



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**SIĞIR ETİ KÖFTELERİNE KURU BAMYA
TOZU İLAVESİNİN BAZI KALİTE
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Aliye AŞIKKUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Temmuz-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Aliye AŞIKKUTLU tarafından hazırlanan “Sığır Eti Köftelerine Kuru Bamya Tozu İlavesinin Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 08/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

.....

Danışman

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

.....

Üye

Doç. Dr. Durmuş SERT

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması S. Ü. BAP tarafından 19201115 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Aliye AŞIKKUTLU

08.07.2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİĞİR ETİ KÖFTELERİNE KURU BAMYA TOZU İLAVESİNİN BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Aliye AŞIKKUTLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2021, x + 65 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Doç. Dr. Durmuş SERT

Bu çalışmada, sığır eti köftelerine farklı miktarlarda (%0.5, 1.0 ve 1.5) kurutulmuş ve haşlandıktan sonra kurutulmuş bamya tozları ilave edilmiş olup bazı kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kontrol ve BHT içeren gruplarda dâhil, toplam 8 grup üzerinden çalışma sürdürülmüştür. Kuru bamya tozlarında toplam fenolik madde içeriği ortalama 221.43 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur.

Analiz sonuçları incelendiğinde, pH; genellikle düşük çıkarken, depolamanın pH üzerindeki etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Kontrol ve BHT içeren gruplara kıyasla, L^* , a^* ve b^* değerleri azalmıştır. Nem ve su tutma kapasitesi üzerinde muamele ve konsantrasyon etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Pişirme kayıpları, artan bamya konsantrasyonuna bağlı olarak azalmıştır ($p<0.01$). TBA analizinde tüm interaksiyonlar çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunurken, TBA miktarlarında olumlu yönde bir azalma meydana gelmiştir. Depolama süresi uzadıkça DPPH miktarı azalmıştır ($p<0.01$). Yine TPA sonuçları istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Ancak tekstürel özellikler bamya tozu ilavesinden olumsuz etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan özellikler, Bamya, Kalite özellikleri, Sığır eti köftesi.

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF DRY OKRA POWDER ADDITION TO BEEF MEATBALLS ON SOME QUALITY PARAMETERS

Aliye AŞIKKUTLU

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
2021, x + 65 Pages**

**Jury
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Assoc. Prof. Dr. Durmuş SERT**

In this study, dried and dried okra powders after boiling were added to beef meatballs at different quantities (0.5, 1.0 and 1.5%) and its effect on some quality characteristics was investigated. The study was carried out on eight groups, including the control and BHT groups. The total phenolic content of dried okra powders was found to be 221.43 mg GAE/100 g on average.

When the analysis results were examined, pH were generally low and the effect of storage on pH was found to be statistically very significant ($p<0.01$). Compared to the control and BHT-containing groups, L^* , a^* and b^* values were decreased. The effects of treatment and concentration on moisture and water holding capacity were found to be statistically significant ($p<0.01$). Cooking losses decreased with increasing okra concentration ($p<0.01$). While all interactions were found to be very significant ($p<0.01$) in TBA analysis, there was a favourable decrease in TBA amounts. As the storage time increased, the DPPH amount decreased ($p<0.01$). Again, TPA results were found to be statistically significant ($p<0.01$). However, the textural properties were adversely affected by the addition of okra powder.

Keywords: Antioxidant properties, Beef meatballs, Okra, Quality properties.

ÖNSÖZ

Öncelikle tez çalışmam süresince karşılaştığım her türlü zorluğun üstesinden gelebilmem için benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ve hoşgörölü davranışlarıyla daima yanımda olduğunu hissettiren çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Özellikle manevi desteğini fazlasıyla hissettiğim ve örnek aldığım çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya, her koşulda yardımını gördüğüm ve göreceğimi bildiğim değerli hocam Araş. Gör. Dr. Ali Samet BABAOĞLU'na, yapmış olduğum araştırmaya destek veren Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne, laboratuvar arkadaşlarım Gıda Yüksek Müh. Alime CABİ ve bu süreçte beni yalnız bırakmayan Gıda Müh. Büşra Nur GÜNDOĞAN'a, sevgileriyle bana manen güç veren çok değerli arkadaşlarım Gülcan UYUMAZ ve Gıda Müh. Figen ERSİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak hayatımın her döneminde, her türlü kararımı destekleyen ve hem maddi hem de manevi olarak daima yanımda olan AİLEM sevgili annem, babam ve abilerime sonsuz teşekkür ederim.

Aliye AŞIKKUTLU
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Bamya (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.)	3
2.1.1. Antioksidan özellik ve fenolik bileşikler	6
2.1.2. Antimikrobiyal etkiler	8
2.1.3. Sağlık üzerine etkiler	9
2.2. Et Endüstrisinde Bitkisel Katkıların Kullanımı	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Deneme planı	14
3.2.2. Örneklerin analize hazırlanmaları	15
3.2.3. Analiz yöntemleri	16
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	21
4.2. pH Analiz Sonuçları.....	21
4.3. Renk Analiz Sonuçları	25
4.3.1. L^* değeri	27
4.3.2. a^* değeri	27
4.3.3. b^* değeri	28
4.4. Nem (%) Sonuçları	29
4.5. Su Tutma Kapasitesi (STK) Sonuçları.....	31
4.6. Pişirme Kaybı (PK) Sonuçları	32
4.7. Tiyoarbitürik Asit (TBA) Sonuçları	34
4.8. DPPH Analiz Sonuçları	37
4.9. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları	38
4.10. Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları	40
4.10.1. Hardness (Sertlik)	42
4.10.2. Springiness (Elastikiyet)	43
4.10.3. Cohesiveness (Dış Yapışkanlık)	45
4.10.4. Gumminess (Sakızımsılık).....	46

4.10.5. Chewiness (Çiğnenebilirlik)	48
4.10.6. Resilience (Esneklik)	50
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	52
5.1 Sonuçlar	52
5.2 Öneriler	53
KAYNAKLAR	54



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$^{\circ}\text{C}$: Derece santigrat
 a^* : Kırmızılık
 b^* : Sarılık
Ca: Kalsiyum
 CuSO_4 : Bakır (II) sülfat
Fe: Demir
HCl: Hidrojen klorür
K: Potasyum
 K_2SO_4 : Potasyum sülfat
 L^* : Parlaklık
M: Molar
Mg: Magnezyum
Mn: Mangan
Na: Sodyum
 Na_2CO_3 : Sodyum karbonat
NaCl: Sodyum klorür
Ni: Nikel
P: Fosfor
Pb: Kurşun
Se: Selenyum
Zn: Çinko
 ZnO : Çinko oksit

Kısaltmalar

Au-NPs: Altın nanopartikülleri
BHA: Bütillenmiş hidroksianisol
BHT: Bütillenmiş hidroksitoluen
cm: Santimetre
CMC: Karboksimetil sellüloz
dk: Dakika
DPPH: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FC: Folin ciocalteu
g: Gram
GAE: Gallik asit eşdeğeri
kcal: Kilokalori
kg: Kilogram
L: Litre
mg: Miligram
ml: Mililitre
mm: Milimetre
mM: Milimolar
M.Ö.: Milattan önce
nm: Nanometre
NP: Nanopartikül

RE: Retinol eşdeğeri
Rpm: Dakikadaki devir sayısı
TBA: Tiyobarbtürik asit
TPA: Tekstür profil analizi
WHO: Dünya Sağlık Örgütü
µg: Mikrogram
µl: Mikrolitre



1. GİRİŞ

Sağlıklı bir şekilde yaşamının temellerinden biri yeterli ve dengeli beslenmedir. İnsanların hayatlarını devam ettirebilmeleri için tüketmeleri gereken gıda maddeleri arasında et ve et ürünleri yer alır. Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ne göre; "Et; sığır, manda, koyun, keçi gibi büyük ve küçükbaş hayvanlar; tavuk, hindi, kaz, ördek, beç tavuğu gibi evcil kanatlı hayvanlar ile tavşan ve domuzdan elde edilen, insan tüketimine uygun olan tüm parçalar" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2000). Et ve et ürünleri, yüksek biyolojik yararlılığa sahip proteinler, vitaminler (A, B₁₂, folik asit gibi) ve mineral maddelerin (Fe, Zn ve Se gibi iz elementler) yanı sıra bazı diğer biyoaktif bileşikler bakımından da zengin gıdalardır (Biesalski, 2005; Özünü ve ark., 2019). Karışık diyetin önemli bir parçası olan et, esansiyel mikro besin maddelerinin ve amino asitlerin yeterli bir şekilde alınmasını sağlar ve enerji metabolizmasının düzenleyici süreçlerinde yer alır (Biesalski, 2005). Et, önemli ölçüde birçok sağlıklı bileşen içerdiğinden, herhangi bir ek işlem olmaksızın tek başına fonksiyonel gıda olarak düşünülebilir (Olmedilla-Alonso ve ark., 2013).

Et ve et ürünlerinin tüketimi, ürün özellikleri (duyusal ve beslenme özellikleri, fiyat, güvenlik vb.) ve tüketici-çevre faktörlerinden (iklim, mevzuat, psikolojik, sağlık, aile veya eğitim yönleri, genel ekonomik durum vb.) büyük ölçüde etkilenir (Jiménez-Colmenero ve ark., 2001). Son yıllarda, et ve et ürünlerinin sağlıklı olup olmadığı konusunda büyük bir endişe söz konusudur. İçerdikleri doymuş yağ asitleri, kolesterol, tuz ve diğer katkı maddeleri, tüketicilerin et ve et ürünlerinin insan sağlığını olumsuz etkilediği yönündeki düşüncelerini artırmış ve son 50 yılda yapılan epidemiyolojik çalışmaların et ve et ürünlerini kardiyovasküler hastalıklar, kanser, hipertansiyon, obezite ve bağırsak hastalıkları ile ilişkilendirmesi sonucu et ve et ürünlerine olan olumsuz bakış açısı desteklenmiştir (Kaynakçı ve Kılıç, 2009; Özünü ve ark., 2019). Tüketicilerin gıda konusunda bilinçlenmesi ile birlikte, et ve et ürünlerinin daha kaliteli, sağlıklı ve güvenilir bir hale getirilebilmesi için çeşitli arayışlar içerisine girilmiştir.

Antik çağlardan beri, duyusal özellikleri iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak için gıdalara çeşitli bitki ve baharatlar ilave edilmiştir (Mielnik ve ark., 2008). Et ve et ürünlerinin kalitesinin muhafaza edilmesi ve son ürünün karakteristik lezzetini elde etmek amacı ile bitki ve baharatlardan sıklıkla yararlanılır. Böylelikle, yeni ve değişik lezzet çeşitlerine izin veren, yeni et ürünleri geliştirmek mümkün hale gelmektedir (Haugaard ve ark., 2014). İşlenmiş et ürünlerinde lipid oksidasyonunu kontrol etmek

için antioksidanlar (Butil hidroksi tolüen, BHT; butil hidroksi anizol, BHA; propil gallat, vb.) kullanılır (Cunha ve ark., 2018). Ancak, bu antioksidanların hem kanserojen etkiye sahip olabileceği düşüncesi hem de tüketicilerin sağlıklı olarak nitelendirdikleri, kimyasal koruyucu içermeyen yiyeceklere yönelmesi sonucu daha sağlıklı ve daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip et ürünleri geliştirmek için doğal antioksidanların kullanımı dikkat çekmektedir (Kumar ve ark., 2020).

Oksidatif süreçler, et ve et ürünlerinde kalite kayıplarının başlıca mekanizmalarından biri olmakla birlikte, lezzet, renk ve besleyici değerini kötüleştirir ve dolayısıyla raf ömrünü sınırlar (Kanner, 1994). Et ürünlerinde doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olması, lipid oksidasyonuna sebep olur. Lipid oksidasyonu sonucunda ortaya çıkan ürünlerin protein ve folik asit gibi gıda bileşenleriyle reaksiyona girdikleri ve bu ürünlerin enzimleri inhibe ederek, kandaki kolesterol ve peroksit seviyesini arttırıp kalp-damar hastalıklarına sebep oldukları saptanmıştır (Ekici ve ark., 2014). Lipid oksidasyonunu önlemek için kullanılan BHA ve BHT gibi sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanların kullanılması arayışına gidilmiş ve yapılan çalışmalarda bitki ve baharatların kullanımı geniş bir yer edinmiştir. Sentetik antioksidanların yerini alabilecek doğal antioksidanlar arasında, büyük bir çoğunluğu Labiatae ailesine ait olan 26 baharat arasından biberiye ve adaçayı iyi bilinmektedir (El-Alim ve ark., 1999). Bitki ve baharatların antioksidan özellikleri, fenolik ve flavonoid bileşiklerin varlığından kaynaklanmaktadır. Polifenol bakımından zengin olan birçok bitki ve baharat, sentetik fenolik antioksidanlarla benzer şekilde, serbest radikalleri temizleyerek antioksidatif aktiviteler sergilerler (Cuvelier ve ark., 1996). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, bu doğal antioksidanların et ve et ürünlerinde lipid ve protein oksidasyonlarını önemli ölçüde azalttıkları gözlemlenmiş ve bitki kökenli birçok doğal antioksidan ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır (Rather ve ark., 2016).

Bamya bitkisinin et ve et ürünleri üzerindeki etkisine dair çok fazla çalışma mevcut değildir. Dünyanın dört bir yanında tropikal ve ılıman bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen bir sebze olan bamyanın (*Abelmoschus esculentus* L.); meyve, tohum, bakla ve yaprak gibi farklı kısımlarının antioksidan ve antidiyabetik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Roy ve ark., 2014). Ayrıca, önemli miktarlarda vitamin, protein ve karbonhidratın yanı sıra içermiş olduğu esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler nedeniyle birçok ülkede en önemli sebzelerden biridir (Adebooye ve Oputa, 1996).

Bu çalışma ile köfte formülasyonuna ilave edilen kuru bamya tozlarının bazı kalite parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bamya (*Abelmoschus esculentus* L.)

Malvaceae familyasına ait önemli sebzelerden biri olan bamya (*Abelmoschus esculentus* L.); dünyanın tropikal ve subtropikal bölgelerinde popüler olarak yetiştirilir (Saifullah ve Rabbani, 2009). Son yıllarda Kuzey ve Güney Çin'de de yaygın olarak yetiştirilmektedir (Jiang ve ark., 2017). Yunanistan ve Türkiye'nin bazı bölgeleri dışında çoğu Avrupa ülkesinde çok yaygın yetiştirilen bir sebze değildir (Çalışır ve ark., 2005). Birçok çalışma bamyanın karoten, folik asit, C vitamini, riboflavin, tiamin, niasin, oksalik asit ve amino asitler gibi önemli biyoaktif bileşikler içerdiğini göstermiştir (Roy ve ark., 2014). Hem bamya meyvesinin hem de tohumlarının antioksidan olarak işlev gören flavonoid, polifenol, kateşin, kuersetin, prosiyanidin ve askorbik asit içerdiği kanıtlanmıştır (Arapitsas, 2008; Wahyuningsih ve ark., 2020).



Şekil 2.1. Bamya meyvesi ve çiçeği

Bamya; protein, yağ, karbonhidrat, diyet lifi, vitamin (C vitamini dâhil) ve mineral maddeler bakımından zengindir. Bamya tohumu proteininin amino asit bileşimi soya fasulyesi ile kıyaslanabilir ve hatta protein etkinlik oranı soya fasulyesinden daha yüksektir. Ayrıca sahip olduğu proteinin amino asit dizilişi bamyayı, baklagiller veya tahıl bazlı diyetler için yeterli bir tamamlayıcı kılar (Gemedede ve ark., 2016). Olgun bamya tohumları, iyi bir yağ kaynağı olmasının yanı sıra yüksek besleyici değere sahip proteinlere sahiptir. Tavuk yemi olarak kullanılabilen olgun bamya tohumları Türkiye'de kavrulup öğütülerek kahve ikamesi olarak kullanılır (Çalışır ve ark., 2005;

Anwar ve ark., 2010). Ayrıca bamya tohumu yağı, insan beslenmesinde gerekli olan linoleik asit gibi doymamış yağ asitleri açısından da zengindir (Kumar ve ark., 2013). Kabuklarının doymuş yağ ve kolesterol içeriği, oldukça düşüktür ve tüketiciye yeterli miktarda mineral madde sunar (Roy ve ark., 2014). Başlıca içerdiği mineraller K, Na, Mg ve Ca olup, Fe, Zn, Mn ve Ni gibi mineralleri de içerir (Al-Wandawi, 1983).

Genel olarak, bamya kabuğu polifenolik bileşikler, karoten, folik asit, tiamin, riboflavin, niasin, C vitamini, oksalik asit ve amino asitleri; bamya tohumu protein ve başlıca oligomerik kateşinler ve flavonol türevleri olmak üzere polifenolik bileşikleri ve yağ fraksiyonlarını (özellikle palmitik, oleik ve linoleik asitler); yapraklar başlıca mineraller, tanenler ve flavonol glikozitlerini ve kökleri ise karbonhidratlar ve flavonol glikozitleri içerir (Durazzo ve ark., 2019).

Çizelge 2.1. Bamyanın besin maddesi kompozisyonu (100 g'da)

Bileşen	Taze		Kuru
	Birim	Ortalama	Ortalama
Enerji	kcal	48	250
Su	g	85.43	10.70
Protein	g	2.90	12.77
Yağ	g	0.13	1.23
Kül	g	0.98	8.31
Karbonhidrat	g	7.20	26.93
Diyet lifi	g	3.36	40.06
Potasyum (K)	mg	395	2314
Kalsiyum (Ca)	mg	200	1018
Fosfor (P)	mg	104	572
Magnezyum (Mg)	mg	97	446
Sodyum (Na)	mg	6	8
Demir (Fe)	mg	1.33	7.32
Çinko (Zn)	mg	1.02	4.62
C Vitamini	mg	18.2	-
A vitamini	RE	30	-
B6 Vitamini	mg	0.183	-
Niasin	mg	1.006	-
Riboflavin	mg	0.130	-
Tiamin	mg	0.097	-
Beta-karoten	µg	358	-
Lutein	µg	158	-
K1 Vitamini	µg	61.7	-

(Anonim, 2021)

Gemede ve ark. (2015) bamya kabuğu ile yaptıkları bir çalışmada, bamya kabuğunun protein, lif, kalsiyum, demir ve çinko gibi hayati besin maddelerini önemli miktarda içerdiğini ve yüksek mineral madde biyoyararlılığına sahip antinutrient madde içeriğinin düşük olduğunu ortaya koymuşlardır. Besin maddeleri açısından oldukça zengin olan bamyanın, ürün formülasyonlarında takviye edici olarak kullanılmasının,

yetersiz beslenmeyle ilişkili sorunların hafifletilmesinde yardımcı olabileceğini göstermiştir.

Karbonhidratlar daha çok müsilaj formunda yer alır ve suda oldukça fazla çözünür. Sudaki çözeltisinin gerçek viskozite değeri yaklaşık %30'dur (Benchasri, 2012). Müsilajın yapısal formunu galaktoz, ramnoz ve galakturonik asitten oluşan rastgele sarmal polisakkaritler oluşturur (Roy ve ark., 2014). Bamya müsilajı endüstriyel ve tıbbi uygulamalar için uygundur (Akinyele ve Temikotan, 2007). Bitkinin olgun meyvesi ve sapları kâğıt endüstrisinde kullanılan ham lif içerir (Kumar ve ark., 2013).

