, diğer yandan tuz karışımına MgCl₂ ve CaCl₂ ilave edildiğinde ise tersi bir durumun gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca, tekstür ve renk parametrelerinde gözlenen farklılıkların temel olarak su ve tuz içeriğindeki farklılıklar nedeniyle olduğu da rapor edilmiştir.

Yapılan bir diğer araştırmada kuru kür edilmiş bacon üretiminde %60 NaCl + %40 KCl kullanımının %100 NaCl kullanılan kontrol grubuna göre nem içeriği üzerinde etkili olmadığı, bununla birlikte %30 NaCl + %70 KCl kullanılan örneklerde ise kontrole göre daha yüksek nem içeriğinin belirlendiği bildirilmiştir. Çalışmada, NaCl'nin %40 oranında KCl ile ikame edilmesinin duyusal özelliklerde olumsuz bir etkiye neden

olmadığı, fakat %70 oranında ikame edilmesinin daha düşük sertlik ve tuzluluk ile daha yüksek sululuk ve acılığa neden olduğu tespit edilmiştir (Wu *et al.* 2014).

Farklı klorür tuzlarının pastırmanın uçucu profili, enzim aktivitesi ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, NaCl ve NaCl-KCl kullanılan gruplar arasında pH değeri açısından önemli bir farklılık bulunmadığı, NaCl-KCl-CaCl₂ ve NaCl-KCl-CaCl₂-MgCl₂ kullanılan gruplarda pH değerinde düşüş gözlemlendiği, ayrıca bu gruplarda protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı bakımından diğer gruplara göre daha yüksek değerler tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmada, farklı klorür tuzlarının L* değerinde önemli bir değişikliğe sebep olmazken, a* ve b* değerleri üzerinde etki gösterdiği, duyuşal parametreler açısından ise en düşük değerlerin CaCl₂ ve CaCl₂/MgCl₂ içeren gruplarda belirlendiği, bununla birlikte NaCl ile NaCl-KCl kullanılan gruplar arasında duyuşal puanlar açısından bir farklılığın söz konusu olmadığı rapor edilmiştir (Yalınkılıç 2014).

Lorenzo *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada kuru kür edilmiş lacon üretiminde kullanılan NaCl'nin KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ ile kısmen ikame edilmesinin fizikokimyasal ve mikrobiyal değişimler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada %50 NaCl + %50 KCl kullanılan grup (Grup 2) ile %100 NaCl kullanılan kontrol grubu arasında nem içeriği bakımından önemli bir farklılık olmadığı, bununla birlikte %45 NaCl + %25 KCl + %20 CaCl₂ + %10 MgCl₂ kullanılan grup (Grup 3) ile %30 NaCl + %50 KCl + %15 CaCl₂ + %5 MgCl₂ kullanılan grupta (Grup 4) kontrole göre daha yüksek nem içeriklerinin belirlendiği bildirilmiştir. Diğer yandan tekstürel parametrelerin sodyumun yer değiştirilmesinden önemli seviyede etkilendiği ve en yüksek kesme kuvveti değerinin 2. grupta tespit edildiği, duyuşal açıdan ise kontrol ile 3. ve 4. grupların genel kabul edilebilirlik bakımından tercih edildiği ve bu grupların sodyumun azaltılmasında başarıyla kullanılabileceği rapor edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs eti Beypiliç firmasından, sığır et yağı, soğan, sarımsak, yumurta, galeta unu ve baharat ise Erzurum piyasasından temin edilmiştir. NaCl, KCl, ve CaCl₂ (Merck, Germany) üretimde kullanılan diğer materyallerdir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Köfte üretimi

Araştırmada beş farklı grup köfte üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu köfte hamuru %70 tavuk göğüs eti, %12 sığır et yağı, %2 NaCl, %6 soğan, %0,3 sarımsak, %0,2 kırmızı toz acı biber, %0,5 kırmızı toz tatlı biber, %0,2 karabiber, %0,3 kimyon, %2,5 yumurta ve %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır. Diğer gruplarda ise Çizelge 3.1’de verilen oranlarda farklı tuzlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan tuzlar ve oranları

Grup	NaCl (%)	KCl (%)	CaCl ₂ (%)
M1 (Kontrol)	%2	0	0
M2	%1	0	0
M3	%1	%1	0
M4	%1	0	%1
M5	%1	%0,5	%0,5

Hazırlanan köfte hamurları iyice yoğrularak homojen hale getirilmiş ve buzdolabında (+4°C) bir gece dinlendirilmiştir. Bir sonraki gün hazır bir kalıp (7cm çap ve 1 cm kalınlık) yardımıyla şekil verilen köfteler, her bir yüzeyi 4 dakika olacak şekilde toplamda 8 dakika süreyle 200°C’de pişirilmiştir. Pişirme işlemi, elektrikli bir ısıtıcı plaka üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerleri saplamalı ölçüm probu kullanılarak pH metre cihazı (Crison Instruments, S.A) ile ölçülmüştür. Cihaz ölçüm yapılmadan önce tampon çözeltilerle (pH: 4,0 ve 7,0 tampon) kalibre edilmiştir.

3.2.3. Nem içeriğinin belirlenmesi

Kurutulmuş ve darası alınmış alüminyum kurutma kaplarına yaklaşık 10 g örnek tartılmış ve 105±1°C’deki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma sonucu meydana gelen ağırlık kaybından örneklerdeki nem miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005).

3.2.4. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Örneklerin a_w değerinin belirlenmesinde su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint, Switzerland) kullanılmıştır. Plastik kaplar içerisinde cihazın ölçme kabinine yerleştirilen örneklerin a_w değerleri 25°C’de belirlenmiştir.

3.2.5. Renk analizi

Örneklerin renk yoğunlukları Minolta (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l’E

Clairage) tarafından verilen kriterlere tespit edilmiştir. Buna göre; L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +a* =kırmızı, -a*= yeşil ve b*; +b*= sarı, -b*= mavi renk yoğunluklarının göstermektedir.

3.2.6. TBARS (Tiyobarbiturik asit reaktif substans) tayini

TBARS tayini Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için 2g örnek tartılmış ve üzerine 12 ml TCA çözeltisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA ve %0,1 propil gallat) ilave edilerek Ultra-Turrax (IKA T 25, Germany) ile 15-20s homojenize edilmiştir. Homojenizat önce Whatman 1 filtre kâğıdından süzölmüş, ardından süzöntüden deney tüplerine 3 ml alınarak üzerine 3ml 0,02M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. 40 dakika kaynayan su banyosunda bekletilen deney tüplerindeki karışımın, oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, spektrofotometrede (Thermo Electron Comporation, Aquamate, England) 532 nm'de köre karşı absorbans değeri okunmuştur. Belirlenen absorbans değeri kullanılarak TBARS değeri $\mu\text{mol MDA/kg}$ olarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$TBARS\ Değeri(\mu\text{molMDA/kg}) = \frac{\left(\frac{\text{Absorbans}}{\text{Standart}(0,05)} \times 2 \right) \times 6,8}{\text{Örnek Ağırlığı}(g)}$$

3.2.7. Pişirme verimi

Pişirme öncesi ve sonrasında tartılan köftelerin pişirme verimi aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Murphy *et al.* 1975).

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

3.2.8. Nem tutma

Köfte örneklerinin nem tutma değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen nem içerikleri ve ağırlıklar kullanılarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (AOAC 2007).

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

3.2.9. TPA (Tekstür profil analizi)

TPA, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tavuk köftelerinden çıkarılan 2cm çapında ve 1cm kalınlığındaki silindirik boyutlu örnekler 50mm'lik silindirik prob (TA 25/1000, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak artarda iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. Analizde ön test hızı 1mm/s, test ve test sonrası hızı 2mm/s, sıkıştırma arası 5s ve sıkıştırma oranı %50 olarak ayarlanmıştır. Analiz sonunda elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızımsılık ve esneklik değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

3.2.10. Duyusal analiz

Duyusal analiz, panelistler tarafından duyusal puanlama testi (1-5) kullanılarak yapılmıştır. Köfte örnekleri panelistlere 10 örnek içeren iki farklı grup halinde sunulmuştur. Duyusal analizde kullanılan duyusal değerlendirme formu Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirme formu

Duyusal Değerlendirme Formu							
Özellik	Nitelik	Puan	Örnekler				
			1	2	3	4	5
Görünüş	Çok İyi	5					
	İyi	4					
	Orta	3					
	Kötü	2					
	Çok Kötü	1					
Renk	Çok İyi	5					
	İyi	4					
	Orta	3					
	Kötü	2					
	Çok Kötü	1					
Tat ve Koku	Çok İyi	5					
	İyi	4					
	Orta	3					
	Kötü	2					
	Çok Kötü	1					
Tekstür	Çok İyi	5					
	İyi	4					
	Orta	3					
	Kötü	2					
	Çok Kötü	1					
Genel Kabul Edilebilirlik	Çok İyi	5					
	İyi	4					
	Orta	3					
	Kötü	2					
	Çok Kötü	1					
Belirtmek İstedığınız Hususları Yazınız							

3.2.11. İstatistiki analiz

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analizler sonucu elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 20 paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. pH sonuçları

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Köfte örneklerinin pişirme öncesi 5,23-6,41 arasında bulunan pH değerinin, pişirme sonrasında 5,53-6,80 değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları	
		Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
M1	1	6,36	6,65
		6,34	6,64
		6,35	6,61
	2	5,94	6,49
		5,93	6,46
		5,93	6,46
M2	1	6,35	6,79
		6,35	6,80
		6,34	6,81
	2	5,93	6,39
		5,92	6,50
		5,94	6,38
M3	1	6,39	6,72
		6,41	6,71
		6,39	6,70
	2	6,09	6,52
		6,12	6,52
		6,08	6,53
M4	1	5,70	5,91
		5,70	5,90
		5,71	5,93
	2	5,32	5,56
		5,23	5,54

