

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYIT TOHUMU (*Vitex agnus-castus* L.) TOZUNUN SIĞIR
KÖFTELERİNİN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Tezi Hazırlayan
Sevgi ARSLAN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Şubat, 2021

NEVŞEHİR

T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYIT TOHUMU (*Vitex agnus-castus* L.) TOZUNUN SIĞIR
KÖFTELERİNİN ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Tezi Hazırlayan
Sevgi ARSLAN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Şubat, 2021

NEVŞEHİR

KABUL VE ONAY SAYFASI

Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER danışmanlığında Sevgi ARSLAN tarafından hazırlanan “Hayıt tohumu (*Vitex agnus-castus* L.) tozunun sığır köftelerinin çeşitli kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisinin araştırılması” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

..... / /

JÜRİ

İMZA

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Orhan Onur AŞKIN

.....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun / / tarih ve sayılı Kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

.....

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sevgi ARSLAN



TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın tüm aşamalarında desteğini, yardımlarını en önemlisi de sabrını hiçbir zaman esirgemeyen, fikirleri ile beni yönlendiren ve bilimsel bir bakış açısı kazanmamı sağlayan değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER'e, desteğinden ötürü Sayın Doç. Dr. Hilal YILDIZ'a, çalıőmam sırasında yardımlarını eksik etmeyen Merve ÇAKIR, Beyzanur VAR ve Beyza ÖZYÜREK'e ve tez çalıőmam sırasında vaktinden aldığım biricik kızım Derin ARSLAN'a en içten teőekkürlerimi sunarım.



Sevgi ARSLAN

NEVŞEHİR, 2021

**HAYIT TOHUMU (*Vitex agnus-castus* L.) TOZUNUN SIĞIR KÖFTELERİNİN
ÇEŞİTLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Sevgi ARSLAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2021

ÖZET

Bu çalışmanın amacı antioksidan özelliklere sahip olduğu bilimsel çalışmalar ile belirlenen hayıt (*Vitex agnus-castus* L.) tohumu tozunun siğir köftesinde farklı oranlarda (%2.5, %5, %7.5 ve %10) kullanımının ürün kalite kriterleri ve raf ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonu, toplam fenolik bileşik içeriği, antioksidan kapasitesi, pişirme özellikleri, tekstür profili ve duyu özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca 15 günlük depolama süresi boyunca örneklerin pH, TBARS, su aktivitesi ve renk değerlerinde meydana gelen değişimler tespit edilmiştir.

Köfte örneklerinin toplam fenolik bileşik içeriği ve antioksidan kapasitesi köfte karışımına ilave edilen hayıt tohumu tozu miktarındaki artışa paralel olarak artmıştır ($P<0.05$). Depolama süresince tüm grupların TBARS ve pH değerleri artmıştır ($P<0.05$) ve hayıt tohumu tozu içeren köftelerin TBARS ve pH değerlerinin kontrol grubu örneklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Hayıt tohumu tozu ilavesinin köftelerin çap ve kalınlıklarında azalma ve büzülme oranları üzerinde etkisi olduğu ancak renk ve su aktivitesi değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hayıt tohumu tozu kullanımının duyu bakımından köftelerin genel kabul edilebilirlik puanlarını önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır ($P<0.05$). %5 ve üzerinde hayıt tohumu tozu ilavesi köftelerin springness, cohesiveness ve resilience değerlerini önemli seviyede arttırmıştır.

Çalışma sonuçları köfte üretiminde %2.5 oranında hayıt tohumu tozu kullanımının, ürün kalite parametrelerinde istenmeyen değişimlere sebep olmadan, depolama süresince lipid oksidasyonu stabilitesini artırılabilirliğini ve köfte üretiminde doğal antioksidan olarak kullanılma potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Vitex agnus-castus* L., hayıt otu, antioksidan, köfte, kalite kriterleri

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER

Sayfa Sayısı: 64

**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF CHASTEBERRY SEED (*Vitex agnus-castus*
L.) POWDER ON VARIOUS QUALITY CHARACTERISTICS AND SHELF LIFE OF
BEEF MEATBALLS**

(M. Sc. Thesis)

Sevgi ARSLAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

2021

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effects of using chaste (*Vitex agnus-castus* L.) seed powder in different proportions (2.5%, 5%, 7.5% and 10%) on the quality characteristics and shelf-life of beef meatballs. The chemical composition, total phenolic compound content, antioxidant capacity, cooking properties, texture profile and sensory properties of the meatball samples were determined. In addition, changes in pH, TBARS, water activity and color values of the samples were determined during the 15-day of storage period.

The total phenolic content and antioxidant capacity of the meatball samples increased as the increase in the amount of chaste seed powder added to the meatball mixture ($P < 0.05$). During storage, it was determined that TBARS and pH values of all groups increased ($P < 0.05$) and TBARS and pH values of meatballs containing chaste seed powder were lower than control group samples ($P < 0.05$). It was determined that the addition of chaste seed powder had a significant effect on the reduction in diameter and thickness of the meatballs and shrinkage rates, but not on the color and water activity values. In addition, it was determined that the use of chaste seed powder significantly decreased the general acceptability scores of meatballs in sensory terms ($P < 0.05$). The addition of more than 2.5% chaste seed powder significantly increased the springness, cohesiveness and resilience values of the meatballs.

The results of the study showed that the use of 2.5% chaste seed powder in meatball production can increase the stability of lipid oxidation during storage without causing significant negative changes in product quality parameters and chaste seed powder has the potential to be used as a natural antioxidant in meatball production.

Keywords: *Vitex agnus-castus* L., chaste tree, antioxidant, meatball, quality characteristics

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Cem Okan ÖZER

Page Number: 64

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	I
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TABLolar LİSTESİ.....	IX
RESİMLER DİZİNİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	XI
1.BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
2.BÖLÜM	5
KAYNAK ÖZETİ.....	5
2.1. Et ve Et Ürünlerinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi	5
2.2. Et ve Et Ürünlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	6
2.3. Gıda Katkı Maddeleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	7
2.4. Et ve Et Ürünlerinde Sağlıklı Ürün Geliştirme Çalışmaları	11
2.5. Et Ürünlerinde Kullanılan Doğal Antioksidanlar.....	13
2.6. <i>Vitex agnus castus L.</i> (Hayıt otu)	16
2.6.1. Hayıt otunun biyolojik etkileri	19
3. BÖLÜM	21
MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Köfte üretimi.....	22
3.2.2. Pişirme özellikleri	24
3.2.3 Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi.....	25

3.2.5. Toplam fenolik bileşik miktarı analizi	25
3.2.6. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini giderme aktivitesi analizi	26
3.2.7. Beta karoten ağartma analizi	26
3.2.8. Renk tayini.....	27
3.2.9. Yağ miktarı analizi.....	27
3.2.10. Protein analizi	27
3.2.11. Kül miktarı tayini	28
3.2.12. Nem miktarı tayini	28
3.2.13. Karbonhidrat miktarı tayini	28
3.2.14. Toplam diyet lif miktarı tayini.....	29
3.2.15. Su aktivitesi (a_w) analizi	29
3.2.16. Tekstür profil analizi	29
3.2.17. Duyusal analiz.....	30
3.2.18. İstatistiksel analiz.....	30
4. BÖLÜM	31
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Hayıt Tohumu Tozunun Fizikokimyasal Analiz Sonuçları	31
4.2. Köftelerin Toplam Fenolik ve Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları.....	32
4.3. Pişirme Özellikleri Analiz Sonuçları.....	34
4.4. Kimyasal Kompozisyon Analiz Sonuçları.....	35
4.5. TBARS Analiz Sonuçları.....	36
4.6. pH Analiz Sonuçları	38
4.7. Su Aktivitesi (a_w) Analiz Sonuçları.....	40
4.8. Renk Analizi Sonuçları.....	41
4.9. Tekstür Profil Analizi Sonuçları.....	43
4.10. Duyusal Analiz Sonuçları	44
5. BÖLÜM	45
SONUÇ VE ÖNERİ	45
KAYNAKÇA	47
EKLER.....	61
EK - 1	62



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2. 1 Gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması [33].....	9
Tablo 2. 2 Et ve et ürünlerinde farklı formlarda kullanılan doğal antioksidanlar	14
Tablo 2. 3 Vitex agnus-castus L. bitkisine ait kimyasal bileşenlerin farmakolojik etkileri	19
Tablo 3. 1. Deneme grupları formülasyonunda yer alan et ve hayıt tohumu tozu oranları	22
Tablo 4. 1 Hayıt tohumu tozunun fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriği.....	31
Tablo 4. 2 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri.....	32
Tablo 4. 3 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin pişirme özellikleri.....	34
Tablo 4. 4 Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonları	35
Tablo 4. 5 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince TBARS değerleri ($\mu\text{mol MA/kg}$)	37
Tablo 4. 6 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince pH değerleri.....	39
Tablo 4. 7 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince su aktivitesi değerleri.....	40
Tablo 4. 8 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince L^* , a^* ve b^* değerleri	42
Tablo 4. 9 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin tekstür analiz sonuç değerleri.....	43
Tablo 4. 10 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin duyusal analiz değerlendirmesi	44

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2. 1 Vitex agnus castus ağacının şematik görünümü [90].....	17
Resim 2. 2 Vitex agnus castus bitkisinin tohumları [91]	17
Resim 3. 1 Köfte hamurunun hazırlanması.....	23
Resim 3. 2 Pişmiş köfte örnekleri.....	23
Resim 3. 3 Pişmiş ve vakumlanmış köfte örnekleri	24