Müsilajlar, hücrelerde oluşan metabolizma ürünleridir. Müsilajlı maddeler genellikle kabuk duvarlarında yoğunlaşır ve kimyasal olarak protein ve minerallerle ilişkili asidik polisakkaritlerdir (Woolfe ve ark., 1977). Bamyada karbonhidratlar müsilaj formunda bulunur ve bamya müsilajı yenilebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ucuz bir kaynaktır. Ayrıca, yeniden yapılandırılmış yumurta akında çırpma maddesi, un bazlı yapıştırıcıların formülasyonlarında ve şeker kamışı öz suyunun berraklaştırılmasında katkı maddesi olarak, gıda dışı alanlarda kâğıt ve kumaş üretimi, metallerde parlaticı ajan, boru akışındaki sürtünmeyi azaltmada koruyucu madde olarak ve tıbbi uygulamalar da dâhil olmak üzere birçok kullanım alanı vardır (Gemede ve Ratta, 2014). Bamya kökü müsilajı, tıbbi bitki olarak kullanılan *Althaea officinalis* ile benzer kimyasal bileşime sahiptir (Roy ve ark., 2014).

Mineral ve vitaminleri sağlayarak insan beslenmesinde önemli bir role sahip olan yeşil sebzeler, yüksek oranlarda diyet lifi de içerirler (Karakaya ve ark., 2011). Diyet lifinin sağlık açısından oldukça fazla önem arz etmesi, günümüzde lif içeriği yüksek gıda maddelerinin pazar payını artırmaktadır (Tuluk ve ark., 2018). Taze bamya, kolesterolü düşürmek için önemli bir diyet bileşeni olan viskoz liflerin (0.67 g/1000 kcal) en önemli sebze kaynaklarından biridir (Kendall ve Jenkins, 2004). Bamya lifi bağırsak mikroorganizmaları için değerli bir besin maddesi olduğundan uygun bağırsak işlevselliği sağlar (Kumar ve ark., 2013). Fazla miktarda lif tüketimi, kolon kanseri riskini azaltır (Dawczynski ve ark., 2007).

Son yıllarda et ve et ürünleri formülasyonlarına, çeşitli kaynaklardan elde edilen diyet lifi ve lif bakımından zengin bileşenlerin (tahıllar, meyveler, baklagiller, kökler, yumrular ve deniz yosunları gibi) genellikle %1,5-3.0 oranlarında ilave edilmesiyle yapılan çalışmalarda bir artış olmuştur (Olmedilla-Alonso ve ark., 2013). Fonksiyonel gıda olarak değerlendirilen diyet lifleri, düşük yağ içerikli ürünlerde su tutma

kapasitesini arttırma, tekstürü geliştirme, maliyeti azaltma, depolama stabilitesini düzeltme ve pişirme kayıplarını azaltma gibi nedenlerle et ürünlerinde kullanım alanı bulmuştur (Fernández-Ginés ve ark., 2004). Diyet lifleri, sudaki çözünürlüklerine göre çözünür ve çözünmez diyet lifi olarak iki ana grupta değerlendirilir (Prakongpan ve ark., 2002). Nişasta olmayan polisakkarit türevleri olarak da tanımlanan diyet lifleri, selüloz, hemiselüloz (β -glukanlar, arabinoksilanlar), pektin ve müsilağ gibi polisakkaritlerden oluşmaktadır (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Suda çözünen lifler; pektinleri, zamksı maddeleri ve suda çözünen pentozanları içerirken, suda çözünmeyen lifler; lignin, selüloz ve suda çözünmeyen pentozanları içermektedir (Dülger ve Şahan, 2011).

Doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri insan ve hayvan vücudunda sentezlenebilirken, çoklu doymamış yağ asitleri sentezlenemezler ve bu nedenle vücudun gereksinim duyduğu zorunlu yağ asitlerinden kabul edilirler (Karaca ve Aytaç, 2007; Mol, 2008). Doymamış yağ asitlerinin beslenme ve sağlık üzerinde etkisinin ise genellikle olumlu yönde olduğu bilinmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). Doymamış yağ asitlerinden linoleik asit özellikle bitki tohumlarından elde edilen yağlarda bol miktarda bulunur (Eseceli ve ark., 2006). de Sousa Ferreira Soares ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada Brezilya bamyasının önemli miktarda protein (%22.14), lipit (%14.01) ve fazla miktarda doymamış lipit (%66.32), özellikle oleik (%20.38) ve linoleik asitleri (% 44.48) içerdiğini gözlemlemişlerdir. Ndangui ve ark. (2010)'a göre, *Abelmoschus esculentus* L. yağı, oleik-linoleik asit grubunda sınıflandırılabilir.

Esansiyel yağların antioksidatif özellikleri, içerdikleri bileşenlerin yapısında yer alan fenolik hidroksil gruplarından kaynaklanmaktadır (Cuvelier ve ark., 1996). Khomsug ve ark. (2010), bamya tohum ekstraktlarının antioksidan özelliklerini büyük ölçüde fenolik içerik ile ilişkilendirmişlerdir.

2.1.1. Antioksidan özellik ve fenolik bileşikler

Baharatlar, sebzeler, meyveler ve yağlı tohumlar gibi bitki materyallerinin toplam antioksidan kapasitesi, askorbik asit, alfa tokoferol, beta-karoten, çeşitli flavonoidler ve diğer fenolik bileşiklerin konsantrasyonlarından ileri gelir ve sentetik antioksidanların yerini alabilecek önemli kaynakları oluştururlar (Karakaya ve ark., 2011; Rather ve ark., 2016). Doğal antioksidan kavramı, oksitlenebilir bir substrata kıyasla daha düşük bir konsantrasyonda bulunduğu, substratın oksidasyonunu

geciktirebilen veya inhibe edebilen herhangi bir bileşen şeklinde tanımlanabilir (Pisoschi ve Pop, 2015). Çeşitli bitkilerin antioksidan etkileri *in vitro* olarak et ve et ürünlerine ait model sistemlerde değerlendirilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

A. esculentus doğal antioksidanların potansiyel olarak zengin bir kaynağı olabilir. Liao ve ark. (2012), bamyada bitkisine ait çiçek, meyve, yaprak ve tohumlardan elde ettikleri ekstraktların tamamının farklı ancak zengin fenolik ve flavonoidleri içerdiğini, dolayısıyla güçlü bir antioksidan aktivitenin mevcut olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Adelakun ve ark. (2009), antioksidan aktiviteyi belirleyebilmek için kavurma işlemi ve süresinin bamyada tohumları üzerindeki etkilerini gözlemlemişlerdir. Kavurma süresi arttıkça (10-40 dakika arası) antioksidan aktivitenin de önemli ölçüde arttığını keşfetmişlerdir. Ayrıca sindirilebilirlik açısından antioksidan aktivitenin etkisini daha çok bağırsaklarda göstermiş olmasının insan sağlığını olumlu yönde etkileyeceğini ve özellikle kavrulduktan sonra kullanılan tohumların kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunmaktadır ve duyuusal özelliklere (renk, acılık ve burukluk) katkıları nedeniyle ürünlerin besleyici, organoleptik ve ticari özellikleri açısından büyük önem taşımaktadır (Arapitsas, 2008). Son zamanlarda yapılan epidemiyolojik çalışmalar, polifenoller ve kardiyovasküler hastalıklar ile kanser dâhil birçok hastalığın önlenmesi arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir (Rachida ve ark., 2017). Çeşitli yabani bitkilerin meyveleri ile yapılan çalışmalarda fenolik bileşiklerin iyi bir antioksidan ve/veya antimikrobiyal ajan olarak hizmet edebileceği gözlemlenmiştir (Ahmad ve ark., 2016).

Arapitsas (2008); bamyanın polifenolik profilinin aydınlatılmasına odaklanmıştır. Kalitatif ve kantitatif analizler sonucu, bamyanın polifenolik bileşikler açısından zengin olduğunu, sebzenin %17'ni temsil eden ve fenolik bileşikler bakımından daha zengin olan tohumların çoğunlukla oligomerik kateşinler (2.5 mg/g tohum) ve flavonol türevlerinden (3.4 mg/g tohum), kabukların ise; kuersetin ve hidroksisinnamik asit türevlerinden (0.3 ve 0.2 mg/g kabuk) oluştuğunu gözlemlemiştir.

Khomsug ve ark. (2010), baskın fenolik bileşikler, bamyada tohumlarında prosiyanidin B₁ ve rutini takiben prosiyanidin B₂ olarak tanımlarken, püre haline getirilmiş bamyada kateşin, prosiyanidin B₂, epikateşin ve rutin olarak tanımlamıştır. Bamyadaki yüksek antioksidan aktivite içeriği ve fenoliklerle bağlantılı bu bulgular, bamyanın insan beslenmesindeki önemini artırmaktadır.

Rachida ve ark. (2017), üç farklı ayda (Ağustos, Eylül ve Ekim) topladıkları bamya ekstraktlarının fitokimyasal profilini, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. Sonuçlar, *Abelmoschus esculentus* L. meyve ekstraktının, flavonoid ve flavonoller dâhil olmak üzere önemli miktarlarda polifenol içerdiğini ve hem tıbbi hem de gıda uygulamaları için fenolik bileşiklerin iyi bir kaynağı olarak kabul edilebileceğini göstermişlerdir.

2.1.2. Antimikrobiyal etkiler

Bitkisel kaynaklardan elde edilen doğal antimikrobiyallerin, sentetik antimikrobiyal maddelerden daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Genellikle eteri yağlardan oluşan fitonsidler, bitkiler tarafından sentezlenen ve antimikrobiyal özellik gösteren maddelerdir (Özçelik, 1986). Bitkilerin antimikrobiyal bileşikleri çoğunlukla uçucu yağ kısmında bulunsa da su veya alkolle hazırlanan ekstraktlar birçok mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal etki gösterir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013). Bitkiler; alkaloidler, flavonoidler, fenolikler, kumarinler, organik asitler, saponinler, terpenoidler ve tiyosülfatlar gibi çeşitli antimikrobiyal etkiye sahip bileşikler içermektedir (Şengün ve Öztürk, 2018).

Bamya ekstraktı (10-500 µL) kullanılarak sentezlenen altın nanopartiküllerin *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* ve *Pseudomonas aeruginosa* 'ya karşı önemli antibakteriyel etki gösterdiği bulunmuştur (Mollick ve ark., 2014). Yine bamya bitkisinden elde edilen ekstraktın; *Mycobacterium* sp., *M. aurum*, *Staphylococcus aureus* ve *Xanthobacter* Py2 gibi mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmede oldukça etkili olduğu görülmüş ve bu etkinin büyük ölçüde bamya ekstraktında yer alan, lipid fraksiyonunun iki ana bileşeni olan palmitik ve stearik asitten ileri geldiği düşünülmüştür (de Carvalho ve ark., 2011).

Bamya tohumları, oldukça fazla antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Singh (2012), bamya, kabak ve sivri kabak tohumlarının antibakteriyel aktivitesini incelemiş ve bamya tohumlarının *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas fluorescens*'e karşı oldukça fazla etkili olduğunu bildirmiştir. Petropoulos ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada, bamya tohum ekstraktının özellikle *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı önemli antibakteriyel özellikler sergilediğini, fungustatik ve fungisidal özelliklerin genotipe bağlı değişiklik gösterse de etkili olduğunu

gözlemlemişlerdir. Jayaseelan ve ark. (2013), *Abelmoschus esculentus* tohum ekstraktını kullanarak elde ettikleri altın nanopartiküllerin (Au-NPs) önemli antifungal etkiye sahip olduğunu doğrulamışlardır. Nwaiwu ve ark. (2012), *A. esculentus* tohum ekstraktının *Salmonella*, *Shigella* ve *Enterobacter* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini incelemişler ve oldukça iyi antimikrobiyal özellikler sergilediğini gözlemlemişlerdir.

Bamya çiçekleri de; antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahiptir. Solomon ve ark. (2016), *A. esculentus* çiçeğinin etil asetat fraksiyonundan elde ettikleri bileşenin, dört bakteri suşu *Salmonella* Typhi, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus* ve iki fungal suş *Curvularia lunata* ve *Candida albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini incelemişler ve yaptıkları çalışma sonucunda antibakteriyel aktivitenin standart Kloramfenikol ve antifungal aktivitenin de standart Flukonazol etkisi ile neredeyse aynı düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir.

2.1.3. Sağlık üzerine etkiler

Hastalıkların tedavisinde çeşitli bitkilerden yararlanmak, M.Ö. 5000’li yıllara dayanan çok eski bir yöntemdir. Bitkilerin tedavi amaçlı kullanımı, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre değişiklik arz eder: Gelişmekte olan ülkelerde bu oran %80’ler civarındayken gelişmiş ülkelerde ise %40-50 civarındadır. Ancak, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gelecek yıllarda tüm dünyada bitkilerle tedavi yöntemlerinin artacağını öngörmektedir (Acıbuca ve Budak, 2018). Bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) meyve ve yaprakları, birçok ülkede önemli bir yenilebilir sebze olmasının yanı sıra birçok hastalığın tedavisinde de kullanılmaktadır.

Yüksek oranda lif, C vitamini ve folat içeren bamya, genel olarak yüksek kaliteli besleyici özelliklere sahiptir. Kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, sindirim hastalıkları ve bazı kanserler gibi önemli hastalıklar üzerinde çeşitli sağlığa yararlı potansiyel etkileri olan önemli bir sebzedir (Habtamu Fekadu ve ark., 2015).

Bamyanın diyabet üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Sabitha ve ark. (2011) bamya kabuk ve tohum tozlarının, diyabetik durumda kan şekerini düşürücü etkiye sahip olduğunu doğrulamışlardır. Kardiyovasküler hastalıklar için ana risk faktörlerinden biri olan hiperlipidemi, hem bamya polisakkaritleri hem de flavonoidler tarafından önemli derecede etkilenir. Bu nedenle, kanda lipit seviyesini iyileştirmek için büyük bir potansiyele sahip olan bamya, fonksiyonel gıdalar alanında geniş bir uygulama alanı bulur (Liu ve ark., 2021). Flavonoidlerin bakteri hücre duvarı ile bir

kompleks oluşturarak antimikrobiyal aktivite sergilediği ve böylece antibiyotikler yerine alternatif olarak kullanılabileceği bilinmektedir (Solomon ve ark., 2016). Epidemiyolojik çalışmalar, fenolik bileşiklerin antikanser özellikteki sitokin salgılanmasını desteklemesi ve kanser hücrelerinin çoğalmasını engellenmesi nedeniyle, bu bileşiklerce zengin gıdaların tüketiminin bazı kanser risklerini azaltabileceğini göstermiştir (Liu ve ark., 2021).

Sonuç olarak, çeşitli besin maddelerini ve önemli fitokimyasalları içeren *A. esculentus*, antioksidan, antibakteriyel, antikanser, antidiyabetik, antienflamatuvar ve immünomodülatör, organ koruyucu ve nörofarmakolojik aktiviteleri içeren bir dizi önemli biyolojik aktiviteye sahiptir ve farmakolojik olarak öncü aktif bileşiklerinin en iyi kaynaklarından biri olabilir (Islam, 2019).

2.2. Et Endüstrisinde Bitkisel Katkıların Kullanımı

Et ve et ürünlerinin raf ömrü ve kalitesini etkileyen en önemli etkenlerin başında, oksidasyon ve mikrobiyal gelişim gelmektedir. Bu nedenle sıklıkla antioksidan ve antimikrobiyal katkı maddelerinden yararlanılmaktadır. Ancak, son zamanlarda kimyasal katkılara dair sağlık ile ilgili endişelerin artması sonucu, özellikle yüksek fenolik madde içeren çeşitli bitkiler, baharatlar ve meyveler kimyasal katkılara alternatif oluşturmuş ve bitkisel katkı kullanımının ön plana çıkması ile araştırmacılar bu konu üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca, et ve et ürünlerinde kullanılan bitkisel katkı ile fonksiyonelliğin artırılmasının yanı sıra, duyuşsal ve tekstürel özelliklerin de geliştirilebilir olması bitkilere olan ilgiyi artırmıştır.

Et ürünlerinde doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olması, lipid oksidasyonu riskini artırmaktadır. Doymamış lipidlerin oksidasyonu, yalnızca rahatsız edici koku ve tat oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda işleme ve pişirmeden sonra gıdalarda ikincil reaksiyon ürünlerinin oluşmasıyla beslenme kalitesini ve güvenliğini de azaltabilir (Frankel, 1980). Işığa maruz kalmanın ardından oldukça reaktif hale gelen oksijen, doymamış yağ asitlerinin karbon-karbon çift bağları ile hızla reaksiyona girerek hidroperoksitleri oluşturabilir (Kubow, 1992). Hidroperoksitlerin indirgenmesiyle, diğer doymamış yağ asitlerinin çift bağları ile reaksiyona giren ve lipid oksidasyonunun zincirleme reaksiyonunu daha da ilerleten oldukça reaktif serbest radikaller oluşur. Bu lipid oksidasyon ürünleri; proteinlerin de oksidasyonunu başlatarak ciddi sağlık

sorunlarına, istenmeyen duyuşal değişikliklere ve besleyici değerin azalmasına yol açar (Rather ve ark., 2016).

Et endüstrisinde, lipit oksidasyonunun olumsuz sonuçlarından kaçınabilmek için çoğunlukla sentetik veya doğal antioksidanlardan istifade edilir. Antioksidanlar, lipit oksidasyon ürünlerini ortadan kaldıramazlar ve oksidasyonu da geri döndüremezler. Ancak, gıdalara ilave edilen bu maddeler oksidasyonun şekillenmesini geciktirir ve/veya engellerler (oban ve Patır, 2010). Her ne kadar lipit oksidasyonunu engellemek için sentetik antioksidanlardan yararlanılsa da son zamanlarda tüketiciler arasında artan endişeler neticesinde bu tür kimyasal katkıların kullanımı yerine özellikle bitkisel kökenli katkıların kullanımı konusunda yapılan çalışmalar artış göstermiştir (Karakaya ve ark., 2011).

Genel olarak gıdaların yapısında bulunan başlıca antioksidanlar; fenolik bileşikler, askorbik asit, tokoferoller ve karotenoidlerdir. Bitki ve baharatların antioksidan özellikleri ise daha çok, yapılarında bulundurdıkları fenolik bileşiklerden ileri gelmektedir. Bu bileşikler oksidatif sistemde özellikle tekli oksijeni sönüme uğratarak oksijen derişimini düşürür, birincil radikallerden hidroksil radikalleri tutarak zincir reaksiyonlarının başlamasını önler ve metal iyon katalizörlerini bağlarlar (Yavaşer, 2011).

Sindirilebilirlik özelliği yüksek olan et ve et ürünleri, yüksek nem içeriği, protein, omega-3 yağ asitleri, mineral ve vitamin B12 gibi zengin besin maddesi içeriklerine sahip olmalarının yanı sıra belirli oranda fermente olabilir karbonhidrat içermeleri ve pH değerlerinin yüksek olması nedeniyle mikroorganizmaların gelişimi için çok uygun ortamlardır (şen ve ark., 2019). Et ve et ürünlerinde kesimden hemen sonra başlayıp uygun koşullarda giderek artan mikrobiyal üreme, ürün kalitesini ve raf ömrünü etkileyen en önemli faktörlerdendir (Turp ve ark., 2018). Et ve et ürünlerinde *Salmonella* serotipleri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes* gibi patojenlerin varlığı ciddi hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle, hem ürünü bozulmalara karşı muhafaza etmek hem de insan sağlığını korumak adına antimikrobiyal maddelerden yararlanılmaktadır.

