

# Piliç köfte reçetesinde abdominal yağ ve göğüs deri oranlarının optimizasyonu

Kıvılcım ATEŞ\*

HasTavuk Ar-Ge Merkezi, Susurluk, Balıkesir, Türkiye.

Geliş Tarihi (Received Date): 07.10.2024

Kabul Tarihi (Accepted Date): 09.01.2025

## Öz

Piliç köftenin lezzeti ve dokusu içerdiği etin ve yağın türüne, miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada beyaz et üretim tesislerinde piliç parçalama prosesi yan ürünü olan, düşük katma değerli göğüs deri ve abdominal yağın; piliç köfte içeriğinde kullanımında optimum karışım oranlarını belirlemek üzerine bir çalışma yapılmıştır. Amaç, bu iki yan ürüne katma değer kazandırmak, optimum karışım oranlarını belirlerken endüstride uygulanabilir köfte reçetesi oluşturmaktır. Bu amaçla göğüs deri ve abdominal yağ girdilerinin toplamı her zaman %40 olacak şekilde farklı faktör seviyeleri için 7 farklı deney tasarlanmış ve çıktı değişkeni olarak pişirme kaybı (%), maliyet (TL) ve ham yağ (%) ölçülmüştür. Karışımın kalan %60'lık kısmı eşit oranda göğüs kuşbaşı eti, köfte harcı, galeta unu, su ve bezelye-narenciye lifiyle mısır-patates nişastası karışımından (Stabilizer) oluşmaktadır. Minitab istatistiksel analiz programı kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi ile matematiksel modelleme ve optimizasyon çalışmaları yapılmış, optimum karışım oranı %28,60 göğüs deri ve %11,40 abdominal yağ olarak belirlenmiştir. Optimize edilmiş köfte reçetesi ile üretilen ürünler için; protein, yağ, karbonhidrat, kül, nem, nişasta, su aktivitesi, diyet lifi, enerji ve kalsiyum değerlerinin yanı sıra köfte hamurunun hazırlandığı 0. gün ile dinlendirildiği 1. güne ait toplam mezofolik aerobik bakteri, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, koliform, *Pseudomonas spp.*, maya ve küf üremeleri incelenmiş, kızgın yağda kızartılmış örnekte duyuusal değerlendirme yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Piliç köfte, matematiksel modelleme, yanıt yüzey yöntemi, optimizasyon.

\* Kıvılcım ATEŞ, [kivilcimates@hastavuk.com](mailto:kivilcimates@hastavuk.com), <http://orcid.org/0000-0001-9550-2801>

## Optimisation of abdominal fat and breast skin ratios in chicken meatball recipe

### Abstract

*The flavor and texture of chicken meatballs vary depending on the type and amount of meat and fat it contains. In this study, a study was conducted to determine the optimum mixing ratios for the use of low value-added breast skin and abdominal fat, which are by-products of the chicken shredding process in white meat production facilities, in chicken meatballs. The aim was to add value to these two by-products and to determine the optimum mixing ratios and to create a meatball recipe applicable in the industry. For this purpose, 7 different experiments were designed for different factor levels so that the sum of breast skin and abdominal fat inputs was always 40% and cooking loss (%), cost (TL) and crude fat (%) were measured as output variables. The remaining 60% of the mixture consisted of equal proportions of cubed breast meat, meatball batter, breadcrumbs, water and a mixture of pea-citrus fiber and corn-potato starch (Stabilizer). Mathematical modeling and optimization studies were performed with Response Surface Method using Minitab statistical analysis program and the optimum mixture ratio was determined as 28.60% breast skin and 11.40% abdominal fat. For the products produced with the optimized meatball recipe; protein, fat, carbohydrate, ash, moisture, starch, water activity, dietary fiber, energy and calcium values as well as total mesophilic aerobic bacteria, Salmonella spp., Escherichia coli, coliform, Pseudomonas spp., yeast and mold growths on day 0 when the meatball dough was prepared and day 1 when it was rested were examined, and sensory evaluation was made in the sample fried in hot oil.*

**Keywords:** *Chicken meatballs, mathematical modeling, response surface method, optimization.*

### 1. Giriş

Protein içeren gıdaların tüketimi metabolik fonksiyonların sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için temel ihtiyaçlardan biridir. Başlıca protein kaynaklarından biri olan kırmızı et üretiminin azalması ve fiyatlarının artması, tüketicilerin protein ihtiyaçlarını karşılayacak alternatif besin kaynaklarına yönelmesini zorunlu kılmıştır. Bu durum daha düşük maliyetli olan kanatlı etine olan talebi arttırmıştır. Kanatlı eti grubunda en çok tüketimi olan piliç eti, içerdiği yüksek proteinin yanı sıra düşük yağ oranıyla avantaj sağlamaktadır. Tüketicilere farklı alternatifler sunabilmek adına piliç eti çeşitli baharatlar ve farklı üretim teknikleriyle işlenmektedir [1]. Bu teknikler son üründe gıda güvenliği riski veya duyuşsal olarak tercih edilmeyecek uygunsuzluklar doğurabilmektedir. Piliç etinden hazırlanmış döner, kebab, şinitzel, burger, nugget, kroket, köfte, cordon bleu gibi ürünlerde raf ömrünü sınırlayan en önemli uygunsuz faktörler lipit oksidasyonu ve lipit kaynaklı reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar trigliserit ya da fosfolipitlerin esteraz enzimi ile mono ya da di gliseritlere veya serbest yağ asitlerine parçalanmasıyla açıklanmaktadır. Bu bileşiklerin oksijenle temasları sonucunda et ve et ürünlerinde istenmeyen koku ve tat oluşumuna neden olan ikincil oksidasyon ürünleri açığa çıkmaktadır [2]. Bunları engellemek amacıyla pek çok farklı bileşenin kanatlı etinden hazırlanmış ürünlerde kullanıldığı ve etkilerinin incelendiği akademik çalışmalara rastlanmaktadır.