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BHA	Bütillendirilmiş Hidroksi Anisol
BHT	Bütillendirilmiş Hidroksi Tolüen
°C	Santigrat Derece
CAC	Uluslararası Gıda Kodeksi Komisyonu
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl)
EC	Avrupa Komisyonu
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	Gıda Tarım Örgütü
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi
GKM	Gıda katkı maddesi
JECFA	Ortak Uzmanlar Komitesi
MDA	Tetrametoksipropan
MSG	Monosodyum Glutamat
PG	Propil Gallat
TBARS	Tiyobarbütirik Asit Reaktif Ürünleri Analizi
TBHQ	Tersiyer Bütül Hidrokinon
TCA	Trikloroasetik Asit
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TPA	Tekstür Profil Analizi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde yaşam standartlarının değişmesi, kentleşme oranının ve sağlık sorunlarının giderek artması, bunun yanı sıra insanların bilinçlenmesi toplumda beslenme alışkanlıklarının giderek değişmesine neden olmuştur. Tüketiciler önceden gıda ürünleri tercihlerinde damak zevkini ön planda tutmakta iken günümüzde taze ve doğal gıda tercihlerinin yanında bu ürünlerin güvenli, kaliteli ve aynı zamanda sağlık üzerine olumlu etkilerinin olmasını beklemektedirler. Diğer yandan, son yıllarda gıda kaynaklı hastalıklar tüm dünyada en yaygın sağlık sorunlarından biri haline gelmiştir ve bu durum hem insan sağlığı açısından hem de gıda endüstrisi açısından ciddi sorunlar teşkil etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre her yıl 600 milyon kişi gıda kaynaklı hastalıklara yakalanmaktadır ve yaklaşık 420 bin kişi bu hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Özellikle beş yaşın altındaki çocukların risk grubunda olduğu ve ölen kişilerin yaklaşık %40'ının beş yaş altındaki çocuklar olduğu bildirilmektedir [1]. Bunun yanı sıra, özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar ile kullanılan katkı maddelerinin orta ve uzun vadede kronik sağlık problemlerine yol açabileceği, kimyasal koruyuculardan bazılarının kanserojenik ve teratojenik özelliğe sahip olmaları ve kronik birikimle gerçekleşen toksisiteden sorumlu olarak görülmeleri de tüketicilerde şüpheli yaklaşımlara yol açmış ve endişeleri arttırmıştır. Bu nedenle tüketiciler doğal, fonksiyonel ve sağlıklı gıdalara yönelmiştir [2].

Gıda endüstrisi üreticileri ve araştırmacılar tüketicilerin bu taleplerini karşılayabilmek için gıda ürünlerinin üretiminde kullanılacak doğal gıda katkı maddeleri üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Özellikle bitkisel kaynakların yüksek düzeyde antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin tespiti, yapılan çalışmaların bu noktaya yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu durum özellikle et ürünlerinde de yaygın olarak kullanılan bazı yapay (sentetik) antioksidan ve antimikrobiyal maddeler için doğal ve fonksiyonel alternatif bileşenlerin arayışını hızlandırmıştır [3].

Et ve et ürünleri yüksek yağ içeriği ile lipit oksidasyonuna, biyoyararlığı yüksek besin bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri ile mikrobiyal bozulmalara karşı oldukça savunmasızdır. Bu nedenle özellikle lipit, protein ve pigment oksidasyonları ile mikrobiyal bozulmalar et ürünlerinde kalite kayıplarının başlıca nedenleri olarak gösterilmektedir [4-6]. Lipit oksidasyonu aynı zamanda görünüm, renk ve doku gibi duyu kalite kriterlerinde bir düşüşe sebep olarak et ve et ürünlerinin raf ömrünü kısaltmaktadır. Ayrıca lipit oksidasyonun en belirgin duyu belirtileri ekşime ve kötü tat oluşumudur ki bunlara, oksidasyon sonucu oluşan ketonlar, aldehitler, izofluran, malondialdehit vb. gibi ikincil oksidasyon ürünleri sebep olmaktadır [4, 7].

Et ve et ürünlerinde gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanması ve korunması için patojen ve bozucu mikroorganizmaların ürün ile kontaminasyonunun ve mikrobiyal gelişimlerinin engellenmesi gerekir. Ayrıca raf ömrü boyunca gerçekleşebilecek yağ ve protein oksidasyonu ve renk stabilizasyonunda sağlanması gerekmektedir [8, 9]. Et ve et ürünlerinde kalitenin korunması, istenilen niteliklerin sağlanması ve tüketici beğenisinin artırılması için tek başına ya da kombinasyon halinde bir takım ısı ve ısı olmayan gıda koruma yöntemleri kullanılmaktadır [10]. Bu yöntemler arasında uzun yıllardır gıda katkı maddelerinin kullanımı ve özellikle de kürlenme teknolojisi oldukça yaygındır.

Kürleme, kısaca, etin nitrat veya nitrit varlığında tuz ile muamele edilerek farklı görünüm, tat ve aromada ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Kürleme işleminin, et ürünlerinde istenen renk ve aromanın oluşumu, lipit oksidasyonunun sınırlandırılması ve mikrobiyal gelişiminin inhibe edilmesi üzerinde önemli bir rolü vardır [11]. Ayrıca, nitrit kullanımı başta *Clostridium botulinum* olmak üzere birçok patojen bakterinin gelişimini kontrol etmek için de en etkili yöntemlerden birisi olarak bilinmektedir. Bunun yanında güçlü antioksidan özelliği sayesinde lipit oksidasyonunu da engelleyerek ürünün raf ömrü üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır [12]. Et ürünlerinde nitrit ve nitrat kullanımı düşük maliyet, yüksek stabilite ve verimlilik nedeniyle günümüzde raf ömrünün uzatılması ve ürün güvenliğinin sağlanması için en etkili yöntem olarak kabul edilmesine rağmen özellikle toksikolojik çalışmalar nitrit ve nitrat kullanımı konusunda endişe ve tartışma yaratmaktadır. Kürleme ajanı olarak kullanılan nitrit ve nitratın kullanım düzeyleri optimize edilerek yasal düzenlemeler ile kontrol altına alınmıştır. Bu noktada

özellikle son üründe kalan ve kalıntı nitrit miktarı olarak isimlendirilen miktarın kontrol altına alınması oldukça önemlidir. Bu nedenle son yıllarda gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar nitrit ve nitrat kullanımını ikame etmek veya kullanım miktarını azaltmak için alternatif işlemlerin veya bileşenlerin arayışına yoğunlaşmıştır [13].

Nitrit ve nitrat kullanımı ile ilgili tüketicilerde oluşan kaygı ve tartışma ortamı, gıda ürünlerinde kullanılan birçok yapay katkı maddesi içinde oluşmaya başlamıştır. Örneğin et endüstrisinde oksidatif kusuru en aza indirmek için kullanılan bütillendirilmiş hidroksi toluen (BHT), bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA) ve tersiyer bütül hidrosi kinon (TBHQ) gibi yapay antioksidanlar üzerine yapılan çalışmalar bu tür katkı maddelerinin sürekli kullanımının laboratuvar hayvanlarında ve primatlarda teratojenik ve kanserojenik etkileri olabildiğini göstermiştir [13]. Bu durum insan diyeti içerisinde önemli bir yere sahip olan et ürünleri tüketimi konusunda endişeleri ve dolayısıyla et ve et ürünlerinin tüketiminden kaçınan tüketici sayısını her geçen gün artırmaktadır. Bu nedenle günümüz et endüstrisi üreticileri ve araştırmacıları dünya genelinde tüketiciler tarafından belirgin bir talebe sahip olan sağlıklı, güvenilir ve fonksiyonel ürünlerin üretimine giderek daha fazla odaklanmaktadır. Üzerine en çok odaklanılan konulardan birisi de et ürünlerinde doğal bileşenlerin kullanımınıdır [13].

Et ürünlerinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal bileşenlerin kullanılmasına yönelik ilginin gün geçtikçe artmasının yanında yapılan araştırmalar doğal bileşenlerin, sentetik bileşenlerden daha güvenilir ve tüketici kabul edebilirliğinin, ürün lezzetinin ve stabilitesinin daha uygun olduğunu ve raf ömrü çalışmaları için daha fazla uygulama potansiyeli olduğunu göstermektedir [14-16]. Bu nedenlerden dolayı, et ürünlerinin oksidatif stabilitesini artırmak için doğal antioksidanların kullanımına yönelik araştırmalar hızla artmaktadır [14-17]. Son zamanlarda yapılan çalışmalar birçok bitkisel kaynağın antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Bu kaynaklara üzüm, hurma, brokoli, patates, kekik, köri, kabak, çay, ısırgan otu, zencefil, biberiye, nane, tarçın, adaçayı, karanfil örnek olarak verilebilir [18, 19].

Bu tez çalışması kapsamında, farklı kısımlarında ve tohumunda güçlü antimikrobiyal, antihistaminik (alerjen önleyici), antiinflamatuvar (iltihap önleyici) ve antioksidan özelliklere sahip olduğu bazı bilimsel çalışmalarda bildirilen hayıt bitkisi (*Vitex agnus-*

castus L.) tohumunun sığır köftesinde kullanımının ürün kalite kriterleri ve raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır.



2.BÖLÜM

KAYNAK ÖZETİ

2.1. Et ve Et Ürünlerinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi

Beslenme, insanların büyümesi, gelişmesi ve sağlıklı şekilde yaşamaları için gerekli olan besinlerin alınmasıyla gerçekleşir. İnsanların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri için besinlerin her birinden günlük ne kadar alınması gerektiği ve bu besinlerin eksikliğinin ya da gereğinden fazla vücuda alınmasının büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilediği bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir [20].

Gıdaların bileşiminde yer alan yaklaşık 50 besin ögesi, vücuttaki çalışmalarına, etkinliklerine ve kimyasal yapılarına göre proteinler, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller olarak gruplandırılmıştır [20]. Yetişkin bir insanın protein ihtiyacı vücuttan atılan protein miktarına eşit olmalıdır ve yaklaşık olarak kadınlar günde 48 gr, erkekler ise 59 gr proteini gıdalarla birlikte almalıdırlar [20, 21].