Çizelge 2.2. Et ve et ürünlerinde kullanılan bazı bitki ve baharatların antioksidan etkisi

Bitki materyali	Sistematik adı	Et ürünü	Kullanılan doz	Etki	Kaynak
Zerdeçal tozu	<i>Curcuma longa</i>	Köfte (Sığır eti)	%0.1, %0.2 ve %0.3	1	Milon ve ark. (2016)
Nar kabuğu ekstraktı	<i>Punica granatum</i> L.	Köfte (Sığır eti)	%0.5 ve %1	3	Turgut ve ark. (2016)
Yeşil lahana	<i>Brassica oleracea</i>	Köfte (Tavuk eti)	%15 ve %25	1	Verma ve ark. (2016)
Liçi çiçeği tozu	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	Köfte (Domuz eti)	%0.5, %1 ve %1.5	3	Ding ve ark. (2015)
Sarı centiyan kökü tozu	<i>Gentiana lutea</i> L.	Köfte (Sığır eti)	2 g/kg ve 5 g/kg	1	Azman ve ark. (2015)
Fatsia ekstraktı	<i>Aralia elata</i>	Köfte (Sığır eti)	%0.1 ve %0.5	2	Kim ve ark. (2013)
Ispanak, Yeşil bezelye ve Kırmızıbiber tozu	<i>Cladosporium variabile</i> <i>Pisum sativum</i> <i>Capsicum galapagoense</i> L.	Köfte (Hindi eti)	10 g ve 155 g	3	Duthie ve ark. (2013)
Adaçayı	<i>Salvia officinalis</i> L.	Çin sosisi	%0.05, %0.1 ve %0.15	3	Zhang ve ark. (2013)
Brokoli tozu ekstraktı	<i>Brassica oleracea</i> L.var. <i>Italica</i>	Nugget (Keçi eti)	%1, %1.5 ve %2	1	Banerjee ve ark. (2012)
Siyah frenk üzümü ekstraktı	<i>Ribes nigrum</i> L.	Köfte (Domuz eti)	5, 10 ve 20 g/kg	3	Jia ve ark. (2012)
Nilüfer yaprağı ve Arpa yaprağı tozu	<i>Nelumbo nucifera</i> <i>Hordeum vulgare</i>	Pişmiş kıyma (Domuz eti)	%0.1 ve %0.5	1	Choe ve ark. (2011)
Avokado tohum ve kabuk ekstraktları	<i>Persea americana</i> Mill.	Köfte (Domuz eti)	50 g ekstrakt/700 g	3	Rodríguez-Carpena ve ark. (2011)
Nar çekirdeği tozu	<i>Punica granatum</i> L.	Çiğ kıyma (Keçi eti)	%2	1	Devatkal ve Naveena (2010)
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Sosis (Tavuk eti)	6.1, 12.2, ve 18.3 g/kg	1	Liu ve ark. (2009)
Karanfil ve Tarçın tozu	<i>Eugenia caryophyllata</i> <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Kıyma (Koyun, sığır ve domuz eti)	250 mg/100 gr	1	Jayathilakan ve ark. (2007)
Tavus otu ekstraktı	<i>Agrostis capillaris</i>	Çiğ kuzu eti	%0.10 ve %0.25	1	Luo ve ark. (2007)
Adaçayı ekstraktı	<i>Salvia officinalis</i> L.	Ciğer köfte (Domuz eti)	%0.1	2	Estévez ve ark. (2006)
Pırasa ve Soğan tozu	<i>Allium porrum</i> <i>Allium cepa</i>	Geleneksel Yunan sosisi	120, 240, 360 ve 480 g/kg	1	Fista ve ark. (2004)

1: Önemli ölçüde azalmış lipit oksidasyonu; **2:** Önemli ölçüde azalmış protein oksidasyonu; **3:** Önemli ölçüde azalmış lipit ve protein oksidasyonu

Doğal antimikrobiyal arayışı, araştırmacıları bitki özleri ve bunların uçucu yağları, enzimleri, peptidleri, kitosan, bakteriyosinler, bakteriyofajlar, fermente bileşenler, ozon ve organik asitler gibi potansiyel inhibe edici bileşiklerin etkinliğini araştırmaya yöneltmiştir (Lemay ve ark., 2002; Aziz ve Karboune, 2018). Antimikrobiyal etkisi incelenmiş ve çoğunlukla biyoaktif bileşikleri içeren bitkisel katkıları arasında kekik, adaçayı, fesleğen, biberiye, rezene, kakule, kuşburnu, mercanköşk, limon otu, yeşilçay, tarçın, karanfil, vanilin, sarımsak, soğan, maydanoz, enginar, kişniş, kimyon, limon, nar, üzüm, domates, zeytin ve birçok yan ürün yer almaktadır (Aziz ve Karboune, 2018; Turp ve ark., 2018).

Bitkisel kökenli katkıları dolgu maddesi, bağlayıcı, yağ ikame maddesi, mikro besin maddesi takviyesi olarak etlerde kullanılırlar. Diyetle yer alan hayvansal ürünler, bitkisel kaynaklardan alınan mikro besin maddelerinin biyoyararlılığını artırır (Karakaya ve ark., 2011). Et ürünlerine hem fonksiyonellik kazandırmak ve hem de teknolojik özellikleri iyileştirmek amacıyla ilave edilen diyet lifleri; düşük yağ içerikli ürünlerde su tutma kapasitesini artırma, pişirme kayıplarını azaltma, tekstürü geliştirme, depolama stabilitesini artırma, maliyeti azaltma ve nötr tada sahip olması nedeniyle et endüstrisinde kullanım alanı bulmaktadır (Sarıçoban ve ark., 2008). Çözünür diyet lifleri; suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluştururken, çözünmeyen diyet lifleri ise ağırlığının 20 katı kadar suyu tutabilmektedir (Denktaş, 2017).

Sağlıklı et ürünlerinin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar; kalp ve damar hastalıklarına neden olduğu bilinen hayvansal yağlar yerine, bitkisel yağların tercih edilmesini ve et ürünleri üretiminde ürünlere katılan yağ miktarının azaltılıp yağ yerine ikame edilebilecek katkıların (diyet lif, soya konsantresi, nişasta, guar gam vb.) kullanılmasını tavsiye etmektedir (Kaynakçı ve Kılıç, 2009).

Sonuç olarak; et endüstrisinde kullanılan bitkisel katkıları hem antioksidan hem de antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra protein çeşitliliğini artırmak, aminoasit profilini dengelemek, su ve yağ tutma özelliklerini geliştirmek, tekstür gelişimini sağlamak, pişirme verimini artırmak, raf ömrünü uzatmak, görünüş ve duyu özellikleri geliştirmek, maliyeti düşürmek ve sağlığı teşvik etmek gibi birçok fayda sağlamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan sığır eti Konya'daki anlaşmalı bir kasaptan temin edilmiş ve 3 mm ayna çapına sahip kıyma makinesinden iki kez geçirilerek kıyma haline getirilmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesi için S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Enstrümantal Analiz Laboratuvarında soğukta (0-4 °C) muhafaza edilmiştir. Sığır eti köfte formülasyonunda kullanılan Sultani çeşidine ait bamyalar, Konya piyasasından temin edilmiştir. Laboratuvar ortamında kurutulup, öğütülerek toz formuna getirilmiştir. Köftelerin hazırlanmasında; %8 su, %1.5 tuz ve %2 baharat kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Çalışmada kullanılan kıyma ve bamyanın bileşimini belirlemek amacıyla nem, protein, yağ, kül, pH ve renk analizleri yapılmıştır. Köfte örnekleri; kontrol (%0), %0.01 BHT, %0.5, %1.0, %1.5 seviyesinde kuru bamya tozu ve %0.5, %1.0, %1.5 haşlanmış kuru bamya tozu içeren, toplam 8 gruba ayrılmıştır. Örnekler 4 °C'de depolanmış ve depolamanın 1. 4. ve 7. günlerinde pH, renk, antioksidan aktivitesi (DPPH) ve lipid oksidasyon derecesi (TBA) analizleri yapılmıştır. Köfte örneklerinin; pişirme kaybı, su tutma kapasitesi ve tekstürel özellikler (TPA) belirlenmiştir. Denemeler faktöriyel deneme desenine göre: pH, renk, TBA ve DPPH analizlerine ait her bir parametre için 8 (köfte grubu) x 3 (depolama periyodu) x 2 (tekerrür) x 3 (paralel) = 144; pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, toplam fenolik madde ve TPA analizlerine ait her bir parametre için faktöriyel deneme desenine göre 8x2x3 = 48 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Örneklerin analize hazırlanmaları

3.2.2.1. Bamya tozlarının hazırlanması

Bamyalar yıkanıp, sapları uzaklaştırıldıktan sonra iki gruba ayrılmıştır. Kurumanın sağlanabilmesi için bamyalar uzunlamasına bölünmüş ve 3 gün süre ile laboratuvar koşullarında kurumaya bırakılmıştır. İkinci grup olarak belirlenen bamyalar ise proteaz enziminin inaktive edilmesi amacıyla, 90 °C’de 5 dakika süreyle haşlanmış ve uzunlamasına bölünerek 3 gün süreyle kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan bamyalar öğütülüp belirli irilikte toz haline getirilmiştir.



Şekil 3.1. Kurutulan bamya örnekleri

3.2.2.2. Köftelerin hazırlanması

Her tekerrür için ayrı ayrı hazırlanmış olan köfte hamuruna, %8 su, %1.5 tuz, %2 baharat (%4 soğan tozu, %0.5 sarımsak tozu, %0.25 karabiber, %0.25 kimyon) ve gruplara göre %0.5, %1.0, %1.5 seviyelerinde bamya tozları ilave edilmiştir. Kullanılacak olan bamya tozu miktarının belirlenmesinde duyusal analizler yapılmış ve katılacak miktarlara bu şekilde karar verilmiştir. %2’den fazla olan miktarlarda yoğun bamya tadı alınmış ve en fazla %1.5 olacak şekilde bamya tozu ilave edilmesine karar verilmiştir. Hazırlanan köfte örnekleri 4 °C’de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Sığır eti köfte formülasyonu

Gruplar	Et (g)	Su (ml)	Tuz (g)	Bamya (g)	Baharat (g)	Toplam (g)
K (%0.0)	486.75	44	8.25	0.00	11	550
BHT (%0.01)	486.70	44	8.25	0.00	11	550
BT(%0.5)	484.00	44	8.25	2.75	11	550
BT(%1.0)	481.25	44	8.25	5.50	11	550
BT(%1.5)	478.50	44	8.25	8.25	11	550
HBT(%0.5)	484.00	44	8.25	2.75	11	550
HBT(%1.0)	481.25	44	8.25	5.50	11	550
HBT(%1.5)	478.50	44	8.25	8.25	11	550

K: Kontrol; BHT: Bütil Hidroksi Toluen (0.055 g ilave edilmiştir); BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu

3.2.3. Analiz yöntemleri

3.2.3.1. Nem tayini

Her bir köfte formülasyonundan 5-10 g kadar kurutma kaplarına tartıldıktan sonra, örnekler 105 ± 2 °C'deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) tutulmuştur. Süre sonunda etüvden çıkarılıp desikatöre alınan kaplar oda sıcaklığına soğutulup, tartılmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3.2. Yağ tayini

Hammaddelerdeki yağ miktarını tespit etmek amacıyla her örnekten 5 g olacak şekilde ekstraksiyon kartuşuna tartım yapılmıştır. Dietileter ile 5-6 kez sirkülasyondan sonra, vakumlu evaporatör geri soğutucu yardımıyla balona toplanan dietileter-yağ karışımı birbirinden ayrılmıştır. Balonda dietileter kalma olasılığı nedeniyle yağ içeren balon etüvde 125 °C'de bekletilip kalan dietileter de uçurulmuştur. Balon+yağ desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak örnekteki yağ miktarı (%) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3.3. Protein tayini

Her örnekten yaklaşık 1-2 g tartılarak Kjeldahl tüplerine aktarılmıştır. Tüp içerisine katalizör tablet (K_2SO_4 : $CuSO_4$) atılmış ve yakma ünitesinde renk tamamen berraklaşınca kadar 25 ml derişik sülfürik asit ile örneğin parçalanması sağlanmıştır. Yakma işleminden sonra örnekler, distilasyon ünitesinde sodyum hidroksit (%32) ve

borik asit (%3) çözeltileri ile distile edilmiştir. Toplanan distilat hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuç 6.25 faktörü ile çarpılarak (%) protein miktarı belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.3.4. Kül tayini

Hammaddelerin kül miktarını tespit etmek amacıyla darası alınmış porselen krozelere; 2.0-2.5 g arasında örnek tartılıp 550 ± 2 °C'deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakıldıktan sonra toplam kül miktarı (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.3.5. pH tayini

Distile suda homojenize edilen 10 g kurutulmuş toz haline getirilmiş bamya örneğine (10:1, su:örnek) ait pH değeri pH metre (315 i/SET WTW, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 1999). Köfte örneklerinin pH değeri ise saplmalı pH-metre (Testo 205, Almanya) yardımıyla belirlenmiştir.

3.2.3.6. Renk tayini

Örneklerin renk değerlerini belirlemek için kromametre cihazı (CR-400 model, Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılmıştır. 3 farklı noktadan okuma yapılmış ve CIELab (Commission Internationale de l'Eclairage) renk skalasına göre L^* (parlaklık), a^* ($\pm$ kırmızı-yeşil) ve b^* ($\pm$ sarı-mavi) renk koordinatları belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1991).

3.2.3.7. Su tutma kapasitesi (STK) tayini

Gruplara ait 2 g köfte örneği 5×5 cm² ebadındaki kaba filtre kağıtlarına tartılıp sarılarak santrifüj tüpüne yerleştirilmiştir. Tüpler 10 dakika, 2000 rpm, 10 °C'de santrifüj edildikten sonra filtre kağıtlarındaki köfte örnekleri uzaklaştırılmıştır. Islak filtre kağıtlarının ağırlığı belirlendikten sonra kâğıtlar sabit ağırlığa gelinceye kadar 60 °C'de kurutulmuş ve su tutma kapasitesi santrifüj işleminden sonra kalan numune miktarı olarak hesaplanmıştır (Lakshmanan ve ark., 2007).

3.2.3.8. Pişirme kaybı (PK) tayini

Her bir köfte örneğinden darası alınmış polietilen poşetlere yaklaşık 20'şer g tartıldıktan sonra poşetlerin ağızları sıkıca kapatılmış ve 80 °C'lik su banyosunda 20 dakika süre ile pişirilmiştir. Poşetlerin içerisindeki sıvı faz uzaklaştırıldıktan sonra kalan katı faz tartılmış ve her bir örneğe ait PK (%) değerleri tespit edilmiştir (Kondaiah ve ark., 1985).

3.2.3.9. Toplam fenolik madde tayini

Köfte ve bamya örneklerinin toplam fenol içeriği; Folin Ciocalteu (FC) ayırıcı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Yoo ve ark., 2004). Her köfte grubuna ve bamya tozlarına ait örneklerden santrifüj tüplerine 1 g tartıldıktan sonra üzerine 10 ml metanol ilave edilmiştir. Daha sonra tüpler buzlu su içerisine konulup içeriği homojenize edildikten sonra bir gün boyunca +4 °C'de bekletilmiştir. Süre sonunda ekstraktlar Whatman 1 filtre kağıdı yardımıyla mezürlere süzölmüştür. Dilisyon tüplerine 0.5 ml ekstrakt alınıp üzerine 1:10 oranında saf su ile seyreltilmiş 2.5 ml Folin ciocalteu reagenti (0.2 mol/L) eklenmiştir. Şahit olarak örnek yerine 0.5 ml metanol kullanılmıştır. Karışımın sağlanması için vortekslenen tüpler 2 dakika bekletilmiş ardından her tüpe %7.5'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisinden 2 ml ilave edilmiştir. Karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında 30 dk bekletilen örneklerin spektrofotometre yardımıyla 760 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı; mg/g gallik asit eşdeğeri olarak (GAE) ifade edilmiştir.

3.2.3.10. Tiyoarbitürik asit (TBA) analizi

Örneklerin oksidatif ransiditeleri, spektrofotometre kullanılarak saptanmıştır. Köfte örneklerinden 10 g tartılıp üzerlerine 50 °C'deki 50 ml saf su ve 1 ml BHA ilave edilerek 2 dakika boyunca homojenize (Wisd/HG-15D) edilmiştir. Homojenizat, distilasyon balonuna aktarıldıktan sonra üzerine 50 °C'deki 47.5 ml saf su, 2.5 ml HCl çözeltisi, 3-4 damla köpük kırıcı ve kaynamayı kolaylaştırmak amacıyla birkaç kaynama boncuğı ilave edilmiştir. Distilasyon düzeneğine yerleştirilen balonlardan yaklaşık 50 ml distilat toplanana kadar distilasyona devam edilmiştir. Daha sonra elde edilen distilatlardan deney tüplerine 5'er ml alınarak üzerlerine 5 ml TBA reagenti (0.02

M 2-tiyobarbütirik asit) ilave edilmiştir. Şahit için distilat yerine 5 ml saf su kullanılmıştır. Tüm tüpler 35 dakika süreyle 90 °C'deki su banyosunda (BM402) bekletilmiştir. Hafif pembemsi renge sahip tüpler su banyosundan çıkarılarak soğutulmuş ve spektrofotometrede (Optizen POP UV/VIS, Daejeon, South Korea) 530 nm dalga boyunda şahit numuneye karşı okuma yapılmıştır. Okunan absorbans değerleri 7.03 katsayısı ile çarpılarak, TBA miktarları mg malonaldehit/kg örnek olarak saptanmıştır (Ockerman, 1985).

3.2.3.11. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) tayini

Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek örneklerin antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Köfte örneklerinden santrifüj tüplerine 5 g tartıldıktan sonra üzerlerine 25 ml metanol ilave edilerek homojenize edilmiştir. Ardından 4 °C'de 10 dakika 5000 rpm'de santrifüjlenip, Whatman 1 filtre kâğıdı ile 25 ml'lik mezürlere süzölmüşlerdir. Süpernatantlar, metanol ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Deney tüplerine 50 µl süpernatant aktarılmış ve üzerlerine 2950 µl metanol ile hazırlanmış 0.1 mM DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Şahit için süpernatant yerine metanol kullanılmıştır. Tüpler 30 dakika boyunca karanlıkta olacak şekilde oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans değerleri spektrofotometre yardımıyla 517 nm'de şahide karşı okunmuştur. Serbest radikal inhibisyonu oransal (%) olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.12. Tekstür profil analizi (TPA)

Tekstür analiz cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, UK) ile köfte örneklerinde 50 kg load cell kullanılarak 2 kademeli sıkıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Analiz için ortalama 35 mm çap ve 12-15 mm kalınlığında pişmiş örnekler hazırlanmıştır. Sertlik (hardness, N), Yapışkanlık (cohesiveness), Elastikiyet (springiness, mm), Gamsılık (gumminess, N), Çiğnenebilirlik (chewiness, Nxmm) parametreleri elde edilmiştir (Modi ve ark., 2009).

3.2.3.13. İstatistiki analizler

Elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak hazırlanan Çizelgeler halinde “MINITAB release 16.0” Varyans Analizine tabi tutulmuş olup, her bir grubun ortalamaları arasındaki fark Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir (Snedecor ve Cochran, 1980).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan bamyaların ortalama nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat içerikleri sırasıyla %85.67, %1.59, %0.25, % 0.97 ve %11,52 olarak belirlenmiştir. Ortalama pH değeri 5.80 iken, bamya tozuna ait ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 65.54, -4.75 ve 19.76 olarak belirlenmiştir. Haşlanmış ve haşlanmamış bamya tozlarının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla, 14.53 ve 20.36 mg(GAE)/g şeklinde bulunmuştur.