Bu çalışmalardan bazılarını inleyecek olursak; Verma ve ark. (2015) yaptığı çalışmada [3], farklı oranlarda yeşil lahanayı (*Brassica oleracea*) piliç köftelerinin hazırlanmasında

kullanmıştır. Antioksidan bileşikler açısından zengin olan yeşil lahananın depo sıcaklığında ( $4 \pm 1$  °C) köftede lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal büyümeyi geciktirdiğini tespit etmiştir. Benzer bir çalışmayı Argel (*Solenostemma argel*) yaprak suyu ekstraktı (ALWE) kullanıp piliç köftelerinde antioksidan etkisini inceleyerek Al-Juhaimi ve ark. (2018) [4] yürütmüştür. ALWE'nin piliç köftelerinin TPC ve DPPH aktivitesini arttırdığı, depolama süresi boyunca ALWE kullanılmamış piliçköftelerine göre daha iyi kalite özellikleri gösterdiği sonuçlandırılmıştır. Zwolan ve ark. (2020) [5], *Nigella sativa* tohum ekstraktlarının uygulanması ile piliç köftede antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, lipid oksidasyonunu azaltma yeteneklerinin değerlendirilmesi üzerine çalışmıştır. Su ve etanol ekstraktı eklenerek hazırlanan numuneler depolama süresi boyunca kontrol numunesiyle karşılaştırılmıştır. Etanol ekstraktıyla hazırlanan numunenin daha yüksek fenolik içerik ve DPPH aktivitesine sahip olduğunu, oksidatif değişimlerinin daha yavaş seyrettiği gösterilmiştir. Hac-Szymanczuk ve ark. (2021) [6], piliç köftede antioksidan stabilitesini değerlendirmek için biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) preparatlarının kullanılabilirliği araştırmıştır. 14 günlük depolamadan sonra en güçlü antioksidan aktiviteyi biberiye etanol ekstraktlarıyla hazırlanan köftelerin gösterdiğini, kontrol numunesiyle karşılaştırıldığında mikrobiyolojik kalitesinin daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Pietrzak ve ark. (2022) [7], su ve etanolik karabuğday kabuğu ekstraktlarını piliç köftelerinde kullanarak lipid oksidasyonu ve mikrobiyolojik etkilerin değerlendirildiği bir çalışma yürütmüş; etanolik ekstraktla hazırlanan köftenin, su ekstraktıyla hazırlanandan daha fazla toplam polifenolik içeriğe sahip olduğunu ve lipid oksidasyonundaki değişimlerinin kontrol numunelerinden daha yavaş olduğunu göstermiştir. Cegiełka ve ark. (2022) [8], Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) preparatlarının çeşitli formlarını hazırlayarak 14 gün depolamış, depolama boyunca piliç köfte kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirilmiş ve tüm preparatın lipid oksidasyonunu yavaşlattığı, en etkilisinin adaçayı etanol ekstraktı olduğu gözlemlenmiştir. Faisal ve ark. (2023) [9], Durian kabuklarından duman tozu elde ederek bu dumanın piliç köfte ürünüde koruyucu olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Araştırma sonucunda 380 °C'de pirolize edilerek elde edilen duman tozunun 64 saatlik depolamada kabul edilebilir kaliteyi koruduğunu, 68 saatlik depolamada *Escherichia coli* bakteriyel kontaminasyonunun hala tolere edilebileceğini göstermiştir. Kutlu ve ark. (2024) [10], zein, gallik asit ve keten tohumu yağı içeren nanolifler elde edilerek bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden yararlanmak amacıyla piliç köftelerin kaplanması için kullanılabilirliğini göstermiştir. Bunun yanında literatürde piliç köfte formülasyonuna farklı bitkisel kaynakların ilavesiyle değişen kalite özelliklerinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur. Kinoa tohumu, mısır ve kinoa nişastasının [11]; buğday, selüloz ve yulaf liflerinin [12]; bezelye, portakal ve inülin liflerinin [13]; inülin, havuç ve selüloz liflerinin [14] piliç köftesinde kullanımı ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi üzerine de yapılmış çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmaların amaçlarından farklı olarak; piliç eti kullanarak hazırlanmış katma değerli ürün reçetelerinde lezzet sağlamak, tekstürü iyileştirmek amacıyla piliç göğüs derisi ve piliç abdominal yağ yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerden piliç köfte, tüketim kolaylığı sebebi ile tüketiciler ve restoranlar tarafından tercih edilen ürün grubundandır [15]. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'nde de köfte ürünü için 'aynı ve/veya farklı tür hayvanların yağları ilave edilerek' tanımlaması kullanılmış ve bu ürünlerin kullanımına izin vermiştir [16]. Jöckel ve Stengel (1984) [17] piliç döner ürünüde piliç derinin örtü yağı olarak lezzete katkı sağlamak amacıyla kullanıldığından bahsetmiştir. Kumral ve Gökçe (2023) [15], piliç köftelerde kasaplık hayvanlardan elde edilen kuyruk yağı ve gömlek (omentum) yağlarının lezzet ve tekstürü

iyileştirmesi üzerine çalışma yapmıştır. Köftedeki yağ içeriğinin incelenmesi temelinde Wang ve ark. (2024) [18] yaptıkları çalışmada pirinç kepeği diyet lifini etkili bir yağ ikamesi olarak düşünerek soya fasulyesi yağı ile ön emülsiyon haline getirmiş ve piliç köfte reçetesinde kullanmıştır. Piliç derisi ise, saf yağ içeriğine sahip abdominal yağın yanı sıra içerdiği kolajen ve bağ dokusu sebebi ile farklı bir lezzet ve elastikiyet sunmaktadır. Ancak bu iki ürün endüstride sosis, salam gibi emülsifiye ürünlerde değerlendirilmeleri, hayvansal enerji kaynağı olmaları yönleriyle benzer; karkas üzerindeki yerleşim yeri, yağ miktarı ve dokusu yönleriyle farklılıklara sahiptir. Bu çalışmanın optimizasyon aşamasında yanıt yüzey yönteminden yararlanılmıştır. Ele alınan girdi değişkenleri (kuterlenmiş piliç göğüs derisi, abdominal yağ) ve ölçülen çıktılar (pişirme kaybı, birim ürün maliyeti) göz önüne alındığında literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamış olması çalışmanın amacını ve yenilikçi yönünü ortaya koymaktadır. Çalışmanın motivasyonu ise; piliç parçalama üretim prosesinde yan ürün olarak ortaya çıkan düşük katma değerli piliç göğüs derisi ve abdominal yağın, katma değeri yüksek piliç köfte formülasyonunda lezzet ve tekstür hedef değerlerini sağlarken; pişirme kaybını ve birim ürün maliyetlerini minimize edecek şekilde kullanılabilirliğini araştırmaktır.

## 2. Materyal ve metot

### 2.1. Materyal

Piliç köfte üretiminde kullanılan piliç göğüs kuşbaşı, kuterlenmiş piliçgöğüs derisi, kuterlenmiş piliç abdominal yağı (HasTavuk, Türkiye), bezelye-narenciye lifiyle mısırpates nişastası karışımı (Stabilizer) (DP&S, The Netherlands), baharat karışımı (Maya Gıda, Türkiye), galeta unu yerel bir marketten temin edilmiştir.

