



**YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTESİNDE
KİNOA UNU VE κ -KARRAGENAN KULLANIMININ
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Durdali İNCE

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

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTESİNDE KİNOA UNU VE
κ-KARRAGENAN KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

Durdali İNCE

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTESİNDE KİNOA UNU VE K-
KARRAGENAN KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında, Durdali İNCE 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 ./ 70 nolu kararı
ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTESİNDE KİNOA UNU VE κ -KARRAGENAN KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Durdali İNCE

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Araştırmada, yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoa unu ve κ -karragenan kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla farklı formülasyonlarda üretilen tavuk köftelerinden üretim aşamalarında (köfte hamuru, çözündürme sonrası ve pişirme sonrası) alınan örneklerin pH, nem, a_w , TBARS ve renk değerleri analiz edilmiştir. Ayrıca köftelerde pişirme verimi ve nem tutma değerleri belirlenmiş ve pişirme sonrasında ise Tekstür Profil Analizi ile duyusal analiz yapılmıştır. Yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoa unu ve κ -karragenan kullanımının pH, TBARS, L^* , b^* , pişirme verimi ve nem tutma değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$), a_w değeri üzerinde ise önemli seviyede ($P<0,05$) etkili olduğu görülmüştür. Enstrümantal olarak belirlenen sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kinoa unu ve κ -karragenan kullanımından çok önemli seviyede etkilenirken ($P<0,01$), elastikiyet değeri önemli seviyede etkilenmiştir ($P<0,05$). Duyusal özellikler (görünüş, renk, tat-koku, tekstür, genel kabul edilebilirlik) üzerinde ise kinoa unu ve κ -karragenan kullanımının önemli seviyede etkili olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Üretim aşaması faktörü pH, nem, a_w , TBARS, L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde, muamele x üretim aşaması interaksyonu ise pH, TBARS ve L^* değeri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuştur ($P<0,01$). Yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoa unu ve κ -karragenan kullanımının mümkün olduğu kanaatine varılmıştır.

2019, 48 sayfa

Anahtar Kelimeler: tavuk köftesi, kinoa, κ -karragenan, TPA, sertlik

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF USES OF QUINOA FLOUR AND κ -CARRAGEENAN ON QUALITY PROPERTIES OF REDUCED FAT CHICKEN MEATBALLS

Durdali İNCE

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

In this study, the effects of quinoa flour and κ -carrageenan usage on physicochemical, textural and sensory properties of chicken meatballs containing were investigated. For this purpose, chicken meatballs having different formulations (with and without quinoa flour and κ -carrageenan different ratios) were produced, and samples were collected in the different production stages (dough, after thawing and after cooking) for the measurements of pH, moisture, a_w , TBARS and color values. In addition, cooking yield and moisture retention values of meatballs were determined, and after cooking Texture Profile Analysis and sensory analysis were performed. It was observed that the use of quinoa flour and κ -carrageenan in reduced fat chicken meatballs affected pH, TBARS, L^* , b^* , cooking yield and moisture retention values very significantly ($P < 0.01$), and significantly on a_w value ($P < 0.05$). While use of quinoa flour and κ -carrageenan impacted instrumentally determined hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness values very significantly ($P < 0.01$), springiness value was significantly affected ($P < 0.05$). It was observed that the use of quinoa flour and κ -carrageenan did not affect sensory properties (appearance, colour, taste-odor, texture, general acceptability) significantly ($P > 0.05$). The production stage factor was found to exhibit very significant effect on pH, moisture, a_w , TBARS, L^* , a^* and b^* values and treatment x production stage interaction on pH, TBARS and L^* values ($P < 0.01$). It was concluded that the simultaneous uses of quinoa flour and κ -carrageenan is possible for the production of reduced fat chicken meatballs.

2019, 48 pages

Keywords: chicken meatballs, quinoa, κ -carrageenan, TPA, hardness

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında desteklerini esirgemeyen, daima güler yüzüyle yardımcı olan, şimdi olduğu gibi gelecekte dahi her zaman yardım isteyebileceğimi düşündüğüm danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleriyle her zaman destek olan Sayın Prof. Dr. Mürkerrem KAYA ve Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Başta Mine KIRKYOL, Ali Murat KESEMEN, Sinem SARAÇ ve Abdulrahman Alı Nağı MASRAH olmak üzere laboratuvardaki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili eşim Huriye İNCE'ye, annem Gülnaz İNCE'ye, babam Tahir İNCE'ye ve sevgili kardeşlerim Düriye KARASAKAL, Alime ÖZCAN ve Yunus İNCE'ye teşekkürlerimi sunarım.

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

Durdali İNCE

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 ve örnekleme.....	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. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif maddeler) tayini	10
3.2.6. Renk tayini	11
3.2.7. Pişirme verimi	11
3.2.8. Nem tutma	12
3.2.9. Tekstür profil analizi (TPA)	12
3.2.10. Duyusal analiz	12
3.2.11. İstatistiki analiz.....	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	14
4.1. pH.....	14
4.2. Nem İçeriği.....	17
4.3. a_w	20
4.4. TBARS	23
4.5. Renk.....	27
4.6. Pişirme Verimi	32

4.7. Nem tutma	34
4.8. Tekstür Profil Analiz Sonuçları.....	36
4.9. Duyusal Analiz	42
5. SONUÇ	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	49



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

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

Kısaltmalar

a_w	Su aktivitesi
MDA	Malondialdehit
SD	Serbestlik derecesi
TBARS	Tiyobarbütrik asit reaktif maddeler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksyonunun etkisi.....	17
Şekil 4.2. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin TBARS değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksyonunun etkisi.....	26
Şekil 4.3. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin L* değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksyonunun etkisi.....	32



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan sığır et yağı, kinoa unu, galeta unu ve κ -karragenan oranları.....	9
Çizelge 3.2. Duyusal analiz panelist formu	13
Çizelge 4.1. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri	14
Çizelge 4.2. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	15
Çizelge 4.3. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	16
Çizelge 4.4. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	17
Çizelge 4.5. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri.....	18
Çizelge 4.6. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.7. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	19
Çizelge 4.8. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	20
Çizelge 4.9. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerleri	20
Çizelge 4.10. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.11. Farklı formülasyonlara ait tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	22

Çizelge 4.12. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	23
Çizelge 4.13. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$).....	24
Çizelge 4.14. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.15. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	25
Çizelge 4.16. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	26
Çizelge 4.17. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri	27
Çizelge 4.18. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.19. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	31
Çizelge 4.20. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	32
Çizelge 4.21. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri	33
Çizelge 4.22. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.23. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34

Çizelge 4.24. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri.....	35
Çizelge 4.25. Farklı formülasyona sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.26. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	36
Çizelge 4.27. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait değerler	37
Çizelge 4.28. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.29. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	41
Çizelge 4.30. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyuşal özelliklere ait değerler	42
Çizelge 4.31. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyuşal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.32. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyuşal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44

1. GİRİŞ

İnsanoğlu için önemli bir besin kaynağı olan et ve et ürünlerinin gün geçtikçe tüketim miktarının arttığı görülmektedir. Bu artışın gerçekleşmesinde beyaz etin önemli bir rolü vardır (Henchion *et al.* 2014). Son yıllarda tüketimi birçok ülkede artan tavuk eti ve ürünlerinin dünya çapında çok popüler bir gıda ürünü olduğu bilinmektedir. Popüler olmasının nedenlerinden bazılarının düşük üretim maliyeti, düşük yağ içeriği ve yüksek besin değeri olmasıdır (Choi *et al.* 2011). Türkiye’de 2016 yılında 1.879.019 ton tavuk eti üretimi yapılmışken, 2017 yılında 2.136.733 ton, 2018 yılında ise 2.156.669 ton tavuk eti üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim 2019a). Tavuk eti taze olarak tüketildiği gibi çeşitli ürünlere de işlenebilmektedir. Tavuk eti ürünleri içerisinde yer alan tavuk köftesi; tavuk eti ve çeşitli baharatlar kullanılarak üretilen ileri işlenmiş bir üründür.

Türk Gıda Kodeksi, Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre (Tebliğ no: 2018/52) köfte, kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin veya kanatlı hayvan karkas etlerinin bu Tebliğe uygun olacak şekilde biri veya birkaçının karışımına, aynı ve/veya farklı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirmeye hazır kırmızı veya kanatlı et karışımını veya pişirilmiş et ürününü ifade eder. Hazırlanmış kanatlı eti karışımlarında yağ miktarının kütlece en çok %20 olabileceği bildirilmiştir (Anonim 2019b).

Yağ önemli bir enerji ve yağ asidi kaynağı olmasının yanında, et ürünlerinde aroma, tekstür, sululuk ve arzulanan lezzet gibi önemli faktörlerin iyileştirilmesinde rol oynamaktadır. Buna ek olarak yağda çözünen vitaminleri içermektedir. Fakat kolesterol ve doymuş yağ asidini yüksek miktarda içeren hayvansal yağların tüketilmesi obezite, hipertansiyon, kalp-damar hastalıkları ve koroner kalp hastalığı ile de ilişkilendirilmektedir (Choi *et al.* 2016). Yüksek lif içeriğine ve düşük yağ oranına sahip gıdalara olan talep bu nedenlerden ötürü artmaktadır. Yağın tamamen hayatımızdan çıkarılması mümkün olmadığı gibi esansiyel unsurlar içermesinden ötürü azaltılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Birçok gıda katkı maddesi ve ingredientleri çeşitli

ürünlerde yağın karakteristik aromasını, tekstürünü ve fonksiyonelliğini ikame etmek amacıyla kullanılmaktadır (Bruhn *et al.* 1992; Ulu 2006).

Et olmayan bileşenlerin et ürünleri üretiminde kullanılması ürünlerin besinsel ve duyuşsal niteliklerini korurken genel üretim maliyetlerini de düşürmektedir. Bundan dolayı et olmayan bileşenlerin et ürünleri üretiminde kullanılması önemli bir strateji olarak kabul görmektedir. Ayrıca yüksek lif içeriğine sahip ve besin değeri yüksek olan fonksiyonel gıdaların üretimi için de yeni içerik ve formülasyonların oluşturulması gerekmektedir. Sebzelerden özellikle de lif içeriği bakımından zengin olanları et endüstrisinde su ve yağ tutma kabiliyetini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Romero *et al.* 2018; Bağdatlı 2018). Ayrıca et ürünleri içinde yer alan köfte tipi et ürünlerine raf ömrünü artırmak, oksidasyonu yavaşlatmak, duyuşsal özellikleri iyileştirmek ve daha sağlıklı ürünler elde etmek amacıyla çeşitli katkıları eklenmektedir. Bu konudaki güncel çalışmaların büyük bir kısmını doğal katkıların köfte üretiminde kullanılması oluşturmaktadır (Turp *et al.* 2016).