Petropoulos ve ark. (2018), Akdeniz bamya genotiplerinin bazı özelliklerini incelediklerini bir çalışmada, Lashiti genotipinin 100 gramındaki nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat miktarlarını sırasıyla 85.6, 2.68, 0.28, 0.85 ve 10.6 olarak belirlemişlerdir. Açıkgoz ve ark. (2016), kavrulmuş ve kavrulmamış bamya tozlarının toplam fenolik bileşenlerini sırasıyla, 232.19 ve 157.80 mgGAE/100g olarak bulmuşlardır.

Ray ve ark. (2017); Hint yemeği olan Dhokla'ya bamya tohum tozu ilave etmiş ve kontrol gruplarında toplam fenolik miktarı 4.33 mg(GAE)/g iken %7 bamya tohum tozu içeren örneklerde toplam fenolik miktarını 7.04 mg(GAE)/g olarak tespit etmişlerdir.

4.2. pH Analiz Sonuçları

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin pH değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.1'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı seviyelerde, kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin pH verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.02312	4.68*
Depolama (Gün)(B)	2	2.20485	446.39**
Kullanım seviyesi (C)	4	0.00196	0.40
AXB	2	0.01396	2.83
AXC	4	0.00579	1.17
BXC	8	0.00913	1.85
AXBXC	8	0.01500	3.04**
Hata	150	0.00494	-
Genel	179	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli, *: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre köfte örneklerinin pH değeri üzerine “Depolama (gün)” ve “Muamele x Depolama x Konsantrasyon” interaksiyonlarının etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunurken, “Muamele” etkisi istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı seviyelerde, kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama pH verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	pH
Muamele (A)		
Haşlanmamış bamya tozu (BT)	90	4.97±0.18 ^a
Haşlanmış bamya tozu (HBT)	90	4.99±0.16 ^b
Depolama (Gün)(B)		
1.	60	5.13±0.05 ^a
4.	60	4.76±0.06 ^c
7.	60	5.05±0.11 ^b
Kullanım seviyesi (C)		
%0.0	36	4.99±0.17 ^a
%0.01 (BHT)	36	4.98±0.17 ^a
%0.5	36	4.97±0.18 ^a
%1.0	36	4.97±0.18 ^a
%1.5	36	4.98±0.18 ^a
AxBxC		
BTx1x%0.0	6	5.15±0.24 ^a
BTx1x%0.01(BHT)	6	5.14±0.01 ^{ab}
BTx1x%0.5	6	5.14±0.02 ^{ab}
BTx1x%1.0	6	5.13±0.04 ^{ab}
BTx1x%1.5	6	5.02±0.04 ^{ab}
BTx4x%0.0	6	4.77±0.29 ^c
BTx4x%0.01(BHT)	6	4.76±0.03 ^c
BTx4x%0.5	6	4.69±0.06 ^c
BTx4x%1.0	6	4.71±0.04 ^c
BTx4x%1.5	6	4.75±0.07 ^c
BTx7x%0.0	6	5.04±0.07 ^{ab}
BTx7x%0.01(BHT)	6	5.04±0.12 ^{ab}
BTx7x%0.5	6	4.99±0.12 ^b
BTx7x%1.0	6	5.03±0.11 ^{ab}
BTx7x%1.5	6	5.15±0.11 ^a
HBTx1x%0.0	6	5.15±0.24 ^a
HBTx1x%0.01(BHT)	6	5.14±0.01 ^{ab}
HBTx1x%0.5	6	5.10±0.03 ^{ab}
HBTx1x%1.0	6	5.15±0.03 ^a
HBTx1x%1.5	6	5.14±0.02 ^b
HBTx4x%0.0	6	4.77±0.29 ^c
HBTx4x%0.01(BHT)	6	4.76±0.03 ^c
HBTx4x%0.5	6	4.82±0.04 ^c
HBTx4x%1.0	6	4.79±0.07 ^c
HBTx4x%1.5	6	4.80±0.03 ^c
HBTx7x%0.0	6	5.04±0.07 ^{ab}
HBTx7x%0.01(BHT)	6	5.04±0.12 ^{ab}
HBTx7x%0.5	6	5.08±0.11 ^{ab}
HBTx7x%1.0	6	5.02±0.11 ^{ab}
HBTx7x%1.5	6	5.04±0.15 ^{ab}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$, $p<0.05$) birbirinden farklıdır. BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen.

Muhafaza süresi uzadıkça köfte örneklerimizin pH değerlerinde dalgalanma meydana gelmiş ve depolamanın 4. gününde düşüş (4.76) gözlemlenirken, depolamanın 7. gününde artış (5.05) meydana gelmiştir. Haşlanmış ve haşlanmamış bamya tozu ilaveli örnekler kıyaslandığında, HBT ilave edilmiş köftelerin pH değerleri daha yüksek

(4.99) bulunmuştur. Muhafazanın ilk günü en yüksek pH değeri Kontrol grubunda 5.15, muhafazanın dördüncü günü en yüksek pH değeri %1 HBT içeren köfte örneklerinde 4.82 ve depolamanın yedinci günü ise %1.5 BT içeren köfte örneklerinde 5.15 tespit edilmiştir. Köfte örneklerinin pH değerleri üzerine ilave edilen miktarların etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Lorenzo ve ark. (2014) domuz eti köfteleri üzerine bazı doğal ekstraktların etkisini inceledikleri bir çalışmada, depolama süresince pH değerlerinde bir dalgalanma gözlemlenmiş ve yüksek antioksidan bileşen içeren ekstraktların daha düşük pH gösterdiğini ve elde ettikleri sonuçların ekstraktlardaki aktif bileşiklerin özellikleri ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

Kavurmada lipit oksidasyonunu araştıran Aksu ve Kaya (2005), α -tocopherol ve BHA kullandıkları bir çalışmada 0. gün ile kıyaslandığında, 300. günde pH'nın daha yüksek olduğunu gözlemlenmiş ve bu durumun sebebinin antioksidan etkinliğinin pH'ya bağlı olmasına yorumlamışlardır.

Milon ve ark. (2016), zerdeçal tozu ilave ettikleri köfte örneklerinde serbest yağ asitlerinin artmasının bir sonucu olarak depolama süresince tüm numunelerin pH'sında hafif bir düşüş gözlemlenmiştir.

Ergezer ve ark. (2018), sığır eti köftelerine enginar ekstraktı ekledikleri çalışmada, depolamanın 1. ve 3. günleri arasında mikrobiyolojik bozulma nedeniyle pH değerlerinin düştüğünü, 5. ve 7. günlerde ise yükseldiğini gözlemiştir.

Andrés ve ark. (2017) kuzu eti köftelerinde antioksidan ve antimikrobiyal etkiyi incelemişler ve pH'da meydana gelen artışın etin bozulması ile bağlantılı olduğunu, mikroorganizma yükünün artmasına bağlı olarak glikolitik yoldan amino asit parçalayıcı bir mikrobiyal metabolizmanın ortaya çıkması sonucu gerçekleşebileceğini öne sürmüşlerdir.

Coksever ve Saricoban (2010), portakal albedosu ilave ettikleri fermente sucuk örneklerinin başlangıç pH'sını 6.32 olarak belirlemişler ve depolamanın 14. günü 5.32'ye kadar kademeli olarak azalan pH'nın, depolamanın 21. günü 5.37 olarak tespit etmişlerdir. Bu durumun sebebinin ise, muhtemelen ortamda çoğalan proteolitik bakterilerin aktivitesinden kaynaklandığını düşünmüşlerdir.

Aleson-Carbonell ve ark. (2005) limon albedosu ekledikleri sığır eti burgerlerinde pH değerlerinin (pH 5.00–5.03) kontrol numunelerinden (pH 5.42) daha düşük olduğunu fark etmişlerdir. pH'daki bu düşüşü albedoda bulunan bazı organik

asitlerin varlığı ile ilişkilendirmişlerdir. Petropoulos ve ark. (2018), bamya genotipleri arasında baskın organik asitlerin; oksalik ve malik asit olduğunu bildirmişlerdir.

4.3. Renk Analiz Sonuçları

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin renk değerlerine ait verilerin Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.3’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı seviyelerde, kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin renk verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>	
		KO	F	KO	F	KO	F
Muamele (A)	1	20.638	6.05*	39.275	25.25**	18.247	11.04**
Depolama (Gün)(B)	2	24.316	7.13**	35.286	22.69**	5.654	3.42*
Kullanım seviyesi (C)	4	5.871	1.72	21.270	13.67**	4.450	2.69*
AxB	2	8.911	2.63	1.586	1.02	5.161	3.12*
AxC	4	5.210	1.53	6.809	4.38**	4.785	2.89*
BxC	8	4.186	1.23	7.455	4.79**	1.190	0.72
AxBxC	8	4.386	1.29	0.868	0.56	1.945	1.18
Hata	150	3.412	-	1.555	-	1.653	-
Genel	179	-	-	-	-	-	-

**: $p<0.01$ seviyesinde önemli, *: $p<0.05$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, *L** değeri üzerine “Depolama (gün)”; *a** değeri üzerine “Muamele”, “Depolama (gün)” ve “Konsantrasyon”; *b** değeri üzerine ise “Muamele” etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur. Ayrıca, *L** değeri üzerine “Muamele”; *b** değeri üzerine “Depolama (gün)” ve “Konsantrasyon” etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı seviyelerde, kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama renk verilerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Muamele (A)				
Haşlanmamış bamya tozu (BT)	90	42.91±1.72 ^b	6.76±1.85 ^b	10.40±0.06 ^a
Haşlanmış bamya tozu (HBT)	90	43.59±2.20 ^a	7.70±1.43 ^a	9.77±0.06 ^b
Depolama (Gün) (B)				
1.	60	43.52±2.06 ^a	8.09±1.75 ^a	10.12±1.43 ^a
4.	60	43.70±1.94 ^a	6.61±1.63 ^b	9.76±1.00 ^{ab}
7.	60	42.52±1.80 ^b	6.99±1.42 ^b	10.37±1.64 ^b
Kullanım seviyesi (C)				
%0.0	36	43.12±1.31 ^a	8.04±1.72 ^a	10.63±0.95 ^a
%0.01 (BHT)	36	43.87±1.28 ^a	8.08±1.22 ^a	10.19±0.94 ^{ab}
%0.5	36	43.27±1.99 ^a	6.83±1.60 ^b	9.82±1.40 ^{ab}
%1.0	36	43.12±2.60 ^a	6.70±1.64 ^b	9.74±1.97 ^{ab}
%1.5	36	42.75±2.36 ^a	6.50±1.70 ^b	10.06±1.37 ^b
AxB				
BTx1	30	42.84±1.85 ^{ab}	7.60±1.95 ^b	10.77±0.87 ^a
BTx4	30	43.28±1.80 ^{ab}	6.32±1.88 ^c	9.87±1.00 ^{abc}
BTx7	30	42.60±1.46 ^b	6.37±1.45 ^c	10.57±1.95 ^{ab}
HBTx1	30	44.20±2.07 ^a	8.58±1.39 ^a	9.47±1.60 ^c
HBTx4	30	44.12±2.02 ^a	6.91±1.31 ^{bc}	9.65±1.01 ^{bc}
HBTx7	30	42.44±2.11 ^b	7.61±1.08 ^b	10.18±1.26 ^{abc}
AxC				
BTx%0.0	18	43.22±1.33 ^a	8.04±1.75 ^a	10.63±0.96 ^{ab}
BTx%0.01(BHT)	18	43.87±1.29 ^a	8.08±1.23 ^a	10.19±0.96 ^{abc}
BTx%0.5	18	43.06±1.85 ^a	5.92±1.60 ^{bc}	10.01±1.09 ^{abc}
BTx%1.0	18	42.33±1.24 ^a	6.02±1.22 ^{bc}	10.35±2.34 ^{abc}
BTx%1.5	18	42.06±2.17 ^a	5.76±1.82 ^c	10.85±1.12 ^a
HBTx%0.0	18	43.22±1.33 ^a	8.04±1.75 ^a	10.63±0.96 ^{ab}
HBTx%0.01(BHT)	18	43.87±1.29 ^a	8.08±1.23 ^a	10.19±0.96 ^{abc}
HBTx%0.5	18	43.47±2.16 ^a	7.75±0.99 ^a	9.63±1.65 ^{abc}
HBTx%1.0	18	43.91±3.32 ^a	7.39±1.75 ^a	9.13±1.33 ^c
HBTx%1.5	18	43.45±2.40 ^a	7.23±1.22 ^{ab}	9.26±1.12 ^{bc}
BxC				
1x%0.0	12	43.84±1.95 ^{ab}	9.81±0.75 ^a	11.01±0.86 ^a
1x%0.01(BHT)	12	43.84±1.45 ^{ab}	9.39±0.86 ^a	10.44±0.75 ^a
1x%0.5	12	42.97±1.72 ^{ab}	7.32±1.73 ^{bcd}	9.59±1.73 ^a
1x%1.0	12	43.60±3.14 ^{ab}	6.91±1.34 ^{bcd}	9.79±1.51 ^a
1x%1.5	12	43.35±1.86 ^{ab}	7.02±1.34 ^{bcd}	9.77±1.70 ^a
4x%0.0	12	43.06±0.69 ^{ab}	7.53±1.77 ^{bc}	10.23±0.67 ^a
4x%0.01(BHT)	12	44.09±1.32 ^a	7.53±0.76 ^{bc}	9.59±0.69 ^a
4x%0.5	12	43.85±1.88 ^a	6.64±1.46 ^{bcd}	9.44±0.83 ^a
4x%1.0	12	43.83±2.43 ^{ab}	5.57±0.92 ^d	9.66±1.44 ^a
4x%1.5	12	43.67±2.80 ^{ab}	5.80±1.96 ^{cd}	9.89±1.13 ^a
7x%0.0	12	42.75±0.72 ^{ab}	6.79±0.58 ^{bcd}	10.64±1.15 ^a
7x%0.01(BHT)	12	43.68±1.12 ^{ab}	7.34±0.76 ^{bc}	10.53±1.09 ^a
7x%0.5	12	42.98±1.35 ^{ab}	6.54±1.62 ^{bcd}	10.43±1.35 ^a
7x%1.0	12	41.94±1.85 ^{ab}	7.63±1.88 ^b	9.77±2.84 ^a
7x%1.5	12	41.24±1.65 ^b	6.67±1.64 ^{bcd}	10.50±1.20 ^a

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$, $p<0.05$) birbirinden farklıdır. BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

4.3.1. L^* değeri

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, L^* değeri; BT içeren köftelerde, HBT içeren köftelerden daha düşük bulunmuştur. Kontrol grubunun L^* değeri, depolamanın birinci günü 43.84, dördüncü günü 43.06 ve yedinci günü 42.07 olarak belirlenmiştir. En yüksek L^* değeri depolamanın 1. günü %1 HBT (45.46) örneklerinde belirlenirken en düşük L^* değeri ise depolamanın 7. günü %1.5 BT (41.21) içeren örneklerde gözlemlenmiştir. Depolama süresi uzadıkça L^* değerinde azalma meydana gelmiştir.

Ergezer ve ark. (2018), toz halindeki katkı maddelerinin serbest suyu bağlayıp L^* değerinde azalmaya neden olabileceğini bildirilmişlerdir.

Mitsumoto ve ark. (2005), sığır ve tavuk eti köftelerinin üzerinde güçlü antioksidan özelliği önceki çalışmalarla kanıtlanmış çay kateşinlerinin etkisini incelemişlerdir. Çay kateşinlerinin muhtemelen miyoglobinin demir bileşenine bağlanarak renk bozulmasına neden olduğunu ve serbest radikallerle reaksiyona girerek lipid oksidasyonunu geciktirdiğini öne sürmüşlerdir.

Devatkal ve ark. (2010); nar kabuğu tozu ilave ettikleri keçi eti köftelerinde L^* değerinin azalmasından nar kabuğu tozunun koyu renginin sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2019); tavuk göğüs etinin raf ömrünü uzatmak amacıyla karboksimetil selüloz, banya müsilağı ve ZnO nanopartikülleri içeren nanokompozit filmlerin etkisini araştırdıkları çalışmada, banya müsilağı ilave edilen örneklerin L^* değerlerinde önemli bir azalma olduğunu gözlemlemişler ve bu durumun, banya müsilağının tavuk eti renginde bir değişikliğe neden olabilecek belirli bir kahverengimsi renk içeriyor olmasından kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir.

4.3.2. a^* değeri

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, HBT ilave edilen köftelerin a^* değeri (7.70), BT ilave edilen köftelerin a^* değerinden (6.76) yüksek çıkmıştır. Depolama süresinin uzamasıyla köfte örneklerinin a^* değerleri azalmıştır. Konsantrasyon a^* değerini önemli ölçüde etkilemiş ($p<0.01$) ve kullanılan miktar arttıkça, a^* değerinde azalma meydana gelmiştir. En yüksek a^* değeri %0.01 BHT

içeren (8.08) örneklerde tespit edilirken, en düşük a^* değeri ise %1.5 HBT içeren (5.76) örneklerde belirlenmiştir.

Et ürünlerindeki oksimiyoglobin depolama sırasında kahverengi metmiyoglobine dönüşür ve esas olarak metmiyoglobin birikimine bağlı olarak değişen renk, kırmızılık kaybı olarak ifade edilir (Kim ve ark., 2013). Mohammadi ve ark. (2019) karboksimetil selüloz, bamya müsilajı ve ZnO nanopartikülleri içeren nanokompozit filmlerin tavuk eti üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, depolama süresi sonunda bamya müsilajı ve ZnO ile paketlenmiş örneklerin diğer gruplara göre daha yüksek a^* değerlerine sahip olduğunu görmüşler ($P < 0.05$) ve bu durumun, bamya bileşiklerinin ve ZnO nanopartiküllerinin antioksidan aktivitesinden kaynaklanabileceğini, böylece miyoglobin oksidasyonunun ve renk bozulmasının geciktirilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Weemaes ve ark. (1999); 60 °C'yi aşan sıcaklıklarda brokoli suyunda klorofil parçalanması meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda kullanılan bamyanın haşlama işlemi ile içerdiği pigmentlerin parçalanması, a^* değerinin haşlanmamış bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinden daha yüksek değerlerde çıkmasının bir açıklaması olabilir.

Ergezer ve ark. (2018), sığır eti köftelerinde kullandıkları 500 ve 1000 ppm düzeyindeki enginar ekstraktlarının lipit oksidasyonunu büyük ölçüde engellemesine karşılık istenilen kırmızılığın korunamadığını gözlemlemişler ve bu durumu çalışmada kullanılan enginar ekstraktlarının yeşilimsi-kahverengi renk pigmentleri içeriyor olmasına bağlamışlardır. 1000 ppm enginar ekstraktı ilave edilen köftelerin, 7. gün sonunda en düşük a^* değerine sahip olduğunu, kullanılan miktar arttıkça a^* değerinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Huang ve ark. (1999), sorgum unu ilave ettikleri sığır eti köftelerinde, ilave edilen miktar arttıkça a^* değerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu durumun kırmızımsı miyoglobin pigmentinin, sorgum unu ile seyreltilmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmüşlerdir.

4.3.3. b^* değeri

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, BT içeren örneklerin b^* değeri (10.40) HBT içeren örneklerin b^* değerinden (9.77) yüksek bulunmuştur. En yüksek b^*

değeri; %1.5 BT içeren köfte örneklerinde (10.85), en düşük b^* değeri ise; %1 HBT içeren köfte örneklerinde gözlemlenmiştir.