Çizelge 4.1. (devam)

		5,24	5,53
M5	1	5,98	6,26
		5,98	6,25
		5,97	6,24
	2	5,62	5,97
		5,64	5,97
		5,60	5,92

Çizelge 4.2’de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre muamele, üretim aşaması ve muamele $\times$ üretim aşaması etkileşimi pH değeri üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.2. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	1,513	2873,294**
Üretim Aşaması (ÜA)	1	1,948	3697,978**
Blok	1	1,657	3145,598**
M $\times$ ÜA	4	0,024	45,399**
Hata	40	0,001	-
Total	60	-	-

** $P<0,01$

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere bütün gruplar için belirlenen ortalama değerler istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiştir ($P<0,05$). En yüksek ortalama pH değeri M3 grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değer M4 grubunda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan tavuk köftelerinde kullanılan NaCl’nin azaltılmasının veya KCl ile kısmen ikame edilmesinin kontrol grubuna göre pH değerini artırdığını, CaCl_2 ile

kısmen ikame edilmesinin ise pH değerini düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Nitekim Barbosa *et al.* (2017) NaCl yerine farklı oranlarda KCl kullanılan keçi etinden üretilmiş köftelerde daha yüksek pH değerlerinin belirlendiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Şimşek (2016) sucuk üretiminde kullanılan tuz karışımında %50 oranında KCl varlığının kontrole göre pH değerini artırdığını, %20 oranında CaCl_2 varlığının ise pH değerini önemli ölçüde düşürdüğünü, Horita *et al.* (2011) ise yağı azaltılmış mortadella üretiminde kullanılan tuz karışımındaki CaCl_2 varlığının pH değerini düşürdüğünü bildirmiştir. Pastırma üzerine yapılan bir çalışmada ise pH değerinin CaCl_2 ve MgCl_2 içeren karışımlarla kürlemeye tabi tutulan örneklerde, NaCl ve KCl içeren karışımlarla muamele edilen örneklerdekinden daha düşük çıktığı ve bu sonucun büyük olasılıkla iki değerlikli tuzların tek değerlikli tuzlara göre etin pH'sı üzerinde farklı bir etki göstermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Yalınkılıç 2014). Diğer yandan Ketenoğlu and Candoğan (2011) sığır etinden üretilen köftelerde ticari düşük sodyumlu tuz kullanımının, Campagnol *et al.* (2011; 2012) fermente sosislerde KCl kullanımının, Zanardi *et al.* (2010) ise salami üretiminde NaCl'nin diğer klorür tuzlarıyla kısmen ikame edilmesinin pH değerinde önemli bir değişime neden olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	pH
M1	6,35±0,27 ^c
M2	6,38±0,32 ^b
M3	6,43±0,23 ^a
M4	5,61±0,25 ^e
M5	5,95±0,23 ^d

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

Çizelge 4.4'de üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Pişirme öncesi ve pişirme sonrasında belirlenen ortalama pH değerleri istatistiki açıdan farklılık göstermiş

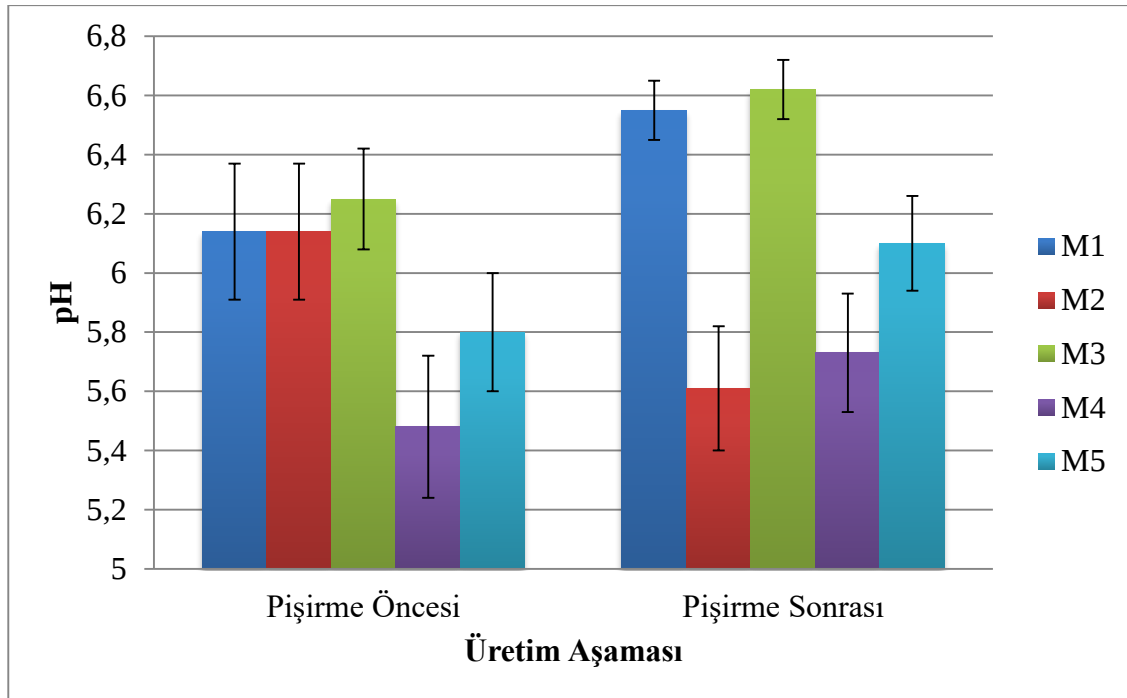
ve pişirme sonrasında daha yüksek bir ortalama pH değeri tespit edilmiştir ($p<0,05$). pH değerindeki artışın pişirme işlemi esnasında nem ve yağ içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Üretim Aşaması	pH
Piştirme öncesi	5,96±0,35 ^b
Piştirme sonrası	6,32±0,39 ^a

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

Tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere hem piştirme öncesinde hem de piştirme sonrasında en yüksek pH değerleri %1 NaCl + %1 KCl kullanılan M3 grubunda belirlenmiştir. Diğer yandan piştirme sonrasında M1, M3, M4 ve M5 gruplarında pH değeri artmışken, M2 grubunda düşmüştür.



Şekil 4.1. Tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksyonunun etkisi

4.2. Nem İçeriği Sonuçları

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Pişirme öncesinde %62,25-64,74 arasında bulunan nem içeriklerinin, pişirme sonrasında %57,00-60,80 değerleri arasında değiştii görölmektedir.

Çizelge 4.5. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları	
		Pişirme Öncesi	Pişirme Öncesi
M1	1	63,25	59,42
		63,23	59,55
		63,77	59,90
	2	63,64	59,44
		63,77	59,33
		63,84	59,30
M2	1	63,72	60,84
		63,11	60,26
		63,97	60,46
	2	64,74	60,80
		64,58	60,42
		64,34	60,00
M3	1	62,25	58,37
		63,44	58,85
		63,11	59,00
	2	63,80	58,73
		63,23	59,19
		63,61	59,30
M4	1	63,02	58,55
		62,94	58,23
		63,14	57,84
	2	63,75	58,33
		63,74	58,34
		63,47	58,49
M5	1	62,81	58,71
		62,34	59,80
		63,10	57,26
	2	63,65	57,00
		63,75	57,60
		63,65	57,94

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Buna göre muamele, üretim aşaması ve muamele × üretim aşaması interaksyonu nem içeriği üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.6. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	5,150	29,543**
Üretim Aşaması (ÜA)	1	297,082	1704,348**
Blok	1	0,945	5,422*
M×ÜA	4	1,281	7,349**
Hata	40	0,174	-
Total	60	-	-

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

Çizelge 4.7’de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en yüksek ortalama nem içeriği M2 grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değerler M4 ve M5 gruplarında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan tavuk köftesi üretiminde NaCl kullanım oranının %1’e düşürülmesinin nem içeriğinde artışa neden olduğunu, KCl ve/veya CaCl_2 kullanımının ise nem içeriğini düşürücü yönde etki gösterdiğini söyleyebilmek mümkündür. Guardia *et al.* (2008) fermente sosislerde en düşük nem içeriğinin NaCl yerine en yüksek oranda KCl kullanılan grupta, en yüksek nem içeriğinin ise %100 NaCl kullanılan kontrol grubunda belirlendiğini rapor etmiştir. Diğer yandan Barbosa *et al.* (2017) keçi etinden üretilen köftelerde NaCl yerine KCl kullanımının, Horita *et al.* (2011) ise yağı azaltılmış mortadella üretiminde NaCl yerine farklı klorür tuzları kullanımının nem içeriği üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada kuru kür edilmiş bacon üretiminde %60 NaCl + %40 KCl kullanımının %100 NaCl kullanılan kontrol grubuna göre nem içeriği üzerinde etkili olmadığı, bununla birlikte %30 NaCl + %70 KCl kullanılan örneklerde kontrole göre daha yüksek nem içeriğinin belirlendiği bildirilmiştir (Wu *et al.* 2014). Lorenzo *et al.* (2014) kuru kür edilmiş lacon üretiminde %50 NaCl + %50 KCl kullanımının %100 NaCl kullanılan kontrol grubu ile benzer nem içeriği sonuçları verdiğini, diğer yandan