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Andean (Güney Amerika'nın And dağları) kültürleri tarafından tüketilen geleneksel bir yalancı tahıldır. Bu bitki buğdaygiller (*Gramineae*) familyasına ait değildir, buna rağmen kinoadan öğütülerek un elde edilmekte ve tahıl ürünleri üretilebilmektedir. Bu yüzden yalancı tahıl (Pseudocereal) diye isimlendirilmektedir. Kinoa başlıca Peru, Bolivya, Ekvador, Arjantin, Şili ve Kolombiya ülkelerinde yetiştirilmektedir (Abugoch 2009). Kinoa geleneksel olarak çorbalarda kullanılmakta veya haşlanarak tüketilmektedir. Ayrıca sıcak veya fermente içeceklerin ana maddesi olarak kullanıldığı da bildirilmiştir (Pellegrini *et al.* 2018). Fonksiyonel bir gıda olarak dünya çapında dikkat çekmekte olan kinoa aşırı çevre koşullarına dayanıklı olmasının yanında besinsel ve biyolojik özellikleri sayesinde "21. Yüzyılın tahılı" unvanını almıştır (Konishi 2002). Bunlara ilaveten yüksek protein, lipid, lif, vitamin ve mineral içeriğine sahip olmasıyla birlikte esansiyel aminoasitleri mükemmel bir dengede içermektedir. Kinoa saponinler, fitosteroller, fenolik bileşikler ve biyoaktif peptitler gibi birçok fitokimyasalı da içermektedir. Bu bileşikler metabolik,

kardiyovasküler ve gastrointestinal sistem üzerinde faydalı olması için kullanılmaktadır (Vilcacundo and Hernandez 2017).

Hidrokolloidler kullanıldıkları ürünün stabilitelerini olumlu yönde etkilemelerinin yanında viskoziteyi artırma ve jelleştirme fonksiyonlarına sahiptir. Yüksek molekül ağırlıklı polisakkaritleri içeren polimerlerdir. Yüksek hidrofilik özelliğe sahiptirler, ayrıca kendi ağırlıklarının 100-500 katından fazla miktarda suyu tutabilmektedirler (Yaralı ve Öztan 2006). Gıdalarda hidrokolloidlerin kullanılması su tutma kabiliyetini iyileştirmekte ve böylece gıdanın yapısına ve viskozitesine olumlu etkide bulunmaktadır. Bu tür ingredientler genellikle tekstür oluşturma kabiliyetleri için kullanılır (Hughes *et al.* 1997; Fiszman and Salvador 2003). Bir hidrokolloid olan karragenan *Rhodophyceae* sınıfında bulunan kırmızı deniz yosunlarından elde edilir ve başlıca 3 tipi vardır; bunlar kappa, iota ve lambda'dır (Hsu and Chung 2001). Karragenan termal bir işleme tabi tutulan et ürününde ısı işlem boyunca çözünür ve soğuma esnasında jelleşir. Karragenanın kanatlı ürünlerinde tekstür, dilimlenebilirlik, su tutma kapasitesi ve kıvam gibi özellikleri iyileştirdiği bildirilmiştir (Bater *et al.* 1992).

Tüketiciler sağlıklı beslenme konusunda günden güne bilinçlenmekte ve bu konuda bilgi sahibi olmaktadır. Bu nedenden dolayı yağı azaltılmış ürünler ön plana çıkmaktadır. Bu araştırmada tavuk göğüs etinden üretilen köftelerde hayvansal yağın azaltılarak yerine birçok olumlu özelliği bir arada bulunduran kinoanın kullanımı hedeflenmiştir. Kinoanın yağın yerine kullanımının özellikle tekstürel özellikleri değiştireceği öngörülerek, bu değişimi azaltmak için üretimde κ -karragenan kullanımına da yer verilmiştir. Bu araştırmada belirli oranlarda yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoanın ve κ -karragenanın kullanımının bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bağdatlı (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak üretilen sığır eti köftelerinin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Köfte örneklerinin nem ve yağ içerikleri ile renk özelliklerinden a^* ve b^* değerlerinin, üretimde kullanılan kinoa unu oranından önemli seviyede etkilendiği belirlenmiştir. Araştırmada, köfte üretiminde kullanılan kinoa unu oranı arttıkça tekstürel parametrelerden kohesivlik ve sakızimsılık değerlerinin de arttığı, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin ise değişmediği tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre köfte örneklerinin yüksek kabul edilebilirliğe sahip olduğu ve sonuç olarak kinoa ununun besinsel değeri ve sağlığa yararlı olmasının yanında gluten içermemesi de dikkate alındığında köfte üretiminde kullanılabilecek yüksek bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

Özer and Seçen (2018) farklı oranlarda (%3, 5, 7 ve 10) kinoa unu ilave edilerek hazırlanan çiğ ve pişirilmiş sığır eti burgerlerinin kalite karakteristikleri ile oksidasyon ve depolama (-18°C 'de 3ay) stabilitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, burgerlerin pişirme verimi ile kül ve protein miktarlarının üretimde kullanılan kinoa unu oranı arttıkça artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada, en yüksek pH değerinin kontrol grubu burgerlerde tespit edildiği ve örneklerle ait tekstürel özelliklerden sertlik değerinin kinoa unu ilavesiyle arttığı, yapışkanlık değerinin ise azaldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte bütün gruplarda benzer L, a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. Depolama esnasında hem çiğ hem de pişirilmiş örnekler için kinoa unu ilavesinin TBARS değerini düşürdüğü tespit edilmiştir.

Glutensiz unlar (pirinç, mısır, amarant ve kinoa unu) ve su ilave edilerek hazırlanan balık köftesinin bazı kalite özellikleri ile pişirme veriminin ve tekstürel özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, glutensiz unları içeren köftelerin pişirme veriminin kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tekstürel parametrelerden sertlik değerinin kinoa veya amarant unu kullanılarak üretilen köftelerde, kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin ise pirinç veya mısır unu kullanılarak üretilen köftelerde daha

yüksek olduğu bildirilmiştir. Araştırmada, glutensiz unlar kullanılarak üretilen köftelerin karbonhidrat, toplam yağ ve mineral madde içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu, bununla birlikte duyuşal açıdan köftelerin aromasında bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Romero *et al.* 2018).

Pellegrini *et al.* (2018) tarafından yapılan bir çalışmada domuz karaciğerinden üretilen pâté adlı pişirilmiş et ürününde hayvansal yağ yerine farklı oranlarda beyaz, kırmızı veya siyah kinoa kullanımının ürün kalitesi ve güvenliği üzerine etkileri araştırılmıştır. Üretimde kinoa kullanımının ürünün yağ içeriğini düşürdüğü, nem, kül ve kalıntı nitrit miktarını ise artırdığı tespit edilmiştir. Kinoa kullanımı tekstürel parametrelerden sertlik ve sakızimsılığı artırmışken, esneklik ve kohesivlik üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Hayvansal yağ yerine %10 oranında kinoa kullanımının kontrole göre oksidasyon hızını düşürdüğü, bununla birlikte hayvansal yağ yerine %5 oranında kırmızı kinoa kullanılan örneklerin en kabul edilebilir duyuşal özellikleri gösterdiği bildirilmiştir.

Domuz eti kullanılarak üretilen kuru kür edilmiş sosislerde yağ ikamesi olarak kinoa kullanımının kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, kontrol (%30 domuz yağı), yarım yağlı (%15 domuz yağı+%15 kinoa) ve az yağlı (%4,5 domuz yağı+%25,5 kinoa) olmak üzere üç farklı formülasyonda sosis üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimde yağın azaltılarak yerine kinoa kullanılmasının örneklerin protein içeriği ile su aktivitesi (a_w), sertlik, çiğnenebilirlik ve kırmızılık değerlerini artırdığı, kohesivlik değerini ise düşürdüğü tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları, az yağlı sosislerin kontrole göre daha keskin bir aromaya ve daha az sululuğa sahip olduğunu, bununla birlikte üretimde yağın azaltılarak kinoa kullanımının genel kabul edilebilirlik değerlerini azaltmadığını göstermiştir (Fernandez-Diez *et al.* 2016).

Kesemen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada belirli oranlarda chia unu ve κ -karragenan eklenerek hazırlanan yağ azaltılmış tavuk köftelerinde bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikler incelenmiştir. Bu amaçla köfte üretiminin farklı aşamalarında (köfte hamuru, çözündürme sonrası ve pişirme sonrası) alınan örneklerde

pH, TBARS, nem içeriği, renk ve a_w değerleri belirlenmiştir. Ayrıca köftelerde pişirme verimi, nem tutma ve büzülme değerleri de tespit edilmiştir. Pişirme sonrasında ise tekstürel ve duysal analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde chia unu ve κ -karragenan kullanımının pH, TBARS, renk, nem içeriği, nem tutma, büzülme, pişirme verimi ve duysal özelliklerden tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu bildirilmiştir. Chia unu ve κ -karragenan kullanımı enstrümantal olarak belirlenen sertlik, elastikiyet, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuşken, yapışkanlık değerini üzerinde önemli seviyede etkili olmuştur. Çalışma sonunda, yağı azaltılmış tavuk köftelerinde chia unu ve κ -karragenan kullanımının mümkün olduğu kanaatine varılmıştır.

Ulu (2006), yağı azaltılmış sığır eti köftelerine karragenan veya guar gam ilavesinin pişirme karakteristikleri ile enstrümantal olarak belirlenen tekstürel özellikler üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmada, köfte üretiminde kullanılan yağ oranının %25'ten %10'a düşürülmesinin pişirme verimini artırdığı ve düşük yağlı köftelerde artan oranlarda karragenan kullanımının pişirme sonrası guar gam kullanımına göre tekstürel özellikler üzerinde daha etkili olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, düşük yağlı emülsifiye köfte (Kung-wan)  retiminde farklı oranlarda κ -karragenan, tuz, fosfat ve yağ kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada köftelere κ -karragenan ilavesinin, pişirme verimi, sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, sakızımsılık ve viskozite değerlerini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Ayrıca köfte üretiminde %2 oranında κ -karragenan kullanımının duysal açıdan daha kabul edilebilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Hsu and Chung 2001).

Modi *et al.* (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, yağı azaltılmış köftelere yulaf unu (%8) ve karragenan (%0,5, %1 veya %1,5) ilavesinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Köftelere yulaf unu ve karragenanın ilavesinin daha yüksek nem tutma ve pişirme verimi sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca köftelere ilave edilen

karragenan seviyesi arttıkça enstrümantal olarak belirlenen tekstürel parametrelerden sertlik değerinin azaldığı, yapışkanlık değerinin ise arttığı bildirilmiştir. Araştırma sonunda yağı azaltılmış köftelere %8 yulaf unu ve %0,5 karragenan ilavesinin fizikokimyasal ve duyuşsal özellikler açısından en uygun sonuçları sağladığı kanaatine varılmıştır.