Dünya nüfusunun giderek artması ile birlikte insanların gıda maddelerine olan talebi de giderek artmaktadır. Ayrıca nüfusun hızla artmasına paralel olarak kesim için yetiştirilen hayvan sayısının yetersiz kalması da hayvansal kaynaklı proteinlere ulaşılabilirliği sınırlamaktadır [22]. Hayvansal protein kaynakları içerisinde et, her zaman insanlık tarihinde önemli bir gıda maddesi olmuştur [22]. Hayvansal kaynaklı proteinler, insanlar için gerekli elzem aminoasitleri yeterli ve dengeli biçimde içermektedir. Bu proteinlerin insanlar tarafından sindirimi ve vücutta kullanılabilirlikleri bitkisel proteinlere kıyasla daha fazladır. Özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan elde edilen kırmızı et dünya genelinde en çok tüketilen ettir. Çağlar boyunca insanların yaşayış tarzları, zekâ düzeyleri ve fiziksel özellikleri değişmiş olmasına rağmen, kırmızı etin beslenmedeki yeri hep aynı kalmıştır [23]. Et veya hayvansal kaynaklı proteinlerin tüketim miktarları ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve yaşam standartları hakkında da bizlere bilgi vermektedir. Dolayısıyla günümüzde sosyo-ekonomik düzeyi yüksek olan ülkelerin et tüketim oranlarının yüksek olduğu söylenebilir [22]. İşlenmiş et ürünleri tüketimi ülkemizde azımsanmayacak derecede yüksektir ve sucuk, sosis, salam, pastırma, kavurma, köfte ve jambon en sık tüketilen et ürünlerinin başında gelmektedir. Tüketim miktarları üzerinden

değerlendirildiğinde, en çok tüketilen et ürünü sucuktur ve sucuğu salam ve sosis arkasından da pastırma takip etmektedir [24]. Sıkça ve sevilerek tüketilen işlenmiş et ürünleri arasında hazır yemek sektörünün en önemli gıda ürünlerinden birisi olan köfte de yer almaktadır. Yapılan araştırmalarda hazır yemek sektörünün önemli bir parçası olan fastfood (ayaküstü beslenme veya hızlı hazır yemek sistemi) gıdalar denilince ilk akla gelen ürünün hamburger köftesi olduğu ve tüketim oranının da %23,2 olduğu belirtilmiştir [24].

2.2. Et ve Et Ürünlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Etin gıda maddesi olarak en önemli özelliği içerdiği protein miktarı ve bu proteinin kalitesidir. Et ve et ürünleri, et proteinlerinin biyolojik ve besleyici değerinin yüksek olması ve içerdiği elzem aminoasitlerin varlığı sebebiyle insanların yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri ve fiziksel gelişimlerini tamamlayabilmeleri için uyguladıkları diyetle vazgeçilmez bir gıda grubudur. Sadece et proteinlerinin normal miktarlarda tüketilmesi ile bile vücudun doğal büyümesini ve gelişimini sürdürebildiği yapılan birçok araştırmada belirtilmiştir [21].

Etin insan beslenmesi açısından bir diğer önemli fonksiyonunu da yağ içeriği sağlamaktadır. Etin yağ içeriği, etin kendine has lezzet ve aromasını vererek etin iştahla yenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca elzem yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) için de önemli bir kaynaktır. Bununla beraber etteki yağ miktarı sindirim sistemi salgılarının salgılanmasını artırır [21]. Etin su olmayan kısımları çoğunlukla yağdan ve proteinden meydana gelir. Yağlı etlerin enerji değerleri daha yüksek olup yağsız etlerin enerji değerleri düşük ancak protein değerleri yüksektir [20, 21].

Etin insan beslenmesindeki bir diğer önemi de B grubu vitaminleri ve birçok mineral maddeyi içermesidir. Ette bulunan mineral maddelerin miktarı yaklaşık %1 civarındadır. En fazla bulunan mineraller potasyum, fosfor, sodyum, klor, magnezyum, kalsiyum, çinko, demir ve bakırdır. İnsan sağlığı açısından önemli olan et kaynaklı demirin emilimi diğer kaynaklardan alınanlara kıyasla çok daha yüksektir [24]. Kalsiyum dışında diğer minerallerin normal düzeyde et tüketimi ile karşılanabileceği de yapılan araştırmalarda bildirilmiştir [21].

Tüm gıda ürünlerinde olduğu gibi et ürünleri de gerek ülkelerin mutfak kültürleri gerekse ortaya konulan bilimsel sonuçlara bağlı olarak gelişip değişmekte ve bunlara bağlı olarak farklı özellikler kazanmaktadır. Ancak et ürünlerinin içerdiği doymuş yağ asitleri, sodyum ve diğer katkı maddelerinin insan sağlığını olumsuz etkilediği yönündeki araştırmalar ve söylemler son yıllarda et ürünlerinin tercih edilebilirliğini azaltmıştır. 2003 yılında, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) işlenmiş et ürünleri, özellikle de dumanlanmış ve tütsülenmiş et ürünleri, tüketiminin azaltılması yönünde bir açıklama yapmıştır [25, 26]. Dünya Kanser Araştırma Merkezi'nin de benzer bir açıklama ile işlenmiş et ürünleri tüketiminin azaltılması çağrısında bulunması et ürünlerinin insanlar üzerindeki kötü imajının artmasına neden olmuştur [27]. Bu nedenle, son yıllarda bilimsel çalışmalar et ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini elimine etmeye ve hatta insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan et ürünlerinin üretimi üzerine yoğunlaşmıştır [26-28].

2.3. Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlık Üzerine Etkileri

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte insanların gıda maddelerine olan talebi de hızla artmaktadır. Gıda maddelerine olan talebin artması da beraberinde gıda kalitesinin daha uzun süre korunması ve gıdaların uzak mesafelere taşınma gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Bu durumda da gıdanın yapısının, besin değerinin ve aromasının korunması, raf ömrünün artırılması ve gıda içeriğinde zararlı mikroorganizmaların gelişiminin önüne geçilmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Bunun için uygulanan başlıca yöntemler; ısıtma işlemi, dondurma, kurutma, ışınlatma vb. uygulamalardır [29]. Gıda muhafaza yöntemlerinin uygulanamadığı, yetersiz kaldığı veya muhafaza yöntemine yardımcı bir etki istendiği durumlarda gıdalara 'katkı maddesi' ilavesi yapılarak ürünün raf ömrü ve diğer kalite parametrelerinde olumlu etkiler sağlanmaktadır [29].

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde gıda katkı maddesi "besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler" olarak tanımlanmaktadır [30].

Tuz ilavesi ve odun tütsüsü kullanımı gıdalarda kullanıldığı bilinen en eski katkı maddesi kullanım yöntemleridir. Gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin tarihsel gelişimleri incelendiğinde gıda boyalarının kullanımı eski Mısır'a kadar dayanmaktadır. İlerleyen dönemlerde de et ürünlerini saklamada tuz ve tütsünün kullanılmaya başladığı belirtilmektedir. Orta çağda ise nitrat kullanımı ile hem etteki botulizm tehlikesi önlenmeye çalışılmış hem de etin rengi üzerinde istenen etkiler sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca şeker, sirke ve baharatta ilk kullanılan katkı maddeleri arasındadır. Gıda katkı maddelerinin kullanımı ise 18. yüzyılda yaygınlaşmaya başlamıştır [31].

Gıda katkı maddelerinin yapısı, özellikleri ve kullanım miktarları üzerine araştırmalar ve düzenlemeler uluslararası kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu konuda en önemli kuruluşlardan birisi Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC)'na bağlı olarak çalışan Gıda Katkıları Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA)'dir. CAC tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ve belirlenen ilkeler Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından benimsenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde de gıda katkı maddeleri konusunda gerekli düzenleme ve önerileri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) yapmaktadır [32]. Gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin sağlığı olumsuz düzeyde etkilemeyecek derecede ve fonksiyonda olması gerekmektedir. WHO ve FDA tarafından günlük kabul edilebilir katkı maddesi miktarları belirtilmektedir. Belirtilen bu limitler ışığında her ülkenin kullanabileceği katkı maddesi miktarı kendi ülkelerinin koşullarına göre belirlenmektedir. Türkiye'de kabul edilebilirlik düzeyleri uluslararası kuruluşlar tarafından oluşturulan düzenlemeler ve standartlar göz önünde bulundurularak belirlenen katkı maddeleri ve kullanım koşulları Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde düzenlenmektedir [32, 33].

AB'de gıdalarda kullanımı uygun olan ve izin verilen katkı maddeleri için E harfi kullanılarak bir numaralandırma ve sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. E harfi 'Europe' kelimesinin baş harfidir ve ardından gelen sayılar ile bir katkı maddesini ifade etmektedir. E harfi ile kodlanan katkı maddeleri toksikolojik çalışmaları gerçekleştirilmiş ve önerilen dozlarda kullanımına izin verilen katkı maddelerini ifade etmektedir [32]. Tablo 2.1'de gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması ve bu sınıflar için kullanılan E kodları sunulmuştur [34].

Tablo 2. 1 Gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması [33]

Gıda Katkı Maddeleri	E kodları
Renklendiriciler	E 100-180
Koruyucular	E 200-285, E 330
Antioksidanlar	E 300-321
Emülsifiyer ve stabilizatörler	E 322-500
Asit ve baz sağlayıcılar	E 500-578
Tatlandırıcılar ve koku verenler	E 620-637
Geniş kullanım amaçlı katkı maddeleri	E 900-927

Gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin fonksiyonları, Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir [30]. Ülkemizde 19'u tatlandırıcı, 40'ı renklendirici, 276 tane de diğer katkı maddeleri olmak üzere 335 gıda katkı maddesinin kullanımına izin verilmektedir [30, 35]. Gıdanın raf ömrünün artırılması, gıda kayıplarının en aza indirilmesi, gıdaların duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi, gıdaların hazırlanmalarına yardımcı olması, gıdada kalitenin devamlılığının sağlanması ve gıdanın besleyici değerinin korunması gibi durumlar gıda katkı maddelerinin kullanım nedenlerinin başında gelir [33].