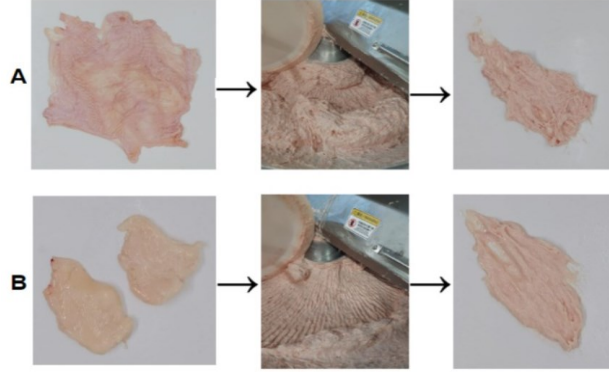
### 2.2. Metot

Piliç köfte üretiminde kesimden sonra rigor mortisi tamamlanmış göğüs kuşbaşı eti 1-4 °C’de 6 saat dinlendirildikten sonra kullanılmıştır. Dinlendirilmiş etin içerisine kuterden çekilmiş piliç göğüs derisi ve piliç abdominal yağ eklenmiştir. Fazla kullanımının TKG’nde yer alan max. %ham yağ analiz sonucunu etkileyebileceği ve pişirme esnasında erimeyerek pişirme kaybını arttıracığı öngörüldüğünden toplam oranı %40 olarak belirlenmiştir [16]. Bu iki girdi için optimum karışım oranları bölüm 3.1’de yapılacak olan optimizasyon çalışması ile belirlenecektir. Stabilizer, köfte baharat karışımı, galeta unu ve su eklenerek homojen karışım elde edilene kadar hamur yoğurma makinesinde (Besa Endüstriyel/Türkiye) yoğrulmuştur. Köfte hamuru 24 saat 0°C’de soğutulularak formlama için hazır hale getirilmiştir. Ardından 6 cm çaplı dairesel kalıplarla formlanmış ve -18°C’de dondurulmuştur. Araştırmada sabit oranlarda kullanılan piliç köfte girdileri Tablo 1’de paylaşılmıştır.

Tablo 1. Köfte formülasyonundaki sabit oranlı girdiler ve oranları.

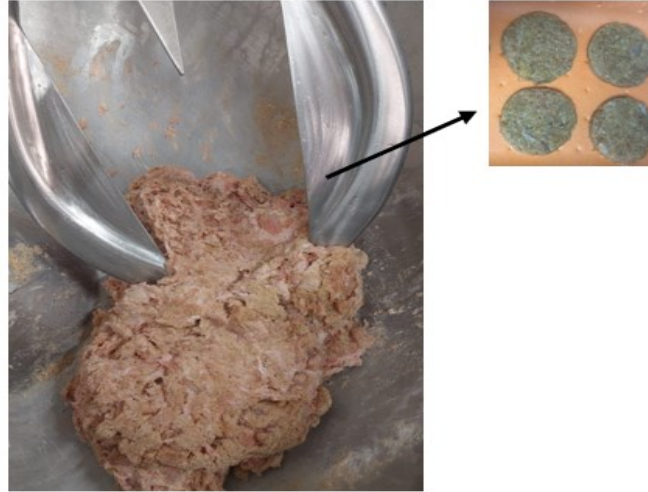
İçindekiler	Oranlar (g/100 g)
Göğüs Kuşbaşı	45
Su (2°C)	1
Köfte harcı	10
Galeta Unu	2
Stabilizer	2

Kuterden geçirilerek sürülebilir kıvam kazandırılan piliç göğüs derisi ve abdominal yağ görselleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kuter makinesinden geçirilmiş piliç göğüs deri (A) ve abdominal yağ (B).

Köfte hamuru ve formu görseli Şekil 2’de paylaşılmıştır.



Şekil 2. Hamur karışımının hazırlanması ve formlama.

### 2.2.1. Matematiksel modelleme ve optimizasyon

Bu çalışmada faktörler (girdi değişkenleri) ile ölçülen yanıtlar (çıkıtkı değişkenleri) arasındaki matematiksel ilişki tam karesel regresyon denklemi ile modellenmiş ve ardından hedeflenen çıktıları elde etmeyi sağlayacak faktör değerlerini belirlemek amacıyla optimizasyon yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan regresyon modelinin genel gösterimi aşağıda Eşitlik (1)’de verildiği gibidir [19, 20]:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j}^n \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon \quad (1)$$

Bu denklemde Y yanıt değişkenini,  $X_i$  ve  $X_j$  ise faktörleri ifade etmektedir. Bu çalışmada yağ (%) ve deri (%) faktörlerine karşın pişirme kaybı (%), maliyet (TL), ve ham yağ (%) yanıtları ölçülmüştür.  $\beta$  katsayıları model parametrelerini,  $\varepsilon$  ise hata terimini göstermektedir. Bu çalışmada deneyler tasarlanırken kullanılan faktörler ve faktör seviyeleri manuel olarak belirlenmiş olup aşağıda Tablo 2’de görüldüğü gibidir [19]:

Tablo 2. Deney tasarlanırken kullanılan faktörler ve seviyeleri.

Faktör Adı	Kısaltma	Birimi	Faktör Seviyeleri
Yağ	$X_1$	%	0, 10, 14, 20, 26, 30, 40
Deri	$X_2$	%	0, 10, 14, 20, 26, 30, 40