Saricoban ve Yilmaz (2010), buğday kepeği ilave ettikleri köfte örneklerinde, b^* değerindeki artış ve azalışın et ürünlerinde sarılıktan sorumlu ana pigment olan oksimiyogloblin düzeyindeki azalmadan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Georgantelis ve ark. (2007) biberiye ekstraktı, kitosan ve α -tocopherol ilave ettikleri dondurulmuş sığır eti burgerlerinin depolama süresince renk stabilitesini incelemişler ve b^* değerlerindeki azalan eğilimin sebebinin, zamanla miyogloblinin kademeli oksidasyonu ve metmiyogloblinin birikmesinden kaynaklanmış olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Birçok çalışma sonucunda köfte örneklerinin renk değerleri üzerine, kullanılan katkıların pigmentlerinin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kılınççeker (2020), nohut unu ilave ettiği tavuk köftelerinde b^* değerlerindeki artışın nohut unundaki sarı renk şiddetinin (b^* : 19.30) yüksek olmasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Çalışmamızda, haşlanmış bamya tozu ilave edilmiş köfte örneklerinin haşlanmamış bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinden daha düşük b^* değerlerine sahip olması, a^* değerinde de belirttiğimiz gibi pigmentlerin ısıl işleminden etkilenmesinin bir neticesi olabilir.

4.4. Nem (%) Sonuçları

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin nem (%) miktarlarına ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.5’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin nem içeriklerine ait verilerin Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	13.9212	32.98**
Kullanım seviyesi (B)	4	13.5155	32.02**
AxB	4	4.1945	9.94**
Hata	50	0.4221	-
Genel	59	-	-

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre köfte örneklerinin nem (%) miktarları üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksyonunun etkisi, istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama nem içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Nem (%)
Muamele		
BT	30	66.84±1.56 ^b
HBT	30	67.80±0.85 ^a
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	12	67.19±0.84 ^b
%0.01 (BHT)	12	67.95±0.71 ^a
%0.5	12	68.10±0.38 ^a
%1.0	12	67.82±0.91 ^{ab}
%1.5	12	65.52±1.60 ^c
AxB		
BTx%0.0	6	67.19±0.88 ^{bc}
BTx%0.01(BHT)	6	67.95±0.74 ^{abc}
BTx%0.5	6	67.82±0.21 ^{abc}
BTx%1.0	6	67.09±0.64 ^c
BTx%1.5	6	64.13±0.85 ^d
HBTx%0.0	6	67.19±0.88 ^{bc}
HBTx%0.01(BHT)	6	67.95±0.74 ^{abc}
HBTx%0.5	6	68.39±0.29 ^{ab}
HBTx%1.0	6	68.54±0.39 ^a
HBTx%1.5	6	66.92±0.42 ^c

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Nem içeriklerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, köftelere ilave edilen bamya tozlarının miktarı arttıkça nem içerikleri azalmıştır. HBT içeren örneklerin nem içerikleri ise BT içeren örneklerin nem içeriklerinden yüksek çıkmıştır. Nem içeriklerinde en çok azalma %1.5 bamya tozu içeren örneklerde görülmüştür.

Alakali ve ark. (2010), dana köftelere bambara yerfıstığı tohumunu ilave etmişler ve miktar arttıkça nem içeriğinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu durumu, artan kuru madde miktarına bağlı olarak nem içeriğinin azalması ile ilişkilendirmişlerdir.

Verma ve ark. (2013) ise, guava tozu ilave ettikleri koyun eti nuggetlarında, guava tozunun lif içeriğini çoğunlukla suda çözünmeyen diyet liflerinin oluşturması nedeniyle nem kaybı olabileceğini belirtmişlerdir.

Verma ve ark. (2016), yeşil lahanaya ilave ettikleri tavuk köftelerinde konsantrasyona bağlı olarak artan nem içeriğini, yeşil lahananın ete kıyasla daha fazla nem içeriyor olmasına ve su tutma özelliğine sahip lif içeriğine bağlamışlardır.

4.5. Su Tutma Kapasitesi (STK) Sonuçları

Kuru bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinin su tutma kapasitesi verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.7’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin su tutma kapasitesi (STK) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	12.1500	12.93**
Kullanım seviyesi (B)	4	9.5271	10.14**
AxB	4	6.7438	7.17**
Hata	50	0.9400	-
Genel	59	-	-

**: $p<0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre; köfte örneklerinin STK’i üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi, istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama su tutma kapasitelerine (STK) ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	STK (%)
Muamele		
BT	30	8.88±1.27 ^a
HBT	30	7.98±1.50 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	12	9.17±0.50 ^a
%0.01 (BHT)	12	9.33±0.58 ^a
%0.5	12	7.63±1.88 ^{bc}
%1.0	12	8.67±1.58 ^{ab}
%1.5	12	7.38±1.13 ^c
AxB		
BTx%0.0	6	9.17±0.52 ^{ab}
BTx%0.01(BHT)	6	9.33±0.61 ^{ab}
BTx%0.5	6	9.17±1.44 ^{ab}
BTx%1.0	6	9.58±1.24 ^a
BTx%1.5	6	7.77±0.75 ^c
HBTx%0.0	6	9.17±0.52 ^{ab}
HBTx%0.01(BHT)	6	9.33±0.61 ^{ab}
HBTx%0.5	6	6.08±0.20 ^c
HBTx%1.0	6	7.75±1.33 ^{abc}
HBTx%1.5	6	7.58±1.46 ^{bc}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

BT içeren örneklerin STK’i, HBT içeren örneklerinkinden yüksek çıkmıştır. En yüksek STK’i; %1 BT içeren örneklerde belirlenirken, en düşük STK’i ise; %0.5 HBT

içeren örneklerde tespit edilmiştir. HBT içeren örneklerin STK'leri; kontrol ve BHT içeren örneklerle kıyaslandığından önemli ölçüde azalmıştır.

Genel olarak köfte örneklerimizin su tutma kapasitelerinde azalma meydana gelmiştir. Atasoy ve ark. (2019), yapı itibariyle daha iri boyutlara sahip partiküllerin, santrifüj işlemi sonrası daha küçük boyutlara sahip partiküllere göre birbirlerine daha zayıf bağlandıklarını ve daha fazla su ve yağ tutabildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, köftelere ilave ettikleri enginar liflerinin boyutlarında azalma meydana geldikçe, su tutma kapasitelerinde de azalma meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda yüksek lif içeriğine sahip bamyanın, toz haline getirilirken farklı partikül boyutlarına sahip olması gruplar arasındaki farklılığın bir açıklaması olabilir.

Kurt ve Kılınççeker (2012) bazı tahıl ve baklagil unlarının sığır eti köfteleri üzerindeki etkilerini incelerken, yulaf ununun nem tutma oranını önemli ölçüde artırdığını gözlemlemişlerdir.

Talukder ve Sharma (2010), buğday ve yulaf kepeği gibi yüksek lif içeren ürünleri ilave ettikleri tavuk eti köftelerinde, kepek ilavesinin STK'ni önemli ölçüde artırdığını bildirmişleridir.

Kilincceker ve Yilmaz (2019) elma, limon ve bezelye lifi ilave ettikleri tavuk köftelerinde, su tutma kapasitesinin lif çeşidi ve konsantrasyonundan önemli ($P < 0.05$) ölçüde etkilendiğini, limon lifi ilave edilen köftelerde artan konsantrasyonun STK'ni azalttığını gözlemlemiş ve bu durumun tavuk eti izoelektrik pH'sına yaklaşımdan ileri geldiğini düşünmüşlerdir.

4.6. Pişirme Kaybı (PK) Sonuçları

Et ve et ürünlerinin pişirilmeleri sırasında et ağırlığında meydana gelen azalmanın % olarak belirlenmesi, pişirme kaybı olarak ifade edilir. Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin pişirme kaybı verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.9'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin pişirme kaybı (PK) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	10.379	3.92
Kullanım seviyesi (B)	4	23.970	9.06**
AxB	4	2.375	0.50
Hata	10	2.645	-
Genel	19	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre köfte örneklerinin PK'ları üzerine "Konsantrasyon" etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama pişirme kaybına (PK) ait verilerin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	PK(%)
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	13.55±0.84 ^a
%0.01 (BHT)	4	13.67±0.97 ^a
%0.5	4	11.62±2.96 ^b
%1.0	4	8.76±1.39 ^{ab}
%1.5	4	8.70±2.74 ^b

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

İlave edilen bamya tozu miktarı arttıkça PK miktarlarında önemli ölçüde bir azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubunun PK'ı 13.55 iken, %1.5 bamya tozu ilave edilmiş örneklerin PK'ı 8.70 olarak belirlenmiştir.

Atasoy ve ark. (2019) enginar lifi ilave ettikleri köfte örneklerinde, pişirme sırasında etten açığa çıkan suyun lif tarafından absorbe edilmesiyle ağırlık kaybının daha az olduğunu ve eklenen lif miktarı arttıkça daha az ağırlık kaybı oluştuğunu belirtmişlerdir.

Serdaroglu (2006); yulaf unu ilave ettiği sığır eti köftelerinde, ilave edilen miktar arttıkça pişirme kaybının önemli ölçüde azaldığını gözlemlemiştir. Pişirme işlemi sırasında su ve yağ kayıplarının azalması, pişirme kayıplarını azaltmaktadır.

Morsy ve ark. (2018), nar kabuğu nanopartiküllerinin köfte üzerindeki etkilerini incelemişler ve kontrol grubu örneklerle kıyasla, pişirme kaybının önemli ölçüde azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonucu su bağlayıcı ajan olarak nar kabuğu tozunun fonksiyonel özellikleri ile ilişkilendirmişlerdir.

4.7. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sonuçları

Kurutulmuş bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin TBA verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.11’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin TBA verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.032027	57.64**
Depolama (Gün)(B)	2	0.241532	434.66**
Kullanım seviyesi (C)	4	0.316485	569.55**
AXB	2	0.025846	46.51**
AXC	4	0.022251	40.04**
BXC	8	0.017532	31.55**
AXBXC	8	0.005837	10.50**
Hata	150	0.000556	-
Genel	179	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin TBA miktarları üzerine “Muamele”, “Depolama (gün)”, “Konsantrasyon”, “Muamele x Depolama (gün)”, “Muamele x Konsantrasyon”, “Depolama (gün) x Konsantrasyon” ve “Muamele x Depolama (gün) x Konsantrasyon” interaksiyonlarının etkisi, istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama TBA miktarlarına ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	TBA (mg MA/kg)
Muamele (A)		
Haşlanmamış bamya tozu (BT)	90	0.44±0.09 ^a
Haşlanmış bamya tozu (HBT)	90	0.41±0.12 ^b
Depolama (Gün)(B)		
1.	60	0.38±0.08 ^c
4.	60	0.39±0.08 ^b
7.	60	0.50±0.11 ^a
Kullanım seviyesi (C)		
%0.0	36	0.58±0.10 ^a
%0.01 (BHT)	36	0.45±0.03 ^b
%0.5	36	0.38±0.07 ^c
%1.0	36	0.39±0.07 ^c
%1.5	36	0.33±0.07 ^d

Faktör	n	TBA (mg MA/kg)	Faktör	n	TBA (mg MA/kg)
AxB			AxBxC		
BTx1	30	0.41±0.07 ^c	BTx1x%0.0	6	0.01±0.11 ^{bc}
BTx4	30	0.42±0.07 ^c	BTx1x%0.01(BHT)	6	0.44±0.00 ^{cdef}
BTx7	30	0.49±0.12 ^b	BTx1x%0.5	6	0.42±0.02 ^{def}
HBTx1	30	0.36±0.09 ^d	BTx1x%1.0	6	0.37±0.00 ^{gh}
HBTx4	30	0.37±0.09 ^d	BTx1x%1.5	6	0.31±0.01 ^{ijk}
HBTx7	30	0.51±0.11 ^a	BTx4x%0.0	6	0.52±0.03 ^b
AxC			BTx4x%0.01(BHT)	6	0.43±0.00 ^{def}
BTx%0.0	18	0.58±0.10 ^a	BTx4x%0.5	6	0.41±0.03 ^{efg}
BTx%0.01(BHT)	18	0.45±0.03 ^b	BTx4x%1.0	6	0.41±0.00 ^{efg}
BTx%0.5	18	0.43±0.03 ^{bc}	BTx4x%1.5	6	0.32±0.01 ^{hij}
BTx%1.0	18	0.41±0.04 ^c	BTx7x%0.0	6	0.71±0.04 ^a
BTx%1.5	18	0.32±0.02 ^e	BTx7x%0.01(BHT)	6	0.47±0.04 ^{bcd}
HBTx%0.0	18	0.58±0.10 ^a	BTx7x%0.5	6	0.45±0.01 ^{cdef}
HBTx%0.01(BHT)	18	0.45±0.03 ^b	BTx7x%1.0	6	0.45±0.02 ^{cde}
HBTx%0.5	18	0.33±0.06 ^e	BTx7x%1.5	6	0.35±0.00 ^{hi}
HBTx%1.0	18	0.36±0.09 ^d	HBTx1x%0.0	6	0.01±0.11 ^{bc}
HBTx%1.5	18	0.35±0.10 ^{de}	HBTx1x%0.01(BHT)	6	0.44±0.00 ^{cdef}
BxC			HBTx1x%0.5	6	0.28±0.00 ^{ijk}
1x%0.0	12	0.50±0.01 ^{bc}	HBTx1x%1.0	6	0.29±0.02 ^{ijk}
1x%0.01(BHT)	12	0.44±0.00 ^{def}	HBTx1x%1.5	6	0.26±0.00 ^k
1x%0.5	12	0.35±0.07 ^g	HBTx4x%0.0	6	0.52±0.03 ^b
1x%1.0	12	0.33±0.04 ^{gh}	HBTx4x%0.01(BHT)	6	0.43±0.00 ^{def}
1x%1.5	12	0.28±0.02 ⁱ	HBTx4x%0.5	6	0.29±0.00 ^{ijk}
4x%0.0	12	0.52±0.03 ^b	HBTx4x%1.0	6	0.31±0.00 ^{ijk}
4x%0.01(BHT)	12	0.43±0.00 ^{ef}	HBTx4x%1.5	6	0.29±0.00 ^{ijk}
4x%0.5	12	0.35±0.06 ^g	HBTx7x%0.0	6	0.71±0.04 ^a
4x%1.0	12	0.36±0.05 ^g	HBTx7x%0.01(BHT)	6	0.47±0.04 ^{bcd}
4x%1.5	12	0.30±0.02 ^h	HBTx7x%0.5	6	0.41±0.02 ^{fg}
7x%0.0	12	0.71±0.04 ^a	HBTx7x%1.0	6	0.47±0.06 ^{bcd}
7x%0.01(BHT)	12	0.47±0.04 ^{cd}	HBTx7x%1.5	6	0.48±0.03 ^{bc}
7x%0.5	12	0.43±0.03 ^f			
7x%1.0	12	0.46±0.04 ^{de}			
7x%1.5	12	0.42±0.07 ^f			

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde; BT ilave edilen örneklerin TBA miktarları HBT ilave edilen örneklerin miktarlarından daha yüksek çıkmıştır. En yüksek TBA miktarı depolamanın 4. günü Kontrol grubunda (5.01), en düşük TBA miktarı ise; depolamanın 1. günü %1.5 HBT (1.86) içeren örneklerde saptanmıştır.

Depolama süresi uzadıkça TBA miktarlarında artış tespit edilmiştir. Depolamanın 7. günü en yüksek TBA miktarı Kontrol grubunda, en düşük TBA miktarı ise %1.5 bamyaya tozu içeren köfte örneklerinde belirlenmiştir. Kontrol ve BHT içeren örneklerle kıyaslandığında; bamyaya tozu ilave edilen köftelerin TBA miktarları önemli miktarda azalmıştır.

Bamyaya tozu ilavesi, lipid oksidasyonu oluşumunu azaltmış ve oransal olarak kullanılan miktar arttıkça etki daha fazla olmuştur. Bu durumun muhtemelen bamyanın yapısında bulunan fenolik bileşiklerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Kim ve ark. (2011) az yağlı domuz sosislerine; %0.8 ve %1.2 düzeylerinde ilave ettikleri domates tozunun, raf ömrü süresince TBA miktarlarında azalmaya neden olduğunu ve ilave edilen domates tozu miktarı arttıkça, TBA miktarının önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Domatesin önemli bir karotenoid olan likopeni içeriyor olması ise, güçlü bir antioksidan etki ortaya çıkarır (Kim ve ark., 2011). Bamyaya tozu ilave edilen köfte örneklerinde daha düşük TBA miktarı saptanmıştır. Bamyaya fenolik bileşiklerinin güçlü bir antioksidan etki göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

Andrés ve ark. (2017) kuzu eti köftelerine yan ürün olarak, kırmızı üzüm ve zeytin ezmesi ekstraktları ilave etmişler ve 7 günlük depolama sürecinde TBA miktarlarını önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir.

Verma ve ark. (2016); yeşil lahana ilave ettikleri tavuk köftelerinde, depolama süresi uzadıkça TBA miktarlarında artış olduğunu, bu süreçte kontrol örneklerindeki malonaldehit oluşumunun ise yeşil lahana ilave edilen köfte örneklerinden daha fazla olduğunu keşfetmişlerdir. Köftelerde kullanılan yeşil lahana miktarı arttığında ise daha düşük TBA miktarları ile karşılaşmıştır. Verma ve ark. (2016) bu sonuçları, yeşil lahanada doğal olarak bulunan polifenoller, toplam flavonoidler ve glukozinolatların antioksidan aktivitesi ile ilişkilendirmişlerdir.

Jiang ve ark. (2013) pişirilmiş domuz eti köftelerine meyankökü ekstraktı ilave etmişlerdir. Depolama boyunca katlanarak artan TBA miktarlarına karşın 14. gün sonunda meyankökü ekstraktı eklenen köfte örneklerinde malonaldehit miktarını önemli ölçüde daha az bulmuşlardır. Aynı çalışmada tuzun varlığının etkisini de inceleyen

Jiang ve ark. (2013), pişirilmiş köftelerde tuz varlığının hem bitkisel antioksidanların hem de BHA'nın etkinliğini açıkça azalttığını gözlemlemişlerdir.

4.8. DPPH Analiz Sonuçları

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin DPPH içeriklerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.13'de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin DPPH verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.013	0.01
Depolama (Gün)(B)	2	14.992	6.91**
Kullanım seviyesi (C)	4	3.287	1.51
AXB	2	0.713	0.33
AXC	4	1.443	0.66
BXC	8	3.448	1.59
AXBXC	8	1.209	0.56
Hata	150	2.170	-
Genel	179	-	-

**: $p<0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin DPPH içerikleri üzerine “Depolama (gün)” etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama DPPH içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	DPPH (%)
Depolama (Gün)	60	2.04±1.52 ^a
1.	60	1.98±1.96 ^a
4.	60	1.15±0.59 ^b
7.		

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, depolama süresi uzadıkça DPPH miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma; serbest radikal giderme aktivitesini artırmıştır.

Lorenzo ve ark. (2014); domuz eti köfteleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, fenolik içeriği yüksek olan ekstraktların DPPH radikalleri üzerinde daha fazla süpürme aktivitesi sergilediğini ve çalışmada kullandıkları üzüm ve çay ekstraktlarının BHT'nin antioksidan gücünden neredeyse iki kat ve kestane ekstraktlarının ise neredeyse 4-4.5 kat daha fazla aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yılmaz ve Boyacıoğlu (2020); bazı sentetik antioksidanların antioksidan aktivitelerini standart vitamin C ve troloks ile karşılaştırdıkları bir çalışmada, en yüksek antioksidan süpürücü aktiviteye sahip olan antioksidanın quersetin olduğunu belirlemişlerdir. Depolama uzadıkça DPPH miktarlarında saptanan azalmayı, bamyı kabuklarının quersetin ve hidroksisinnamik asit türevlerinden (0.3 ve 0.2 mg/g kabuk) oluşması (Arapitsas, 2008) ile ilişkilendirebiliriz.