Gıdalara eklenen koruyucu gıda katkı maddeleri genellikle mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek bozulmayı yavaşlatır ve gıdanın raf ömrünü uzatarak kalite parametrelerini olumlu yönde geliştirirler. Koruyucu gıda katkı maddelerine antioksidanlar ve antimikrobiyal maddeler örnek olarak verilebilir [33, 36, 37]. Topaklanmayı önleyici maddeler süt tozu, pudra şekeri ve tuz gibi maddelere akışkanlıklarının korunması amacıyla ilave edilmektedir. Gıdaların lezzet, tat ve renklerine göre asitlik derecesini ayarlamak için de pH düzenleyiciler kullanılmaktadır [33, 37]. Ayrıca gıda katkı maddeleri arzu edilen rengin oluşumunu sağlamak ve bununla beraber lezzeti geliştirmek için gıdalara katılmaktadırlar [33, 36]. Gıda üretim zinciri içerisinde uygulanan işlemler nedeniyle gıda bileşimi içerisindeki besin bileşimleri parçalanarak kayba uğrar ve bu durumda besin değerini geliştirmek amacıyla gıdalara bazı mineral maddeler ve vitaminler eklenmektedir [33, 36].

Gıda üretimlerinde çeşitli amaçlarla kullanılan yapay katkı maddelerin aşırı miktarda tüketilmesinin insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği birçok çalışmada belirtilmiştir

[36, 38-40]. Bu katkı maddelerinin fazla miktarda tüketilmesi durumunda solunum, gastrointestinal, nörolojik ve dermatolojik reaksiyonları tetikleyebileceği saptanmıştır [33]. Gıdalarda kullanım ve tüketim miktarları artan yapay gıda katkı maddeleri insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle tatlandırıcıların ve emülsifiyerlerin bağırsak mikrobiyotasını değiştirebildiği, bağırsak inflamasyonuna (enflamasyon, iltihaplanma) sebep olduğu bazı araştırmalarda belirtilmiştir [33]. Oysaki insan vücudu, mide bağırsak sisteminde yer alan hücrelerden yaklaşık 10 kat daha fazla mikroorganizma içermekte ve bağırsaklardaki mikroorganizmalar insan sağlığı açısından önemli bir rol oynamaktadır [33]. Gıda katkı maddeleri alındıkları doza ve kişinin duyarlılığına bağlı olarak bazı alerjik reaksiyonlara da neden olabilmektedir. Anjiyo-ödem ve kronik ürtikerin yanında kızarma, atopik dermatit, hipotansiyon, karın ağrısı, ishal ve astım reaksiyonları da gıda katkı maddesi alımı sonrasında görülen klinik belirtilerdir. Özellikle bazı renklendiricilerin 3-9 yaş arası çocuklarda hiperaktivite ve davranış bozukluğu sorunlarını ortaya çıkardığı bazı araştırmalarda belirtilmiştir [33].

Gıdalarda enzimatik olan veya olmayan esmerleşme reaksiyonunu önlemek, oksidasyonu kontrol altında tutmak ve bakteri gelişimini önlemek amacıyla sodyum ve potasyum sülfid ve metabisülfid formunda gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. FDA tarafından 1984 yılında 250'den fazla sülfid reaksiyonu rapor edilmiş ve bu reaksiyonlardan 6 tanesi ölümlü sonuçlanmıştır. Bu nedenle AB tarafından bu konuda yeniden düzenlemeye gidilerek gıdalarda 10 ppm'den daha fazla kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir. Özellikle astımı olan hastaların etkilendiği ve bu hastalarda ayrıca dermatit, ürtiker, hipotansiyon, karın ağrısı, ishal gibi belirtilerin de gözlemlendiği belirtilmiştir [35].

Gıdalarda kullanılan bir diğer katkı maddesi de benzoik asittir. Benzoik asitin birçok bitki tarafından üretildiği ve ayrıca bazı hayvansal ürünlerde de bulunduğu belirlenmiştir. Benzoik asit antimikrobiyal özelliğinden dolayı reçel, marmelat, tatlı, turşu, dondurma, meşrubat ve fırınlanmış ürünlere daha yüksek düzeyde eklenmektedir. Ayrıca sodyum benzoatın astım ataklarını artırdığı, hiperaktiviteye neden olabileceği ve nörotoksin ve kanserojenik etki gösterebileceğinden de şüphe edilmektedir [35]. Lezzet artırıcı olarak kullanılan ve Çin tuzu olarak bilinen monosodyum glutamatın (MSG) Çin Restoranı Sendromu olarak bilinen olaya sebep olduğu da birçok kaynakta belirtilmiştir [33, 35]. MSG, özellikle Çin yemeklerinde yüksek miktarda kullanılmasından dolayı insanlarda

boyun ağrısı, baş ağrısı ve çarpıntıya neden olmaktadır. Çin yemeği tüketimi sonrası belirtilerin ortaya çıktığı için bu durum insanlar tarafından Çin Restoranı Sendromu olarak nitelendirilmektedir. MSG et, peynir, süt, domates ve mantar gibi sebzelerde doğal olarak bulunan bir aminoasittir, sodyum ve glutamik asitten oluşur. En yaygın kullanım alanı et ve balık içeren dondurulmuş gıdalar, hazır çorbalar ve konserve gıdalardır. Deniz yosunundan üretilen L-glutamat şeklinde gıdalarda kullanılmaktadır. MSG'nin fazla tüketilmesi ayrıca astım, ürtiker, baş ağrısı ve psikiyatrik bozukluklarla da ilişkilendirilmektedir [35]. Ayrıca, işlenmiş ve kürlenmiş et ürünlerinde anaerobik bakterilerin, özellikle *Clostridium botulinum*, gelişimini engellemek amacıyla gıdalara nitrat ve nitrit ilavesi yapılmaktadır. Nitrat ve nitritin kanserojen özellikteki nitrozo bileşikleri oluşturduğu yapılan araştırmalarda belirtilmiştir [33, 35].

2.4. Et ve Et Ürünlerinde Sağlıklı Ürün Geliştirme Çalışmaları

Kırmızı et nötre yakın pH değeri sebebiyle kolay bozulabilen bir gıdadır. Ayrıca etin depolama sıcaklığı, ambalajlama koşulları, nem değeri ve mikrobiyal florası raf ömrünü belirlemede etkilidir. Ete kürlenme, dumanlama, marine etme, kurutma, dondurma ve ısıtma işlemi uygulama gibi yöntemler uygulanarak hem raf ömrü uzatılmakta hem de ette istenilen tat, aroma ve renk sağlanmaktadır. Uygulanan bu işlemlerden bazılarının et içeriğinde insan sağlığına olumsuz etkileri bulunan bileşenlerin oluşumuna neden olabildiği yönündeki açıklamalar, insanların işlenmiş et ve et ürünleri tüketimine olan bakış açısını da etkilemektedir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak, sağlıklı ve güvenilir et ve et ürünleri gelişimini sağlamak amacıyla formülasyonlarda birtakım değişiklikler yapılmaktadır.

Bunlar,

- Sodyum miktarının azaltılması,

- Nitrat/nitrit kullanımının azaltılması,
- Kolesterol miktarının azaltılması,
- Yağ asidi profilinde değişiklikler yapılması,
- Probiyotik ve prebiyotik ilave edilmesi,
- Diyet lif ile zenginleştirme,
- Mineral, vitamin ve antioksidanlarla zenginleştirme gibi uygulamalardır [41].

Oksidasyon ve mikrobiyal reaksiyonlar zengin besin bileşimi ve yüksek düzeydeki hayvansal yağ içeriği nedeniyle et ve et ürünleri için önemli bir risktir. Bu nedenle özellikle lipit ve protein oksidasyonları ile mikrobiyal bozulmalar et ürünlerinde kalite kaybının başlıca nedenleri olarak gösterilmektedir [4-6]. Kesimin hemen sonrasında başlayan biyokimyasal değişimler ile birlikte kastaki prooksidatif faktörler ve antioksidatif kapasite arasındaki dengenin oksidasyon yönüne bozulması ile lipit oksidasyonu başlar [42-44]. Lipit oksidasyonu sonucunda karbonil bileşikler, aldehitler, ketonlar, epoksitler, asitler ve karbondioksit gibi toksik bileşikler meydana gelir ve gıdaların yapısında, renginde, kokusunda ve tadında istenmeyen değişiklikler oluşur [45]. Gıda endüstrisinde daha çok yapay antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak bu yapay gıda katkı maddelerinin kanserojenik ve teratojenik özelliklerinden dolayı gıda endüstrisi doğal antioksidan kullanımına yönelmiştir. Yapay antioksidan kullanımına yönelik oluşan kaygı ve tartışma ortamı birçok etkisi nedeniyle yaygın olarak tercih edilen kürlleme teknolojisinde kullanılan nitrit ve nitrat içinde oluşmaya başlamıştır. Gıdalar içerisindeki nitritler, insan vücuduna alındığında tükürük ve mide asidi gibi ortamlarda kanserojen özelliğe sahip olan ve birçok kanser türünün ortaya çıkmasına neden olan nitrozaminlere dönüşürler. Bu nedenle günümüz et endüstrisi üreticileri ve araştırmacıları nitrit içermeyen ve doğal bileşenlerin kullanımı ile üretilmiş et ürünleri üretimine odaklanmıştır. Et ürünlerinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal bileşenlerin kullanılmasına olan ilginin gün geçtikçe artmasının yanında yapılan araştırmalar doğal bileşenlerin, sentetik bileşenlerden daha güvenilir olduğunu belirtmektedir [14-16]. Bu nedenle et ürünlerinin oksidatif stabilitesini artırmak için doğal antioksidanların kullanımı hızla artmaktadır [15-17].