Hughes *et al.* (1997) frankfurter tipi sosislerin üretiminde kullanılan karragenan, yulaf lifi ve farklı yağ oranlarının (%5, %12 ve %30) kalite karakteristikleri üzerine etkisini inceledikleri bir araştırmada, yağ içeriğinin %30'dan %5'e düşürülmesinin pişirme kaybını önemli seviyede artırdığını, su tutma kapasitesi ve emülsiyon stabilitesini ise azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmada, yağ azaltılan frankfurter tipi sosislerin %30 yağ içeriğine sahip kontrol grubuna göre daha koyu ve kırmızı bir renge sahip olduğu, karragenan veya yulaf lifi ilavesinin ise pişirme kaybını azaltırken su tutma kapasitesi ve emülsiyon stabilitesini artırdığı tespit edilmiştir. Duyusal açıdan üretimde kullanılan yağ oranının %30'dan %5'e düşürülmesinin aroma yoğunluğunu artırırken, genel kabul edilebilirlik değerini düşürdüğü bildirilmiştir.

Kim *et al.* (2013) tarafından yapılan araştırmada bira posasından elde edilen diyet lifinin tavuk köftesinde kullanımının kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve bu amaçla elde edilen diyet lifi ekstraktları farklı oranlarda (%0, %1, %2, %3 ve %4) tavuk köftesi formülasyonuna eklenilmiştir. Köftelere diyet lifi ilavesinin pH ve parlaklık değerlerini düşürdüğü ancak kırmızılık ve sarılık değerlerini artırdığı, bununla birlikte en düşük pişirme kaybı değerlerinin ise %3 ve %4 oranlarında diyet lifi içeren tavuk köftesi gruplarında elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmada tavuk köftelerinin kalite özelliklerini geliştirmek için %3 oranında bira posası lif ekstraktı kullanımının iyi bir diyet lifi kaynağı olabileceği rapor edilmiştir.

Tavuk köftesi üretiminde kullanılan domuz yağının azaltılmasının veya yerine belirli oranlarda filizlenmiş buğday lifi kullanımının bazı fizikokimyasal ve duyuşsal özellikler üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, filizlenmiş buğday lifi kullanılarak hazırlanan yağı azaltılmış tavuk köftelerinin nem miktarı, kül içeriği ve sarılık

değerlerinin kontrol grubundan daha yüksek, yağ içeriği, kalori miktarı ve pH değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, tavuk köftelerinde kullanılan yağ ve lif miktarı arttıkça pişirme kaybı ve boyutsal küçülme değerlerinin azaldığı, bununla birlikte kontrol numunesinin daha yüksek renk değerlerine ve duyuşsal puanlara sahip olduğu rapor edilmiştir. Yağı azaltılmış tavuk köftelerinde %15 yağ ile %2 oranında lif kullanımının ürün kalitesi ve duyuşsal özelliklerini geliştireceği sonucuna varılmıştır (Choi *et al.* 2016).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan tavuk göğüs eti Beypiliç firmasından, sığır et yağı, soğan, sarımsak, yumurta ve baharat ise Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Askorbik asit (Sigma-Aldrich), κ-karragenan (İncom A.Ş. Mersin) ve kinoa unu (Ayışığı Organik İstanbul) köfte üretiminde kullanılan diğer materyallerdir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Köfte üretimi ve örnekleme

Araştırmada beş farklı grup tavuk köftesi üretimi yapılmıştır. Kontrol grubu %70 tavuk göğüs eti, %12 sığır et yağı, %6 soğan, %0,3 sarımsak, %1,4 tuz, %0,2 kırmızı toz acı biber, %0,65 kırmızı toz tatlı biber %0,3 askorbik asit, %0,05 kekik, %0,2 karabiber, %0,4 kimyon, %2,5 yumurta ve %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır. Diğer gruplarda ise sığır et yağı ve/veya galeta unu yerine sırasıyla kinoa unu ve/veya κ-karragenan Çizelge 3.1’de belirtilen farklı oranlarda kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan sığır et yağı, kinoa unu, galeta unu ve κ-karragenan oranları

Grup	Sığır et yağı (%)	Kinoa unu (%)	Galeta unu (%)	κ –Karragenan (%)
Kontrol	12	0	6	0
G-1	10	2	6	0
G-2	10	2	5	1
G-3	8	4	6	0
G-4	8	4	5	1

Köfte üretiminde kullanılan bileşenler bir kap içerisinde iyice yoğrularak köfte hamuru hazırlanmış ve bu köfte hamurundan kalıp yardımıyla şekillendirilen (7 cm çapında ve 1

cm kalınlığında) köfteler önce +4°C’de bir gece dinlendirilmiş, ardından -18°C’de dondurulmuştur. Pişirme öncesi +4°C’de 18 saat bekletilerek çözündürülen köfteler, 200°C’ye ayarlı bir ısıtıcı plaka üzerinde her bir yüzeyi 4 dakika olacak şekilde toplamda 8 dakika boyunca pişirilmiştir. Örnekleme işlemi köfte hamurunda, çözündürme sonrasında ve pişirme işleminden sonra olmak üzere 3 farklı aşamada gerçekleştirilmiş, bununla birlikte Tekstür profil Analizi (TPA) ve duyu analizi sadece pişirilmiş örneklerde yapılmıştır.

3.2.2. pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerlerinin belirlenmesinde pH-metre cihazı (Crison Instruments, S.A.) kullanılmış ve saplamalı pH probu yardımıyla örneklerin pH değerleri ölçülmüştür.

3.2.3. Nem içeriğinin belirlenmesi

Yaklaşık 10g örnek alüminyum kurutma kabı içerisinde 100-102°C’deki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma sonunda meydana gelen ağırlık kaybından yararlanılarak örneklerdeki nem miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005).

3.2.4. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Örneklerin a_w değeri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir. Özel şekilli plastik kaplara konulan örnekler cihazın ölçüm kabineine yerleştirilmiş ve a_w değerleri 25°C’de ölçülmüştür.

3.2.5. TBARS (Tiyobarbutirik asit reaktif maddeler) tayini

TBARS tayini Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas olarak gerçekleştirilmiştir. Köfte örneklerinden 2g alınmış 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. Elde edilen homojenizat Whatman 1 filtre kâğıdından süzölmüş ve 3 ml deney tüplerine aktarılarak üzerine 3ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Önce 40 dakika kaynayan su banyosunda bekletilen örnekler daha sonra çıkarılarak soğuk su banyosunda oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Ardından spektrofotometrede (Thermo Electron Comporation, Aquamate, England) 532 nm'de köre karşı absorbans değeri okunmuş ve aşağıdaki formöl kullanılarak TBARS değeri µmol MDA/kg örnek olarak hesaplanmıştır.

$$TBARS\ değeri = \frac{\left(\frac{Absorbans}{Standart(0,05)} \times 2 \right) \times 6,8}{Örnek\ ağırlığı\ (g)}$$

3.2.6. Renk tayini

Örneklerin renk yoğunlukları, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commision Internationale de l'e Clairage) tarafından verilen ve üç boyutlu renk ölçümünü esas alan kriterlere göre belirlenmiştir. Örneklere ait renk özellikleri (L*, a* ve b*) Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Buna göre; L*: L*=0, L*=100, beyaz; a*: +a*=kırmızı, -a*=yeşil ve b*: +b*=sarı, -b*=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

3.2.7. Pişirme verimi

Pişirme öncesi ve sonrasında tartılan köftelerin pişirme verimi aşağıdaki formöl kullanılarak 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 aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$Nem\ tutma\ (\%) = \frac{Pişirme\ verimi\ (\%) \times Pişmiş\ köftedeki\ nem\ (\%)}{100}$$

3.2.9. Tekstür profil analizi (TPA)

Tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak yapılmıştır. Pişirilmiş köftelerden çıkarılan silindirik şekilli (20mm çap ve 10mm yükseklik) örnekler 50 mm'lik silindirik prob kullanılarak artarda iki sıkıştırma ile analiz edilmiştir. Analizde 1 mm/s'lik ön test hızı, 2 mm/s'lik test ve test sonrası hızı, 5s'lik sıkıştırma arası ve %50'lik sıkıştırma oranı kullanılmıştır. Analiz sonucu elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

3.2.10. Duyusal analiz

Duyusal puanlama testi (1-5) kullanılarak 10 panelist tarafından analiz edilen köfteler panelistlere 10 örnek içeren iki grup halinde sunulmuştur. Duyusal analizde kullanılan panel formu Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal analiz panelist formu

Örnek no:					
	<u>Çok iyi</u>	<u>İyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>	<u>Çok kötü</u>
Görünüş	5	4	3	2	1
	<u>Çok iyi</u>	<u>İyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>	<u>Çok kötü</u>
Renk	5	4	3	2	1
	<u>Çok iyi</u>	<u>İyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>	<u>Çok kötü</u>
Tat Koku	5	4	3	2	1
	<u>Çok iyi</u>	<u>İyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>	<u>Çok kötü</u>
Tekstür	5	4	3	2	1
	<u>Çok iyi</u>	<u>İyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>	<u>Çok kötü</u>
Genel kabul edilebilirlik	5	4	3	2	1
Belirtmek istediğiniz hususları yazınız:					

3.2.11. İstatistiki analiz

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve iki blok üzerinden yürütülmüştür. Analizler üç paralelli olarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar IBM SPSS Statistics 20 paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. pH

pH değeri renk, aroma, işlenebilirlik, su tutma kapasitesi ve pişirme kaybı gibi et kalitesini belirleyen faktörler üzerinde oldukça etkili olmasının yanı sıra mikrobiyolojik faaliyetleri etkilemesinden dolayı etin raf ömrü üzerinde de etkili olmaktadır (Kaya 2013). Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere pH değerleri köfte hamurunda 5,45-5,66 arasında, çözündürme sonrasında 5,45-5,69 arasında, pişirme sonrasında ise 5,73-5,95 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerleri

Muamele	Blok	Üretim aşamaları		
		Köfte Hamuru	Çözündürme	Pişirme
Kontrol	1	5,64	5,64	5,92
		5,66	5,67	5,94
		5,65	5,61	5,95
	2	5,51	5,54	5,85
		5,53	5,55	5,85
		5,52	5,47	5,85
G-1	1	5,48	5,60	5,86
		5,50	5,59	5,86
		5,61	5,61	5,84
	2	5,51	5,49	5,80
		5,51	5,49	5,81
		5,50	5,45	5,81
G-2	1	5,56	5,61	5,86
		5,55	5,68	5,81
		5,54	5,69	5,78
	2	5,51	5,56	5,82
		5,49	5,56	5,82
		5,51	5,55	5,82
G-3	1	5,47	5,54	5,77
		5,45	5,55	5,76
		5,45	5,55	5,73
	2	5,50	5,52	5,78

Çizelge 4.1. (devam)

G-3		5,51	5,52	5,78
		5,50	5,51	5,78
G-4	1	5,52	5,63	5,88
		5,54	5,61	5,82
		5,47	5,62	5,81
	2	5,54	5,55	5,82
		5,54	5,56	5,82
		5,54	5,53	5,82