CaCl₂ ve MgCl₂ kullanılan gruplarda kontrole göre daha yüksek nem içeriklerinin belirlendiğini rapor etmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan bir diğer araştırmada ise kuru kür edilmiş ham üretiminde NaCl + KCl karışımı kullanılmasının daha yüksek tuz konsantrasyonu ile daha düşük nem içeriğine neden olduğu, diğer yandan tuz karışımına CaCl₂ ve MgCl₂ ilavesinin bunun tersi bir duruma yol açtığı tespit edilmiştir (Alino *et al.* 2010). Kürleme işleminin gerçekleştirildiği bu tip çalışmalarda CaCl₂ veya MgCl₂ kullanımının daha yüksek nem içeriklerine sebep olmasının, kürleme esnasında iki değerlikli bu tuzların et içerisine daha düşük nüfuz kabiliyetinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Nem (%)
M1	61,54±2,15 ^b
M2	62,27±1,94 ^a
M3	61,07± 2,30 ^c
M4	60,82±2,65 ^{cd}
M5	60,63±2,81 ^d

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

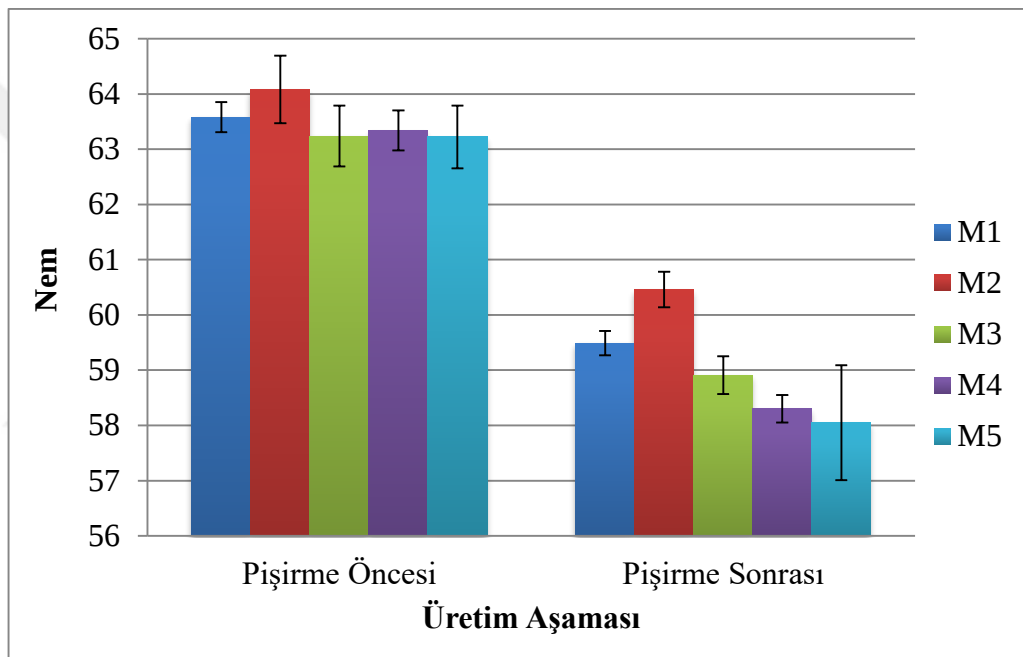
Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Buna göre farklı üretim aşamalarında belirlenen ortalama değerler istatistiki manada birbirinden farklılık göstermiş ve pişirme sonrasında daha düşük ortalama nem içeriği değeri belirlenmiştir (P<0,05). Bu durumun pişirme işlemi esnasındaki nem kaybından kaynaklandığını söyleyebilmek mümkündür.

Çizelge 4.8. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Üretim Aşaması	Nem
Pişirme öncesi	63,49±0,54 ^a
Pişirme sonrası	59,04±1,01 ^b

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

Tavuk köftelerinin % nem içerikleri üzerine muamele $\times$ üretim aşaması interaksiyonun etkisi Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere pişirme sonrasında nem içeriğinin tüm gruplarda azaldığını söyleyebilmek mümkündür. Bununla birlikte hem pişirme öncesi hem de pişirme sonrasında M1 ve M2 gruplarında diğer gruplara göre daha yüksek nem içeriklerinin belirlendiği görülmektedir. Diğer yandan KCl ve CaCl_2 kullanılan M3, M4 ve M5 gruplarında pişirme sonrasında çok daha düşük nem içerikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Tavuk köftelerinin % nem içerikleri üzerine muamele $\times$ üretim aşaması interaksiyonun etkisi

4.3. a_w Sonuçları

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Buna göre pişirme öncesi 0,950-0,965 arasında bulunan a_w değerinin pişirme sonrasında 0,948-0,962 değerleri arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.9. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerleri

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları	
		Piştirme Öncesi	Piştirme Öncesi
M1	1	0,951	0,951
		0,953	0,952
		0,950	0,948
	2	0,953	0,949
		0,953	0,951
		0,953	0,949
M2	1	0,962	0,960
		0,961	0,960
		0,962	0,960
	2	0,964	0,961
		0,965	0,960
		0,965	0,962
M3	1	0,954	0,951
		0,953	0,950
		0,953	0,949
	2	0,957	0,951
		0,957	0,949
		0,956	0,948
M4	1	0,956	0,954
		0,955	0,952
		0,956	0,952
	2	0,960	0,952
		0,958	0,951
		0,958	0,954
M5	1	0,957	0,951
		0,956	0,949
		0,955	0,950
	2	0,958	0,955
		0,956	0,951
		0,955	0,951

Çizelge 4.10’da verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, muamele, üretim aşaması ve muamele $\times$ üretim aşaması interaksiyonu a_w değeri üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.10. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,000	147,849**
Üretim Aşaması (ÜA)	1	0,000	164,663**
Blok	1	2,535E-005	17,686**
M×ÜA	4	6,267E-006	4,372**
Hata	40	1,433E-006	-
Total	60	-	-

** P<0,01

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Buna göre bütün gruplar için belirlenen ortalama değerler istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiş ve en yüksek ortalama a_w değeri %1 NaCl kullanılan M2 grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değer %2 NaCl kullanılan M1 (kontrol) grubunda tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bu sonuçlardan tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının %50 oranında azaltılmasının a_w değerini önemli seviyede artırdığı görülmektedir. Bu durumun düşük tuz konsantrasyonu ile yüksek nem içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan NaCl’nin KCl ve/veya $CaCl_2$ ile ikame edilmesi de a_w değerini artırmış ve bu kapsamda %1 NaCl + %1 $CaCl_2$ kullanılan M4 grubunda daha yüksek bir ortalama a_w değeri belirlenmiştir. Kontrol grubuna en yakın ortalama değer ise %1 NaCl + %1 KCl kullanılan M3 grubunda tespit edilmiştir. Barbosa *et al.* (2017), %1,5 NaCl + %1,5 KCl kullanılan keçi etinden üretilmiş köftelerde, %3 NaCl veya %2,25 NaCl + %0,75 KCl kullanılan köftelere göre daha yüksek bir ortalama a_w değeri belirlemişlerdir. Gimeno *et al.* (1998) %1 NaCl + %0,55 KCl + %0,23 $MgCl_2$ + %0,46 $CaCl_2$ kullanılan kuru fermente sosislerde, kontrol grubuna göre (%2,6 NaCl) daha yüksek a_w değeri tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Şimşek (2016) sucuk üretiminde farklı klorür tuzları (KCl, $CaCl_2$ ve $MgCl_2$) kullanılan gruplarda kontrole göre (%100 NaCl) daha yüksek ortalama a_w değerleri belirlemiştir. Lorenzo *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise kuru kür edilmiş lacon üretiminde NaCl ve/veya KCl kullanılan gruplarda daha düşük a_w değerleri belirlenmişken, $CaCl_2$ ve $MgCl_2$ ’nin de kullanıldığı gruplarda daha yüksek a_w değerleri tespit edilmiştir. Diğer yandan Campagnol *et al.* (2011; 2012) fermente sosislerde

NaCl'nin %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin, Zanardi *et al.* (2010) ise salami üretiminde NaCl'nin diğer klorür tuzlarıyla (KCl, CaCl₂ ve MgCl₂) kısmen ikame edilmesinin a_w değerinde önemli bir değişime neden olmadığını bildirmişlerdir. Alino *et al.* (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise kuru kür edilmiş ham üretiminde NaCl veya NaCl + KCl kullanılan gruplarda benzer ortalama a_w değerleri bulunmuşken, CaCl₂ ve MgCl₂ kullanılan grupta daha düşük bir ortalama a_w değeri belirlenmiş ve bu durumun iki değerlikli tuzların kas içerisine daha düşük oranda nüfuz etmesinden kaynaklanan daha düşük tuz konsantrasyonu ile daha yüksek nem içeriğinden dolayı meydana gelebileceği bildirilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	a_w
M1	0,951±0,002 ^e
M2	0,961±0,002 ^a
M3	0,952±0,003 ^d
M4	0,955±0,003 ^b
M5	0,954±0,003 ^c