Eşitlik (2)'de verilen matris çarpımı işlemi yapılarak  $\beta$  katsayılarını hesaplanmaktadır:

$$\beta = (X^T X)^{-1} (X^T Y) \quad (2)$$

Burada X faktörlerin farklı kombinasyonundan oluşan girdi matrisini, Y her bir yanıt değişkeni için ayrı ayrı olmak üzere gözlenen çıktı değerlerinin yer aldığı sütun vektörünü,  $\beta$  regresyon modeli katsayılarını gösteren vektörü temsil etmektedir. Eşitlik (2)'de verilen matematiksel modelleme aşaması Minitab istatistiksel analiz programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Regresyon denklemi elde edildikten sonra, öncelikle belirleme katsayısı ( $R^2$ ) adı verilen ve regresyon denklemindeki faktörlerin ölçülen yanıt değişkenini temsil etmeye yeterli olup olmadığını anlamamıza yarayan katsayı hesaplanır.  $R^2$ 'nin denklemi aşağıda Eşitlik (3)'te verildiği gibidir [19]:

$$R^2 = \frac{\beta^T X^T Y - n \bar{Y}^2}{Y^T Y - n \bar{Y}^2} \quad (3)$$

Eğer  $R^2$  1'e (%100'e) yakınsa, modelde kullanılan faktörlerin yanıt değişkenini açıklamak için yeterli olduğu ve yeni faktör eklemeye gerek olmadığı sonucuna varılır. Ardından Modelin anlamlı sonuçlar üretip üretmediğini anlamamıza yarayan varyans analizi (ANOVA) yapılır. Bu çalışmada P-değeri yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre %95 güven düzeyinde (I. Tip hata olasılığı= $\alpha$ =%5=0,05), hesaplanan P değeri<0,05 ise model anlamlı demektir [19]. ANOVA analizi ile model anlamlı bulduysa, bu sonuç elde edilmiş olan regresyon denkleminin optimizasyon amacıyla kullanılabileceğini gösterir. Bu çalışmada regresyon modelinin belirlenmesi ve  $R^2$  ile ANOVA hesapları Minitab, LLC 22.1 yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon ise yine Minitab DOE modülü içinde bulunan ve gradyan tabanlı arama algoritması (Gradient Search) kullanan "Minitab Response Optimizer" modülü kullanılarak yapılmıştır.

### 2.2.2. Matematiksel model çıktıları

Pişirme kaybı, bir gıdanın çiğ haldeki ağırlığının pişirme süreci sırasında su, yağ, buhar ve diğer bileşenlerin kaybı nedeniyle azalmasını ifade eder. Bu kayıp, gıdanın su içeriği, yağ miktarı ve pişirme yöntemi gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Köfteler kızgın yağda 4 dakika pişirilmiştir. Pişirme kaybının düşük olması hedeflenmektedir, genellikle yüzde olarak ifade edilmektedir ve gıdanın pişirme sonrası kalan ağırlığı ile pişirme öncesi ağırlığının farkıyla Eşitlik (4)'teki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = 100[(\text{Pişmemiş örnek ağırlığı} - \text{Pişmiş örnek ağırlığı})/\text{Pişmemiş örnek ağırlığı}] \quad (4)$$

Piliç köfte üretiminde kullanılan piliç göğüs derisi ve abdominal yağ köfteye lezzet veren ve maliyeti (TL) etkileyen başlıca bileşenlerdir. Çalışmada kullanılacak bileşenlerin (et, su, köfte harcı, galeta unu, Stabilizer) reçetedeki kullanım oranları sabit tutulmuştur. Matematiksel modellemede girdi değişkenleri için Haziran 2024 güncel satış rakamları: piliç göğüs derisi 35.44 TL/kg, abdominal yağ ise 81.88 TL/kg kabul edilerek maliyet hesaplaması yapılmıştır.

Ham yağ analizi, ürünün yağ içeriğini belirlemek ve yasal standartlara uygunluğu değerlendirmek için yapılmıştır. ‘Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre hazırlanmış çiğ kanatlı eti karışımlarında yağ miktarı kütlece en çok %20 olmalıdır [16], ancak minimum olması da tüketicinin arzu ettiği tekstür ve lezzeti olumsuz etkileyecektir. Bunun için hekzan kullanılarak soxhlet ekstraktörüyle örneklerdeki yağ 4-6 saat boyunca çözücüde toplatılmıştır. Çözücünün buharlaştırılması ile de yağ miktarları ölçülmüştür.

### 2.2.3. Kimyasal kompozisyon

Optimum karışım oranında hazırlanan piliç köfte numunesine ait protein analizinde Kjeldahl prensibinden yararlanılarak organik bileşiklerdeki toplam azot miktarı (N) belirlenmiş, sonuç yüzdesel olarak kayıt edilmiştir (Nx6.25- Gerhardt Application Notes). Köftedeki inorganik madde içeriğini belirlemek amacıyla yüksek sıcaklıklarda yakma işlemi yapılmış, tartım işlemleriyle % kül miktarı hesaplanmıştır. Numune sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutma yöntemi ile nem (%) değeri hesaplanmıştır, elde edilen nem değeriyle kül, protein, yağ ve lif analiz sonuçları Eşitlik (5) denkleminde hesaplanarak % karbonhidrat sonucu elde edilmiştir. Hesaplama yöntemi ile protein, yağ ve karbonhidrat analiz sonuçları kullanılarak toplam enerji (kcal/100gr) değerine ulaşılabilmektedir. Toplam enerji değeri Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Karbonhidrat} = 100 - (\text{Nem} + \text{Kül} + \text{Protein} + \text{Yağ} + \text{Diyet Lifi}) \quad (5)$$

$$\text{Enerji} = (4\text{Protein} (g)) + (9\text{Yağ} (g)) + (4\text{Karbonhidrat} (g)) \quad (6)$$

‘Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği hazırlanmış çiğ kanatlı eti karışımlarında hayvansal olmayan proteinler, nişasta, soya ve soya ürünleri kullanımına izin vermemektedir [16]. Ancak baharatlardan ve galeta unundan gelebilecek nişasta oranları için %5’i aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle numunelerde TS 6812 yöntemi kullanılarak nişasta analizi yapılmıştır. İlgili tebliğe göre hazırlanmış kanatlı eti karışımlarında kalsiyum miktarı sınırı ise 250 mg/kg’dır. Kalsiyum miktarının analizi için ise NMKL 186- ICP/MS yöntemi kullanılmıştır.

Gıdadaki serbest suyun miktarının ve mikroorganizmaların bu suyu kullanabilme potansiyelinin yorumlanabilmesi için su aktivitesi ( $a_w$ ) analizi yapılmıştır. Su aktivitesi TS7474 metodundan (Aqua Lab Series 4TE) yararlanılarak buhar basıncının dengelenmesiyle hesaplanır. Elde edilen değer 0-hiç su yok, 1-saf su aralığında bir sayı olarak ifade edilir.