2.5. Et Ürünlerinde Kullanılan Doğal Antioksidanlar

Oksidatif bozulma, gıdaların raf ömrünün kısalmasına ve kalite kayıplarının oluşumuna neden olan bir durumdur. Özellikle çoklu doymamış yağ asitlerine sahip gıdaların oksidatif bozulmaya karşı direnci oldukça zayıftır [33]. Antioksidanlar gıdaların oksidatif bozulmasını engelleyen veya geciktiren katkı maddeleridir. CAC'a göre antioksidanlar; "gıdada yağın acılaşması ve renk değişimleri gibi oksidasyon reaksiyonları sonucunda oluşan bozulmaları önleyerek raf ömrünü uzatan maddelerdir". Antioksidanlar, doğal ve yapay olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Endüstriyel işlemlerde gıdanın raf ömrünü artırmak amacıyla yapay antioksidanlar ağırlıklı olarak kullanılmaktadır [33]. Ancak birçok araştırma gıdalarda kullanılan bütillendirilmiş hidroksi anisol, bütillendirilmiş hidroksi tolüen, tersiyer bütül hidrokso kinon ve propil gallatlar gibi yapay antioksidanların kanserojenik etki gösterdiğini belirtmiştir [45]. Dolayısıyla tüketiciler doğal katkı maddelerinin kullanıldığı ürünleri daha fazla tercih etmeye başlamışlardır. Bu nedenle çok eskilerden beri geleneksel olarak kullanılan birçok baharat ve doğal aromatik bitkinin ürünlerde katkı maddesi olarak kullanımı son dönemlerde araştırılmış ve endüstriyel uygulamalarda kullanılması için çalışmalara başlanmıştır. Doğal antioksidanların gıdalarda kullanımı üzerine yapılan birçok araştırma, bazı bitki ve baharatların antioksidan kapasitesinin yapay antioksidanlardan daha fazla olduğunu ve önemli antioksidan kapasite potansiyelleri olduğunu kanıtlar niteliktedir [45].

Doğal antioksidanların büyük ve en önemli kısmını polifenolik özellikteki bileşikler oluşturmaktadır. Fenolik bileşikler olarak da isimlendirilen polifenoller yapılarında en az bir aromatik halka ve bir hidroksil grubu içeren organik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler hızlı ve kolay bir şekilde okside olabildikleri için antioksidan aktiviteye sahiptirler [46].

Bitkilerin antioksidan özellikleri yapısında bulunan sekonder metabolitlerin miktarına bağlıdır. Bu metabolitlerin miktarı da bireysel, genetik ve genom farklılıklarından dolayı her bitkide değişiklik göstermektedir. Bu metabolitlerden en önemlisi de flavanoidler, fenolik asitler ve fenolik terpenler içeren fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşikler, metal iyonlarını şelatlama, serbest radikalleri temizleme ve tekli oksijen oluşumunu önleme gibi özelliklere sahiptir. Bu özelliklerde, fenolik bileşiklerin antioksidan etkilerini oluşturmaktadır [47, 48]. Flavanoidler ve diğer fenolik bileşikler ise genellikle bitkilerin çiçek ve yapraklarında bulunmaktadırlar. Bitkilerin yaprak, çiçek ve kök kısımları

kurutulup drog haline getirilerek veya ekstraksiyon ve destilasyon gibi yöntemler kullanılarak farklı ekstraktları elde edilmektedir [48]. Fenolik asitler, doğal olarak oluşurlar ve kanser, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik hastalıklara neden olan serbest radikallerin veya diğer reaktif oksijen türlerinin aktivitesini engelleyerek antioksidan etki göstermektedirler. Ayrıca insan sağlığı üzerinde bağışıklık sistemini güçlendirici, kan dolaşımını iyileştirici, iltihap önleyici ve yaşlanma karşıtı (anti-aging) gibi etkiler gösterirler [49]. Serbest radikaller hücre membranı ve yapısındaki lipitlere, proteinlere, nükleik asitlere ve DNA'ya zarar vererek koroner hastalıklara, diyabete, kansere, katarakta ve karaciğer tahribatına neden olarak birçok hastalığa zemin hazırlamaktadır [49]. Fenolik bileşikler ise serbest radikal tutucu olarak davranmakta ve serbest radikallerin sebep olduğu oksidatif stresi engellemektedirler [50]. Fenolik maddelerce zengin olan bitkiler lipit oksidasyonuna karşı koruyucu rolünden ve gıda kalitesini artırdığından dolayı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [51].

Doğal antioksidanlar üzerine yapılan çalışmalarda sıklıkla fenolik bileşenler incelenmiş ve bunlar içerisinde de kuersetin, kateşin, kaemferol, epikateşin gibi bileşenler üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Doğal antioksidanların en önemli kaynakları bitkilerin yaprak, kök, gövde, meyve, tohum ve kabuklarıdır [52, 53]. Et ürünlerinde doğal antioksidanların kullanımına yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda da bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen ekstrakt, toz, un ve posa gibi farklı formlar ürün formülasyonlarına ilave edilerek etkinlikleri araştırılmıştır. Bu bileşikler başta lipitler olmak üzere protein ve renk pigmentlerinin oksidasyonunu engelleyerek ürünün renk, tekstür ve tat gibi kalite parametrelerini korumuş, ilave edildiği gıdanın raf ömrünü de uzatmıştır [18]. Bu nedenle son yıllarda baharat, meyve ve sebzelerin farklı kısımları ve bu ürünlerin işlenmesi sonucunda arda kalan kısımların ekstraktlarının et ürünlerinde antioksidan olarak kullanılması için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Tablo 2.2'de et ve et ürünlerinde farklı formlarda kullanılan doğal antioksidanlara ait bazı çalışmalar derlenmiştir [18, 52, 54].

Tablo 2. 2 Et ve et ürünlerinde farklı formlarda kullanılan doğal antioksidanlar

Antioksidan kaynağı	Et ürünü	Referans
Haki ekstraktı	İşlenmiş ve pişirilmiş tavuk eti	[55]
Biberiye Ekstraktı	Sığır burger köfte	[56]

Liçi ekstraktı	Koyun nugget	[57]
Baget çiçeği	Tavuk nugget	[58]
Üzüm çekirdeği ve kabuğu ekstraktı	İşlenmiş ve pişirilmiş tavuk eti	[59]
Cibre ekstraktı	Tavuk eti	[60]
Siyah pirinç	Sığır köfte ve fermente sosis	[61] [62]
Üzüm çekirdeği	Sığır köfte, tavuk sosis, fermente domuz sosis	[63] [64] [65]
Fıstık kabuğu	Koyun köftesi, tavuk köftesi, kurutulmuş sucuk, ciğer	[66] [67] [68] [69]
Mercimek kabuğu	Sığır köfte	[70]
Chia tohumu	Domuz sosis	[71]
Meşe palamudu	Tavuk eti	[72]
Kabak yaprağı ekstraktı	Taze sığır eti	[73]
Köri ekstraktı	Taze domuz eti	[74]
Karkedek ekstraktı	Fermente sucuk	[75]

Yıldız Turp ve ark. [76] sucuk üretiminde kereviz tozu kullanımının depolama süresince ürün kalite kriterlerine ve lipit oksidasyonu seviyesine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda 150 ppm sodyum nitrit içeren kontrol grubu örnekler ile %0.2 kereviz tozu içeren örneklerin lipit oksidasyonu değerlerinin diğer gruplara kıyasla önemli seviyede düşük olduğu bildirilmiştir. Kurćubić ve ark. [77] fermente sosis üretiminde farklı konsantrasyonlarda hibiskus (*Kitaibelia vitifolia*) ekstraktı kullanımının lipit oksidasyonunun sınırlandırdığını ve nitrit kullanımına alternatif oluşturabileceğini belirtmiştir.

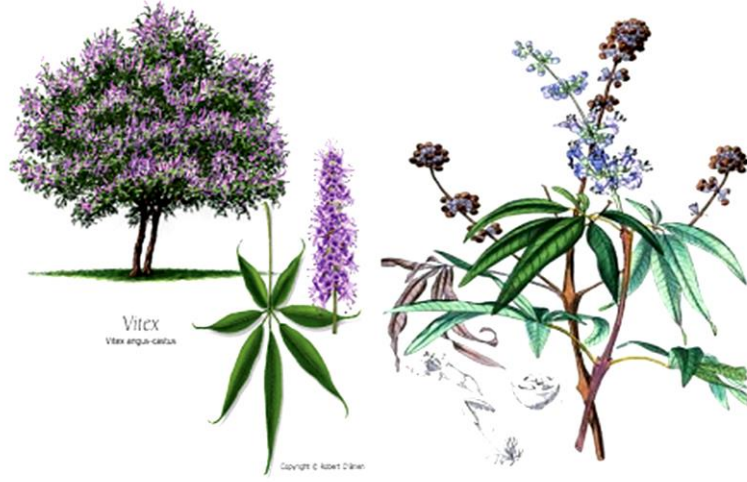
Bir başka çalışmada domuz etinde 100 ppm nitrit ile birlikte %1.5-2 paprika biberi ve %2.5-3 domates püresi kullanımının lipit oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği ve ürünün renk ve tekstürel özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir [78]. Benzer çalışmalarda farklı oranlarda biberiye ekstraktı kullanımının hindi eti [79], domuz ve sığır kıyması [80] ve domuz köftelerinde [81] tiyobarbütirik asit reaktif substans (TBARS) değerleri üzerinde olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir.