Çizelge 4.2’de verilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, muamele, üretim aşaması ve muamele x üretim aşaması interaksyonu pH değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,021	37,882**
Üretim Aşaması	2	0,795	1445,360**
Blok	1	0,048	87,402**
Muamele x Üretim aşaması	8	0,003	5,582**
Hata	60	0,001	-
Total	90	-	-

**: $P<0,01$

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. En yüksek ortalama pH değeri kontrol grubu köftelerde tespit edilmişken, kinoa unu kullanım oranına bağlı olarak en düşük ortalama değerler sırasıyla G-1 ve G-3 grubu köftelerde belirlenmiştir. Diğer yandan κ -karragenan ilave edilen grupların (G-2 ve G-4) sadece kinoa içeren gruplara göre (G-1 ve G-3) daha yüksek pH değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde kinoa unu kullanımının kontrol grubuna göre pH değerini düşürdüğünü, κ -karragenan ilavesinin ise kinoa unu kullanılan gruplarda pH değerini artırdığını göstermektedir. Nitekim

Kesemen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada mevcut bu araştırmadakine benzer şekilde yağı azaltılmış tavuk köfterine farklı oranlarda chia unu ilavesinin kontrol grubuna göre pH değerini düşürdüğü, κ -karragenan ilavesinin ise sadece chia unu kullanılan gruplara göre pH değerini artırdığı bildirilmiştir. Choi *et al.* (2016) ise yağı azaltılmış tavuk köftelerine farklı oranlarda filizlenmiş buğday lifi ilavesinin pH değerini düşürdüğünü saptamıştır. Bununla birlikte Bağdatlı (2018) sığır eti köftesinde farklı oranlarda kinoa unu kullanımının, Modi *et al.* (2009) ise koyun etinden üretilen köftelere farklı oranlarda κ -karragenan ilavesinin pH değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.3. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	pH
Kontrol	5,69±0,16 ^a
G-1	5,63±0,15 ^c
G-2	5,65±0,13 ^b
G-3	5,59±0,13 ^d
G-4	5,65±0,14 ^b

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

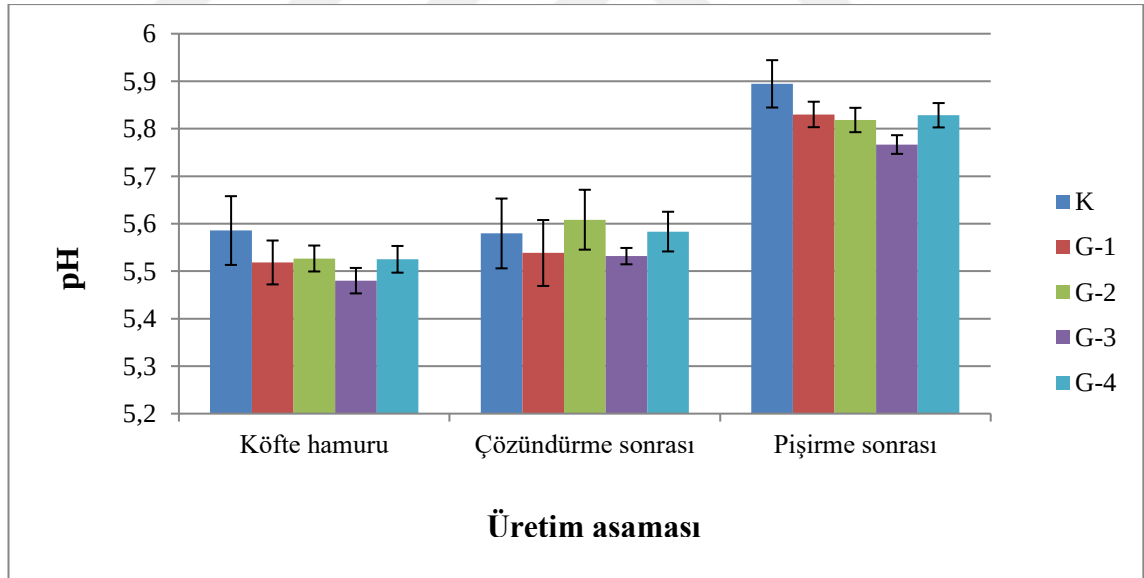
Çizelge 4.4’de üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere farklı üretim aşamalarında belirlenen ortalama değerler istatistiki açıdan birbirinden farklı çıkmıştır (P<0,05). En düşük ortalama pH değeri köfte hamurunda belirlenmişken, çözündürme sonrasında daha yüksek, pişirme sonrasında ise en yüksek değer tespit edilmiştir. Yapılan bir araştırmada koyun etinden üretilen köftelerin pH değerinin pişirme işlemi sonrasında mevcut bu araştırmadakine benzer şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir (Modi *et al.* 2009).

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

Aşama	pH
Köfte Hamuru	5,53±0,05 ^c
Çözündürme sonrası	5,57±0,06 ^b
Piştirme sonrası	5,83±0,05 ^a

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

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksiyonunun etkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Tüm gruplar için üretim aşamaları boyunca pH değerinin artış gösterdiği, bununla birlikte köfte hamurunda ve piştirme sonrasında en yüksek değerlerin kontrol grubu köftelerde, çözündürme sonrasında ise G-2 grubu köftelerde belirlendiği görülmektedir. Bununla birlikte tüm üretim aşamalarında en düşük değerler G-3 grubu köftelerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin pH değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.2. Nem İçeriği

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Köfte hamurunda %59,54-64,10 arasında

bulunan nem içeriği, çözündürme sonrası %62,09-63,55 arasında, pişirme işlemi sonrasında ise %58,05-62,25 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içerikleri

Muamele	Blok	Üretim aşamaları		
		Köfte Hamuru	Çözündürme Sonrası	Pişirme Sonrası
Kontrol	1	60,64	62,43	58,33
		62,24	62,79	58,69
		59,48	62,82	58,95
	2	62,90	63,21	59,08
		63,71	63,34	59,64
		63,21	62,86	59,00
G-1	1	63,54	63,50	62,25
		63,39	63,33	59,07
		64,10	63,44	58,57
	2	63,45	63,24	59,78
		63,10	62,90	57,49
		63,34	63,11	59,66
G-2	1	62,69	62,33	58,47
		62,62	62,65	59,52
		60,94	62,09	58,05
	2	63,21	63,31	59,26
		63,50	63,30	58,80
		63,44	63,30	59,44
G-3	1	61,81	62,36	59,12
		63,87	63,10	60,70
		63,99	63,14	59,86
	2	63,30	62,90	58,71
		62,94	62,80	59,28
		63,21	63,31	59,05
G-4	1	63,26	62,99	59,52
		63,50	63,55	60,34
		62,54	63,40	59,64
	2	63,11	63,08	58,82
		63,11	62,70	59,64
		63,94	62,97	58,72

Çizelge 4.6’da farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Üretim aşaması faktörü nem içeriği üzerinde çok önemli seviyede ($P<0,01$) etkili olmuşken, muamele faktörü önemli bir etkiye sahip olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.6. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	1,653	1,488
Üretim Aşaması	2	123,179	110,848**
Blok	1	5,535	4,981*
Muamele x Üretim aşaması	8	1,859	1,673
Hata	60	1,111	-
Total	90	-	-

**: $P<0,01$

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buna göre tavuk köftelerinin hazırlanmasında kullanılan farklı formülasyonların ortalama % nem içerikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Nem (%)
Kontrol	61,30±1,98 ^a
G-1	61,31±2,69 ^a
G-2	61,50±1,99 ^a
G-3	61,86±1,85 ^a
G-4	61,94±1,86 ^a

^a: Harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak aynı çıkmıştır. ($P>0,05$)

Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Buna göre köfte hamurunda ve çözündürme sonrasında belirlenen ortalama % nem içeriklerinin istatistiki olarak farklı olmadığı, pişirme sonrasında ise daha düşük

değerlerin elde edildiği görülmektedir ($P<0,05$). Pişirme sonrasında ortalama % nem içeriğinin azalmasının, pişirme işlemi esnasında köftelerden meydana gelen nem kaybindan kaynaklandığını söyleyebilmek mümkündür. Benzer şekilde Ulu (2006) tarafından yapılan çalışmada orta yağlı ve az yağlı köftelerde pişirme sonrası nem miktarının azaldığı bildirilmiştir.

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

Aşama	% Nem
Köfte Hamuru	62,47±1,94 ^a
Çözündürme sonrası	63,01±0,37 ^a
Pişirme sonrası	59,26±0,86 ^b

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

4.3. a_w

Çizelge 4.9’da verilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine göre, köfte hamurunda 0,949-0,956 arasında olan a_w değerinin, çözündürme sonrasında 0,950-0,961 arasında ve pişirme sonrasında ise 0,946-0,951 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.9. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerleri

Muamele	Blok	Üretim aşamaları		
		Köfte Hamuru	Çözündürme Sonrası	Pişirme Sonrası
Kontrol	1	0,955	0,952	0,948
		0,956	0,961	0,951
		0,955	0,954	0,949
	2	0,953	0,952	0,949
		0,954	0,952	0,949
		0,953	0,953	0,950

Çizelge 4.9. (devam)

G-1	1	0,953	0,955	0,951
		0,952	0,952	0,949
		0,954	0,954	0,952
	2	0,959	0,951	0,948
		0,954	0,952	0,947
		0,952	0,953	0,946
G-2	1	0,952	0,951	0,947
		0,953	0,956	0,949
		0,953	0,950	0,947
	2	0,951	0,952	0,948
		0,955	0,955	0,949
		0,951	0,955	0,950
G-3	1	0,954	0,950	0,948
		0,951	0,951	0,951
		0,952	0,959	0,950
	2	0,951	0,954	0,948
		0,950	0,953	0,946
		0,949	0,951	0,946
G-4	1	0,953	0,953	0,951
		0,952	0,953	0,948
		0,953	0,953	0,949
	2	0,949	0,951	0,951
		0,951	0,950	0,947
		0,951	0,950	0,947

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. a_w değeri üzerinde muamele faktörünün $P<0,05$ düzeyinde, üretim aşaması faktörünün ise $P<0,01$ düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Muamele $\times$ üretim aşaması interaksyonunun ise a_w değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.10. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	1,122E-005	3,024*
Üretim Aşaması	2	0,000	45,775**
Blok	1	3,240E-005	8,731**
Muamele x Üretim aşaması	8	3,281E-006	0,884
Hata	60	3,711E-006	-
Total	90	-	-

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

Çizelge 4.11’de farklı formülasyonlara ait tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. En yüksek ortalama a_w değeri kontrol grubunda belirlenmişken, diğer gruplar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlara göre kinoa unu ve κ -karragenan ilavesinin yağı azaltılmış tavuk köftelerinde a_w değerini düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Diğer yandan yapılan bir çalışmada domuz karaciğerinden üretilen pâté adlı pişirilmiş et ürünüde hayvansal yağ yerine farklı oranlarda beyaz, kırmızı veya siyah kinoa kullanımının a_w değerleri üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir (Pellegrini *et al.* 2018).