### 2.2.4. Mikrobiyolojik analizler

Numune hazırlama basamağı tüm mikrobiyolojik analizler için aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Filtreli stomacher poşetlerine steril şartlar sağlanarak 10 gram numune tartılmış, ardından 90 ml %0.1 peptonlu su ile stomacher cihazında homojen hale getirilmiştir. TMAB (toplam mezofilik aerobik bakteri) analizi için PCA (Plate Count Agar), *Salmonella spp.* analizi için RAPID Salmonella agar, maya-küf analizi için DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol), koliform bakteri analizi için VRBA (Violet Red Bile Agar), *Pseudomonas* analizi için PSA (Pseudomonas Selective Agar) kullanılarak ekim yapılmıştır. Yayma yöntemi kullanılarak ekimi gerçekleştirilen petriyeler TMAB ve koliform grubu için 37 °C-48 saat, *Pseudomonas* grubu için 25 °C-48 saat, maya-küf için ise 25 °C-120 saat inkübasyona bırakılmıştır. *Salmonella spp.* analizinde diğer mikroorganizmalardan farklı olarak ön zenginleştirme yapılmasının ardından tek koloni düşürme tekniği ile ekim gerçekleştirilmiş, 8°C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

### 2.2.5. Duyusal analiz

Kızgın derin yağda 4 dk pişirilen piliç köfte 12 kişilik değerlendirme grubuna (HasPiliçAr-Ge Merkezi personelleri) sıcak olarak servis edilmiştir. Panel için açlık veya tokluk gibi faktörlerin analiz sonucu minimum etkileyeceği 15:00-16:00 saat dilimi tercih edilmiştir. Koku, lezzet, renk, tekstür ve yağlılık kriterleri puanlandırılmıştır. Panelistlerin değerlendirmesinde 9 puanlı hedonik skala yönteminden yararlanılmıştır.

### 2.2.6. İstatistiksel analiz

Bu çalışmada deneysel verilerin matematiksel modellemesi ve istatistiksel analizler Minitab 22.1 İstatistiksel Analiz Programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Matematiksel modelleme ve optimizasyon

Deney tasarımı aşamasında standart ortogonal diziler yerine manuel olarak deney tasarlanmıştır. Çünkü standart deney tasarımında yer alan ve faktörlerin bazı uç değer kombinasyonları için üretim yapılamamakta, yapılsa dahi ölçüm alınacak uygun ürünler elde edilememektedir. Bu nedenle zaman, maliyet ve yapılabirlik kısıtları altında 7 tane deney yapılmasına karar verilmiştir. Deney tasarımı ve ölçülen sonuçlar aşağıda Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Deneysel sonuçlar.

Deney No (i)	Faktörler		Yanıtlar		
	Abdominal Yağ (%) ( $X_{i1}$ )	Piliç Göğüs Deri (%) ( $X_{i2}$ )	Piştirme Kaybı (%) ( $Y_{i1}$ )	Maliyet (TL) ( $Y_{i2}$ )	Ham Yağ (%) ( $Y_{i3}$ )
1	40	0	34,23	1,42	14,79
2	0	40	26,48	3,28	10,80
3	20	20	32,11	2,35	13,04
4	10	30	27,54	2,81	12,57
5	30	10	33,14	1,88	14,05
6	14	26	27,05	2,63	13,85
7	26	14	30,05	2,07	13,93

Deney tasarımı ile elde edilen veriler Minitab istatistiksel analiz programının deney tasarımı modülü yardımıyla matematiksel modelleme yapılmıştır. Farklı model kombinasyonlarının denenmesinin ardından tam karesel (lineer+karesel+etkileşim terimleri içeren) modelin en yüksek  $R^2$  değerini verirken, en düşük P-değerini verdiği görülmüştür. Elde edilen regresyon denklemleri aşağıda Eşitlik (7-9)'da verildiği gibidir. Tablo 3'te verilen  $Y$  değerleri gözlenen değeri gösterirken, aşağıdaki eşitliklerde belirtilen  $\hat{Y}$  ise gözlemlerden tahmin edilen matematiksel modeli ifade etmektedir. Çalışmada ele alınan abdominal yağ (%) ve piliç göğüs deri (%) toplamı her zaman %40 olarak ayarlanmıştır. Ürün reçetesindeki kalan %60'lık bölüm ise diğer karışım malzemelerinden (piliç eti, su (+2 °C), tuz, köfte harcı, galeta unu, Stabilizer) oluşmaktadır ve sabittir. Dolayısıyla karışımdaki abdominal yağ (%) belirlendiğinde otomatik olarak piliç göğüs deri (%) ve diğer karışım malzemelerinin de oranı belirlenmektedir.



$$\text{Pişirme Kaybı (\%)} (\hat{Y}_1) = 26,03 + 0,179 X_1 + 0,00087X_1^2 \quad (7)$$

$$\text{Maliyet (TL)} (\hat{Y}_2) = 3,27953 - 0,04663 X_1 + 0,000003X_1^2 \quad (8)$$

$$\text{Ham yağ (\%)} (\hat{Y}_3) = 11,034 + 0,1669 X_1 - 0,00195 X_1^2 \quad (9)$$

Regresyon denklemlerinin hesaplanan  $R^2$  değerleri incelendiğinde; pişirme kaybı (%), maliyet (TL) ve ham yağ (%) için sırasıyla %82,72, %100, ve %88,22 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar matematiksel modelde yer alan abdominal yağ (%) değişkeninin; pişirme kaybı (%), maliyet (TL) ve ham yağ (%) yanıtlarındaki değişimi açıklamak için yeterli olduğunu göstermektedir. Regresyon modellerinin anlamlılığı için yapılan ANOVA testlerinde ise pişirme kaybı (%), maliyet (TL) ve ham yağ (%) için  $P$ -değerleri ise sırasıyla 0,03, 0,00, ve 0,014 olarak bulunmuş ve %95 güven düzeyinde hesaplanan tüm regresyon denklemlerinin de anlamlı olduğu görülmüştür. Matematiksel modelin tahmin performansları ise Tablo 3'teki deneyler için hesaplanmış ve aşağıda Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Matematiksel modellerin performansları.