Tavuk ve dana köftesi üretiminde erik posası, erik mikropartikülleri ve beyaz üzüm ekstraktı kullanımının depolama süresince belirlenen lipit ve protein oksidasyonu seviyelerini azalttığı bildirilmiştir [82, 83]. Gök ve Bor [84] zeytin yaprağı, yaban mersini ve hünnap ekstraktları kullanarak ürettikleri köftelerde lipit oksidasyonu üzerine en yüksek etkinin 1000 ppm zeytin yaprağı kullanılan gruplarda belirlendiğini ancak renk ve duyu özelliklerin en iyi korunduğu örneklerin 1000 ppm yaban mersini ekstraktı içeren grup olduğunu bildirmiştir. Köfte üretiminde nar kabuğu [85], lahana [86] ve mercanköşk [87] bitkilerinin kullanımı ile de lipit oksidasyonun etkili bir şekilde engellenebildiği belirtilmiştir.

Literatürde et ve et ürünlerinde doğal antioksidanların kullanımına yönelik çalışmaların sayısı oldukça fazla olmasına rağmen hayıt bitkisinin herhangi bir kısmının ekstrakt, toz ve un gibi farklı formlarının köfte veya diğer et ürünlerinde kullanımına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

2.6. Hayıt otu (*Vitex agnus-castus* L.)

Vitex agnus-castus, Lamiaceae takımının Verbenaceae familyasının Vitex cinsidir. Grimsi beyaz renkte, kısa tüylü, yaprakları dökülen, 3-6 m boyunda ağaçlık formda, yuvarlak taçlı, dik ve dallanan çalı formunda olan bir türdür [88, 89]. Çiçekleri salkım formunda, hoş ve kendine özgü kokulu, leylak, pembe ve bazen de beyaz renklidir (Resim 2.1)[90].



Resim 2. 1 *Vitex agnus-castus* ağacının şematik görünümü [90]

Tohumları yaklaşık 3-4 mm çapında, sert, kendine has kokusu olan, hafif acımsı lezzete sahip ve grimsi renktedir (Resim 2.2) [89].



Resim 2. 2 *Vitex agnus-castus* bitkisinin tohumları [91]

Vitex agnus-castus L. genellikle kumlu ya da kurak alüvyonlu topraklarda ve deniz kenarına yakın kayalık alanlarda yetişmektedir [88]. Yaygın olarak Akdeniz, Batı Asya ve Doğu Afrika ülkelerinde yetişmektedir. Ülkemizde ise özellikle kıyı kesimlerindeki Bursa, Trabzon, Giresun, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Antalya, Adana, Mersin, İskenderun gibi şehirlerde yetişmektedir [45]. Lamiaceae familyasına ait birçok bitki ve baharat antioksidan etki göstermektedir ve bu familyaya ait bitkilerin birçoğu da eski

çağlardan beri insanlar tarafından başta tıp olmak üzere gıda, parfümeri ve kozmetik alanında kullanılmaktadır [92].

Vitex agnus-castus L. halk tarafından “hayıt, ayıd, ayıt, beşparmak otu, iffet ağacı, namus ağacı ve rahip biberi” olarak adlandırılmaktadır [93-95]. Dünyadaki yaygın isimleri; Sambhalu (Urdu), Chaste tree (İngilizce), Arbre au paivre, Gattiler (Fransızca), Sambha (Hintçe), Abrahams strauch (Almanca)’tur [96]. Ayrıca bitkinin tohumları hem görünüş olarak hem de tat ve koku olarak bibere benzediği için bazı toplumlarda karabiber gibi baharat olarak da kullanılmaktadır [97]. Ege yöresinde hayıt bitkisine arılar çok konduğu için bitki ‘arı otu’ olarak da anılmakta, bitkinin çiçekli olduğu dönemlerde üretilen ballar hayıt balı olarak yöredeki yerel pazarlarda satılmaktadır [95]. Hayıt ağacı bir dönem sepet, kelter ve sapan yapımında etkin olarak kullanılmıştır. Ayrıca ağacın yapraklarından ve tohumlarından haşerelere karşı mücadelede ve parfümeri sektöründe esans olarak da faydalanılmaktadır [98].

Hayıt bitkisi tarih boyunca insanlar tarafından faydalanılan tıbbi bitkiler arasında yer almıştır ve yaklaşık 2500 yıldır şifa amacıyla kullanılmaktadır [95]. M.Ö. 450 yılında Hipokrat tarafından hayıtın yaraları iyileştirici özelliğinden bahsedilmiştir [94]. Ayrıca eski Yunanlıların hayıt bitkisini saflığın ve temizliğin sembolü olarak gördükleri bazı kaynaklarda belirtilmiştir [95]. *Vitex agnus-castus* L., geleneksel olarak sindirim problemlerinde, akne tedavisinde, romatizma ağrılarında, adet öncesi sendromlarda, adet düzensizliklerinde (ağrılı menstruasyon ve adet görememe), mastalji tedavisinde, migren ağrılarında, çeşitli alerjik hastalıklarda, üst solunum yolları hastalıklarında, kısırlık ve hiperprolaktinemi gibi hastalıkların tedavilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [99]. Hayıt ağacı meyveleri idrar artırıcı, gaz söktürücü ve yatıştırıcı etkileri nedeniyle de kullanılmaktadır [93]. Türkiye’ de geleneksel tıpta *Vitex agnus-castus* meyveleri gaz giderici, antiseptik, yatıştırıcı ve idrar söktürücü olarak, bitkinin tohumları ve filizleri de mide ağrısını tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır [100]. Aydın ve Muğla bölgesinde yaşayan insanlar *Vitex agnus-castus*’dan farklı şekillerde faydalanmaktadır. Bunlardan ilki el ve ayaktaki mantar hastalıklarına karşı yapılan uygulamadır. Lezyonlu bölgeye bitkinin buharı ile müdahale edilerek veya bitki su ile kaynatıldıktan sonra el veya ayak bu su içerisine daldırılarak uygulama yapılmaktadır. İkinci uygulama ise kadın hastalıklarına karşı yapılmaktadır. Bitkinin çiçekleri su ile kaynatılıp buharı ile hastaya

müdahale edilmektedir. Üçüncü uygulama en fazla uygulanan yöntemdir ve bitkinin idrar söktürücü özelliğinden faydalanılmaktadır. Bu uygulamada meyveler kaynamış su içerisinde bekletilmekte ve hazırlanan infüzyon tüketilmektedir [101].

2.6.1. Hayıt otunun biyolojik etkileri

Hayıt otunun biyolojik etkileri üzerine yapılan çalışmalarda antioksidant, immun sistemi düzenleyici, sitotoksik, antimutajenik, antimikrobiyal, antinosiseptif ve antiinflamatuvar etkileri olduğu belirlenmiştir [102]. Bahsedilen biyolojik etkilerden çoğunlukla hayıt otu bileşimindeki ketosteroidler, diterpenoidler, flavonoidler ve iridoitler sorumludur.

Hayıt bitkisinin meyve ve tohumları %4-6 oranında uçucu yağ (1,8-sineol, alfa ve beta pinen, sabiren, karyofillen, limonen), alkaloid (viticin), %1 oranında flavonoidler (kastisin, pendulatin, krizosplenol, viteksin), %1-3 oranında yağ asitleri, steroidler (progesteron, testesteron), vitaminler (folik asit, tiamin, pridoksin, tokoferol) tanen ve rezin içermektedir [95, 103]. Bitkinin uçucu yağ miktarı bitkinin kısımlarına, yetiştiği iklim özelliklerine, hasat dönemine, bitkinin yaşına ve kalıtsal yapısına bağlı olarak değişmektedir [45]. Bunların yanı sıra hayıt bitkisi tohumunun güçlü antimikrobiyal, antihistaminik, antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleri bazı bilimsel çalışmalarda bildirilmiştir [51, 103]. *Vitex agnus-castus* L. meyvelerinden elde edilen elzem yağların *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve bu bakterilerin hepsinin hassasiyet gösterdiği ancak *Enterococcus faecalis* bakterisinin en hassas olduğu tespit edilmiştir [99].

Vitex agnus-castus L. bitkisinin farklı kısımlarında bulunan kimyasal bileşenlerinin *in vivo* ve *in vitro* çalışmalara dayanan farmakolojik etkileri Tablo 2.3 de özet halinde sunulmuştur [90, 102].

Tablo 2. 3 *Vitex agnus-castus* L. bitkisine ait kimyasal bileşenlerin farmakolojik etkileri

Etki	Bitki Kısım	Kimyasal Bileşen	Referans
------	-------------	------------------	----------

Antimikrobiyal	Yaprakların metanolik ekstraktı	Flavonoid ve fenolik içerik	[104]
Antimikrobiyal	Tohumundaki uçucu yağlar	Karyofilen oksit	[105]
Antimikrobiyal	Meyvelerindeki esansiyel yağlar	Trans-karyofilen, sabinen, 1,8-sineol, α -terpinil asetat	[105]
Antifungal	Yaprak, çiçek ve tohumundaki uçucu yağlar	Alfa-pinen, spathulenol, beta-farnesene, sabinen, 1,8-sineol, alfa-terpinil asetat, (E)-bisiklo germakren, manol, ve karyofilen (E)	[106]
Antioksidan	Meyvelerdeki etil asetat ekstrakt	Flavonoid içerikler, viteksin, orientin, kastisin	[107]
Antioksidan	Yaprak ve meyvelerin etanol, hekzan ve sulu ekstraktları	Flavonoid, tanen	[108]
Antioksidan	Meyvelerin esansiyel yağları Meyvelerin su, hekzan, diklorometan, etil asetat ve metanol ekstraktları	Fenolik bileşikler, flavanoid	[109]
Antioksidan	Yaprakların metanolik ekstraktları	Toplam fenolik içerik ve flavanoid	[104]
Antioksidan	Meyvelerin su, aseton ve metanol ekstraktları	Kastisin	[110]

3. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Köfte üretiminde kullanılacak et, hayvansal yağ ve baharatlar yerel bir işletmeden (İtimat Et Galerisi, Nevşehir) temin edilmiş ve soğuk zincir altında üretimin yapıldığı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Çalışmada post-mortem sürecini tamamlamış (24 saat) sığır eti ve yağı kullanılmıştır. Etler köfte üretimine alınmadan önce üzerindeki tüm kaba yağ ve bağ doku parçaları temizlendikten sonra, kıyma haline getirilmiş ve şansa bağlı olarak (rastgele) deneme gruplarına paylaştırılmıştır.