Morsy ve ark. (2018); nar kabuğu nanopartiküllerini kullandıkları köfte örneklerinde, yüksek bir serbest radikal temizleme kapasitesi gözlemlemişler ve bu antioksidan aktiviteyi esas olarak fenolik hidroksil grupları ve hidrolize edilebilir tanenler ve flavonoidler dâhil çift bağlı bileşiklerle ilişkilendirmişlerdir.

Ray ve ark. (2017), Hint yemeği olan Dhokla'ya, bamyı tohumu tozu ilave etmişler ve antioksidan aktivitenin konsantrasyonla paralel bir şekilde artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Toplam fenolik maddenin antioksidan aktivitesi, indirgeyici ajanlar, hidrojen donörleri ve tekli oksijen söndürücüler olarak hareket etmelerine izin veren redoks özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir (Ray ve ark., 2017).

4.9. Toplam Fenolik Madde Tayini Sonuçları

Kuru bamyı tozları ilave edilen köfte örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.15'de; Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı seviyelerde kuru bamyı tozu ilave edilmiş köftelerin toplam fenolik madde verilerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.1950	4.07
Kullanım seviyesi (B)	4	5.0228	104.80**
AXB	4	0.1070	2.23
Hata	30	0.0479	-
Genel	39	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri üzerine “Muamele” etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) düzeyde bulunurken, “Konsantrasyon” üzerine etkisi, ise çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama toplam fenolik madde içeriklerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*.

Faktör	n	Toplam Fenolik mg(GAE)/g
Muamele (A)		
BT	20	2.83±0.82 ^a
HBT	20	2.69±0.70 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	8	1.56±0.07 ^c
%0.01 (BHT)	8	2.34±0.23 ^b
%0.5	8	3.20±0.16 ^a
%1.0	8	3.18±0.30 ^a
%1.5	8	3.49±0.34 ^a
AxB		
BTx%0.0	4	1.56±0.08 ^d
BTx%0.01(BHT)	4	2.34±0.25 ^c
BTx%0.5	4	3.29±0.19 ^{ab}
BTx%1.0	4	3.18±0.24 ^b
BTx%1.5	4	3.76±0.22 ^a
HBTx%0.0	4	1.56±0.08 ^d
HBTx%0.01(BHT)	4	2.34±0.25 ^c
HBTx%0.5	4	3.11±0.04 ^b
HBTx%1.0	4	3.19±0.38 ^b
HBTx%1.5	4	3.23±0.22 ^b

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$; $p<0.05$) birbirinden farklıdır. BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, köftelere ilave edilen bamya tozu miktarı arttıkça, toplam fenolik madde içeriği artmıştır. Kontrol grubu örneklerde 1.56 mg(GAE)/g olarak belirlenen toplam fenolik miktarı, %1.5 bamya tozu içeren köfte örneklerinde 3.49 mg(GAE)/g olarak tespit edilmiştir.

Munekata ve ark. (2016); koyun eti köftelerinde fıstık kabuğu ekstraktının etkilerini araştırmışlardır. Fenolik madde bakımından baskın olarak özellikle proantosiyanidinleri, potansiyel fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivite ile ilişkili diğer flavonoidleri bünyesinde barındıran fıstık kabuklarının, koyun eti köfterinde lipit ve protein oksidasyonunu etkili bir şekilde inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir.

Verma ve ark. (2013), fenolik bileşenlerce zengin guava tozunu (44.04 mgGAE/g), koyun eti nuggetlarına ilave etmişler, karotenoid ve askorbik asit

bakımından zengin olan bu meyve aracılığıyla serbest radikallerin karotenoidler tarafından da süpürülebileceğini bildirmişlerdir.

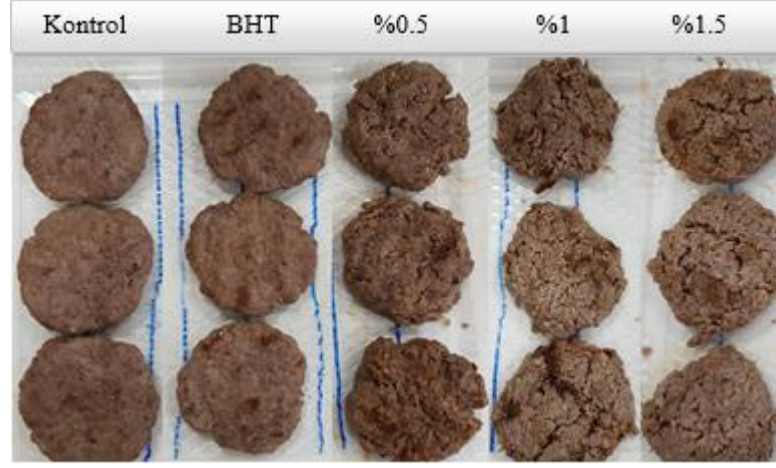
Her ne kadar bazı çalışmalar ısıtma işlem etkisi ile fenolik bileşiklerin serbest hale geçerek antioksidan aktivitenin arttığını göstermiş olsa da, genel olarak ısıtma işlemin fenolik madde miktarını azalttığı düşünülür (Meral, 2016). Haşlanmış bamya tozunun, haşlanmamış bamya tozundan daha düşük düzeyde fenolik madde içeriyor olmasını bu şekilde açıklayabiliriz. Ancak, TBA içeriklerinin haşlanmış bamya tozu içeren örneklerde daha düşük olması, bamyada bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesinin haşlama işlemiyle arttığını da göstermesi açısından önemlidir.

4.10. Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Hardness (Sertlik), Springiness (Elastikiyet), Cohesiveness (Dış Yapışkanlık), Gumminess (Sakızımsılık), Chewiness (Çiğnenebilirlik) ve Resilience (Esneklik) değerleri ölçülmüş ve bu değerlere ait analiz sonuçları incelenmiştir.

Hardness (N), numuneyi sıkıştırmak için gereken maksimum kuvveti; Springiness (mm), uygulanan kuvvetin ortadan kalkmasının ardından ilk şekli geri kazanma yeteneğini; Cohesiveness, doku tahribatından önceki deformasyonun yoğunluğunu; Gumminess (N), numuneyi yutabilmek için gereken ezici kuvveti; Chewiness (N.mm) ise numuneyi çiğnemek için gereken işi gösterir (Tamsen ve ark., 2018).

Bamya tozları ilave edilmiş köfte örneklerinde tekstür oldukça yumuşamış ve pişirildikten sonra kısmen dağılma meydana gelmiştir. Kullanılan bamya tozu miktarının artması, kontrol grubu ve BHT ilaveli köftelere kıyasla tekstürel özellikler ile negatif bir ilişki göstermiştir.



Şekil 4.1. Bamya tozu ilave edilmiş köfte örnekleri

Mohammadi ve ark. (2018) karboksimetil selüloz, bamya müsilağı ve ZnO nanoparçacıklarına dayalı nanokompozit filmlerin bazı özelliklerini inceledikleri çalışmada, bamya müsilağı miktarının artmasıyla, çekme gerilmesinin ve kopma uzamasının önemli ölçüde azaldığını gözlemlemişlerdir. Bamya müsilağının polimer yapısında esneklik olmaması ve süreksizlik sonucu homojen olmayan bir film yapısının oluşmasına neden olması, bamya müsilağı içeren filmlerin düşük gerilme mukavemetinin bamya müsilağı polimerinin zayıf mukavemeti ile ilişkili olabileceğini düşündürmüştür (Mohammadi ve ark., 2018). Bu bilgiler ışığında köftelerde meydana gelen parçalanmada bamya müsilağının bir etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Gedikoglu (2015), narenciye lifi ilave ettiği köfte örneklerinin tekstürünün büyük ölçüde etkilendiğini ve narenciye lifi içermeyen dana köftelerine oranla çok daha yumuşak bir tekstüre sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Grigelmo-Miguel ve ark. (1999); fazla miktarda şeftali diyet lifi süspansiyonu ilave ettikleri az yağlı sosislerde, genel olarak ilave edilen diyet lifi miktarı ne kadar yüksek olursa, gözlemlenen tekstürel parametre değerlerinin o kadar düşük olduğunu fark etmişlerdir. Şeftali diyet lifi ilavesi protein±su veya protein±protein jel ağını bozmuş olup, bu durum ürünün jel gücünü azaltmış olabilir (Grigelmo-Miguel ve ark., 1999).

Diyet liflerinin suda çözünürlük, viskozite artışı, opaklık, yüzey aktivitesi ve bağlama kapasitesi gibi fizikokimyasal özelliklerinde farklılıklara neden olan moleküler ağırlık ve hidrofobiklik gibi farklı özelliklerin, tekstürel özellikler ve su tutma kapasitesi üzerinde önemli değişikliklere neden olması beklenebilir (Han ve Bertram, 2017).

4.10.1. Hardness (Sertlik)

Kuru bamyaya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Hardness değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.17’de; Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı seviyelerde kuru bamyaya tozu ilave edilmiş köftelerin Hardness verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	764.3	1182.09**
Kullanım seviyesi (B)	4	15896.7	24587.18**
AxB	4	3309.6	5118.93**
Hata	10	0.6	-
Genel	19	-	-

**:p<0.01 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Hardness değerleri üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı seviyelerde kuru bamyaya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Hardness değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Hardness (N)
Muamele		
BT	10	97.94±51.08 ^a
HBT	10	85.58±76.99 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	142.19±20.75 ^b
%0.01 (BHT)	4	171.15±20.07 ^a
%0.5	4	79.33±60.94 ^c
%1.0	4	31.32±8.3 ^e
%1.5	4	34.81±7.33 ^d
AxB		
BTx%0.0	2	124.24±1.47 ^e
BTx%0.01 (BHT)	2	153.77±0.19 ^c
BTx%0.5	2	132.11±0.37 ^d
BTx%1.0	2	38.48±1.12 ^f
BTx%1.5	2	41.11±0.98 ^f
HBTx%0	2	160.15±0.08 ^b
HBTx%0.01 (BHT)	2	188.52±0.31 ^a
HBTx%0.5	2	26.55±0.38 ^{gh}
HBTx%1.0	2	24.16±0.51 ^h
HBTx%1.5	2	28.50±1.18 ^g

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamyaya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamyaya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, bamya tozu ilavesi örneklerin sertlik değerlerini önemli ölçüde azaltmıştır. Bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinde en yüksek hardness değeri; BHT içeren örneklerde görülürken, en düşük değer ise %1 bamya tozu içeren örneklerde görülmüştür.

Fernández-López ve ark. (2019); Chia tohumu ekledikleri Frankfurter tipi sosislerde sertlik değerinin önemli ölçüde azaldığını ve bu durumun muhtemelen chia'nın teknolojik özelliklerinden kaynaklanmış olabileceğini söylemişlerdir.

Yılmaz (2005); buğday kepeği ilave ettiği köfte örneklerinde ilave edilen miktar arttıkça, köftelerin sertliğinin arttığını ($p<0.05$) bildirmiştir. Hu ve Yu (2015), az yağlı köfteler üzerinde pirinç kepeğinden elde edilen hemiselülozun etkisini araştırmış ve ilave edilen miktar arttıkça sertliğin arttığını, bu durumun ise azaltılmış yağ içeriğinden ileri geldiğini düşünmüşlerdir.

Aleson-Carbonell ve ark. (2005), limon albedosu ilave ettikleri sığır eti burger'lerinde sertliğin kontrol grubu örneklerle göre daha az olduğunu, sertlikteki bu azalmanın ise et proteini olmayan bileşenlerin seyreletme etkisinin, yumuşak tekstürden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, artan yağ ve su tutma kapasitesinin de sertliği önemli ölçüde azaltacağını belirtmişlerdir.

Wan Rosli ve ark. (2015); istiridye mantarı tozu ekledikleri tavuk sosislerinde, sertlik değerlerinin, kontrol grubu örneklerden (0.124 kg) daha düşük ($P<0.05$) olduğunu ve bu değerlerin 0.06 kg-0.08 kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

4.10.2. Springiness (Elastikiyet)

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Springiness değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.19'da, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin Springiness verilerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.030968	92.54**
Kullanım seviyesi (B)	4	0.106520	318.30**
AxB	4	0.007309	21.84**
Hata	10	0.000335	-
Genel	19	-	-

**: $p<0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Springiness değerleri üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Springiness değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*.

Faktör	n	Springiness (mm)
Muamele		
BT	10	0.71±0.12 ^a
HBT	10	0.63±0.19 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	0.82±0.02 ^a
%0.01(BHT)	4	0.78±0.02 ^a
%0.5	4	0.74±0.03 ^b
%1.0	4	0.54±0.1 ^c
%1.5	4	0.44±0.1 ^d
AxB		
BTx%0.0	2	0.82±0.03 ^a
BTx%0.01 (BHT)	2	0.78±0.03 ^{ab}
BTx%0.5	2	0.76±0.01 ^{ab}
BTx%1.0	2	0.63±0.01 ^c
BTx%1.5	2	0.53±0.02 ^d
HBTx%0.0	2	0.81±0.00 ^a
HBTx%0.01 (BHT)	2	0.79±0.01 ^a
HBTx%0.5	2	0.71±0.01 ^b
HBTx%1.0	2	0.45±0.02 ^d
HBTx%1.5	2	0.36±0.01 ^e

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre; Kontrol ve BHT gruplarıyla kıyaslandığında, bamya tozu ilavesi köfte örneklerinin springiness değerlerini önemli ölçüde azaltmıştır. İlave edilen bamya tozu miktarı arttıkça, değerlerde azalma meydana gelmiştir.

Fernández-López ve ark. (2019), Chia unu ilave ettikleri sosislerde elastikiyet değerini 0.38 olarak belirlerken, Kontrol grubu örneklerde 0.90 olarak belirlemişlerdir.

Barros ve ark. (2018); tavuk derisi ile Chia ununu değiştirdikleri bir çalışmada, springiness, cohesiveness ve chewiness değerlerinde azalma ile karşılaşmış ve yüksek protein ve lif içeriği yanı sıra düşük nem içeriğine sahip chia ununun varlığından dolayı ufalanan tekstüre sahip bir et ürününün ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Atasoy ve ark. (2019) enginar lifi ilave ettikleri köftelerde, artan lif miktarı ile elastikiyetin azaldığını gözlemlemişlerdir.

4.10.3. Cohesiveness (Dış Yapışkanlık)

Kuru bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Cohesiveness verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.21’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin Cohesiveness verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.034445	176.37**
Kullanım seviyesi (B)	4	0.098370	503.69**
AxB	4	0.000814	4.17*
Hata	10	0.000195	-
Genel	19	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli, *: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Cohesiveness değerleri üzerine “Muamele” ve “Konsantrasyon” etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunurken, “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Cohesiveness değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Cohesiveness
Muamele		
BT	10	0.48±0.14 ^a
HBT	10	0.39±0.16 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	0.57±0.05 ^a
%0.01(BHT)	4	0.57±0.03 ^a
%0.5	4	0.48±0.03 ^b
%1.0	4	0.30±0.06 ^c
%1.5	4	0.24±0.07 ^d
AxB		
BTx%0.0	2	0.62±0.01 ^a
BTx%0.01(BHT)	2	0.60±0.00 ^{ab}
BTx%0.5	2	0.51±0.02 ^c
BTx%1.0	2	0.35±0.00 ^e
BTx%1.5	2	0.29±0.01 ^f
HBTx%0.0	2	0.54±0.00 ^c
HBTx%0.01(BHT)	2	0.55±0.02 ^{bc}
HBTx%0.5	2	0.46±0.02 ^d
HBTx%1.0	2	0.25±0.02 ^f
HBTx%1.5	2	0.18±0.01 ^g

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre; BT ilave edilen köftelerin Cohesiveness değerleri, HBT ilave edilenlerden daha yüksek çıkmış ve her iki muamelede de ilave edilen miktar arttıkça değerler azalmıştır. En yüksek değerler ise; kontrol gruplarında gözlemlenmiştir.

Câmara ve ark. (2020a); emülsifiye et ürünlerinde Chia müsilajının etkilerini incelemişler ve %5 Chia müsilajı içeren örneklerde düşük cohesiveness değerleri ile karşılaşmışlardır. Bu durumun açıklamasını ise; Chia müsilajından elde edilen diyet lifinin, yüksek sıcaklıklarda meydana gelen protein jelleşme sürecinin ilk adımına müdahale etmesi ve proteinler arasındaki hidrofobik ve disülfid-sülfidril etkileşimleri nedeniyle et yapısına daha fazla esneklik sağlayan miyosinin jelleşmesini engellemesi şeklinde yapmışlardır.

(Gedikoglu, 2015); narenciye lifi ilave ettikleri sığır eti köftelerinde, %10 narenciye lif seviyesi ile formüle edilen köftelerde, en düşük yapışkanlık ve esneklik değerlerini gözlemlemişlerdir.

Mena ve ark. (2020), sığır eti köftelerine şeker kamışı lifi ilave etmiş ve %5 ve %10 oranında yağlı köftelere kıyasla %15 ve %20 seviyelerinde yağ içeren köfteler için daha düşük yapışkanlık değerleri gözlemlemişlerdir. Çalışmada hazırladığımız köfte örneklerinin kontrol gruplarına ait yağ içeriği, %26 olarak belirlenmiştir ve söz konusu azalma bu nedenden kaynaklanmış olabilir.

Verma ve ark. (2013), guava tozu ekledikleri koyun eti nuggetlarında hardness, adhesiveness, gumminess ve chewiness değerlerine ait önemli bir değişiklik gözlemlenmezken, cohesiveness değerlerindeki azalmanın önemli ($p<0.05$) düzeyde olduğu bulunmuştur.

Suyun daha fazla tutulması, daha kesikli ve dağınık bir yapıya neden olabileceğinden yapışkanlık değerinde azalma gözlenmiş olabilir (Atasoy ve ark., 2019).

4.10.4. Gumminess (Sakızımsılık)

Kurutulmuş bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Gumminess verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.23’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin Gumminess verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	93.1	46.60**
Kullanım seviyesi (B)	4	6596.2	3302.20**
AxB	4	233.9	117.12**
Hata	10	2.0	-
Genel	19	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Gumminess değerleri üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Gumminess değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Gumminess (N)
Muamele		
BT	10	52.45±35.05 ^a
HBT	10	48.13±42.52 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	81.03±5.39 ^b
%0.01(BHT)	4	97.78±6.26 ^a
%0.5	4	54.25±15.47 ^c
%1.0	4	10.16±4.01 ^d
%1.5	4	8.22±4.53 ^e
AxB		
BTx%0.0	2	76.38±0.78 ^d
BTx%0.01(BHT)	2	92.40±0.67 ^b
BTx%0.5	2	67.62±0.50 ^e
BTx%1.0	2	13.69±0.55 ^g
BTx%1.5	2	12.13±0.51 ^g
HBTx%0.0	2	85.68±0.28 ^c
HBTx%0.01(BHT)	2	103.16±1.15 ^a
HBTx%0.5	2	40.87±1.35 ^f
HBTx%1.0	2	6.63±0.52 ^h
HBTx%1.5	2	4.31±0.28 ^h

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, bamya tozu ilavesinin gumminess değerlerini önemli ölçüde azalttığı ve bu azalmanın özellikle %1 ve %1.5 bamya tozu ilave edilen örneklerde çok daha fazla olduğu görülmüştür. BHT içeren köftelerin gumminess değerleri, en yüksek seviyede bulunurken, %1.5 bamya tozu ilave edilen köftelere ait değerler en düşük bulunmuştur.