Deney No	Yanıtlar					
	Pişirme Kaybı (%) (Gözlenen) ( $Y_{i1}$ )	Pişirme Kaybı (%) (Tahmin Edilen) ( $\hat{Y}_{i1}$ )	Tahmin Hatası (%)	Maliyet (TL) (Gözlenen) ( $Y_{i2}$ )	Maliyet (TL) (Tahmin Edilen) ( $\hat{Y}_{i2}$ )	Tahmin Hatası (%)
1	34,23	34,5735	0,99	1,42	1,4191	0,06
2	26,48	26,0288	1,73	3,28	3,2795	0,02
3	32,11	29,9521	7,20	2,35	2,3481	0,08
4	27,54	27,9031	1,30	2,81	2,8135	0,12
5	33,14	32,1755	2,98	1,88	1,8833	0,18
6	27,05	28,7018	5,76	2,63	2,6273	0,10
7	30,05	31,2652	3,89	2,07	2,0692	0,04

\*Tablo 4. (devamı)

Deney No	Yanıtlar		
	Ham Yağ (%) (Gözlenen) ( $Y_{i1}$ )	Ham Yağ (%) (Tahmin Edilen) ( $\hat{Y}_{i1}$ )	Tahmin Hatası (%)
1	14,79	15,2155	2,80
2	10,8	10,4080	3,77
3	13,04	12,2835	6,16
4	12,57	11,2137	12,10
5	14,05	13,6174	3,18
6	13,85	11,6099	19,29
7	13,93	13,0521	6,73

Son aşama olarak “Minitab Response Optimizer” modülü ile optimizasyon yapılmıştır. Elde edilen optimizasyon sonucuna göre abdominal yağ (%)=11,40 için; ham yağ (%)=12,6820, maliyet (TL)= 2,7483 ve pişirme kaybı (%)=28,1795 olarak tahmin

edilmiştir. Yapılan doğrulama sonucunda: ham yağ (%)= 12,54, maliyet (TL)= 12,69 ve pişirme kaybı (%)=2,97 olarak bulunmuştur.

### 3.2. Kimyasal kompozisyon

Çalışma kapsamında oluşturulan optimum reçeteye göre hazırlanan piliç köftesine ait ham protein, ham yağ, karbonhidrat, kül, nem, nişasta, su aktivitesi, diyet lifi, enerji ve kalsiyum analiz sonuçları Tablo 5'te paylaşılmıştır.

Numunenin nem içeriği %50,29'dur. Gıdalarda yüksek nem içeriği üründe mikroorganizma gelişimi için uygun ortam oluşturarak raf ömrünü etkilemektedir. Örneğin Endonezya Ulusal Standardı 01- 3818-1995'e göre köftelerin maksimum su içeriği %70'dir bu da çalışmadaki sonucumuzun uygun aralıkta olduğunu göstermektedir [21]. Su aktivitesinde ( $a_w$ ) değerlendirme 0-1 aralığındadır, yüksek su aktivitesi mikroorganizmalara gelişebileceği ortamı sağlar. Isıl işlem görmüş et ürünlerinde  $a_w$  değerinin düştüğü ve mikroorganizmaların gelişimi için gerekli olan oksijen miktarının azaldığı bilinmektedir. Piliç döner ürünü ısıl işlem görmüş bir ürün olmasına rağmen piyasada satılan dönerler üzerinde yapılmış bir çalışmada  $a_w$  değeri 0.960-0.999 aralığında tespit edilmiştir [22]. Bu çalışmada köfte üretimi çiğ olarak gerçekleşmesine rağmen  $a_w$  değeri 0.9646 olarak sonuçlanmıştır. Isıl işlem görmemiş köftelerde taze satış TGK'ne göre yasaktır ancak  $a_w$  sonucu mikrobiyal büyüme için oldukça uygun bir ürün olduğunu göstermektedir çünkü çoğu bakteri 0,95 ve üzerinde kolayca büyüme eğilimi göstermesiyle bilinmektedir. Dolayısıyla ürün taze tüketime sunulması veya çözündürüldükten sonra tüketicinin uzun süre bekletmesi risk oluşturabilecektir. TGK'ne göre kanatlı köftede nişasta kullanımı da yasaktır. Ancak köftede kullanılan galeta unu kaynaklı nişasta içeriğinde max. %5'e izin verilmektedir. Çalışmadaki nişasta analizi sonucu %2.19 ile yasal limitler içerisindedir. Çalışmadaki 316 mg/kg ölçülen kalsiyum sonucu hazırlanmış kanatlı eti karışımlarında 250 mg/kg olan TGK kalsiyum limiti üzerinde tespit edilmiştir [16]. Bu durum gıda güvenliği açısından risk oluşturmasada ürün pazara sunulacağı zaman reçetedeki tüm girdilerin incelenmesini gerektirecektir. Hidayah'a (2019) [23] göre, taze piliç etindeki kül içeriği %0,8-1'dir. Bu çalışmada %2,85 olan kül içeriği köfte formülasyonunda kullanılan piliç eti haricindeki girdilerin uçucu olmayan maddelere dönüşen mineral miktarını artırması sebebiyle yüksek olmasında bir dezavantaj yoktur. Syahputra ve ark. (2021) [24] göğüs eti kullanarak piliç köfte üzerinde yaptıkları çalışmanın kontrol örneğinde ham protein değerini %14,14 diyet lifi değerini %0,53 elde etmiştir. Bu çalışmada %16,61 ile daha yüksek bir protein, %0,45 ile yaklaşık bir diyet lifi sonucu ortaya çıkmıştır. Ham yağ, protein ve karbonhidrata kıyasla enerji hesaplamasına daha fazla etki etmektedir.

Tablo 5. Kimyasal analizleri ve sonuçları.

Analizler	Sonuçlar
Ham protein (%)	16,61 ±0,34
Ham yağ (%)	13,95±0,64
Karbonhidrat (%)	14,45
Kül Tayini (%)	2,85 ± 0,17
Nem (%)	50,29 ± 0,45
Nişasta (%)	2,19 ±0,17
Su aktivitesi	0,9646
Diyet Lifi (%)	0,45±0,04
Enerji (kcal/100gr)	278
Kalsiyum (Ca)(mg/kg)	316 ±40