Hayıt bitkisi tohumu daha önce ön görüşmeleri yapılmış ve anlaşması sağlanmış bir ticari üreticiden (Attar Dünyası, Manisa) hasat döneminde temin edilmiştir. Hasat edilen tohumlar üretici tarafından güneş altında kurutulmuş ve vakum paketlenerek tarafımıza ulaştırılmıştır.

3.2. Yöntem

Gerçekleştirilen araştırma kapsamında, et içerisinde duyuşal açıdan tüketici için kabul edilebilir düzeydeki hayıt tohumu dozunu belirlemeye yönelik ön çalışma gerçekleştirilerek köfte formülasyonunda duyuşal olarak tüketilebilecek en yüksek hayıt tohumu tozu miktarı tespit edilmiştir. Deneme grupları da gerçekleştirilen bu ön çalışma neticesinde belirlenmiştir. Hayıt tohumu tozunun başta potansiyel antioksidan etkisi olmak üzere diğer fizikokimyasal etkilerini tespit edebilmek için ön denemeler sonucunda belirlenen optimum dozdan daha yüksek ve daha düşük dozlar saptanarak deneme grupları oluşturulmuştur. Köfte üretiminde kullanılan hayıt tohumu tozunun toplam antioksidan aktivitesi, fenolik içeriğı ve kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir.

Hayıt tohumu tozu ilave edilerek üretilen köftelerin nem miktarı, kül miktarı, protein miktarı, yağ miktarı, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik bileşik içeriğı, pişme özellikleri, tekstürel özellikleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca vakum

ambalajlanarak +4°C’de 15 gün süre ile depolanan köfte örneklerinin depolama süresince lipit oksidasyonu, pH, renk ve su aktivitesi değerlerindeki değişimler belirlenmiştir.

3.2.1. Köfte üretimi

Köftelerin formülasyonunda düşük yağlı sığır eti (%70), hayvansal yağ (%15), galeta unu (%7), soğan (%4), tuz (%2), sarımsak (%1) ve kırmızı biber (%1) belirtilen oranlarda kullanılmıştır. Kontrol grubu örneklerin formülasyonunda hayıt tohumu tozu kullanılmamıştır. Diğer gruplarda ise Tablo 3.1’de sunulduğu oranlarda hayıt tohumu tozu formülasyonda yer alan et miktarı yerine ilave edilmiştir. Formülasyonda yer alan diğer bileşenler ise kontrol grubu örnekler ile aynı oranlarda kullanılmıştır.

Tablo 3. 1. Deneme grupları formülasyonunda yer alan et ve hayıt tohumu tozu oranları

Gruplar	Et (%)	Hayıt tohumu tozu (%)
Kontrol	70	0
1. grup	67.5	2.5
2. grup	65	5
3. grup	62.5	7.5
4. grup	60	10

Etler 2.4 mm delik çaplı aynadan geçirildikten sonra elde edilen kıyma rastgele bir şekilde deneme grupları için paylaştırılmıştır. Kıyma içerisine galeta unu, baharatlar ve deneme gruplarında belirtilen oranlarda hayıt tohumu tozu ilave edilerek köfte karışımı yoğurulmuştur. Son olarak et ile aynı aynadan geçirilen hayvansal yağ köfte karışımına ilave edilerek homojen bir karışım oluşana kadar yoğurulmuştur (Resim 3.1).



Resim 3. 1 Köfte hamurunun hazırlanması

Hazırlanan köfte karışımından alınan 50'şer g ağırlığındaki parçalardan 1 cm kalınlık ve 90 mm çapındaki köfteler şekil verilerek elde edilmiştir. Köfteler sıcak yüzeyde (hot-plate) merkez nokta sıcaklığı 70 ± 2 °C ulaşacak şekilde, iki yüzeyi toplam 6 dakika boyunca pişirilmiştir.



Resim 3. 2 Pişmiş köfte örnekleri

Piştirilen köfteler oda sıcaklığında bekletilerek soğutulmuş, vakum ambalajlama işlemi uygulandıktan sonra $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 15 gün boyunca depolanmıştır.



Resim 3.3 Pişmiş ve vakumlanmış köfte örnekleri

Köfte örneklerinin nem miktarı, kül miktarı, yağ miktarı, protein miktarı, toplam fenolik içeriği, toplam antioksidan kapasitesi ve pişirme özellikleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra köfte örneklerinin duyuşal ve tekstürel özelliklerini belirlemek üzere duyuşal analizler ve tekstür profil analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca üretim günü (1.gün) ve depolamanın 5., 10. ve 15. günlerinde lipit oksidasyonu, pH, su aktivitesi ve renk değerleri belirlenerek, gerçekleşen değişimler belirlenmiştir.

3.2.2. Pişirme özellikleri

Köfte örneklerinin pişirme kaybı oranı, su ve yağ tutma oranı, çapta ve kalınlıkta azalma ve toplam küçülme oranı belirlenmiştir. Köfte örneklerinin pişirme öncesinde ve sonrasında ağırlık, çap ve kalınlık ölçümleri gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki formüller kullanılarak pişirme özellikleri belirlenmiştir.

$$\text{Pişirme kaybı oranı (\%)} = \frac{\text{pişmiş köftenin ağırlığı}}{\text{çiğ köftenin ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{Çapta azalma oranı (\%)} = \frac{\text{çiğ köftenin çapı} - \text{pişmiş köftenin çapı}}{\text{çiğ köftenin çapı}} \times 100 \quad (3.4)$$

$$\text{Kalınlıkta azalma oranı (\%)} = \frac{\text{çiğ köftenin kalınlığı} - \text{pişmiş köftenin kalınlığı}}{\text{çiğ köftenin kalınlığı}} \times 100 \quad (3.5)$$

Büzülme oranı (%) =

$$\frac{(\text{çiğ köfte kalınlığı} - \text{pişmiş köfte kalınlığı}) + (\text{çiğ köfte yarıçapı} - \text{pişmiş köfte yarıçapı})}{\text{çiğ köfte kalınlığı} + \text{çiğ köfte yarıçapı}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.2.3 Tiyoarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi

Köfte örneklerinde lipit oksidasyonu seviyesinin takibi için üretim ve depolama süresince köfte içeriğindeki tiyoarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) miktarı belirlenmiştir [111]. TBARS analizi için 2 g örnek alınmış ve üzerine 12 ml trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi ilave edilerek 20 saniye Ultra-Turrax (MTOPS SR30, Korea) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş karışım filtre kâğıdı (Whatman No:1) ile filtre edilmiştir. Elde edilen süzüntüden 1 ml alınmış ve üzerine 1 ml tiyoarbitürik asit (TBA) çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiştir (Dragon Lab MX-F, China). Karışım sıcak su banyosunda 100 °C'de 40 dakika süreyle bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örnekler, oda sıcaklığına soğutulularak 4000 g de 5 dakika süre ile santrifüjlenmiştir (Hanil Combi 514R, Korea). Santrifüjleme işlemi sonrasında, santrifüj tüpü içerisindeki supernatant kısmın absorbansı 532 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Genesys 10S UV-VIS, Thermo Scientific, USA) belirlenmiştir. Standart kalibrasyon eğrisi için tetrametoksipropan (MDA) kullanılmış ve örneklerin TBARS değerleri µmol MAD/kg et olarak hesaplanmıştır.

3.2.4. pH analizi

Hazırlanan köfte örneklerinde pH ölçümleri için, 5 g örnek 50 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiş ve pH metrede (WTW Multi 9420, Germany) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Analizler öncesinde pH metre pH 4.0 ve 7.0 tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir [112].

3.2.5. Toplam fenolik bileşik miktarı analizi

Hayıt tohumu tozu ve köfte örneklerinde toplam fenolik bileşiklerin miktarını belirlemek için Slinkard ve Singleton (1977) tarafından uygulanan yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir [113]. Hayıt tohumu tozu ve köfte örneklerinin toplam fenolik bileşik miktarının belirlenmesi için 4.3 mg örnek alınmış ve 10 ml metanol içerisinde 2 saat boyunca karanlık bir ortamda karıştırılmıştır. Bu karışımdan 300 µl koyu

renkli test tüpüne aktarılarak üzerine 1 ml metanol, 3.16 ml distile su ve 200 µl Folin-Ciocalteu ayracı ilave edilmiş ve 8 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra karışıma 600 µl %10'luk sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiş ve 40 °C de 30 dk süre ile bekletilmiştir. Şahit, örnek hacmi kadar metanol kullanılarak aynı prosedür uygulanarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin absorbansı 765 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam fenolik bileşik miktarları aynı prosedür uygulanmıştır. Gallik asit kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisi ile gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g örnek) olarak hesaplanmıştır.