Andrés ve ark. (2017); kuzu eti köfteleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, nar ve domates yan ürünlerinden elde edilen ekstraktların ilave edildiği örneklerde kontrol grubuna yakın düzeyde sakızimsılık değerleriyle karşılaşmışlardır. Birçok çalışma

sakızımsılık sonuçlarının, sertlik sonuçlarıyla ilişkili olduğunu ve çoğunlukla birbirleriyle paralel değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçlarımıza bakıldığında hem sertlik hem de sakızımsılık değerlerinde azalma görülmektedir.

Atasoy ve ark. (2019); enginar lifi ilave ettikleri köfte örneklerinde, lif miktarı ve boyutunun, sakızımsılık üzerine etkili olduğunu ve lif boyutu arttıkça sakızımsılık değerinin istatistiki açıdan önemli olacak derecede arttığını gözlemlemişlerdir.

4.10.5. Chewiness (Çiğnenebilirlik)

Kurutulmuş bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin Chewiness verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.25’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin Chewiness verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	56.4	81.32**
Kullanım seviyesi (B)	4	4472.8	6447.72**
AxB	4	157.1	226.43**
Hata	10	0.7	-
Genel	19	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli, *: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Chewiness değeri üzerine; “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Chewiness değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Chewiness(Nxmm)
Muamele		
BT	10	40.22±29.00 ^a
HBT	10	36.86±34.89 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	66.02±4.00 ^b
%0.01(BHT)	4	76.59±5.41 ^a
%0.5	4	40.31±12.92 ^c
%1.0	4	5.81±3.24 ^d
%1.5	4	3.97±2.79 ^d
AxB		
BTx%0.0	2	62.55±0.31 ^d
BTx%0.01(BHT)	2	72.06±0.69 ^b
BTx%0.5	2	51.48±0.67 ^e
BTx%1.0	2	8.60±0.49 ^g
BTx%1.5	2	6.39±0.05 ^h
HBTx%0.0	2	69.48±0.14 ^c
HBTx%0.01(BHT)	2	81.13±0.85 ^a
HBTx%0.5	2	29.12±0.69 ^f
HBTx%1.0	2	3.01±0.10 ⁱ
HBTx%1.5	2	1.55±0.14 ⁱ

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.
BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde; gumminess değerlerine paralel bir şekilde en yüksek chewiness değerleri BHT ilave edilen köfte örneklerinde tespit edilirken, en düşük değerler ise %1.5 bamya tozu ilave edilen köfte örneklerinde belirlenmiştir. %1.0 ve %1.5 seviyesinde bamya tozu ilave edilmiş örneklere ait sonuçlar ile, %0.5 bamya tozu içeren örnekler arasında önemli bir farklılık söz konusu olmuştur.

Câmara ve ark. (2020b); Chia tohumunun Bologna tipi sosislerde çiğnenebilirlik değerlerini azalttığını ve sonuçların protein içeriğinin sabit kalırken yağ içeriğinin azaltıldığı ve su içeriğinin artırıldığı çalışmalarla tutarlı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Fernández-López ve ark. (2019) Chia tozu ilave ettikleri sosislerde, çiğnenebilirlik değerini 5.96 olarak belirlerken, Kontrol grubu örneklerinde 9.11 olarak belirlemişlerdir.

Han ve Bertram (2017); yağı azaltılmış et model sisteminin tekstürel özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, karboksimetil sellüloz ve pektin ilave ettikleri örneklerin, Kontrol grubuna ait çiğnenebilirlik değerini 1401 g·cm'den, sırasıyla 633 g·cm ve 894 g·cm'ye düşürdüğünü ($p<0.05$) tespit etmişlerdir. Çiğnenebilirlik değerlerinin sertliğe bağlı olan ve genellikle benzer şekilde davranan ikincil bir parametre olması nedeniyle, sertliğe ilişkin sonuçları yansıttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Atasoy ve ark. (2019); çığnenebilirlik değerinin köftelere eklenen enginar lifinden etkilenmediğini, sadece yüksek oranda büyük boyutlu lif ilavesinin pişirilmiş köftelerin çığnenebilirliğini azalttığını gözlemlemişlerdir.

4.10.6. Resilience (Esneklik)

Kurutulmuş bamya tozları ilave edilen köfte örneklerinin resilience verilerine ait Varyans Analiz sonuçları; Çizelge 4.27’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise; Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin Resilience verilerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Muamele (A)	1	0.0156241	233.37**
Kullanım seviyesi (B)	4	0.0089460	133.62**
AxB	4	0.0010500	15.68**
Hata	50	0.0000670	-
Genel	59	-	-

**: $p < 0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, köfte örneklerinin Resilience verileri üzerine “Muamele”, “Konsantrasyon” ve “Muamele x Konsantrasyon” interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Farklı seviyelerde kuru bamya tozu ilave edilmiş köftelerin ortalama Resilience değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Faktör	n	Resilience
Muamele		
BT	10	0.18±0.04 ^a
HBT	10	0.13±0.05 ^b
Kullanım seviyesi (B)		
%0.0	4	0.21±0.05 ^a
%0.01(BHT)	4	0.20±0.03 ^a
%0.5	4	0.16±0.01 ^b
%1.0	4	0.13±0.04 ^c
%1.5	4	0.09±0.04 ^d
AxB		
BTx%0.0	2	0.25±0.01 ^a
BTx%0.01(BHT)	2	0.22±0.01 ^a
BTx%0.5	2	0.16±0.01 ^b
BTx%1.0	2	0.16±0.00 ^b
BTx%1.5	2	0.13±0.00 ^c
HBTx%0.0	2	0.16±0.00 ^{bc}
HBTx%0.01(BHT)	2	0.17±0.01 ^b
HBTx%0.5	2	0.16±0.01 ^{bc}
HBTx%1.0	2	0.09±0.00 ^d
HBTx%1.5	2	0.06±0.00 ^d

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p < 0.01$) birbirinden farklıdır.

BT: Kuru bamya tozu; HBT: Haşlanmış kuru bamya tozu; BHT: Bütil Hidroksi Toluen

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde, BT ilave edilen köftelerin Resilience değerleri, HBT ilave edilenlerden daha yüksek çıkmıştır. İlave edilen miktar arttıkça, resilience değerleri azalmıştır.

Andrés ve ark. (2017); bazı yan ürün ekstraktlarını ilave ettikleri kuzu etlerinin, esneklik değerlerinde genel olarak bir azalma gözlemlensede, depolamanın 0. ve 3. günlerinde bu azalma istatiki olarak önemsiz olduğunu, 7. gününde ise önemli ($p<0.05$) düzeyde olduğunu bulmuşlardır.

Yang ve ark. (2016); yağı azaltılmış sosislerin tekstürünü inceledikleri çalışmada, artan yağ içeriğinin esneklik değerlerinde azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışma ile bamya bitkisinin (*Abelmoschus esculentus* L.) sığır eti köfteleri üzerindeki antioksidan, tekstürel ve bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiş olup, özellikle antioksidan özellikler bakımından olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Depolama süresince pH değerlerinde önce bir düşüş (4.76), daha sonra ise bir artış (5.05) meydana gelmiş ve genel olarak asidik bir pH görülmüştür. pH'da meydana gelen azalma, bamyada bulunan bazı organik asitlerin varlığından veya aktif bileşiklerin özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Meydana gelen artış ise; depolamanın ilerleyen günlerinde ortamda gelişen bakterilerin aktivitesinin bir sonucu olabilir.

Renk değerlerinde genel olarak bir azalma görülsede, depolamanın 7. günü köfte örneklerinin b^* değerinde bir artış gözlemlenmiştir. Parlaklık ve kırmızılığın azalması et pigmenti miyoglobinin oksidasyonundan kaynaklanabileceği gibi ilave edilen bamyanın pigmentleriyle de ilişkilendirilebilir. a^* değerlerinin ilave edilen miktar arttıkça azalması, bamyadaki yeşilimsi-kahverengi pigmentlerin etkisinin veya miyoglobin pigmentinin azaltılmasının bir sonucu olabilir. b^* değerlerindeki azalan eğilim üzerinde hiç şüphesiz oksidasyonun etkisi bilinirken, ilave edilen miktara bağlı olarak meydana gelen artış yine pigmentlerin bir sonucu olabilir.

Kuru madde miktarının artışı nem içeriğini azaltacaktır. İlave edilen bamya tozu miktarı arttıkça, köftelerdeki nem miktarlarının azalması ise beklenen bir sonuçtur. Çalışmamız sonucu su tutma kapasitelerinde meydana gelen azalmanın sebebi, ilave edilen bamya tozlarının partikül irilikleriyle ilgili olabileceği gibi, izoelektrik pH'ya yakın pH değerlerinin gözlemlenmesi en büyük etken olabilir. Bilindiği üzere proteinler izoelektrik pH'da minimum su tutma kapasitesine sahiptir. Pişirme kayıplarında, miktar artışına bağlı olarak gözlemlenen azalma ise pişirme esnasında su ve yağ kaybının azalmasından kaynaklanmış olabileceği gibi bu duruma bamyanın yüksek lif içeriği de neden olmuş olabilir.

Kontrol gruplarında toplam fenolik madde miktarının (80.42 mg GAE/100g), %1.5 bamya tozu içeren örneklere (135.06 mg GAE/100g) kıyasla önemli ölçüde düşük olması, bamyanın fenolik bileşenlerce zengin olduğunun bir göstergesidir. Fenolik bileşenler antioksidan özellikleri ile bilinirler. Çalışmamızda, depolama süresince DPPH radikalleri üzerindeki süpürme etkisinin artması hiç şüphesiz fenolik bileşenlerin bir etkisidir. Her ne kadar depolama süresi arttıkça TBA miktarlarında artış meydana

gelsede, ilave edilen miktara bağılı olarak kontrol gruplarında ortalama 0,58 mg MA/kg olarak tespit edilen TBA değeri, %1.5 bamya tozu içeren köfte örneklerinde 0,33 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Bamya tozu ilavesi, sentetik antioksidan olarak kullanılan BHT'den çok daha etkili olmuştur. Özellikle haşlandıktan sonra kurutulan bamya tozlarında bu etki bariz bir şekilde görülmektedir. Bu durum ısıtıl işlem etkisi ile fenolik bileşiklerin serbest hale geçip, antioksidan aktivitelerinin artmasından kaynaklanır (Meral, 2016).

Çalışmamız sonucu, bamya tozu ilave edilen köftelerin tüm TPA sonuçlarına ait değerlerde meydana gelen gözle görülür azalma, tekstürünün oldukça yumuşak olması nedeniyle dağılmayla sonuçlanmıştır. En büyük etkenin bamya müsilajı olduğu düşünülse de, liflerin etkisinin de büyük bir rol oynadığı gerçektir.

5.2 Öneriler

Model sistem çalışmamızda kullanılan sığır eti köftelerine farklı seviyelerde kurutulmuş ve haşlandıktan sonra kurutulmuş bamya tozlarının ilave edilmesi, özellikle et ve et ürünlerinde en büyük problemlerden biri olan lipit oksidasyonunu önlemede oldukça etkili olduğundan endüstride kullanım olanakları düşünülebilir. Ancak, bamya tozunun doğrudan ilavesi tekstür üzerinde olumsuz sonuçlar doğurduğundan, bamya ekstraktlarının kullanımı denenebilir. Söz konusu bamya tozları, tüketiciler üzerinde endişe oluşturan sentetik antioksidanların yerini alabilir. Tuz ilavesinin, antioksidan maddelerin etkinliğini azalttığına dair var olan düşünceler doğrultusunda, bamya antioksidanları üzerindeki tuz etkisi belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- Acıbuca, V. ve Budak, D. B., 2018, Dünya’da ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi, *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33 (1), 37-44.
- Açıkgöz, Ç., Akpınar Borazan, A., Andoğlu, E. M. and Gökdağ, D., 2016, Chemical composition of Turkish okra seeds (*Hibiscus esculenta* L.) and the total phenolic content of okra seeds flour, *Anadolu University of Sciences & Technology-A: Applied Sciences & Engineering*, 17 (5).
- Adebooye, O. and Oputa, C., 1996, Effects of galex (r) on growth and fruit nutrient composition of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) moench), *Ife Journal of Agriculture*, 18 (1), 1-9.
- Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., Ade-Omowaye, B. I. O., Adeyemi, I. A. and Van de Venter, M., 2009, Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) Flour, *Food and Chemical Toxicology*, 47 (6), 1123-1126.
- Ahmad, N., Zuo, Y., Lu, X., Anwar, F. and Hameed, S., 2016, Characterization of free and conjugated phenolic compounds in fruits of selected wild plants, *Food Chemistry*, 190, 80-89.
- Akinyele, B. O. and Temikotan, T., 2007, Effect of variation in soil texture on the vegetative and pod characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), *International Journal of Agricultural Research*, 2 (2), 165-169.
- Aksu, M. İ. and Kaya, M., 2005, The effect of α -tocopherol and butylated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, a cooked meat product, *Meat Science*, 71 (2), 277-283.
- Al-Wandawi, H., 1983, Chemical composition of seeds of two okra cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31 (6), 1355-1358.
- Alakali, J. S., Irtwange, S. V. and Mzer, M. T., 2010, Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (*Vigna subterranean* L.) seed flour, *Meat Science*, 85 (2), 215-223.
- Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J. A. and Kuri, V., 2005, Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (2), 247-255.
- Andrés, A. I., Petrón, M. J., Adámez, J. D., López, M. and Timón, M. L., 2017, Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties, *Meat Science*, 129, 62-70.
- Anonim, 2000, Türk Gıda Kodeksi taze et, hazırlanmış et ve hazırlanmış et karışımları tebliği, *Resmi Gazete* (23960).
- Anonim, 2021, Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı-bamya, <http://www.turkomp.gov.tr/food-bamya-221>, : 04 Mayıs 2021.

- Anwar, F., Rashid, U., Ashraf, M. and Nadeem, M., 2010, Okra (*Hibiscus esculentus*) seed oil for biodiesel production, *Applied Energy*, 87 (3), 779-785.
- AOAC, I., 2000, In Williams, S.(Ed.), Official methods of analysis, *Washington DC: Association of Official Analytical Chemists*.
- Arapitsas, P., 2008, Identification and quantification of polyphenolic compounds from okra seeds and skins, *Food Chemistry*, 110 (4), 1041-1045.
- Atasoy, H., Özkan, K., Karadağ, A. ve Sağdıç, O., 2019, Farklı partikül boyutlarındaki enginar lifi ilavesinin köfte kalitesi üzerine etkisi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (16), 275-282.
- Aziz, M. and Karboune, S., 2018, Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (3), 486-511.
- Azman, N. A. M., Gordon, M. H., Skowrya, M., Segovia, F. and Almajano, M. P., 2015, Use of lyophilised and powdered *Gentiana lutea* root in fresh beef patties stored under different atmospheres, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (9), 1804-1811.
- Banerjee, R., Verma, A. K., Das, A. K., Rajkumar, V., Shewalkar, A. A. and Narkhede, H. P., 2012, Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets, *Meat Science*, 91 (2), 179-184.
- Barros, J. C., Munekata, P. E. S., Pires, M. A., Rodrigues, I., Andaloussi, O. S., Rodrigues, C. E. d. C. and Trindade, M. A., 2018, Omega-3- and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour, *LWT*, 90, 283-289.
- Benchasri, S., 2012, Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as a valuable vegetable of the world, *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49 (1), 105-112.
- Biesalski, H. K., 2005, Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?, *Meat Science*, 70 (3), 509-524.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E. and Berset, C., 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT-Food Science and Technology*, 28 (1), 25-30.
- Câmara, A. K. F. I., Okuro, P. K., Cunha, R. L. d., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C. and Pollonio, M. A. R., 2020a, Chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization, *LWT-Food Science and Technology*, 125, 109193.
- Câmara, A. K. F. I., Vidal, V. A. S., Santos, M., Bernardinelli, O. D., Sabadini, E. and Pollonio, M. A. R., 2020b, Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy, *Meat Science*, 163, 108085.

- Choe, J.-H., Jang, A., Lee, E.-S., Choi, J.-H., Choi, Y.-S., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Shim, S.-Y. and Kim, C.-J., 2011, Oxidative and color stability of cooked ground pork containing lotus leaf (*Nelumbo nucifera*) and barley leaf (*Hordeum vulgare*) powder during refrigerated storage, *Meat Science*, 87 (1), 12-18.
- Çoksever, E. and Sarıçoban, C., 2010, Effects of bitter orange albedo addition on the quality characteristics of naturally fermented Turkish style sausages (sucuks), *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (2), 82-85.
- Cunha, L. C. M., Monteiro, M. L. G., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Muchenje, V., de Carvalho, F. A. L. and Conte-Junior, C. A., 2018, Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products, *Food Research International*, 111, 379-390.
- Cuvelier, M.-E., Richard, H. and Berset, C., 1996, Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73 (5), 645-652.
- Çakmakçı, S. ve Tahmas-Kahyaoğlu, D., 2012, Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış, *Akademik Gıda*, 10 (1), 103-113.
- Çalışır, S., Özcan, M., Haciseferoğulları, H. and Yıldız, M. U., 2005, A study on some physico-chemical properties of Turkey okra (*Hibiscus esculenta* L.) seeds, *Journal of Food Engineering*, 68 (1), 73-78.
- Çoban, Ö. E. ve Patır, B., 2010, Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2), 7-19.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G., 2007, Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products, *Food Chemistry*, 103 (3), 891-899.
- de Carvalho, C. C. C. R., Cruz, P. A., da Fonseca, M. M. R. and Xavier-Filho, L., 2011, Antibacterial properties of the extract of *Abelmoschus esculentus*, *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 16 (5), 971.
- de Sousa Ferreira Soares, G., Gomes, V. d. M., dos Reis Albuquerque, A., Barbosa Dantas, M., Rosenhain, R., Souza, A. G. d., Persunh, D. C., Gadelha, C. A. d. A., Costa, M. J. d. C. and Gadelha, T. S., 2012, Spectroscopic and thermooxidative analysis of organic okra oil and seeds from (*Abelmoschus esculentus*), *The Scientific World Journal*, 2012, 847471.
- Denktaş, S., 2017, Et ve et ürünlerinin fonksiyonelliğinin artırılması, *Kocatepe Veterinary Journal*, 10 (2), 106-117.
- Devatkal, S. K., Narsaiah, K. and Borah, A., 2010, Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties, *Meat Science*, 85 (1), 155-159.

- Devatkal, S. K. and Naveena, B. M., 2010, Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage, *Meat Science*, 85 (2), 306-311.
- Ding, Y., Wang, S.-Y., Yang, D.-J., Chang, M.-H. and Chen, Y.-C., 2015, Alleviative effects of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) flower on lipid peroxidation and protein degradation in emulsified pork meatballs, *Journal of Food and Drug Analysis*, 23 (3), 501-508.
- Durazzo, A., Lucarini, M., Novellino, E., Souto, E. B., Daliu, P. and Santini, A., 2019, *Abelmoschus esculentus* (L.): Bioactive components' beneficial properties—focused on antidiabetic role—for sustainable health applications, *Molecules*, 24 (1), 38.
- Duthie, G., Campbell, F., Bestwick, C., Stephen, S. and Russell, W., 2013, Antioxidant effectiveness of vegetable powders on the lipid and protein oxidative stability of cooked Turkey meat patties: implications for health, *Nutrients*, 5 (4), 1241-1252.
- Ekici, L., Öztürk, İ., Sağdıç, O. ve Yetim, H., 2014, Et ve et ürünlerinde baharatların doğal antioksidan ve antimikrobiyel olarak kullanımı, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30 (1), 66-72.
- El-Alim, S. S. L. A., Lugasi, A., Hóvári, J. and Dworschák, E., 1999, Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2), 277-285.
- Ergezer, H., Kaya, H. I. and Şimşek, Ö., 2018, Antioxidant and antimicrobial potential of artichoke (*Cynara scolymus* L.) extract in beef patties, *Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties*, 36 (2), 154-162.
- Eseceli, H., Değirmencioğlu, A., Kahraman, R., Üniv, B., Bandırma, M. ve Bandırma, E. E. P., 2006, Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi, *Türkiye*, 9, 403-406.
- Estévez, M., Ventanas, S. and Cava, R., 2006, Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver pâté, *Meat Science*, 74 (2), 396-403.
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M., 2013, Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 233-265.
- Fernández-López, J., Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Haros, C. M. and Pérez-Álvarez, J. A., 2019, Chia (*Salvia hispanica* L.) products as ingredients for reformulating frankfurters: Effects on quality properties and shelf-life, *Meat Science*, 156, 139-145.
- Fista, G. A., Bloukas, J. G. and Siomos, A. S., 2004, Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages, *Meat Science*, 68 (2), 163-172.