### 3.3. Mikrobiyolojik özellikler

Optimum olan %11,40 abdominal yağ, %28,60 deri oranlarıyla hazırlanmıştır piliç köfteye ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur. Üretim prosesinde hazırlanan köfte hamuru karışımı 24 saat boyunca 0°C'de beklemesinin ardından formlanarak -40°C'de şoklanmış, -18°C'de muhafaza edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre çiğ kanatlı eti köfte v.b. karışımların taze satışına izin verilmemektedir. Bu nedenle mikrobiyolojik analiz taze hamurun dinlendirildiği 0.gün ve formlandığı 1.gün kabul edilerek gerçekleştirilmiştir. Bekleme süresince *Escherichia coli*, *koliform* ve küf üremesi olmamış, *Salmonella spp.* her iki günde de tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar üretim ve muhafaza şartlarında hijyen eksikliği kaynaklı fekal bir kirlilik olmadığı ve numunenin tüketim için güvenli olduğunu göstermektedir. TMAB canlı sayısının hamurun 24 saatlik dinlenme periyodunda yaklaşık 1.5 kat artış görülerek  $6,6 \times 10^3$ 'den  $1,0 \times 10^4$ 'e çıktığı görülmüştür. Orta sıcaklıkta ve oksijenli ortamda çoğalma gösteren bu grubun hamurun yoğurulmasında merkez sıcaklığının yükselmesi kaynaklı artış göstermiş olabileceği düşünülmektedir. Harun, (2012) [25] 'de yaptığı çalışmada piliçköfte hamurunda  $\sim 10^4$  TMAB sayısı belirlemiştir, bu sonuç çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Köfte ürünü gibi kanatlı eti karışımlarından oluşan ürünler için yasal olarak TMAB sınır değeri bulunmamaktadır, bu gibi karışımlarda yalnızca *Salmonella spp.*'nin negatif olması şartı bulunmaktadır [26]. *Pseudomonas spp.* yasal olarak limiti verilme de et ürünlerinde raf ömrüne ve bozulmaya etkisi, soğuk muhafaza koşullarında çoğalabilmesi ile tanınan bir mikroorganizmadır. Piliç köfte hamurunda  $2,8 \times 10^2$  tespit edilirken, formlama öncesi  $1,6 \times 10^3$ 'e yükseldiği görülmüştür. Akan, (2009) [27] yaptığı çalışmada farklı satış noktalarından piliçinegöl köftede ve piliçburger köfteleri satın alarak mikrobiyolojik kalitesini kontrol etmiş ve  $\sim 10^6$  TMAB,  $\sim 10^3$  *Pseudomonas spp.* tespit etmiştir. *Pseudomonas spp.* sonucu çalışmamızla benzerlik göstermekte ancak TMAB canlı sayısı çalışmamızın sonucundan oldukça yüksektir. Maya ve küf nemli ortamlarda üremekte olup piliç köfte numunesinde mayanın küften önce üremiş olduğu görülmektedir. Maya sayısı her iki günde  $10^2$ 'lerde olup bir artış görülmemiştir.

Tablo 6. Piliç köftesine ait 0. ve 1. gün mikrobiyolojik analiz bulguları.

	0.gün	1.gün
TMAB	$6,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$
<i>Salmonella spp.</i>	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
<i>Escherichia coli</i>	0	0
<i>Koliform</i>	0	0
<i>Pseudomonas spp.</i>	$2,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$
Maya	$1,6 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
Küf	0	0

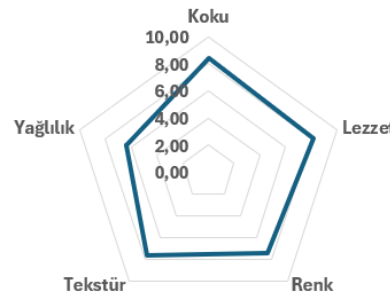
### 3.4. Duyusal analiz

12 kişilik gönüllü panelist grubunun 10'luk skala (1: aşırı beğenmeme, 2: çok beğenmeme, 3: orta derecede beğenmeme, 4: hafif beğenmeme, 5: nötr, 6: az beğenme, 7: orta derecede beğenme, 8: çok beğenme, 9: aşırı beğenme derecelerini göstermektedir) kullanarak yaptığı duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 7'de, örümcek ağı modeli Şekil 3'te verilmiştir [7]. Koku ve lezzet, renk ve tekstür değerlendirmeleri birbirine çok

yakınken yağlılık skorunun daha düşük olduğu görülmektedir. Numunelerin derin yağda kızartılması sebebi ile panelistler 6,42 ortalama skor ile az beğenme yani yağlı olarak değerlendirmiştir. Köfte içerisinde piliç göğüs eti kullanılmıştır, parçalanmış kanatlı eti ürünleri arasında yağ oranı en düşük olan bölge göğüştür. Ancak köfte reçetesinde kullanılan kuterlenmiş abdominal yağ ve deri yağ oranını arttırmıştır. Beraberinde derin yağda kızartılmasıyla belirli bir miktarda kızartma yağının absorplanması bazı panelistlerin ürünü yağlı olarak değerlendirmesine sebep olmuştur. Bu skorun tüketicilerin pişirme yöntemine göre değişebileceği öngörülmüştür.

Tablo 7. Piliç köfte için duyuşal değerlendirme sonuçları

Kriter	Skor
Koku	8,42±1,16
Lezzet	8,17±1,59
Renk	7,42±1,73
Tekstür	7,67±1,92
Yağlılık	6,42±1,78



Şekil 3. Piliç köfte için duyuşal değerlendirme sonuçlarına ait örümcek ağı.

#### 4. Sonuç

Piliç göğüs deri ve abdominal yağ parçalama prosesinin yan ürünleridir. Çalışmada; bu ürünlere katma değer kazandırmak için piliç köfte reçetesine dahil edilmesi, lezzeti, maliyeti ve TGK'ne uygunluğunun çıktı kabul edilmesiyle endüstride kullanılacak optimum karışım oranlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Göğüs kuşbaşı, su, köfte harcı, galeta unu, bezelye-narenciye lifiyle mısır-patates nişastası karışımı %60'lık oranı oluşturmaktadır. %40'lık oran için farklı miktarlarda piliç göğüs deri ve abdominal yağ içeren 7 adet deney yapılmıştır. Minitab istatistiksel analiz programı ile yapılan matematiksel modelleme ve optimizasyon sonrası belirlenen optimum karışım %11,40 abdominal yağ ve %28,60 göğüs deri olmuştur. Bu oranlarla piliç köfte üretimi gerçekleştirilmiştir. Ardından matematiksel modellemede çıktı olarak belirlenen pişirme kaybı (%), maliyet (TL) ve ham yağ (%) ölçümleri yapılarak, modelin performansı hesaplanmıştır. Yapılan doğrulama sonucunda: ham yağ (%)= 12,54, maliyet (TL)= 12,69 ve pişirme kaybı (%)=2,97 olarak bulunmuştur. Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde bu yan ürünlerin değerlendirilmesi ve optimizasyonu üzerine yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmadaki optimum karışım oranıyla üretilen köfteleye ait yapılan kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analiz sonuçları reçetenin seri üretimde

uygulanabilirliğini ortaya koymuş, proses yan ürünlerinin değerlendirilebileceği bir yeni ürün ortaya koymuştur. Taze ve ısıtılmış işlem görmemiş kanatlı eti köfte satışının ülkemizde yasak olması sebebi ile gelecek çalışmalarda donuk depolama boyunda ürün kalitesindeki değişimler incelenecektir.