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

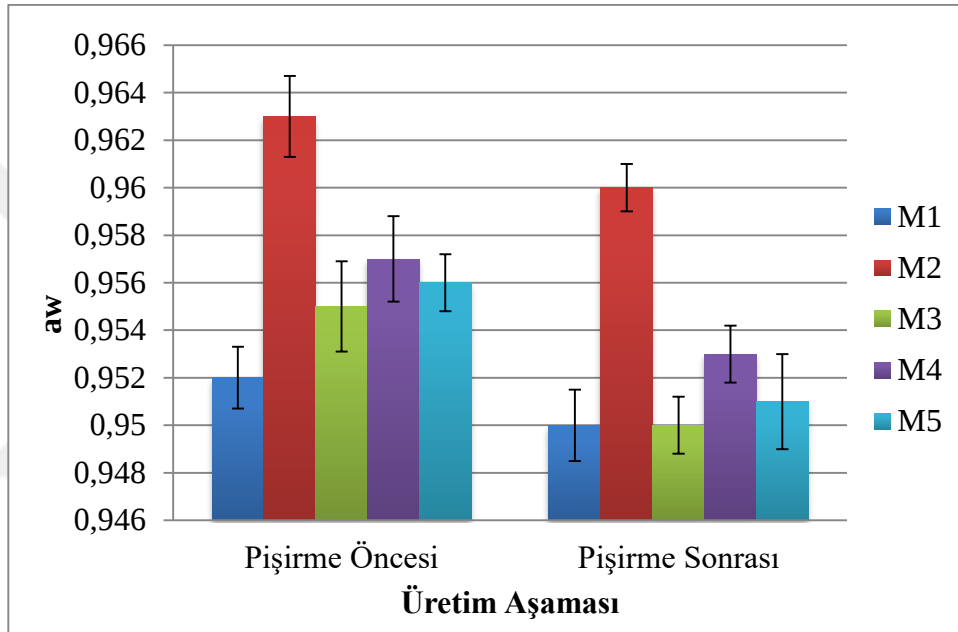
Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Buna göre farklı üretim aşamalarında belirlenen ortalama değerler istatistiki manada birbirinden farklılık göstermiş ve pişirme sonrasında daha düşük bir ortalama a_w değeri tespit edilmiştir. Bu durumun pişirme işlemi neticesinde meydana gelen nem içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Üretim Aşaması	a_w
Pişirme öncesi	0,957±0,004 ^a
Pişirme sonrası	0,953±0,004 ^b

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

Tavuk köftelerinin a_w değeri üzerine muamele $\times$ üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Buna göre pişirme öncesi ve sonrasında en yüksek a_w değerleri M2 grubunda belirlenmişken, pişirme sonrasında en düşük a_w değerleri %2 NaCl kullanılan M1 grubu ile %1 NaCl + %1 KCl kullanılan M3 grubunda tespit edilmiştir. Bu durum tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl'nin %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin a_w değeri açısından mümkün olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3. Tavuk köftelerinin a_w değeri üzerine muamele $\times$ üretim aşaması interaksyonunun etkisi

4.4. TBARS Sonuçları

Et ürünlerinin üretiminde kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de lipid oksidasyonudur. TBARS değeri, lipid oksidasyonunun iyi bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$) Çizelge 4.13'de verilmiştir. Pişirme öncesinde 17,55-31,01 arasında bulunan TBARS değerinin, pişirme sonrasında 17,77-28,53 değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)

Muamele	Blok	Üretim Aşamaları	
		Piştirme Öncesi	Piştirme Öncesi
M1	1	21,79	22,71
		22,71	19,99
		22,08	25,98
	2	18,09	23,16
		18,45	24,57
		18,95	25,98
M2	1	22,75	23,45
		22,12	22,51
		24,71	27,33
	2	18,40	23,43
		19,12	26,52
		18,09	27,47
M3	1	31,01	19,66
		22,11	24,56
		24,21	27,33
	2	18,79	24,80
		17,55	28,53
		18,85	24,67
M4	1	30,49	17,77
		20,70	19,12
		21,35	20,27
	2	18,80	21,28
		17,96	21,20
		17,65	19,87
M5	1	21,52	22,22
		24,92	25,19
		22,29	21,41
	2	17,91	23,20
		18,22	24,15
		18,50	24,00

Çizelge 4.14’de farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele faktörü TBARS değeri üzerinde $P<0,05$ düzeyinde, üretim aşaması faktörü ise $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Muamele x üretim aşaması interaksyonu ise TBARS değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir ($P>0,05$).

Çizelge 4.14. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	15,528	2,915*
Üretim Aşaması (ÜA)	1	86,977	16,325**
Blok	1	52,453	9,845**
M×ÜA	4	13,508	2,535
Hata	40	5,328	-
Total	60	-	-

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

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük ortalama TBARS değerinin %1 NaCl + %1 CaCl₂ kullanılan M4 grubunda tespit edildiği görülmektedir. Et ve et ürünlerinde NaCl’nin önemli bir prooksidan olarak lipid oksidasyonunu hızlandırdığı bildirilmekte, bununla birlikte bu etkinin mekanizması tam olarak izah edilememektedir (Zanardi *et al.* 2010). Barbosa *et al.* (2016) keçi etinden üretilen köftelerde %2,25 NaCl + %0,75 KCl kullanımının diğer gruplara kıyasla daha düşük TBARS değerleri sağladığını bildirmişlerdir. Diğer yandan Şimşek (2016) sucuk üretiminde, Yalınkılıç (2014) ise pastırma üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir. Zanardi *et al.* (2010) ise salami üretiminde sodyum oranı düşürülmüş tuz karışımı (NaCl, KCl, MgCl₂ ve CaCl₂) kullanımının, kontrole göre daha yüksek TBARS değerine neden olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	TBARS (μmolMDA/kg)
M1	22,04±2,73 ^{ab}
M2	22,99±3,25 ^a
M3	23,51±4,23 ^a
M4	20,54±3,42 ^b
M5	21,96±2,57 ^{ab}

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

Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Buna göre üretim aşamaları boyunca belirlenen ortalama değerler istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiştir ($P<0,05$). Pişirme sonrasında daha yüksek bir ortalama TBARS değerlerinin tespit edildiği görülmektedir. Nitekim et ve et ürünlerinin pişirilmesi esnasında denatüre olan myoglobin ve hemoglobinden açığa çıkan demirin lipit oksidasyonunu katalizlediği (Rojas and Brewer 2007), ayrıca pişirme işleminin hücre yapısını bozarak prooksidan interaksyonlara neden olabildiği bildirilmektedir (Ramirez *et al.* 2005).

Çizelge 4.16. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Üretim Aşaması	TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$)
Pişirme öncesi	21,00 $\pm$ 3,48 ^b
Pişirme sonrası	23,41 $\pm$ 2,76 ^a

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

4.5. Renk Sonuçları

Et ve et ürünlerinin tüketici tarafından tercih edilmesinde öne çıkan en önemli özelliklerden biri de renktir. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi pişirme öncesinde 43,95-49,52 arasında bulunan L^* değeri, pişirme sonrasında 34,55-47,73 arasında değişmektedir. Diğer yandan kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a^* değerinin pişirme öncesinde 8,35-9,97, pişirme sonrasında 9,98-14,23 arasında değiştiği, sarı renk yoğunluğu hakkında bilgi veren b^* değerinin ise pişirme öncesinde 19,25-21,73, pişirme sonrasında ise 14,88-22,83 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen renk (L^* , a^* ve b^*) değerleri

Muamele	Blok	Renk	Üretim Aşamaları	
			Piştirme Öncesi	Piştirme Öncesi
M1	1	L^*	44,44	38,03
			44,93	38,04
			43,95	40,41
		a^*	9,16	12,90
			9,21	13,20
			8,99	11,98
		b^*	20,00	17,64
			20,31	17,72
			19,59	18,29
	2	L^*	47,33	37,90
			47,82	35,22
			47,22	38,37
		a^*	8,93	11,49
			9,09	11,34
			9,00	10,03
		b^*	20,71	17,13
			20,93	15,68
			20,86	16,47
M2	1	L^*	44,80	35,52
			45,81	35,69
			45,95	38,39
		a^*	9,17	11,76
			9,91	14,23
			9,84	11,62
		b^*	20,51	16,00
			20,97	16,46
			20,67	17,35
	2	L^*	47,83	37,64
			47,27	34,55
			47,04	36,84
		a^*	9,72	12,94
			9,06	12,00
			8,68	9,98
		b^*	21,16	16,61
			20,88	14,88
			21,16	15,12
M3	1	L^*	44,19	42,86
			45,19	39,60

Çizelge 4.17. (devam)

				44,97	40,75
			a*	9,09	11,40
				8,69	10,64
				9,18	11,65
		b*		19,69	20,59
				19,25	18,36
				20,54	18,53
	2	L*		45,69	40,05
				45,76	38,85
				45,98	39,49
		a*		9,96	12,23
				8,66	12,07
				8,35	12,89
		b*		20,42	18,88
				19,67	17,93
				19,83	18,78
M4	1	L*		48,26	46,33
				48,33	44,68
				48,14	43,53
		a*		9,54	11,87
				9,97	11,84
				9,11	11,94
		b*		21,55	22,83
				21,65	21,92
				20,92	20,87
	2	L*		48,19	47,39
				48,99	47,73
				47,96	45,01
		a*		9,15	12,32
				9,44	11,37
				9,10	12,48
		b*		20,68	22,70
				21,31	22,26
				20,77	21,55
M5	1	L*		46,55	41,95
				46,93	42,63
				46,28	44,52
		a*		9,28	12,42
				9,17	12,63
				9,62	10,84
		b*		20,62	19,89
				20,93	20,15
				20,94	21,02

Çizelge 4.17. (devam)

	2	L*	49,52	42,21
			48,71	41,70
			48,55	40,47
		a*	9,11	13,98
			8,88	12,28
			9,52	11,69
		b*	21,67	20,35
			21,35	20,01
			21,73	18,42

Çizelge 4.18’de farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin üretim aşamaları boyunca belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Buna göre muamele faktörü ile muamele × üretim aşaması interaksyonu L* ve b* değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuşken, üretim aşaması faktörü L*, a* ve b* değerleri üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L* , a* ve b* değerine ait varyans analiz sonuçları

L* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	65,369	60,370**
Üretim Aşaması (ÜA)	1	578,027	533,829**
Blok	1	4,072	3,760
M×ÜA	4	24,669	22,783**
Hata	40	1,083	-
Total	60	-	-
a* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,373	0,722
Üretim Aşaması (ÜA)	1	116,009	224,571**
Blok	1	0,435	0,842
M×ÜA	4	0,088	0,171
Hata	40	0,517	-
Total	60	-	-
b* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (M)	4	20,305	52,854**

Çizelge 4.18. (devam)

Üretim Aşaması (ÜA)	1	53,922	140,362**
Blok	1	0,572	1,490
M×ÜA	4	14,403	37,492**
Hata	40	0,384	-
Total	60	-	-

P<0,01**

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere en yüksek ortalama L* ve b* değerleri M4 grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değerler M1 ve M2 gruplarında tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre tavuk köftesi üretiminde kullanılan tuz miktarının %1’e düşürülmesinin parlaklığın bir göstergesi olan L* değeri ile sarı renk yoğunluğunu gösteren b* değeri üzerinde önemli bir etkisi söz konusu değildir. Diğer yandan üretimde kullanılan NaCl’nin belirli oranlarda KCl ve/veya CaCl₂ ile ikame edilmesinin L* ve b* değerinde artışa neden olduğu, bununla birlikte CaCl₂ kullanılan gruplarda daha yüksek L* ve b* değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Campagnol *et al.* (2012) fermente sosislerde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının L* değerini artırdığını, a* değerini ise düşürdüğünü bildirmişlerdir. Sucuk üzerine yapılan bir araştırmada ise KCl kullanımının L*, a* ve b* değerleri üzerinde önemli bir değişime sebep olmazken, CaCl₂ kullanımının L* ve b* değerlerini artırdığı rapor edilmiştir (Şimşek, 2016). Diğer yandan Barbosa *et al.* (2017) keçi etinden üretilen köftelerde KCl kullanımının kontrole göre L* ve a* değerlerini düşürdüğünü, b* değeri üzerinde ise etkili olmadığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Horita *et al.* (2011) yağı azaltılmış mortadella üretiminde NaCl yerine farklı klorür tuzları kullanımının, Ketenoğlu and Candoğan (2011) ise sığır etinden üretilen köftelerde ticari düşük sodyumlu tuz kullanımının renk özellikleri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.19. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	L*	a*	b*
M1	41,97±4,45 ^{cd}	10,44±1,64 ^a	18,78±1,85 ^d
M2	41,44±5,37 ^d	10,74±1,73 ^a	18,48±2,60 ^d
M3	42,78±2,83 ^c	10,40±1,61 ^a	19,37±0,89 ^c
M4	47,05±1,74 ^a	10,68±1,39 ^a	21,58±0,73 ^a
M5	45,00±3,15 ^b	10,79±1,75 ^a	20,59±0,92 ^b

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

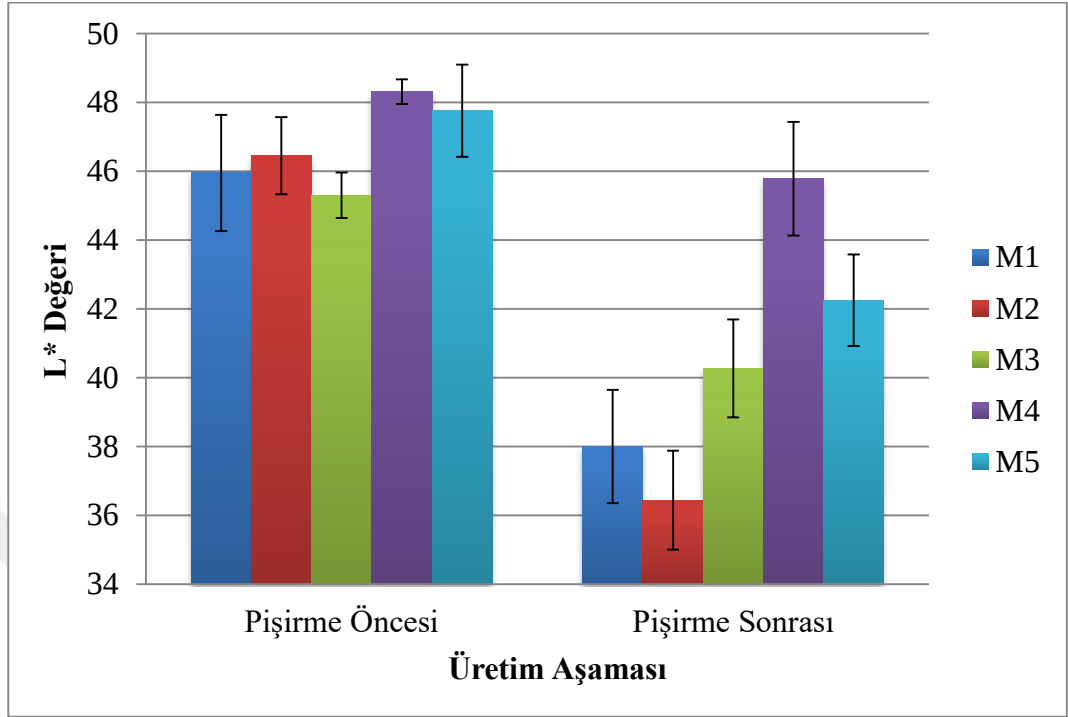
Çizelge 4.20’de verilen üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre üretim aşamaları için belirlenen ortalama değerler istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiştir (P<0,05). Pişirme sonrasında L* ve b* değeri azalmışken, a* değerinin arttığı görülmüştür. Bu durumun pişirme işlemi sonucu nem ve yağ içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.20. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Üretim Aşaması	L*	a*	b*
Pişirme öncesi	46,75±1,56 ^a	9,22±0,40 ^b	20,71±0,65 ^a
Pişirme sonrası	40,55±3,61 ^b	12,00±0,96 ^a	18,81±2,28 ^b

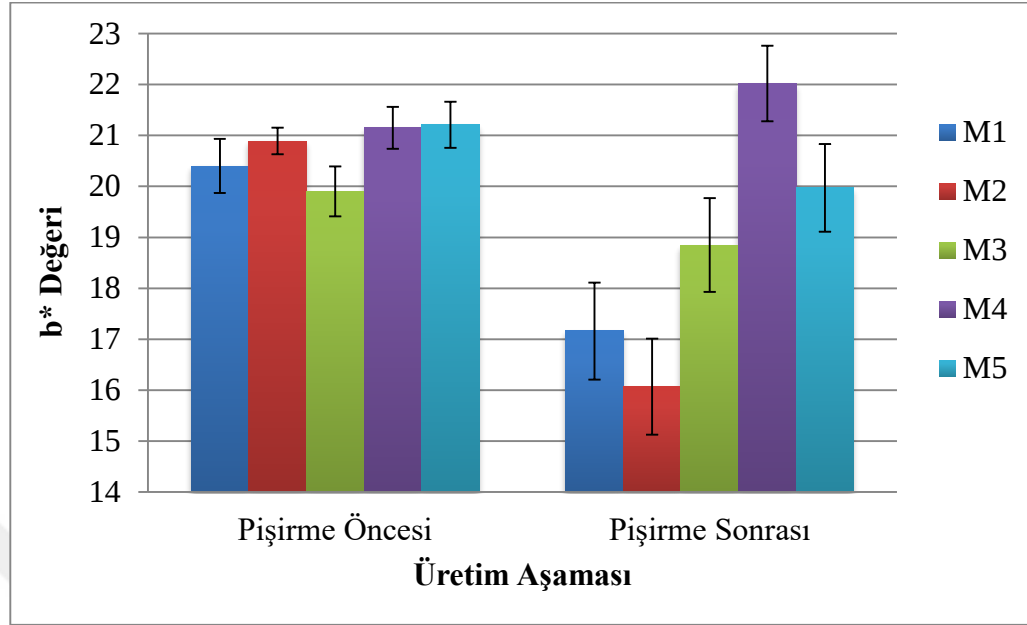
^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Tavuk köftelerinin L* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksyonunun etkisi Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Buna göre hem pişirme öncesinde hem de pişirme sonrasında en yüksek L* değerlerinin M4 grubunda elde edildiği, pişirme sonrasında ise bütün gruplar için L* değerinin azaldığı ve en düşük değerlerin M1 ve M2 gruplarında belirlendiği görülmektedir. Böylece tavuk köftesi üretiminde KCl ve özellikle de CaCl₂ kullanımının pişirme sonrasında daha yüksek L* değerlerine neden olduğunu söyleyebilmek mümkündür.