Çizelge 4.11. Farklı formülasyonlara ait tavuk köftelerinde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	a_w
Kontrol	0,953 $\pm$ 0,003 ^a
G-1	0,952 $\pm$ 0,003 ^{ab}
G-2	0,951 $\pm$ 0,003 ^b
G-3	0,951 $\pm$ 0,003 ^b
G-4	0,951 $\pm$ 0,002 ^b

^{a-b}: 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. Köfte hamurunda ve çözündürme sonrasında saptanan ortalama a_w değerleri istatistiki açıdan farklılık göstermezken, pişirme sonrasında a_w değerinin önemli seviyede düşüş gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bu durumun pişirme işlemi neticesinde meydana gelen nem içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Kesemen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada yağı azaltılmış tavuk köftelerinde pişirme sonrası a_w değerinin azaldığı rapor edilmiştir.

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

Aşama	a_w
Köfte Hamuru	$0,953\pm0,002^a$
Çözündürme sonrası	$0,953\pm0,003^a$
Pişirme sonrası	$0,949\pm0,002^b$

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

4.4. TBARS

Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinin kalitesi üzerinde etkili olan en önemli reaksiyonlardan biridir. Hammaddenin bileşimi, kıyılma derecesi, nitrit, tuz, antioksidan ve baharat gibi pek çok faktöre bağlı olan reaksiyonun en önemli ölçütlerinden biri TBARS (tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) değeridir (Kaya ve Kaban 2010). Çizelge 4.13’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri verilmiştir. Bu sonuçlara göre TBARS değeri köfte hamurunda 16,05-22,88 $\mu\text{molMDA/kg}$, çözündürme sonrasında 18,79-28,13 $\mu\text{molMDA/kg}$, pişirme sonrasında ise 20,10-27,58 $\mu\text{molMDA/kg}$ değerleri arasında değişmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{molMDA/kg}$)

Muamele	Blok	Üretim aşamaları		
		Köfte Hamuru	Çözündürme Sonrası	Piştirme Sonrası
K	1	19,03	25,17	22,13
		19,07	23,15	20,67
		19,29	24,25	22,91
	2	21,01	18,88	24,49
		18,18	20,50	23,98
		17,59	19,79	23,68
G-1	1	19,16	22,07	24,09
		22,88	23,00	22,18
		20,33	25,50	22,40
	2	17,41	18,85	22,30
		17,46	20,86	24,09
		19,31	19,73	23,16
G-2	1	19,75	23,18	22,23
		19,26	26,12	22,45
		19,79	20,90	22,51
	2	16,05	18,79	23,48
		18,31	21,25	21,11
		19,01	19,45	23,68
G-3	1	20,57	26,66	23,39
		22,11	27,33	22,56
		20,70	28,13	22,60
	2	18,09	21,54	20,10
		20,17	22,07	23,03
		19,58	22,82	24,48
G-4	1	19,05	20,05	27,58
		20,33	19,10	27,20
		22,91	21,66	25,45
	2	20,27	20,04	22,17
		21,25	23,91	25,57
		22,88	21,29	22,98

Çizelge 4.14’de verilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre muamele,

üretim aşaması ve muamele x üretim aşaması interaksyonu TBARS değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.14. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	9,194	5,106**
Üretim Aşaması	2	101,978	56,632**
Blok	1	48,708	27,049**
Muamele x Üretim aşaması	8	8,122	4,511**
Hata	60	1,801	-
Total	90	-	-

** : $P<0,01$

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek ortalama TBARS değerleri G-3 ve G-4 gruplarında belirlenmişken, kontrol, G-1 ve G-2 gruplarında daha düşük TBARS değerleri tespit edilmiştir. Bu durum %4 kinoa unu kullanılan köftelerde daha yüksek bir lipid oksidasyonunun meydana geldiğini, diğer yandan κ -karragenan kullanımının TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte Özer and Seçen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada sığır etinden üretilen köftelerde artan oranlarda kinoa unu kullanılmasının depolama öncesinde TBARS değeri üzerinde etkili olmadığı, Kesemen (2018) tarafından yapılan çalışmada ise κ -karragenan kullanımının TBARS değerini düşürdüğü rapor edilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	TBARS
Kontrol	21,32 $\pm$ 2,43 ^b
G-1	21,38 $\pm$ 2,35 ^b
G-2	20,96 $\pm$ 2,42 ^b
G-3	22,55 $\pm$ 2,71 ^a
G-4	22,42 $\pm$ 2,63 ^a

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

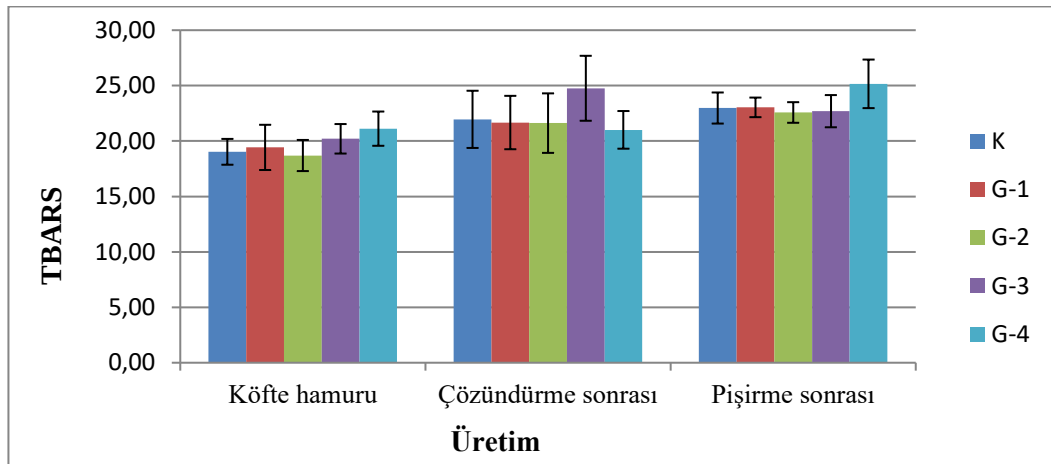
Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere en düşük ortalama TBARS değeri köfte hamurunda belirlenmişken, çözündürme sonrası bu değer artış göstermiş ve en yüksek ortalama değer pişirme sonrasında tespit edilmiştir. Benzer şekilde Özer and Seçen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada sığır etinden üretilen köftelerin TBARS değerinin pişirme işlemi sonrasında artış gösterdiği bildirilmiştir.

Çizelge 4.16. Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen TBARS ($\mu\text{molMDA/kg}$) değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Aşamalar	TBARS
Köfte hamuru	19,69 $\pm$ 1,67 ^c
Çözündürme sonrası	22,20 $\pm$ 2,68 ^b
Pişirme sonrası	23,29 $\pm$ 1,66 ^a

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

Tavuk köftelerinin TBARS değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksiyonunun etkisi şekil 4.2’de verilmiştir. Köfte hamurunda en düşük ortalama TBARS değeri %2 kinoa ile %1 κ -karragenan içeren G-2 grubunda belirlenmişken, çözündürme sonrasında G-3 ve pişirme sonrasında ise G-4 grupları için en yüksek ortalama değerler tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin TBARS değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksiyonunun etkisi

4.5. Renk

Et ve et ürünlerinde önemli bir kalite parametresi olan renk, tüketici beğenisini etkileyen faktörlerden biridir. Çizelge 4.17’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri verilmiştir. Köfte hamurunda 52,23-59,43 arasında olan L^* değeri, çözündürme sonrasında 50,99-59,92 arasında, pişirme sonrasında ise 46,49-54,34 arasında tespit edilmiştir. Renk parametrelerinden bir diğeri olan a^* değeri köfte hamurunda 9,29-10,54 arasında, çözündürme sonrasında 8,99-10,45 arasında, pişirme sonrasında ise 8,87-14,36 arasında bulunmuştur. b^* değerinin ise köfte hamurunda 32,76-40,76, çözündürme sonrasında 31,44-35,33, pişirme sonrasında ise 29,48-34,01 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.17. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri

Muamele	Blok	Renk	Üretim aşamaları		
			Köfte Hamuru	Çözündürme Sonrası	Pişirme Sonrası
Kontrol	1	L^*	52,28	50,99	46,49
			52,74	53,36	50,63
			52,23	53,07	50,53
		a^*	10,29	9,93	14,36
			10,29	10,45	13,00
			10,54	10,04	12,71
		b^*	32,79	31,53	34,01
			33,37	33,05	33,62
			32,76	32,33	33,23
	2	L^*	54,07	52,25	50,82
			53,79	52,41	51,52
			53,34	52,52	50,67
		a^*	9,99	10,07	8,87
			9,68	10,07	10,70
			9,88	9,25	10,57
		b^*	33,56	31,85	29,48
			33,52	32,01	32,56
			33,42	31,44	31,94
		L^*	56,59	55,08	47,16
			56,02	54,74	52,89
			56,24	57,82	52,45

Çizelge 4.17. (devam)

G-1	1	a*	10,17	10,16	12,94
			9,99	9,67	11,72
			10,17	10,15	11,63
		b*	34,72	33,30	32,30
			34,30	33,14	32,65
			34,73	34,83	33,55
	2	L*	56,67	54,19	50,84
			56,43	54,98	48,16
			56,47	55,34	49,70
		a*	9,52	9,42	11,19
			9,58	9,55	11,17
			9,65	9,62	11,15
		b*	34,10	31,81	33,18
			40,76	32,26	32,01
			34,06	32,96	32,66
G-2	1	L*	57,64	58,71	49,58
			57,38	58,76	51,77
			57,73	58,63	51,24
		a*	9,98	10,36	12,43
			9,68	10,07	11,85
			9,66	9,82	12,40
		b*	34,89	35,33	33,43
			34,27	34,91	33,19
			34,40	34,59	33,81
	2	L*	57,02	55,09	50,37
			57,12	54,81	50,29
			57,16	54,62	50,03
		a*	9,79	9,93	12,02
			9,46	9,45	11,12
			9,61	9,25	11,40
		b*	34,67	32,63	33,72
			34,37	32,31	33,52
			34,14	32,26	33,47
G-3	1	L*	58,31	58,32	51,39
			57,94	58,51	49,75
			58,36	58,35	51,38
		a*	10,15	9,61	12,08
			9,87	9,86	13,65
			10,04	9,47	12,23
		b*	34,73	33,65	32,97
			34,28	33,47	33,61
			34,30	33,58	32,48
		L*	58,96	56,48	49,67
			58,94	58,09	49,50

Çizelge 4.17. (devam)