## Kaynakça

- [1] Kılınççeker, O. ve Karaman, A. M. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ununun piliçköfte üretiminde kullanım olanakları, **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 9, 2, (2018).
- [2] Davarcıoğlu, E. S. ve Soncu, E. D. Glutensiz nuggetlarda lipolitik değişimler üzerine donmuş depolamanın etkisi, **The Journal of Food**, 46, 1, 201-215, (2021).
- [3] Verma, A. K., Pathak, A., Singh, C. P. Ve umaraw, P. Storage study of chicken meatballs incorporated with green cabbage (*Brassica oleracea*) at refrigeration temperature ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) under aerobic packaging, **Journal of Applied Animal Research**, 44, 1, (2016).
- [4] Al-Juhaimi, F. Y., Shahzad, S. A., Ahmed, A. S., Adiamo, O. Q., Ahmed, I. A. M., Alsawmahi, O. N., Ghafour, K. ve Babiker, E. E., Effect of Argel (*Solenostemma argel*) leaf extract on quality attributes of chicken meatballs during cold storage, **Journal of food science and technology-mysore**, 55, 5, 1797-1805, (2018).
- [5] Zwolan, A., Pietrzak, D., Adamczak, L., Chmiel, M., Kalisz, S., Wirkowska-Wojdyła, M., Florowski, T. ve Oszmiański, J., Effects of *Nigella sativa* L. seed extracts on lipid oxidation and color of chicken meatballs during refrigerated storage, **LWT**, 130, (2020).
- [6] Hac-Szymanczuk, E., Cegiela, A., Chmiel, M., Piwowarek, K. ve Tarnowska, K., Addition of different rosemary preparations (*Rosmarinus officinalis* L.) to chicken meatballs improves their quality profile, **International journal of food science and technology**, 56, 12, 6236-6245, (2021).
- [7] Pietrzak, D., Zwolan, A., Chmiel, M., Adamczak, L. ve Cegiela, A., Hac-Szymanczuk, E., Ostrowska-Ligeza, E., Florowski, T. ve Oszmianski, J., The effects of extracts from buckwheat hulls on the quality characteristics of chicken meatballs during refrigerated storage, **Applied Sciences-Basel**, 12, 19, (2022).
- [8] Cegiela, A., Chmiel, M., Hac-Szymanczuk, E. ve Pietrzak, D., Valuation of the effect of Sage (*Aalvia officinalis* L.) preparations on selected quality characteristics of vacuum-packed chicken meatballs containing mechanically separated meat, **Applied Sciences-Basel**, 12, 24, (2022).
- [9] Faisal, M., Kamaruzzaman, S. ve Mukhlisshien, Application of durian rind smoke powder to preserve chicken meatballs at room temperature, **Heliyon**, 9, 9, (2023).
- [10] Kutlu, N., Alav, A. ve Meral, R., A novel Nanocoating with zein, gallic acid, and flaxseed oil: Enhancing stability of chicken meatballs, **Food Bioscience**, 60, (2024).
- [11] Park, J. H., Lee, Y. J., Lim, J. G., Jeon, J. H. ve Yoon, K. S., Effect of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) starch and seeds on the physicochemical and textural and sensory properties of chicken meatballs during frozen storage, **Foods**, 10, 7, (2021).

- [12] Kilinceker, O. Some quality characteristics of chicken meatballs formulated with different dietary fibers, **Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv fur Lebensmittelhygiene**, 68, 6, 133-139, (2017).
- [13] Gölge, O., Kiliñçeker, O. ve Koluman, A. Effects of different fibers on the quality of chicken meatballs, **Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv fur Lebensmittelhygiene**, 69, 6, 177-183, (2018).
- [14] Kiliñçeker, O. ve Kurt, S., Effects of inulin, carrot and cellulose fibres on the properties of raw and fried chicken meatballs, **South African Journal of Animal Science**, 48, 1, 39-49, (2018).
- [15] Kumral, M. ve Gökçe, R., Yumurtacı piliçetlerinden üretilen köftelerde koyun yağı kullanımının ürün kalitesine etkisi, **Akademik Gıda**, 21, 1, 49-56, (2023).
- [16] Resmi Gazete (2018). **Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği**, Tebliğ No: 2018/52, Sayı: 30670.
- [17] Jöckel, J. ve Stengel, G., Doner kebab-untersuchung und beurteilung einer turkischen spezialitat, **Fleischwirtschaft**, 64, 5, 527-540, (1984).
- [18] Wang, Y., Zhang, H. Z., Tao, Y., Xu, X.L. ve Zhao, X., Pre-emulsion constructed with modified rice bran fiber and its application in low-fat chicken meatballs, **LWT-Food Science and Technology**, 201, (2024).
- [19] Montgomery, D. C., Design and analysis of experiments, **8th ed. John Wiley & Sons, Inc., NJ, USA**, (2013).
- [20] Mason, R. L., Gunst, R. F. ve Hess, J. L., Statistical design and analysis of experiments, 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., NJ, USA, (2003).
- [21] Huda, N., Hsen, Y. H., Huey, Y. L., Ahmad, R. ve Mardiah, A., Evaluation of physico-chemical of Malaysian commercial beef meatballs, **American Journal of Food Technology**, 5, 1,13-21, (2010).
- [22] Sancak, H., İşleyici, Ö., Sağun, E., Ekici, K., Başat-Dereli, D. ve Sancak, Y. C., Tatvan'da tüketime sunulan piliçdönerlerin mikrobiyolojik kalitesi, **BEU Journal of Science**, 9, 4, 1514-1526, (2020).
- [23] Hidayah, S. N., Wahyuni, H. I., ve Kismiyati, S., Kualitas kimia daging ayam broiler dengan suhu pemeliharaan yang berbeda. **Jurnal Sains Dan Teknologi Peternakan**, 1, 1, 1-6, (2019).
- [24] Syahputra, M.D., Nazaruddin, N. ve Cicilia, S., The effects of carrageenan addition on the quality of broiler chicken meatballs. **International Journal of Advance Tropical Food (IJATF)**, 3, 2, 67-76, (2021).
- [25] Harun, F., Piliçköftelerinin sous vıde yöntemi ile muhafazası. **Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi**, (2012).
- [26] Resmi Gazete (2009). **Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliği**, Tebliğ No: 2009/6, Sayı: 27133.
- [27] Akan, İ. M ., Et ve bazı et ürünleri ile soğuk hava depolarında pseudomonas türlerinin izolasyonu ve identifikasyonu. Selçuk **Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi**, (2009).