Şekil 4.4. Tavuk köftelerinin L* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

Tavuk köftelerinin b* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere pişirme sonrasında M4 grubu hariç, diğer tüm gruplar için pişirme öncesine göre daha düşük b* değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte pişirme sonrasında KCl ve CaCl₂ içeren gruplar için daha yüksek b* değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Tavuk köftelerinin b* değeri üzerine muamele × üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.6. Nem Tutma Sonuçları

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere en düşük nem tutma değeri 77,36 ile kontrol (M1) grubunda belirlenmişken en yüksek değer 84,81 ile M2 grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
M1	77,36	83,64
	83,99	82,38
	83,78	81,94
M2	84,81	84,55
	84,38	83,18
	82,63	82,19
M3	85,10	81,58
	82,85	82,25
	83,60	83,89

Çizelge 4.21. (devam)

M4	80,81	80,18
	79,96	78,53
	79,00	79,36
M5	83,08	77,73
	84,21	78,27
	78,48	77,70

Çizelge 4.22’de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, muamele faktörü nem tutma değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	20,486	6,553**
Blok	1	9,263	2,963
Hata	20	3,126	-
Total	30	-	-

$P<0,01$ **

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Buna göre en düşük ortalama nem tutma değerleri istatistiki açıdan aralarında farklılık bulunmayan M4 ve M5 gruplarında elde edilmişken, en yüksek ortalama değerler yine istatistiki olarak aralarında farklılıklar bulunmayan M1, M2 ve M3 gruplarında belirlenmiştir. Böylece tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl’nin %50 oranında azaltılmasının veya %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin kontrole göre nem tutma değeri üzerinde etkili olmadığını, üretimde CaCl_2 kullanımının ise bu değeri düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Barbosa *et al.* (2017) keçi etinden üretilen köftelerde NaCl yerine farklı oranlarda KCl kullanımının su tutma kapasitesini etkilemediğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmada NaCl konsantrasyonunun et ürünlerinin su tutma kapasitesini artıran önemli bir faktör olduğu, bununla birlikte yüksek NaCl konsantrasyonlarının protein denatürasyonunu destekleyerek su tutma kapasitesini

azaltılabileceği, diğer yandan KCl'nin düşük konsantrasyonlarda kullanımının ise myofibriller proteinlerin ekstraksiyonunu destekleyerek su tutma kapasitesini artırabileceği ifade edilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Nem Tutma
M1	82,18±2,50 ^a
M2	83,62±1,10 ^a
M3	83,21±1,26 ^a
M4	79,64±0,83 ^b
M5	79,91±2,93 ^b

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

4.7. Pişirme Verimi Sonuçları

Çizelge 4.24'de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine göre en düşük pişirme verimi değeri 86,24 ile M4 grubunda belirlenmişken, en yüksek değer 90,76 ile M3 grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
M1	89,94	89,56
	89,19	88,54
	88,66	88,21
M2	88,82	90,03
	87,85	88,91
	87,42	88,13
M3	90,76	88,62
	89,31	87,86
	89,42	86,77
M4	86,97	87,63
	86,42	85,80
	86,24	86,12
M5	88,88	86,80
	87,78	86,63
	86,48	85,36

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele faktörü pişirme verimi değeri üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.25. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	7,673	10,939**
Blok	1	2,803	3,996
Hata	20	0,701	-
Total	30	-	-

$P<0,01^{**}$

Çizelge 4.26’da verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiki açıdan aralarında farklılık bulunmayan M1, M2 ve M3 gruplarında ($P>0,05$), M4 ve M5 gruplarına göre daha yüksek ortalama değerler tespit edilmiştir. Bununla birlikte M4 ve M5 grupları arasında da istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu değildir ($P>0,05$). Böylece tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl’nin %50 oranında azaltılmasının veya %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin kontrole göre pişirme verimi üzerinde etkili olmadığını, diğer yandan üretimde CaCl_2 kullanımının bu değeri düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Benzer şekilde Horita *et al.* (2011) yağı azaltılmış mortadella üretiminde CaCl_2 kullanımının pişirme verimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan Tobin *et al.*(2012) sığır etinden üretilen köftelerde artan tuz (NaCl) seviyesinin pişirme kaybını azalttığını, %0,75 tuz içeren köftelerde %1,5 tuz içeren köftelere göre daha fazla pişirme kaybı olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada ise keçi etinden üretilen köftelerde NaCl’nin KCl ile ikame edilme oranı arttıkça pişirme kaybının da arttığı rapor edilmiştir (Barbosa *et al.* 2017).

Çizelge 4.26. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Pişirme Verimi
M1	89,02±0,66 ^a
M2	88,53±0,93 ^a
M3	88,79±1,38 ^a
M4	86,53±0,66 ^b
M5	86,99±1,21 ^b

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

4.8. TPA Sonuçları

Et ürünlerinin kalitesini ve tüketici tercihini etkileyen en önemli parametrelerden biri de tekstürdür (Chen and Opara 2013; Bekhit *et al.* 2014). Et ürünlerinin tekstürel özelliklerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan TPA ile örneklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri tespit edilmiştir. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerleri

Muamele	Blok	Sertlik(N)	Yapışkanlık(mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet(mm)	Sakızımsılık(N)	Çiğnenebilirlik(mj)
M1	1	102,09	0,00	0,15	0,39	5,76	39,77	229,10
		99,64	0,00	0,17	0,42	5,58	41,66	232,50
		99,00	0,20	0,16	0,37	5,90	36,79	217,00
		98,42	0,00	0,14	0,38	6,04	37,21	224,70
		95,22	0,20	0,18	0,40	5,92	38,54	228,10
		94,93	0,00	0,18	0,38	5,98	36,20	216,50
	2	101,16	0,00	0,15	0,37	5,36	37,04	198,60
		101,40	0,00	0,18	0,45	5,54	45,33	251,10
		99,34	0,00	0,16	0,37	5,43	36,87	200,20
		96,56	0,00	0,19	0,43	5,15	41,16	212,00
		96,56	0,20	0,15	0,36	5,73	34,75	199,10
		95,53	0,00	0,17	0,42	5,41	39,95	216,10
M2	1	98,51	0,00	0,14	0,34	5,16	33,76	174,20
		96,15	0,10	0,13	0,38	5,36	36,38	195,00
		95,86	0,20	0,16	0,37	5,35	35,55	190,20
		94,68	0,00	0,14	0,36	5,45	34,03	185,50
		89,45	0,10	0,13	0,38	5,07	34,25	173,60
		88,80	0,00	0,14	0,41	4,98	36,33	180,90
	2	89,69	0,20	0,13	0,38	5,37	34,22	183,70
		88,41	0,00	0,14	0,35	5,04	31,02	156,30
		87,57	0,20	0,14	0,37	5,21	32,25	168,00
		83,41	0,20	0,13	0,33	4,60	27,84	128,00
		82,18	0,10	0,11	0,32	5,32	26,35	140,20
		81,15	0,30	0,14	0,37	5,32	30,18	160,60
M3	1	100,08	0,80	0,14	0,39	5,57	38,72	215,60
		98,95	0,00	0,17	0,41	5,52	40,39	222,90

Çizelge 4.27. (devam)

		95,81	0,30	0,13	0,38	5,77	36,44	210,30
		94,93	0,40	0,16	0,40	5,72	38,09	217,90
		92,13	0,10	0,16	0,39	5,70	35,70	203,50
		90,22	0,10	0,14	0,38	5,84	34,56	201,80
	2	94,09	0,00	0,16	0,39	5,17	36,77	190,10
		91,95	0,00	0,19	0,39	5,17	36,04	186,30
		91,74	0,00	0,14	0,39	5,29	36,00	190,40
		90,76	0,00	0,12	0,34	5,41	30,94	167,40
		87,57	0,00	0,13	0,35	5,43	30,74	166,90
		85,12	0,30	0,18	0,41	5,11	35,01	178,90
M4	1	60,46	0,10	0,09	0,32	5,06	19,54	98,80
		58,50	0,00	0,08	0,32	5,19	18,61	96,60
		57,52	0,10	0,08	0,31	5,15	17,59	90,60
		56,39	0,10	0,10	0,31	5,13	17,35	89,00
		56,14	0,10	0,08	0,33	4,95	18,52	91,70
		55,41	0,00	0,08	0,29	5,30	16,32	86,50
	2	58,35	0,10	0,07	0,29	4,59	17,02	78,10
		52,51	0,30	0,07	0,28	4,60	14,70	67,60
		51,29	0,20	0,09	0,32	4,75	16,22	77,00
		50,41	0,00	0,07	0,28	4,82	14,21	68,50
		49,97	0,00	0,07	0,29	4,76	14,19	67,60
		49,62	0,50	0,07	0,28	4,88	13,97	68,20
M5	1	70,80	0,00	0,10	0,33	5,63	23,69	133,40
		69,68	0,00	0,09	0,32	5,45	22,44	122,30
		68,65	0,60	0,10	0,35	5,47	23,89	130,70
		69,19	0,40	0,09	0,32	5,30	22,00	116,60
		69,09	0,70	0,10	0,34	5,20	23,15	120,40

Çizelge 4.27. (devam)

		69,04	0,20	0,08	0,32	5,37	21,95	117,90
	2	60,65	0,00	0,11	0,31	5,31	18,94	100,60
		58,25	0,10	0,09	0,28	5,28	16,04	84,70
		58,10	0,00	0,10	0,34	5,26	19,69	103,60
		57,96	0,00	0,10	0,32	5,30	18,70	99,10
		56,29	0,10	0,10	0,31	5,06	17,47	88,40
		55,80	0,20	0,09	0,30	5,48	16,50	90,40

Çizelge 4.28’de verilen farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre muamele faktörü sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuşken ($P<0,01$), yapışkanlık üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.28. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	4498,587	528,930 ^{**}
Blok	1	554,192	65,160 ^{**}
Hata	50	8,505	-
Total	60	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,035	1,296
Blok	1	0,054	1,985
Hata	50	0,027	-
Total	60	-	-
Esneklik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,016	77,701 ^{**}
Blok	1	4,167E-005	0,201
Hata	50	0,000	-
Total	60	-	-
Kohesivlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,020	41,774 ^{**}
Blok	1	0,003	5,610 [*]
Hata	50	0,000	-
Total	60	-	-
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,907	31,776 ^{**}
Blok	1	1,267	44,420 ^{**}
Hata	50	0,029	-
Total	60	-	-
Sakızimsılık			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	1155,312	251,615 ^{**}
Blok	1	132,938	28,953 ^{**}

Çizelge 4.28. (devam)

Hata	50	4,592	-
Total	60	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	40353,680	321,645**
Blok	1	8787,020	70,038**
Hata	50	125,460	-
Total	60	-	-