G-4	2		58,61	56,34	49,57
		a*	9,34	9,12	10,77
			9,29	9,58	10,51
			9,38	8,99	10,64
			9,38	8,99	10,64
		b*	33,97	31,90	32,24
			33,76	33,29	32,27
			34,18	31,60	33,60
	1	L*	59,43	59,68	51,72
			58,72	59,92	54,34
			59,08	58,97	51,07
		a*	10,04	9,95	11,95
			10,01	9,93	11,24
			10,07	9,94	12,49
			10,07	9,94	12,49
		b*	34,70	34,01	33,97
			34,76	34,49	33,13
			35,34	33,07	33,11
	2	L*	58,06	56,79	49,74
			58,27	56,68	49,56
			58,12	56,71	49,36
		a*	10,00	9,16	9,84
			9,95	9,75	10,64
			10,17	9,06	10,98
		b*	34,07	31,74	31,73
			35,01	33,13	31,67
			34,70	32,73	31,91

Çizelge 4.18’de verilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin üretim aşamaları boyunca belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, L* değeri üzerinde muamele, üretim aşaması, ve muamele x üretim aşaması interaksyonu, b* değeri üzerinde üretim aşaması faktörü, a* değeri üzerinde ise muamele ve üretim aşaması faktörleri P<0,01 düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde üretim aşamaları boyunca belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

L* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	45,601	46,067**
Üretim Aşaması	2	367,436	371,191**
Blok	1	15,759	15,920**
Muamele x Üretim aşaması	8	8,601	8,689**
Hata	60	0,990	-
Total	90	-	-
a* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,337	1,942
Üretim Aşaması	2	32,946	189,711**
Blok	1	15,985	92,047**
Muamele x Üretim aşaması	8	0,258	1,483
Hata	60	0,174	-
Total	90	-	-
b* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	4,667	5,723**
Üretim Aşaması	2	23,173	28,419**
Blok	1	10,350	12,693**
Muamele x Üretim aşaması	8	1,207	1,480
Hata	60	0,815	-
Total	90	-	-

** : P<0,01

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen L, a* ve b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. En düşük ortalama L* değeri kontrol grubunda tespit edilmişken, en yüksek ortalama değer G-4 grubunda belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde hem kinoa unu hem de κ -karragenan kullanımının parlaklığın bir göstergesi olan L* değerini artırdığını söyleyebilmek mümkündür. Kırmızılığın bir göstergesi olan a* değeri, G-3 ve G-4 gruplarında en düşük, kontrol grubunda ise en yüksek ortalama değere sahiptir. Böylece köftelere yağ ikamesi olarak kinoa unu ilavesinin ortalama a* değerini düşürdüğü, κ -karragenan kullanımının ise bu değer üzerinde önemli bir

etkisinin olmadığı görülmektedir. En düşük ortalama b^* değeri kontrol grubunda saptanmışken, diğer gruplar için daha yüksek ortalama değerler belirlenmiştir. Bununla birlikte yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanımının ortalama b^* değeri üzerinde önemli seviyede etkili olmadığı görülmektedir. Pellegrini *et al.* (2018) domuz karaciğerinden üretilen pâté adlı pişirilmiş et ürününde hayvansal yağ yerine farklı oranlarda beyaz, kırmızı veya siyah kinoa kullanımının L^* değeri üzerinde etkili olmadığını, bununla birlikte genel itibariyle a^* ve b^* değerlerini düşürdüğünü bildirmiştir. Diğer yandan Hughes *et al.* (1996) frankfurter tipi sosislerde, Modi *et al.* (2009) ise koyun etinden üretilen köftelerde κ -karragenan ve yulaf lifi kullanımının renk üzerinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.19. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	L^*	a^*	b^*
Kontrol	51,88±1,76 ^d	10,60±1,38 ^a	32,58±1,09 ^b
G-1	53,99±3,13 ^c	10,41±0,99 ^{ab}	33,74±2,00 ^a
G-2	54,88±3,40 ^b	10,46±1,09 ^{ab}	33,88±0,90 ^a
G-3	55,47±3,92 ^{ab}	10,26±1,25 ^b	33,33±0,90 ^a
G-4	55,90±3,85 ^a	10,29±0,88 ^b	33,51±1,22 ^a

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

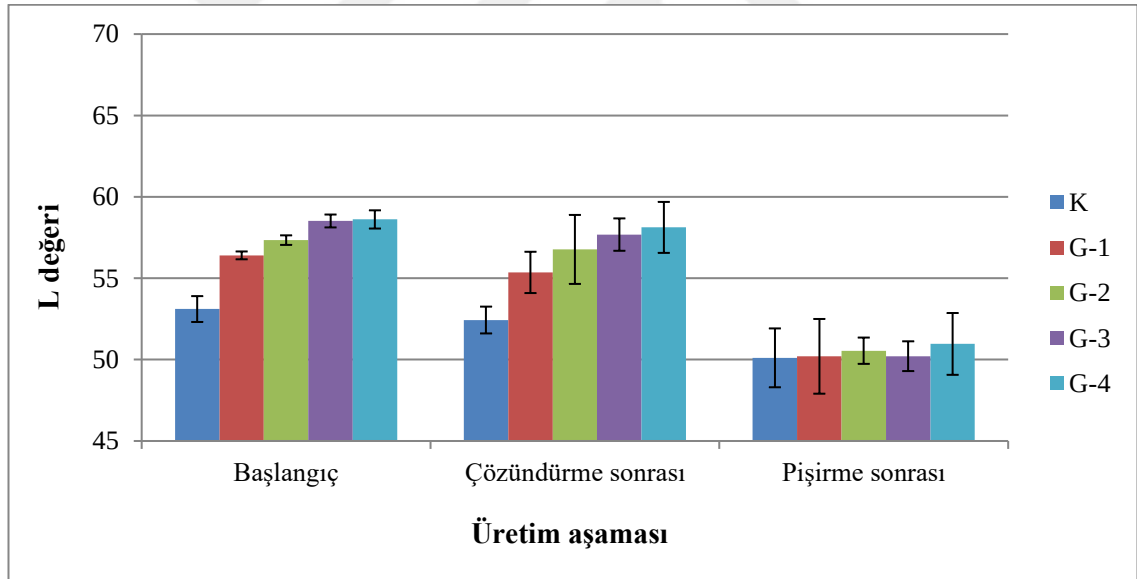
Üretim aşamaları boyunca tavuk köftelerinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Köfte hamurunda 56,80±2,10 olan ortalama L^* değerinin, çözündürme ve pişirme sonrasında önemli seviyede azaldığı görülmektedir. Bu durumun, köftelerde meydana gelen nem ve yağ kaybı ile pişirme işlemi neticesinde proteinlerde meydana gelen termal denatürasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan ortalama a^* değeri pişirme sonrasında önemli seviyede artış göstermişken, ortalama b^* değeri çözündürme sonrasında önemli seviyede azalmıştır. Kesemen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada pişirme sonrası tavuk köftelerinde L^* değerinin azaldığı, a^* ve b^* değerlerinin ise arttığı gözlenmiştir. Kim *et al.* (2003) bira posasından elde edilen diyet lifi ilave edilmiş tavuk köftesinde pişirme sonrası ortalama L^* değerinin genel itibariyle azaldığını, a^* ve b^* değerlerinin ise arttığını bildirmiştir.

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

Aşama	L*	a*	b*
Köfte hamuru	56,80±2,10 ^a	9,87±0,31 ^b	34,42±1,35 ^a
Çözündürme sonrası	56,07±2,47 ^b	9,72±0,39 ^b	32,97±1,09 ^b
Pişirme sonrası	50,40±1,57 ^c	11,60±1,14 ^a	32,83±0,95 ^b

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

Tavuk köftelerinin L* değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksyonunun etkisi şekil 4.2’de gösterilmiştir. Köfte hamurunda ve çözündürme sonrasında %4 kinoa içeren G-3 ve G-4 gruplarının diğer gruplara nazaran daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Pişirme sonrasında ise bütün gruplarda genel bir düşüş gözlenmiş ve bütün gruplar için genel itibariyle birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinin L* değeri üzerine muamele x üretim aşaması interaksyonunun etkisi

4.6. Pişirme Verimi

Et endüstrisi için önemli kalite ölçütlerden birisi de pişirme verimidir. Çizelge 4.21’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri

görülmektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi yağı azaltılmış tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri 88,05 ile 91,89 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.21. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
Kontrol	88,98	89,23
	89,03	88,81
	88,05	88,56
G-1	89,14	90,74
	88,97	90,90
	88,55	90,69
G-2	90,42	91,63
	90,41	91,31
	89,62	91,08
G-3	91,48	91,89
	91,59	91,83
	90,71	91,86
G-4	90,92	91,02
	91,45	91,34
	91,53	91,63

Çizelge 4.22’de verilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimine ait değerlere göre, muamele faktörü pişirme verimi değerleri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.22. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	7,891	63,710**
Blok	1	4,555	36,777**
Hata	20	0,124	-
Total	30	-	-

**: $P<0,01$

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. En düşük ortalama pişirme verimi değeri kontrol grubunda belirlenmişken, en yüksek ortalama değerler G-3 ve G-4 gruplarında belirlenmiştir. Yağı azaltılmış tavuk köftelerine kinoa unu ve κ -karragenan ilavesinin pişirme verimini artırdığı görülmektedir. Bu durumun yağ oranının azaltılması ile kinoa unu ve κ -karragenanın su tutma kapasitesini artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Özer and Seçen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada sığır etinden üretilen köftelerde kullanılan kinoa unu miktarı arttıkça pişirme veriminin de arttığı bildirilmiştir. Modi *et al.* (2012) koyun etinden üretilen köftelerde karragenan ve yulaf unu kullanımının, Kesemen (2018) ise yağı azaltılmış tavuk köftesinde chia unu ve κ -karragenan kullanımının pişirme verimini artırdığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.23. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen pişirme verimi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Pişirme Verimi
K	88,77±0,42 ^d
G-1	89,83±1,06 ^c
G-2	90,75±0,73 ^b
G-3	91,56±0,45 ^a
G-4	91,32±0,29 ^a

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

4.7. Nem tutma

Çizelge 4.24’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri verilmiştir. Buna göre en düşük nem tutma değeri 51,72 ile kontrol grubunda, en yüksek nem tutma değeri ise 55,39 ile G-3 grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
Kontrol	51,72	52,50
	52,05	53,00
	52,27	52,43
G-1	55,33	54,32
	52,50	52,24
	52,33	54,21
G-2	52,72	54,13
	53,66	53,71
	52,34	54,29
G-3	53,95	53,93
	55,39	54,45
	54,63	54,24
G-4	54,34	53,72
	55,09	54,47
	54,45	53,68

Çizelge 4.25’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Muamele faktörü nem tutma değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.25. Farklı formülasyona sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	4,282	7,320**
Blok	1	0,432	0,739
Hata	20	0,585	-
Total	30	-	-

** $P<0,01$

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere kinoa unu ve κ -karragenan kullanılan gruplar için belirlenen ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu değilken, bu değerler

kontrol grubunda belirlenen ortalama değerden önemli seviyede daha yüksektir. Modi *et al.* (2012) koyun köftelerinde karragenan ve yulaf unu kullanımının ortalama nem tutma değerini artırdığı ve bu durumun κ -karragenanın su bağlama kabiliyetinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.26. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen nem tutma değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Nem tutma
Kontrol	52,27±0,47 ^b
G-1	53,49±1,30 ^a
G-2	53,57±0,79 ^a
G-3	54,38±0,54 ^a
G-4	54,28±0,55 ^a