- Frankel, E. N., 1980, Lipid oxidation, *Progress in Lipid Research*, 19 (1), 1-22.
- Gedikoglu, A., 2015, Use of citrus fiber in ground beef meatballs as a functional ingredient, Doctoral Thesis, *University of Missouri-Columbia*.
- Gemed, H. F. and Ratta, N., 2014, Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects, *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3 (4), 284-289.
- Gemed, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z. and Beyene, F., 2015, Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review, *J Food Process Technol*, 6 (458), 2.
- Gemed, H. F., Haki, G. D., Beyene, F., Woldegiorgis, A. Z. and Rakshit, S. K., 2016, Proximate, mineral, and antinutrient compositions of indigenous Okra (*Abelmoschus esculentus*) pod accessions: implications for mineral bioavailability, *Food Science & Nutrition*, 4 (2), 223-233.
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I. and Fletouris, D. J., 2007, Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers, *Meat Science*, 75 (2), 256-264.
- Gökalp, H., Kaya, M. ve Zorba, Ö., 1999, Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Erzurum, Turkey: Faculty of Agriculture, *Food Engineering Department, Atatürk University*.
- Grigelmo-Miguel, N., Abadías-Serós, M. a. I. and Martín-Belloso, O., 1999, Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters, *Meat Science*, 52 (3), 247-256.
- Habtam Fekadu, G., Negussie, R., Gulelat Desse, H., Woldegiorgis, A. Z. and Fekadu, B., 2015, Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): a review, *Pakistan Journal of Food Sciences*, 25 (1), 16-25.
- Han, M. and Bertram, H. C., 2017, Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system, *Meat Science*, 133, 159-165.
- Haugaard, P., Hansen, F., Jensen, M. ve Grunert, K. G., 2014, Consumer attitudes toward new technique for preserving organic meat using herbs and berries, *Meat Science*, 96 (1), 126-135.
- Hu, G. and Yu, W., 2015, Effect of hemicellulose from rice bran on low fat meatballs chemical and functional properties, *Food Chemistry*, 186, 239-243.
- Huang, J.-C., Zayas, J. F. and Bowers, J. A., 1999, Functional properties of sorghum flour as an extender in ground beef patties 1, *Journal of Food Quality*, 22 (1), 51-61.

- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Olson, D., Salm, C., Savell, J. and Shivas, S., 1991, Pages 1-17 in Guidelines for meat color evaluation, *Proceedings of 44th Recip. Meat Conf., Manhattan, KS*.
- Islam, M. T., 2019, Phytochemical information and pharmacological activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*): A literature-based review, *Phytotherapy Research*, 33 (1), 72-80.
- Jayaseelan, C., Ramkumar, R., Rahuman, A. A. and Perumal, P., 2013, Green synthesis of gold nanoparticles using seed aqueous extract of *Abelmoschus esculentus* and its antifungal activity, *Industrial Crops and Products*, 45, 423-429.
- Jayathilakan, K., Sharma, G. K., Radhakrishna, K. and Bawa, A. S., 2007, Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat, *Food Chemistry*, 105 (3), 908-916.
- Jia, N., Kong, B., Liu, Q., Diao, X. and Xia, X., 2012, Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage, *Meat Science*, 91 (4), 533-539.
- Jiang, J., Zhang, X., True, A. D., Zhou, L. and Xiong, Y. L., 2013, Inhibition of lipid oxidation and rancidity in precooked pork patties by radical-scavenging licorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extract, *Journal of Food Science*, 78 (11), C1686-C1694.
- Jiang, N., Liu, C., Li, D., Zhang, Z., Liu, C., Wang, D., Niu, L. and Zhang, M., 2017, Evaluation of freeze drying combined with microwave vacuum drying for functional okra snacks: Antioxidant properties, sensory quality, and energy consumption, *LWT - Food Science and Technology*, 82, 216-226.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. and Cofrades, S., 2001, Healthier meat and meat products: their role as functional foods, *Meat Science*, 59 (1), 5-13.
- Kanner, J., 1994, Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications, *Meat Science*, 36 (1), 169-189.
- Karaca, E. ve Aytaç, S., 2007, Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 123-131.
- Karakaya, M., Bayrak, E. and Ulusoy, K., 2011, Use of natural antioxidants in meat and meat products, *Journal of Food Science and Engineering*, 1 (1), 1.
- Kaynakçı, E. ve Kılıç, B., 2009, Et ürünlerinde yeni eğilimler: Daha sağlıklı ürün geliştirme çalışmaları, *Akademik Gıda*, 7 (6), 52-59.
- Kendall, C. W. C. and Jenkins, D. J. A., 2004, A Dietary portfolio: Maximal reduction of low-density lipoprotein cholesterol with diet, *Current Atherosclerosis Reports*, 6 (6), 492-498.
- Khomsug, P., Thongjaroenbuangam, W., Pakdeenarong, N., Suttajit, M. and Chantiratikul, P., 2010, Antioxidative activities and phenolic content of extracts

- from okra (*Abelmoschus esculentus* L.), *Research Journal of Biological Sciences*, 5 (4), 310-313.
- Kılınççeker, O. and Yılmaz, M. T., 2019, Physicochemical, technological and sensory properties of chicken meatballs processed with dietary fibers, *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70 (2), 1525-1532.
- Kılınççeker, O., 2020, Nohut ununun tavuk köfte üretiminde kullanımı, *Akademik Ziraat Dergisi*, 9 (1), 49-54.
- Kim, I.-S., Jin, S.-K., Mandal, P. K. and Kang, S.-N., 2011, Quality of low-fat pork sausages with tomato powder as colour and functional additive during refrigerated storage, *Journal of Food Science and Technology*, 48 (5), 591-597.
- Kim, S.-J., Cho, A. R. and Han, J., 2013, Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation, *Food Control*, 29 (1), 112-120.
- Kondaiah, N., Anjaneyulu, A., Rao, V. K., Sharma, N. and Joshi, H., 1985, Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats, *Meat Science*, 15 (3), 183-192.
- Kubow, S., 1992, Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods, *Free Radical Biology and Medicine*, 12 (1), 63-81.
- Kumar, A., Kumar, P. and Nadendla, R., 2013, A review on: *Abelmoschus esculentus* (Okra), *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3 (4), 129-132.
- Kumar, Y., Kumar, V. and Sangeeta, 2020, Comparative antioxidant capacity of plant leaves and herbs with their antioxidative potential in meat system under accelerated oxidation conditions, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14 (6), 3250-3262.
- Kurt, Ş. and Kılınççeker, O., 2012, The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (5), 725-730.
- Lakshmanan, R., Parkinson, J. A. and Piggott, J. R., 2007, High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*), *LWT-Food Science and Technology*, 40 (3), 544-551.
- Lemay, M.-J., Choquette, J., Delaquis, P. J., Gariépy, C., Rodrigue, N. and Saucier, L., 2002, Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooked and acidified chicken meat model, *International Journal of Food Microbiology*, 78 (3), 217-226.
- Liao, H., Dong, W., Shi, X., Liu, H. and Yuan, K., 2012, Analysis and comparison of the active components and antioxidant activities of extracts from *Abelmoschus esculentus* L, *Pharmacognosy Magazine*, 8 (30), 156-161.

- Liu, D.-C., Tsau, R.-T., Lin, Y.-C., Jan, S.-S. and Tan, F.-J., 2009, Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage, *Food Chemistry*, 117 (1), 106-113.
- Liu, Y., Qi, J., Luo, J., Qin, W., Luo, Q., Zhang, Q., Wu, D., Lin, D., Li, S., Dong, H., Chen, D. and Chen, H., 2021, Okra in food field: Nutritional value, health benefits and effects of processing methods on quality, *Food Reviews International*, 37 (1), 67-90.
- Lorenzo, J. M., Sineiro, J., Amado, I. R. and Franco, D., 2014, Influence of natural extracts on the shelf life of modified atmosphere-packaged pork patties, *Meat Science*, 96 (1), 526-534.
- Luo, H., Lin, S., Ren, F., Wu, L., Chen, L. and Sun, Y., 2007, Antioxidant and antimicrobial capacity of chinese medicinal herb extracts in raw sheep meat, *Journal of Food Protection*, 70 (6), 1440-1445.
- Mena, B., Fang, Z., Ashman, H., Hutchings, S., Ha, M., Shand, P. J. and Warner, R. D., 2020, Influence of cooking method, fat content and food additives on physicochemical and nutritional properties of beef meatballs fortified with sugarcane fibre, *International Journal of Food Science & Technology*, 55 (6), 2381-2390.
- Meral, R., 2016, Isıl işlemin fenolik bileşenler üzerine etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 55-67.
- Mielnik, M. B., Sem, S., Egelanddal, B. and Skrede, G., 2008, By-products from herbs essential oil production as ingredient in marinade for turkey thighs, *LWT - Food Science and Technology*, 41 (1), 93-100.
- Milon, M., Kabir, M., Hossain, M., Rahman, M., Azad, M. and Hashem, M., 2016, Value added beef meatballs using turmeric (*Curcuma longa*) powder as a source of natural antioxidant, *Sciences*, 3 (4), 52-61.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P. and Joe Buckley, D., 2005, Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties, *Meat Science*, 69 (4), 773-779.
- Modi, V. K., Yashoda, K. P. and 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.
- Mohammadi, H., Kamkar, A. and Misaghi, A., 2018, Nanocomposite films based on CMC, okra mucilage and ZnO nanoparticles: Physico mechanical and antibacterial properties, *Carbohydrate Polymers*, 181, 351-357.
- Mohammadi, H., Kamkar, A., Misaghi, A., Zunabovic-Pichler, M. and Fatehi, S., 2019, Nanocomposite films with CMC, okra mucilage, and ZnO nanoparticles:

- Extending the shelf-life of chicken breast meat, *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100330.
- Mol, S., 2008, Balık yağı tüketimi ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Journal of Fisheries Sciences*, 2 (4), 601-607.
- Mollick, M. M. R., Bhowmick, B., Mondal, D., Maity, D., Rana, D., Dash, S. K., Chattopadhyay, S., Roy, S., Sarkar, J. and Acharya, K., 2014, Anticancer (in vitro) and antimicrobial effect of gold nanoparticles synthesized using *Abelmoschus esculentus* (L.) pulp extract via a green route, *RSC advances*, 4 (71), 37838-37848.
- Morsy, M. K., Mekawi, E. and Elsabagh, R., 2018, Impact of pomegranate peel nanoparticles on quality attributes of meatballs during refrigerated storage, *LWT*, 89, 489-495.
- Munekata, P. E. S., Paseto Fernandes, R. d. P., de Melo, M. P., Trindade, M. A. and Lorenzo, J. M., 2016, Influence of peanut skin extract on shelf-life of sheep patties, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6 (7), 586-596.
- Ndangui, C., Kimbonguila, A., Nzikou, J., Matos, L., Pambou-Tobi, N., Abena, A., Silou, T., Scher, J. and Desobry, S., 2010, Nutritive composition and properties physico-chemical of gumbo (*Abelmoschus esculentus* L.) seed and oil, *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 2 (1), 49-54.
- Nwaiwu, N. E., Mshelia, F. ve Raufu, I. A., 2012, Antimicrobial activities of crude extracts of *Moringa oleifera*, *Hibiscus sabdariffa* and *Hibiscus esculentus* seeds against some Enterobacteria, *Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation*, 1 (1), 11-16.
- Ockerman, H. W., 1985, Quality control of post-mortem muscle tissue, *Bahia Blanca, Argentina*, Department of Animal Science, Ohio State University and The Ohio Agricultural Research and Development Center.
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F. and Sánchez-Muniz, F. J., 2013, Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods, *Meat Science*, 95 (4), 919-930.
- Özçelik, S., 1986, Farklı yörelerden alınan soğan (*Allium cepa* L.) örneklerindeki antimikrobiyal maddelerin (fitsinid) bakterisit etkilerinin araştırılması, *Gıda*, 11 (1).
- Özünlü, O., Ergezer, H. ve Gökçe, R., 2019, Sağlıklı et ürünleri geliştirme stratejileri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25 (7), 839-845.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M. and Ferreira, I. C., 2017, The chemical composition, nutritional value and antimicrobial properties of *Abelmoschus esculentus* seeds, *Food & Function*, 8 (12), 4733-4743.

- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L. and Ferreira, I. C. F. R., 2018, Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of Mediterranean okra genotypes in relation to harvest stage, *Food Chemistry*, 242, 466-474.
- Pisoschi, A. M. and Pop, A., 2015, The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55-74.
- Rachida, Z. A., Ridha, O. M., Eddine, L. S. and Souhaila, M., 2017, Screening of phenolic compounds from *Abelmoschus esculentus* L. extract fruits and in vitro evaluation of antioxidant and antibacterial activities, *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 10 (12), 4371-4376.
- Rather, S. A., Masoodi, F., Akhter, R., Rather, J. A. and Shiekh, K. A., 2016, Advances in use of natural antioxidants as food additives for improving the oxidative stability of meat Products, *Madridge Journal of Food Technology*, 1 (1), 10-17.
- Ray, S., Saha, S. K., Raychaudhuri, U. and Chakraborty, R., 2017, Preparation of okra-incorporated dhokla and subsequent analysis of nutrition, antioxidant, color, moisture and sensory profile, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11 (2), 639-650.
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D. and Estévez, M., 2011, Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage, *Meat Science*, 89 (2), 166-173.
- Roy, A., Shrivastava, S. L. and Mandal, S. M., 2014, Functional properties of Okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences, *Plant Science Today*, 1 (3), 121-130.
- Sabitha, V., Ramachandran, S., Naveen, K. and Panneerselvam, K., 2011, Antidiabetic and antihyperlipidemic potential of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. in streptozotocin-induced diabetic rats, *Journal of pharmacy and bioallied sciences*, 3 (3), 397.
- Saifullah, M. and Rabbani, M., 2009, Evaluation and characterization of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) genotypes, *SAARC J. Agric*, 7 (1), 92-99.
- Saricoban, C. and Yilmaz, M. T., 2010, Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology, *World Applied Sciences Journal*, 9 (1), 14-22.
- Sarıçoban, C., Çoksever, E., Karakaya, M. ve Yılmaz, M. T., 2008, Et ürünlerinde turunçgil yan ürünlerinin kullanımı, *Türkiye*, 10, 21-23.
- Serdaroglu, M., 2006, The characteristics of beef patties containing different levels of fat and oat flour, *International Journal of Food Science & Technology*, 41 (2), 147-153.

- Singh, K., 2012, Phytochemical determination and antibacterial activity of *Trichosanthes dioica* Roxb (Patal), *Cucurbita maxima* (pumpkin) and *Abelmoschus esculentus* Moench (Okra) plant seeds, Doctoral Thesis, *National Institute of Technology, Rourkela*.
- Snedecor, G. W. and Cochran, W. G., 1980, Statistical methods. Ames, IA Iowa State University Press
- Solomon, S., Muruganantham, N. and Senthamilselvi, M., 2016, Antimicrobial activity of *Abelmoschus esculentus* (flowers), *Int. J. Herb. Med*, 4 (6), 46-49.
- Şen, D. B., Kılıç, B., Demir, E. Ve Kılıç, G. B., 2019, Et ve et ürünlerinde mikrobiyal dekontaminasyon için bazı ısıtılmayan teknolojilerin kullanımı, *Gıda*, 44 (2), 202-215.
- Şengün, İ. Y. ve Öztürk, B., 2018, Bitkisel kaynaklı bazı doğal antimikrobiyaller, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri Ve Biyoteknoloji*, 7 (2), 256-276.
- Talukder, S. and Sharma, D. P., 2010, Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran, *Journal of Food Science and Technology*, 47 (2), 224-229.
- Tamsen, M., Shekarchizadeh, H. and Soltanizadeh, N., 2018, Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties, *LWT-Food Science and Technology*, 91, 580-587.
- Tuluk, K., Tavman, Ş., Altınel, B., Kumcuoğlu, S. ve Glaue, Ş., 2018, Farklı oranlarda bamya tozu ikamesinin beyaz ekmeğin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Tralleis*, 3 (2), 139-153.
- Turgut, S. S., Soyer, A. and Işıkcı, F., 2016, Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage, *Meat Science*, 116, 126-132.
- Turp, G. Y., Kalyoncu, S. ve Şengün, İ. Y., 2018, Köfte üretiminde kullanılan bitkisel katkıların üründe oksidasyon gelişimi, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri ile heterosiklik amin (HCA) oluşumu üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (4), 507-517.
- Verma, A. K., Rajkumar, V., Banerjee, R., Biswas, S. and Das, A. K., 2013, Guava (*Psidium guajava* L.) powder as an antioxidant dietary fibre in sheep meat nuggets, *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26 (6), 886-895.
- Verma, A. K., Pathak, V., Singh, V. P. and Umaraw, P., 2016, 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), 409-414.

- Wahyuningsih, S. P. A., Savira, N. I. I., Anggraini, D. W., Winarni, D., Suhargo, L., Kusuma, B. W. A., Nindyasari, F., Setianingsih, N. and Mwendolwa, A. A., 2020, Antioxidant and nephroprotective effects of okra pods extract (*Abelmoschus esculentus* L.) against lead acetate-induced toxicity in mice, *Scientifica*, 2020, 4237205.
- Wan Rosli, W., Maihiza, N. and Raushan, M., 2015, The ability of oyster mushroom in improving nutritional composition, β -glucan and textural properties of chicken frankfurter, *International Food Research Journal*, 22 (1).
- Weemaes, C. A., Ooms, V., Van Loey, A. M. and Hendrickx, M. E., 1999, Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (6), 2404-2409.
- Woolfe, M. L., Chaplin, M. F. and Otchere, G., 1977, Studies on the mucilages extracted from okra fruits (*Hibiscus esculentus* L.) and baobab leaves (*Adansonia digitata* L.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28 (6), 519-529.
- Yang, H., Khan, M. A., Yu, X., Zheng, H., Han, M., Xu, X. and Zhou, G., 2016, Changes in protein structures to improve the rheology and texture of reduced-fat sausages using high pressure processing, *Meat Science*, 121, 79-87.
- Yavaşer, R., 2011, Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Yılmaz, I., 2005, Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran, *Journal of Food Engineering*, 69 (3), 369-373.
- Yılmaz, Ö. B. ve Boyacıoğlu, M., 2020, Bazı sentetik antioksidanların 2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin araştırılması, *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 39 (2), 67-72.
- Yoo, K. M., Lee, K. W., Park, J. B., Lee, H. J. and Hwang, I. K., 2004, Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of yuzu (*Citrus junos* Sieb ex *tanaka*) during maturation and between cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (19), 5907-5913.
- Zhang, L., Lin, Y. H., Leng, X. J., Huang, M. and Zhou, G. H., 2013, Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage, *Meat Science*, 95 (2), 145-150.