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere bütün gruplar için belirlenen sertlik, esneklik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiştir ($P<0,01$). Bu parametreler için en yüksek ortalama değerler M1 (kontrol) grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değerler M4 grubunda tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının %1’e düşürülmesinin veya NaCl’nin belirli oranlarda KCl ve/veya CaCl_2 ile ikame edilmesinin sertlik, esneklik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğünü, bununla birlikte üretimde CaCl_2 kullanımının bu parametrelerde daha yüksek oranda bir düşüşe sebebiyet verdiğini söyleyebilmek mümkündür. Kohesivlik açısından M1 ve M3 grupları için belirlenen ortalama değerler arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmadığı, bununla birlikte diğer tüm gruplar için daha düşük ortalama değerlerin elde edildiği görülmektedir. Elastikiyet açısından ise en yüksek ortalama değer M1 grubunda saptanmışken, en düşük ortalama değer M4 grubunda belirlenmiş, bununla birlikte M3 ve M5 grupları için belirlenen ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlardan tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının %1’e düşürülmesinin kontrole göre kohesivlik ve elastikiyet değerini düşürdüğü, KCl kullanımının kohesivlik değerini etkilemezken elastikiyet değerini düşürdüğü, CaCl_2 kullanımının ise her iki parametrede de daha yüksek oranda bir düşüşe sebebiyet verdiğini görülmektedir. Campagnol *et al.* (2012) fermente sosis üretiminde kullanılan NaCl’nin %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin elastikiyet ve kohesivlik değerlerini etkilemediğini, fakat sertlik değerini önemli

seviyede düşürdüğünü bildirmişlerdir. Horita *et al.* (2011) yağı azaltılmış mortadella üretiminde NaCl yerine farklı oranlarda KCl kullanımının sertlik ve kohesivlik değerini düşürdüğünü, CaCl_2 kullanımının ise sertlik ve çiğnenebilirlik değerini artırırken esneklik ve kohesivlik değerlerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Alino *et al.* (2010) tarafından yapılan bir araştırmada ise kuru kür edilmiş ham üretiminde %50 NaCl + %50 KCl kullanımının elastikiyet, kohesivlik ve yapışkanlığı etkilemediği, bununla birlikte daha yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerine neden olduğu tespit edilmiş ve bu durumun daha düşük nem içeriği ile daha yüksek tuz konsantrasyonundan kaynaklanabileceği rapor edilmiştir.



Çizelge 4.29. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Sertlik(N)	Yapışkanlık(mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet(mm)	Sakızımsılık(N)	Çiğnenebilirlik(mj)
M1	98,32±2,52 ^a	0,05±0,09 ^a	0,17±0,02 ^a	0,40±0,03 ^a	5,65±0,28 ^a	38,77±2,94 ^a	218,75±15,56 ^a
M2	89,66±5,71 ^c	0,12±0,10 ^a	0,14±0,01 ^c	0,36±0,02 ^b	5,19±0,24 ^c	32,68±3,24 ^c	169,68±20,32 ^c
M3	92,78±4,32 ^b	0,17±0,25 ^a	0,15±0,02 ^b	0,39±0,02 ^a	5,48±0,25 ^b	35,78±2,82 ^b	196,00±19,07 ^b
M4	54,71±3,78 ^e	0,13±0,15 ^a	0,08±0,01 ^e	0,30±0,02 ^d	4,93±0,24 ^d	16,52±1,91 ^e	81,68±11,91 ^e
M5	63,63±6,17 ^d	0,19±0,25 ^a	0,10±0,01 ^d	0,32±0,02 ^c	5,34±0,15 ^b	20,37±2,83 ^d	109,01±16,70 ^d

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

4.9. Duyusal Analiz Sonuçları

Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait değerler Çizelge 4.30'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre muamele faktörü görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur ($P<0,01$).

Çizelge 4.30. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait değerler

Muamele	Blok	Duyusal Özellik				
		Görünüş	Renk	Tat ve Koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
M1	1	3,90	4,20	4,20	3,60	3,90
	2	4,30	4,10	3,90	3,80	4,00
M2	1	3,90	4,20	4,10	4,00	3,90
	2	4,50	4,00	3,80	3,70	3,80
M3	1	4,10	4,30	3,90	4,30	4,10
	2	4,50	4,20	4,00	4,00	4,10
M4	1	3,60	3,90	2,60	3,00	2,70
	2	3,90	4,00	2,90	3,50	3,30
M5	1	3,80	3,90	3,50	3,40	3,40
	2	4,50	4,20	4,20	4,30	4,50

Not: Değerler panelistlerin verdiği puanlara ait ortalamalardır.

Çizelge 4.31. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Görünüş			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,875	2,524**
Blok	1	5,760	16,615**
Hata	90	0,347	-
Total	100	-	-
Renk			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	0,250	0,721
Blok	1	0,000	0,000

Çizelge 4.31. (devam)

Hata	90	0,347	-
Total	100	-	-
Tat-koku			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	5,860	11,642**
Blok	1	0,250	0,497
Hata	90	0,503	-
Total	100	-	-
Tekstür			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	2,160	4,119**
Blok	1	1,000	1,907
Hata	90	0,524	-
Total	100	-	-
Genel Kabul edilebilirlik			
Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Muamele (M)	4	3,865	11,480**
Blok	1	2,890	8,584**
Hata	90	0,337	-
Total	100	-	-

P<0,01**

Çizelge 4.32’de farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duyu analizi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre renk parametresi için gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmadığı ($P>0,05$), görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik için ise en düşük ortalama değerlerin M4 grubunda belirlendiği ($P<0,05$) ve diğer gruplar arasında önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Böylece tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl’nin %50 oranında CaCl_2 ile ikame edilmesinin görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik için duyu puanları düşürdüğü, NaCl kullanım oranının %1’e düşürülmesinin veya üretimde KCl kullanımının ise duyu özellikler üzerinde etkili olmadığı görülmektedir. Tobin *et al.* (2012) %20 oranında yağ ve %50 oranında tuzu azaltılmış olan %40 yağlı ve %1 tuzlu sığır eti köftelerinin duyu açıdan daha kabul edilebilir olduğunu tespit etmişlerdir. Ketenoğlu and Candoğan (2011) ise sığır etinden üretilen köftelerde ticari düşük sodyumlu tuz

kullanımının duysal özellikler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirmişlerdir. Guardia *et al.* (2008) düşük kalibreli fermente sosislerde NaCl'nin yüksek oranda KCl ile ikame edilmesinin kontrole benzer duysal özellikler gösterdiğini ve bu ürünlerin kabul edilebilirlik açısından olumsuzluk içermediğini rapor etmişlerdir. Kuru kür edilmiş loin üzerine yapılan bir araştırmada ise NaCl'nin %50 ye kadar KCl ile ikame edilmesinin aroma, tekstür ve tat özellikleri bakımından kontrole (%100 NaCl) benzer sonuçlar verdiği, renk ve genel kabul edilebilirlik açısından ise daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir (Armenteros *et al.* 2009). Diğer yandan Campagnol *et al.* (2011;2012) fermente sosis üretiminde KCl kullanımının duysal puanları düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada ise kuru kür edilmiş bacon üretiminde NaCl'nin %40 oranında KCl ile ikame edilmesinin duysal özelliklerde olumsuz bir etkiye neden olmadığı, fakat %70 oranında ikame edilmesinin daha düşük sertlik ve tuzluluk ile daha yüksek sululuk ve acılığa neden olduğu saptanmıştır (Wu *et al.* 2014). Horita *et al.* (2011) tarafından yapılan bir çalışmada yağı azaltılmış mortadella üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının kontrole göre görünüş, aroma ve tekstür üzerinde etkili olmadığı, bununla birlikte kullanım oranına bağlı olarak KCl'nin acı ve metalik bir tat verdiği ifade edilmiştir. İtalyan salami üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının kontrole göre renk, tuzluluk ve genel kabul edilebilirlik değerlerini düşürdüğü (Zanardi *et al.* 2010), kuru kür edilmiş lacon üretiminde ise NaCl'nin diğer klorür tuzlarıyla kısmen ikame edilmesinin tuzluluk değerinin düşürdüğü, acılık değerini artırdığı bildirilmiştir (Lorenzo 2014).

Çizelge 4.32. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinde belirlenen duysal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Görünüş	Renk	Tat-koku	Tekstür	Genel kabul edilebilirlik
M1	4,10±0,64 ^{ab}	4,15±0,59 ^a	4,05±0,60 ^a	3,70±0,66 ^{ab}	3,95±0,60 ^a
M2	4,20±0,52 ^a	4,10±0,45 ^a	3,95±0,83 ^a	3,85±0,93 ^a	3,85±0,67 ^a
M3	4,30±0,57 ^a	4,25±0,44 ^a	3,95±0,69 ^a	4,15±0,75 ^a	4,10±0,55 ^a
M4	3,75±0,79 ^b	3,95±0,69 ^a	2,75±0,64 ^b	3,25±0,72 ^b	3,00±0,56 ^b
M5	4,15±0,59 ^a	4,05±0,69 ^a	3,85±0,81 ^a	3,85±0,67 ^a	3,95±0,76 ^a