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

4.8. Tekstür Profil Analiz Sonuçları

Et ve et ürünlerinde tekstür, hem ürün kalitesini hem de tüketici tercihlerini belirleyen önemli bir kalite kriteridir. Mevcut bu araştırmada köftelerin tekstürel özellikleri tekstür profil analiz (TPA) cihazıyla enstrümental olarak belirlenmiştir. Ürünün çiğnenme süresince maruz kaldığı koşulları taklit etme prensibine dayanan TPA gıdaların tekstürel analizi için kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir (Herrero *et al.* 2007). Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait değerler Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait değerler

Muamele	Sertlik (N)		Yapışkanlık (mj)		Kohesivlik		Esneklik		Elastikiyet (mm)		Sakızımsılık (N)		Çiğnenebilirlik (mj)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrol	60,88	58,07	0,17	0,23	0,30	0,33	0,08	0,08	5,63	4,82	18,50	18,9	103,87	91,23
	68,09	57,60	0,10	0,10	0,30	0,33	0,07	0,07	5,21	4,73	20,73	19,1	107,90	90,27
	75,02	64,95	0,13	0,40	0,33	0,34	0,08	0,07	5,20	4,52	25,14	22,1	130,53	100,33
G-1	64,76	50,97	0,30	0,07	0,30	0,30	0,07	0,08	4,26	4,69	19,29	15,1	82,13	70,83
	64,50	56,01	0,13	0,07	0,33	0,32	0,10	0,08	4,29	4,55	21,41	17,8	91,83	81,23
	67,70	53,99	0,03	0,23	0,30	0,29	0,06	0,08	5,55	4,54	20,25	15,9	112,20	72,60
G-2	79,52	64,20	0,17	0,13	0,29	0,32	0,07	0,08	4,84	4,95	21,86	20,7	105,43	102,47
	81,59	58,74	0,07	0,10	0,30	0,30	0,07	0,07	4,73	5,14	24,15	17,6	113,77	90,57
	83,88	62,99	0,53	0,23	0,32	0,29	0,07	0,08	4,61	4,57	26,85	18,2	123,47	83,17
G-3	65,23	58,15	0,30	0,37	0,25	0,29	0,07	0,07	4,77	4,77	16,62	16,8	79,27	80,13
	63,21	63,46	0,17	0,33	0,26	0,29	0,07	0,08	5,07	4,78	16,52	18,5	83,67	88,50
	63,34	60,19	0,27	0,33	0,27	0,27	0,07	0,07	5,25	4,77	16,85	16,0	88,10	76,77
G-4	84,99	72,88	0,50	0,13	0,28	0,26	0,06	0,06	4,79	4,74	23,83	19,2	113,80	91,03
	76,82	76,02	0,23	0,37	0,28	0,30	0,07	0,07	4,72	4,77	21,54	22,5	102,00	107,17
	80,89	67,88	0,33	0,10	0,33	0,30	0,07	0,08	4,44	4,51	26,39	20,3	116,83	92,27

Çizelge 4.28’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Muamele faktörü sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde, elastikiyet değeri üzerinde ise $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.28. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Sertlik			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	806,918	30,696**
Blok	1	2075,328	78,947**
Hata	80	26,228	-
Total	90	-	-
Yapışkanlık			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,059	1,307
Blok	1	0,00	0,002
Hata	80	0,045	-
Total	90	-	-
Kohesivlik			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,007	10,659**
Blok	1	0,001	1,168
Hata	80	0,001	-
Total	90	-	-
Esneklik			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,00	2,070
Blok	1	0,00	1,473
Hata	80	0,00	-
Total	90	-	-
Elastikiyet			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,450	2,750*
Blok	1	0,633	3,868
Hata	80	0,164	-
Total	90	-	-
Sakızimsılık			
Varıasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	94,045	10,601**
Blok	1	164,025	18,490**
Hata	80	8,871	-

Çizelge 4.28. (devam)

Total	90	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	2117,691	9,989**
Blok	1	5580,619	26,324**
Hata	80	211,994	-
Total	90	-	-

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

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere en yüksek ortalama sertlik değeri G-4 grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değerler G-1 ve G-3 gruplarında saptanmıştır. Bu sonuçlara göre tavuk köftelerinde yağ ikamesi olarak kinoa unu kullanımının kontrole göre sertlik değerini düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Bununla birlikte κ -karragenan kullanımının ise köftelerin sertlik değerini artırdığı görülmektedir. Kohesivlik değeri, köfte üretiminde yağ yerine kullanılan kinoa unu oranına bağlı olarak azalmış ve en düşük ortalama kohesivlik değeri %4 oranında kinoa unu içeren G-3 grubunda saptanmıştır. Diğer yandan %4 oranında kinoa unu ile birlikte %1 oranında κ -karragenan kullanımının ise bu değeri artırdığı görülmektedir. Elastikiyet değeri kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanılan bütün gruplarda kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Köftelerde belirlenen sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin ise kinoa unu kullanılan G-1 ve G-3 gruplarında kontrole göre daha düşük olduğu, bununla birlikte kinoa unu ile birlikte κ -karragenan kullanılan G-2 ve G-4 gruplarında bu özellikler açısından kontrole benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Diğer yandan tekstürel özelliklerden yapışkanlık ve esneklik için tüm gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Romero *et al.* (2018) balık köftesinde kinoa unu kullanımının tekstürel parametrelerden sertlik artırdığını bildirmişlerdir. Ulu (2006) %1 oranında karragenan kullanılan düşük yağlı sığır eti köftelerinde pişirme sonrası sertlik değerinin önemli seviyede arttığını, Hsu and Chung (2001) ise düşük yağlı emülsüfiye köftelerde κ -karragenan kullanımının

sertlik, çığnenebilirlik ve sakızımsılık değerini önemli ölçüde arttırdığını rapor etmişlerdir. Diğer yandan Pellegrini *et al.* (2018) tarafından yapılan bir çalışmada domuz karaciğerinden üretilen pt adlı pişirilmiş et ürününde hayvansal yağ yerine farklı oranlarda kinoa kullanımının tekstürel özelliklerden sertlik ve sakızımsılığı arttırdığı, esneklik ve kohesivlik değerlerini ise etkilemediği bildirilmiştir. Sığır etinden üretilen köftelerde kinoa kullanımının tekstürel özellikler üzerine etkilerinin incelendiği bir diğer araştırmada, köfte üretiminde kullanılan kinoa unu oranı arttıķa tekstürel parametrelerden kohesivlik ve sakızımsılık değerlerinin de arttığı, sertlik ve çığnenebilirlik değerlerinin ise değişmediği tespit edilmiştir (Bağdatlı 2018). Mevcut bu araştırmada ise tavuk köftesinde yağın azaltılarak yerine farklı oranlarda kinoa unu kullanımının ve üretimde köftelere κ-karragenan ilavesinin tekstürel özelliklerinden sertlik, kohesivlik, elastikiyet, sakızımsılık ve çığnenebilirlik değerlerini etkilediği görülmektedir.

Çizelge 4.29. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Sertlik (N)	Yapışkanlık(mj)	Kohesivlik	Esneklik	Elastikiyet (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (mj)
Kontrol	64,10±7,20 ^c	0,19±0,18 ^a	0,32±0,02 ^a	0,08±0,01 ^a	5,02±0,40 ^a	20,76±3,11 ^a	104,02±16,69 ^a
G-1	60,76±6,23 ^c	0,14±0,19 ^a	0,31±0,02 ^{ab}	0,08±0,01 ^a	4,65±0,76 ^b	18,32±2,88 ^b	85,14±20,10 ^b
G-2	71,22±11,00 ^b	0,21±0,23 ^a	0,31±0,17 ^{ab}	0,08±0,01 ^a	4,80±0,26 ^{ab}	21,59±4,04 ^a	103,14±16,34 ^a
G-3	62,26±4,09 ^c	0,29±0,23 ^a	0,27±0,03 ^c	0,07±0,01 ^a	4,90±0,23 ^{ab}	16,91±2,31 ^b	82,74±10,67 ^b
G-4	76,57±7,07 ^a	0,23±0,22 ^a	0,29±0,04 ^b	0,07±0,01 ^a	4,66±0,23 ^b	22,32±4,17 ^a	103,85±18,33 ^a

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

4.9. Duyusal Analiz

Gıdanın tüketici tarafından kabul edilebilirliği beş duyu organı ile belirlenmektedir. İlk olarak ürünün renk ve kokusundan etkilenen tüketici tüketim sırasında tat, aroma ve tekstürel özelliklerine göre ürünü değerlendirmektedir (Yılmaz 2016). Çizelge 4.30’da farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait değerler verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere görünüş değeri 3,8-4,5 arasında, renk değeri 3,7-4,5 arasında, tat ve koku 3,3-4,1 arasında, tekstür 3,0-4,0 arasında ve genel kabul edilebilirlik ise 3,4-4,3 arasında puanlar almıştır.

Çizelge 4.30. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait değerler

Muamele	Blok	Duyusal Özellik				
		Görünüş	Renk	Tat ve Koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
Kontrol	1	4,1	4,0	4,0	3,9	4,0
	2	4,1	3,8	3,6	3,7	3,7
G-1	1	4,5	4,5	3,6	3,6	4,0
	2	4,1	3,9	4,1	4,0	4,1
G-2	1	4,5	4,4	4,0	3,9	4,0
	2	4,3	4,1	4,1	3,8	4,3
G-3	1	4,4	4,4	3,4	3,6	3,4
	2	4,1	3,7	3,6	4,0	3,8
G-4	1	4,3	4,4	3,4	3,3	3,4
	2	3,8	4,1	3,3	3,0	3,6

Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyusal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Buna göre muamele faktörü görünüş, renk, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olamamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.31. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duysal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Görünüş			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,415	0,735
Blok	1	1,960	3,472
Hata	90	0,564	-
Total	100	-	-
Renk			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	0,465	0,803
Blok	1	4,410	7,618
Hata	90	0,579	-
Total	100	-	-
Tat-koku			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	1,585	1,879
Blok	1	0,090	0,107
Hata	90	0,843	-
Total	100	-	-
Tekstür			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	1,765	2,322
Blok	1	0,040	0,053
Hata	90	0,760	-
Total	100	-	-
Genel Kabul Edilebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele	4	1,512	1,862
Blok	1	0,563	0,692
Hata	90	0,813	-
Total	100	-	-