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

5. SONUÇ

Araştırma, farklı klorür tuzları (NaCl, KCl, CaCl₂) kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Bu amaca yönelik olarak beş farklı grup (%2 NaCl-kontrol, %1 NaCl, %1NaCl + %1 KCl, %1 NaCl + %1 CaCl₂ ve %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂) köfte üretimi gerçekleştirilmiş ve üretim esnasında alınan örneklerde pH, a_w , nem içeriğı ve TBARS değerleri ile renk özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca köftelerin pişirme verimi ve nem tutma değerleri hesaplanmış, son üründe ise TPA ve duyuşal analiz yapılmıştır. Yapılan analizler ve değerlendirmelerden aşağıda belirtilen genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Tavuk köftelerinde kullanılan NaCl'nin azaltılması veya KCl ile kısmen ikame edilmesi kontrol grubuna göre pH değerini artırmış, CaCl₂ ile kısmen ikame edilmesi ise pH değerini düşürmüştür. Diğer yandan pişirme işlemi neticesinde pH değerinin artarak ortalama $6,32 \pm 0,39$ değerine ulaştığı tespit edilmiştir.
2. En yüksek ortalama nem içeriğı %1 NaCl içeren M2 grubunda belirlenmişken en düşük ortalama değer %1 NaCl + %0,5 KCl + %0,5 CaCl₂ içeren M5 grubunda tespit edilmiştir. Tavuk köftesi üretiminde NaCl kullanım oranının %1'e düşürülmesinin nem içeriğinde artışa neden olduğu, KCl ve/veya CaCl₂ kullanımının ise nem içeriğini düşürdüğü gözlenmiştir. Ayrıca pişirme işlemi sonrasında nem içeriğinin azalarak ortalama $59,04 \pm 1,01$ değerine ulaştığı saptanmıştır.
3. Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen tavuk köftelerinin a_w değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklılık göstermiştir. En düşük ortalama değer %2 NaCl kullanılan kontrol grubunda belirlenmişken, en yüksek ortalama değer %1 NaCl kullanılan grupta tespit edilmiştir. Ayrıca, KCl ve/veya CaCl₂ kullanılan gruplarda da kontrole göre daha yüksek a_w değerleri saptanmıştır. Pişirme sonrasında a_w değerinin azaldığı gözlenmiştir.
4. En düşük ortalama TBARS değeri %1 NaCl + %1 CaCl₂ kullanılan M4 grubunda tespit edilmiştir. TBARS değerinin pişirme sonrasında artış gösterdiği belirlenmiştir.

5. Tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl'nin belirli oranlarda KCl ve/veya CaCl_2 ile ikame edilmesinin L^* ve b^* değerinde artışa neden olduğu, bununla birlikte CaCl_2 kullanılan gruplarda daha yüksek ortalama değerlerin elde edildiği görülmüştür. Pişirme işlemi sonucu L^* ve b^* değerlerinin azaldığı, a^* değerinin ise arttığı tespit edilmiştir.
6. Köfte üretiminde kullanılan NaCl'nin %50 oranında azaltılmasının veya %50 oranında KCl ile ikame edilmesinin kontrole göre nem tutma ve pişirme verimi değerleri üzerinde etkili olmadığı, diğer yandan üretimde CaCl_2 kullanılmasının bu değerleri düşürdüğü görülmüştür.
7. Tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının %1'e düşürülmesinin veya NaCl'nin belirli oranlarda KCl ve/veya CaCl_2 ile ikame edilmesinin sertlik, esneklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü, bununla birlikte üretimde CaCl_2 kullanılmasının bu parametrelerde daha yüksek oranda bir düşüşe sebebiyet verdiği görülmüştür.
8. Tavuk köftesi üretiminde kullanılan NaCl miktarının %1'e düşürülmesinin kontrole göre kohesivlik ve elastikiyet değerini düşürdüğü, KCl kullanımının kohesivlik değerini etkilemezken elastikiyet değerini düşürdüğü, CaCl_2 kullanımının ise her iki parametrede de daha yüksek oranda bir düşüşe sebebiyet verdiği belirlenmiştir.
9. Köfte üretiminde kullanılan NaCl'nin %50 oranında CaCl_2 ile ikame edilmesinin görünüş, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik için duyuşsal puanları düşürdüğü, NaCl kullanım oranının %1'e düşürülmesinin veya üretimde KCl kullanımının ise duyuşsal özellikler üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak; tavuk köftesi üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının fizikokimyasal ve duyuşsal özellikler üzerinde önemli değişimlere neden olduğu, bu değişimlerin sodyum oranı azaltılmış tavuk eti ürünlerinin üretiminde dikkate alınması gereken önemli bulgular içerdiği ve NaCl'nin %50 oranında KCl ile ikamesinin belirlenen özellikler açısından uygun sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır. Diğer yandan bu şekilde üretilecek tavuk köftelerinde belirli depolama koşulları altında meydana gelebilecek fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerdeki değişimleri belirlemek amacıyla yapılacak çalışmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aliño, M., Grau, R., Toldrá, F. and Barat, J.M., 2010. Physicochemical changes in dry-cured hams salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Meat Science*, 86(2), 331-336.
- Anonim, 2017. Türkiye Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı 2017-2021. TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, Ankara Kasım 2017.
- Armenteros, M., Aristoy, M.C., Barat, J.M. and Toldrá, F., 2009. Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117(4), 627-633.
- Association of Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*; AOAC, 2005. Washington, DC.
- Aşkın, O. O., 2007. Tuz Oranı Düşürülmüş Hindi Döneri Üretiminde, Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Y. Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- 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.
- Bekhit, A.E.A., Carne, A. and Ha, M., Franks, P., 2014. Physical interventions to manipulate texture and tenderness of fresh meat: A review. *Int J Food Prop.* 17(2): 433-453.
- Biesalski, H.K., 2005. Meat as a component of a healthy diet—are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science*, 70(3), 509-524.
- Bourne M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technol*, 32, 62-66.
- 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.
- Campagnol, P.C.B., Santos, B.A.D., Wagner, R., Terra, N.N. and Pollonio, M.A.R., 2011. The Effect Yeast Extract Addition on Quality of Fermented Sausages at Low NaCl Content. *Meat Science*, 87, 290-298.
- Chen, L. and Opara, U.L., 2013. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods- A review. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 497-507.
- Desmond, E., 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74(1), 188-196.
- Dokuzlu, S., Barış, O., Hecer, C. ve Güldaş, M., 2013. Türkiye'de tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve marka tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 83-92.
- Dötsch, M., Busch, J., Batenburg, M., Liem, G., Tareilus, E., Mueller, R. and Meijer, G., 2009. Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(10), 841-851.
- Ertaş, A.H., 1979. Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar. *GIDA*, 4(6).
- Gimeno, O., Astiasaran, I. and Bello, J., 1998. A mixture of Potassium, Magnesium and Calcium Chlorides as a Partial Replacement of Sodium Chloride in Dry

- Fermented Sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4372-4375.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 2012. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi: 70, Atatürk Üniversitesi. Ziraat fakültesi. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Guàrdia, M.D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P. and Arnau, J., 2008. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science*, 80(4), 1225-1230.
- Gündüz, O., Esengün, K. ve Göktolga, Z.G., 2006. Ailelerin et tüketimleri üzerine bir araştırma: Tokat ili örneği. VII. Tarım Ekonomisi Kongresi, (2) 13-15.
- 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.
- Jeong, J.Y., 2017. Effects of short-term presalting and salt level on the development of pink color in cooked chicken breasts. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(1), 98-104.
- Kesemen, A.M., 2018. Yağı Azaltılmış Tavuk Köftelerinde Chia Unu ve κ -Karragenan Kullanımının Fizikokimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özelliklere Etkileri. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 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.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lorenzo, J.M., Bermúdez, R., Domínguez, R., Guiotto, A., Franco, D. and Purriños, L. 2015. Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacón salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control*, 50, 763-769.
- Murphy, E.W., Criner, P.E. and Gray, B.C., 1975. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(6), 1153-1157.
- Özer, Ö., 2008. Farklı Antioksidan İlavesinin Dondurularak Muhafaza Edilen Mekanik Ayrılmış Piliç Eti Köftelerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ramirez, M.R., Morcuende, D., Estevez, M. and Lopez, R.C., 2005. Fatty acid profiles of intramuscular fat from pork loin chops fried in different culinary fats following refrigerated storage. *Food Chemistry*, 92, 159-167.
- Rojas, M.C. and Brewer, M.S., 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. *Journal of Food Science*, 72, 282-288.
- Ruusunen, M. and Puolanne, E., 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3), 531-541.
- Salman, H., 2010. Sığır Etinin Bazı Emülsiyon Özellikleri Üzerine Farklı Tuzlar (NaCl ve KCl) ile İota ve Kappa Karragenanların Etkilerinin Belirlenmesi. Y. Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Schmidt, M.M., Dornelles, R.C.P., Vidal, A.R., Fontoura, A., Kubota, E. H., Mello, R. O., Kempka, A. P. and Demiate, I. M., 2017. Development of cooked and smoked chicken sausage with reduced sodium and fat. *The Journal of Applied Poultry Research*, 26(1), 130-144.
- Şener, A. ve Temiz, A., 2004. Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 2(10), 1-28.
- Şimşek, D., 2016. Sucuk Üretiminde Farklı Klorür Tuzlarının Kullanım İmkanlar. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M. and Kerry, J. P., 2012. Effect of varying salt and fat levels on the sensory quality of beef patties. *Meat Science*, 91(4), 460-465.
- Wu, H., Zhang, Y., Long, M., Tang, J., Yu, X., Wang, J. and Zhang, J., 2014. Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride. *Meat Science*, 96(3), 1325-1331.
- Yalınkılıç, B., 2014. Farklı Klorür Tuzları Kullanılarak Üretilen Pastırmaların Uçucu Profili, Enzim Aktivitesi ve Diğer Bazı Kalitatif Özellikleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Zanardi, E., Ghidini, S., Conter, M. and Ianieri, A., 2010. Mineral Composition of Italian Salami and Effect of NaCl Partial Replacement on Compositional, Physico-Chemical and Sensory Parameters. *Meat Science*, 86 (3), 742-747

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünden 2015 yılında mezun oldu ve aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