Çizelge 4.32’de farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duysal analiz değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere duysal olarak belirlenen bütün özellikler için gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu değildir. Bu durum yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanımının belirlenen duysal özellikler açısından mümkün olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Bağdatlı (2018) tarafından yapılan bir araştırmada kontrol grubu ile %2,5 ve %5 oranında kinoa

içeren sığır eti köfteleri arasında duyuşal özelliklerden koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik değeri açısından istatistiki bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinde belirlenen duyuşal analiz değeriğine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	Görünüş	Renk	Tat-koku	Tekstür	Genel Kabul Edilebilirlik
Kontrol	4,10±0,79 ^a	3,90±0,85 ^a	3,80±1,00 ^a	3,80±0,83 ^a	3,85±0,93 ^a
G-1	4,30±0,57 ^a	4,20±0,62 ^a	3,85±0,75 ^a	3,80±0,83 ^a	4,03±0,73 ^a
G-2	4,40±0,68 ^a	4,25±0,72 ^a	4,05±0,76 ^a	3,85±0,67 ^a	4,15±0,81 ^a
G-3	4,25±0,64 ^a	4,05±0,83 ^a	3,50±1,00 ^a	3,80±0,95 ^a	3,60±0,88 ^a
G-4	4,05±1,00 ^a	4,25±0,85 ^a	3,35±0,99 ^a	3,15±0,99 ^a	3,50±1,05 ^a

^a: Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P>0,05)

5. SONUÇ

Araştırmada, yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanımının bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla üretilen farklı formülasyonlara sahip tavuk köftelerinden farklı üretim aşamalarında (köfte hamuru, çözündürme sonrası ve pişirme sonrası) örnekler alınmış ve bu örneklerde pH, nem içeriğı, a_w , TBARS ve renk değeri belirlenmiştir. Ayrıca köftelerin pişirme verimi ve nem tutma değeri hesaplanmış ve son üründe ise TPA ve duyuşsal analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ve değeriendirmelerden aşağıda belirtilen genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde kinoa unu kullanımının pH değeri düşürdüğü, κ -karragenan ilavesinin ise artırdığı görülmüştür. Bununla birlikte en yüksek ortalama pH değeri $5,69 \pm 0,16$ ile kontrol grubunda belirlenmiştir.
2. Tavuk köftelerinin hazırlanmasında kullanılan farklı formülasyonların % nem içerikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Diğer yandan üretimde kullanılan kinoa unu ve κ -karragenan köftelerin a_w değeri düşürmüştür. Bununla birlikte pişirme sonrasında köftelerin hem % nem içeriğı hem de a_w değeri azalmıştır.
3. En yüksek ortalama TBARS değeri G-3 ve G-4 gruplarında belirlenmişken, kontrol, G-1 ve G-2 gruplarında daha düşük TBARS değeri tespit edilmiştir. Tavuk köftelerinde belirlenen TBARS değeri üretim aşamaları boyunca artış göstermiş ve pişirme sonrasında en yüksek değere ulaşmıştır.
4. Yağı azaltılmış tavuk köftesi üretiminde kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanımının L^* değeri artırdığı, kinoa unu kullanımının a^* değeri düşürdüğü ve en düşük ortalama b^* değeri kontrol grubunda belirlendiğı gözlenmiştir. Diğer yandan üretim aşamaları boyunca L^* değeri azaldığı, a^* değeri pişirme sonrası arttığı ve b^* değeri ise çözündürme sonrasında azaldığı tespit edilmiştir.
5. En düşük ortalama pişirme verimi değeri kontrol grubunda belirlenmişken, en yüksek ortalama değeri G-3 ve G-4 gruplarında belirlenmiştir. Yağı azaltılmış tavuk köftelerine kinoa unu ve κ -karragenan ilavesinin pişirme verimini artırdığı görülmektedir.

6. Kinoa unu ve κ -karragenan kullanılan gruplar için belirlenen ortalama nem tutma değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık söz konusu değilken, bu değerler kontrol grubunda belirlenen ortalama değerden önemli seviyede daha yüksektir.
7. Tavuk köftesinde yağ ikamesi olarak kinoa unu kullanımının kontrole göre sertlik değerini düşürdüğü, köftelere κ -karragenan ilavesinin ise sertlik değerini artırdığı görülmüştür. Kohesivlik değeri, üretimde kullanılan kinoa unu oranına bağlı olarak azalmıştır. Elastikiyet değeri kinoa unu ve/veya κ -karragenan kullanılan bütün gruplarda kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Köftelerde belirlenen sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin sadece kinoa unu kullanılan gruplarında kontrole göre daha düşük olduğu, bununla birlikte kinoa unu ile birlikte κ -karragenan kullanılan gruplarda kontrole benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür. Diğer yandan yapışkanlık ve esneklik için tüm gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.
8. Duyusal olarak belirlenen bütün özellikler için gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık söz konusu değildir.

Sonuç olarak; yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kinoa unu ve κ -karragenan kullanımının fizikokimyasal ve tekstürel özelliklerde önemli değişimlere neden olduğu, bu değişimlerin ileri işlenmiş tavuk eti ürünlerinin üretiminde dikkate alınması gereken önemli bulgular içerdiği ve yağı azaltılmış tavuk köftelerinde %2 oranında kinoa unu ile %1 oranında κ -karragenan kullanımının belirlenen özellikler açısından uygun sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır. Diğer yandan bu şekilde üretilecek tavuk köftelerinde belirli depolama koşulları altında meydana gelebilecek fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerdeki değişimleri belirlemek amacıyla yapılacak çalışmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abugoch, J., L. E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Adv. Food Nutr. Res.*, 58(1-31).
- Anonim., 2019a. Kümes havyacılığı  retimi – Tavuk eti üretimi verileri. T  K. Ankara.
- Anonim., 2019b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et  r nleri Tebliği. Tebliğ no: 2018/52. Ankara.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Washington, DC.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Washington, DC.
- Bagdatli, A. 2018. The Influence of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) flour on the physicochemical, textural and sensorial properties of beef meatball. *Italian Journal of Food Science*, 30(2), 280-288.
- Bater, B., Descamps, O., & Maurer, A. J. 1992. Quality characteristics of hydrocolloid-added oven-roasted turkey breasts. *Journal of Food Science*, 57(5), 1068-1070.
- Bourne, M. C. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32(7), 62-&.
- Bruhn, C. M., Cotter, A., Diazknauf, K., Sutherlin, J., West, E., Wightman, N., Williamson, E., & Yaffee, M. 1992. Consumer attitudes and market potential for foods using fat substitutes. *Food Technology*, 46(4), 81-&.
- Choi, Y. S., Choi, J. H., Kim, H. Y., Kim, H. W., Lee, M. A., Chung, H. J., Lee, S. K., & Kim, C. J. 2011. Effect of Lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder on the quality characteristics of chicken patties in refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31(1), 9-18.
- Choi, Y. S., Sung, J. M., Park, J. D., Hwang, K. E., Lee, C. W., Kim, T. K., Jeon, K. H., Kim, C. J., & Kim, Y. B. 2016. Quality and sensory characteristics of reduced-fat chicken patties with pork back fat replaced by dietary fiber from wheat sprout. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(6), 799-806.
- Fernandez-Diez, A., Caro, I., Castro, A., Salva, B. K., Ramos, D. D., & Mateo, J. 2016. Partial fat replacement by boiled quinoa on the quality characteristics of a dry-cured sausage. *Journal of Food Science*, 81(8), C1891-C1898.
- Fizman, S. M., & Salvador, A. 2003. Recent developments in coating batters. *Trends in Food Science & Technology*, 14(10), 399-407.
- Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V. C., & Troy, D. 2014. Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat Science*, 98(3), 561-568.
- Herrero, A.M., Ordonez, J.A., de Avila, R., Herranz, B., de la Hoz, L., Cambero, M.I., 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77(3), 331-338.
- Hsu, S. Y., & Chung, H. Y. 2001. Effects of kappa-carrageenan, salt, phosphates and fat on qualities of low fat emulsified meatballs. *Journal of Food Engineering*, 47(2), 115-121.
- Hughes, E., Cofrades, S., & Troy, D. J. 1997. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 45(3), 273-281.
- Jancurov , M., Minarovi ov , L., & Dand r, A. 2009. Quinoa – a Review. *Czech J. Food Sci.* 27(2), 71-79.

- Kaya, M., 2013. Et teknolojisi ders notu. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kaya, M., Kaban, G., 2010. Fermente Et Ürünleri. Gıda Biyoteknolojisi, Ed. Nejla Aran. Nobel Yayın Evi. Ankara, 157-195.
- Kesemen, A. M., 2018. Yağı azaltılmış tavuk köftelerinde chia unu ve κ -karragenan kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklere etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Lee, S. Y., Choi, M. S., Lim, Y. B., Choi, J. H., Choi, Y. S., Kim, H. Y., & Kim, C. J. 2013. Effects of Dietary Fiber Extracts from Brewer's Spent Grain on Quality Characteristics of Chicken Patties Cooked in Convective Oven. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33(1), 45-52.
- Konishi, Y. 2002. Nutritional characteristic of pseudocereal amaranth and quinoa: alternative foodstuff for patients with food allergy. *J Jpn Nutr Food Sci*, 55, 299-302.
- Lemon, D. W. 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular, No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Modi, V. K., Yashoda, K. P., & Naveen, S. K. 2009. Effect of Carrageenan and Oat Flour on Quality Characteristics of Meat Kofta. *International Journal of Food Properties*, 12(1), 228-242.
- Murphy, E. W., Criner, P. E., & 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, C. O., Seçen S. M., 2018. Effects of quinoa flour on lipid and protein oxidation in raw and cooked beef burger during long term frozen storage. *Food Science and Technology*, 38(1), 221-227
- Pellegrini, M., Lucas-Gonzalez, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J., Viuda-Martos M. 2018. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) paste as partial fat replacer in the development of reduced fat cooked meat product type pâté: Effect on quality and safety. *CyTA – Journal of Food*, 16(1), 1079-1088.
- Romero, M. C., Fogar, R. A., Rolhaiser, F., Clavero, V. V., Romero, A. M., & Judis, M. A. 2018. Development of gluten-free fish (*Pseudoplatystoma corruscans*) patties by response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 55(5), 1889-1902.
- Turp, G. Y., Reçber, B., Gençoğlu, K. 2016. Köfte üretiminde hardal, çörek otu ve kişniş tohum unları kullanımının depolama süresince bazı ürün özellikleri üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 14(3), 247-255.
- Ulu, H. 2006. Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs. *Food Chemistry*, 95(4), 600-605.
- Vilcacundo, R., & Hernandez-Ledesma, B. 2017. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
- Yaralı, A., & Öztan, A., 2006. Et sanayiinde kullanılan farklı hidrokolloidlerin tekstür ve renk özellikleri üzerine etkisi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu
- Yılmaz, Z. F., 2016. Starter kültür kullanımının ısıtma işlem görmüş sucuğun uçucu bileşikleri ve diğer bazı kalitatif özelliklerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

1992 senesinde Antalya'nın Elmalı ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümüne başladı. 2014 yılında mezun oldu. 2014-2015 yılları arasında askerlik görevini yerine getirdi. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansa başladı. Yüksek Lisans öğrenimi hala devam etmektedir.