3.2.6. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini giderme aktivitesi analizi

Hayıt tohumu tozu ve köfte örneklerinin antioksidan kapasitelerinin miktarı Brand-Williams ve ark.'nın [1995] belirttiği yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir [114]. Analizde DPPH stok çözeltisi (24 mg DPPH/100 ml metanol) seyreltilerek hazırlanan ve 517 nm dalga boyunda 0.98±0.02 absorbansa sahip DPPH çözeltisi kullanılmıştır. 100 µl örnek ekstraktı (1 mg/ml) içerisine 3 ml DPPH çözeltisi ilave edilerek, iyice karıştırılmıştır. 30 dk sonra 517 nm dalga boyunda absorbans ölçülmüştür ve aşağıdaki formülle antioksidan aktivite (%) hesaplanmıştır.

$$\%Antioksidan\ Aktivite = \frac{Ac-As}{Ac} \times 100 \quad (3.7)$$

Ac: kontrol absorbansı

As: örnek absorbansı

3.2.7. Beta karoten ağartma analizi

Hayıt tohumu tozu ve köfte örneklerinde beta karoten ağartma analizi Mattheus (2002)'nin belirttiği yöntemde modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir [115]. 40 µl linoleik asit, 400 µl Tween 40 ve 4 ml β-karoten çözeltisi (0.002 g/20 ml kloroform) karıştırıldıktan sonra kloroform evaporatörde uzaklaştırılmış ve üzerine 100 ml distile su ilave edilerek test çözeltisi hazırlanmıştır. Belirli konsantrasyonlarda hazırlanan örnek ekstraktları üzerine 3 ml test çözeltisi ilave edilmiş ve 470 nm'de ilk absorbans kaydedilmiştir. Örnekler 50 °C su banyosunda 100 dk bekletildikten sonra tekrar

absorbansı ölçülmüştür. Aynı işlem β -karoten kullanılmadan hazırlanan kontrol grubu içinde uygulandıktan sonra aşağıdaki eşitlikle antioksidan aktivite hesaplanmıştır.

$$\%Antioksidan\ Aktivite = \frac{Ac-As}{Ac} \times 100$$

Ac: kontrol absorbansı

As: örnek absorbansı

3.2.8. Renk tayini

Köfte örneklerinin dış yüzeylerine ait renk ölçümleri Konica Minolta renk ölçüm cihazı (CR-200, Minolta, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçüm cihazı ile örnekler için CIE L*, a*, b* değerleri belirlenmiştir. CIE renk sisteminde renk parlaklık değeri L*, kırmızı-yeşil renk değeri a*, sarı-mavi renk değeri b* ile ifade edilmektedir. Ölçümler üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Renk analizleri öncesinde cihaz üreticisi tarafından sağlanan kalibrasyon tablası ile kalibre edilmiştir.

3.2.9. Yağ miktarı analizi

Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile köfte örneklerinin yağ miktarları tespit edilmiştir [112]. Soxhlet ekstraktörüne yerleştirilen örnekler 8 saat süresince ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonrası örnekler üzerindeki çözücü uçurulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra yağı ekstrakte edilmiş örneklerin son ağırlıklarının tartımı alınmıştır. Yağ oranı ekstraksiyon işlemi sonrası örneğin kaybedilen ağırlığının, başlangıç ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması ile belirlenmiştir.

3.2.10. Protein analizi

Protein miktarı Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir [112]. Analiz kısaca şu şekilde gerçekleştirilmiştir; kjeldahl balonu içerisine homojenize edilmiş 1 g örnek, katalizör, kaynama taşı ve 25 ml sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilerek yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi balon içerisindeki çözeltinin rengi açık mavi-yeşile dönene kadar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çözelti NaOH ile distilasyon ünitesinde distile edilmiştir. Distilasyon işlemi sonrasında çözelti 0.1 N HCl çözeltisi kullanılarak

titrasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve harcanan HCl çözeltisi miktarına göre protein içeriği (%) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır;

$$\% N = [0,014 \times N \times (V1 - V2) \times 100] / m \quad (3.8)$$

$$\% \text{ Protein} = 6.25 \times \% N$$

V1= Titrasyon işleminde kullanılan HCl miktarı, ml

V2= Şahit için titrasyonda harcanan HCl miktarı, ml

N= Ayarı yapılan HCl derişimi

m= Örnek miktarı, g

3.2.11. Kül miktarı tayini

Yaklaşık 4 g köfte örneği daha önceden darası alınmış porselen krezeler içerisine tartılmış ve sıcaklık kademeli olarak 550°C'ye çıkarılarak kül fırınında yakılmıştır. Kül miktarı (%) yanma öncesi ve sonrasında tespit edilen ağırlık farkının örnek ağırlığına bölümünün 100 ile çarpımı ile hesaplanmıştır [112].

3.2.12. Nem miktarı tayini

Nem miktarı tayini için 5 g köfte örneği, sabit tartıma getirilmiş alüminyum kurutma kaplarına tartılarak 105 °C'de, nemi tamamen uzaklaşana dek, yaklaşık 18 saat kurutulmuştur. Örneklerin nem miktarları, kurutma öncesi ve sonrası örnek ağırlıkları arasındaki farkın örnek bölümünün 100 ile çarpımı ile hesaplanmıştır [112].

3.2.13. Karbonhidrat miktarı tayini

Köfte örneklerinin toplam karbonhidrat içeriği köftelerin belirlenen toplam nem, kül, yağ ve protein içeriklerinin 100'den çıkarılması ile hesaplanmıştır [116].

$$\text{Toplam karbonhidrat (\%)} = 100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ kül} + \% \text{ protein} + \% \text{ yağ})$$

3.2.14. Toplam diyet lif miktarı tayini

Toplam diyet lif miktarı de Almeida Costa ve ark. [117] tarafından belirtilen metot ile kısaca şu şekilde belirlenmiştir; 1 g hayıt tohumu tozu 100 ml H₂SO₄ çözeltisi (%1.25) ile 30 dakika boyunca kaynatılmıştır. Daha sonra üzerine 10 ml KOH çözeltisi (%28) ilave edilerek kaynatma işlemine 30 dakika daha devam edilmiştir. Çözelti oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra katı partiküller filtrelenerek ayrılmıştır. Elde edilen katı partiküller en az 1 saat boyunca 105 °C sıcaklıkta kurutulmuş ve tartılarak ağırlığı belirlenmiştir (A). Kurutulan katı partiküller porselen krozelere alınarak 550 °C'ye ayarlanmış kül fırınında 30 dakika yakılarak, tekrar ağırlığı belirlenmiştir (B). Toplam diyet lif içeriği kurutulmuş ve yakılmış örnek ağırlığı farkının başlangıç örnek ağırlığına bölünüp, 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam diyet lif (\%)} = (A-B)/\text{örnek ağırlığı} \times 100$$

3.2.15. Su aktivitesi (a_w) analizi

Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri, su aktivitesi cihazı (Novasina Thermoconstanter AG Lab Swift, İsviçre) kullanılarak oda sıcaklığında (22-24 °C) yapılmıştır.

3.2.16. Tekstür profil analizi

Örneklere ait tekstür profil analizleri (TPA) TA.XT2 Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümleri için nem kaybını engelleyecek şekilde önlem alınmış örneklerin analiz öncesinde oda sıcaklığına ulaşması beklenmiştir. Tekstür profil analizi için 10 mm çapında alüminyum dairesel prob ve 50 kg'lık yük hücresi (load cell) kullanılmıştır. Analiz sırasında prob köfte örnekleri üzerinde 0.5 mm/sn hızda 0.5 mm'lik (%50) kompresyon uygulamıştır. Test öncesi ve sonrasında prob hızı 5 mm/sn olarak uygulanmıştır. Tekstür profil analizi sonuçları ile hardness (sertlik), springiness (elastikiyet), cohesiveness (bağlılık/yapışkanlık), chewiness (katı maddenin çiğnenebilirliği), resilience (esneklik) değerleri belirlenmiştir.

3.2.17. Duyusal analiz

Pişmiş köfte örneklerinde duyusal analizler Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümü öğrencileri ve akademisyenlerinden oluşan 13 (5 bay ve 8 bayan) panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panel öncesinde köftelerde gerçekleştirilecek duyusal analiz ile ilgili analiz yöntemi, duyusal karakteristikler ve dikkat edilmesi gereken diğer hususlar ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Panelistler köfte örneklerini renk, ısırma karakteri, parçalanabilirlik, sulu yapı, yağlılık hissi, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik bakımından 9'lu hedonik skala kullanarak değerlendirmiştir (Ek-1). Duyusal analiz için sunulan örnekler her bir panelist için elektrikli ısıtıcı yüzeyde 45 saniye süre ile ısıtılarak hazırlanmıştır. Örnekler arasında panelistlere ağız ve damağın temizlenmesi amacıyla tuzsuz ekmek ve su sunulmuştur [118].

3.2.18. İstatistiksel analiz

Araştırma kapsamında elde edilen ham veriler SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı kullanılarak, %95 güven aralığında varyans analizi (One-way ANOVA) ile incelenmiştir. Varyans analizi sonrası deneme grubu ortalamaları arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ortalama ve ortalamaların standart hata (SEM) değerleri ile sunulmuştur.

4. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Hayıt Tohumu Tozunun Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında kullanılan hayıt tohumu tozunun fizikokimyasal özellikleri Tablo 4.1’de sunulmuştur. Hayıt tohumu tozunun %9.17±0.11 nem, %13.45±0.19 protein, %7.27±0.10 yağ, %10.34±0.16 kül ve %38.69±0.50 diyet lif içerdiği belirlenmiştir. Başta nem değeri olmak üzere diğer tüm kompozisyon bileşenlerinin oranı tohumun kurutma düzeyine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle literatürde yer alan veriler arasında farklılıklar söz konusu olabilmektedir. Buna rağmen kullanılan hayıt tozundaki yağ miktarı Asdadi ve ark. [119] tarafından belirtilen yağ miktarına oldukça benzerdir.

Tablo 4. 1 Hayıt tohumu tozunun fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriği

IC₅₀ (µg/ml)	0.56±0.05	Nem (%)	9.17±0.11
% DPPH, 30 dk - 100 µg/ml	74.80±0.64	Kül (%)	10.34±0.16
β-Karoten Ağartma (%) (100 µg/ml) - 100 dk	61.81±0.37	Yağ (%)	7.27±0.10
Toplam Fenolik İçerik (mg GAE/g örnek)	83.60±1.30	Protein (%)	13.45±0.19
		Diyet lif (%)	38.69±0.50

Kimyasal kompozisyon özelliklerine benzer olarak, belirlenen antioksidan aktivite değerleri de literatürde yer alan bazı çalışmalar ile benzer olsa da, birçok çalışmada antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerik değerlerinin hayıtın çeşidi, yetiştirme ortamı ve ekstraksiyon işleminin özellikleri bakımından oldukça değişken olabileceği belirtilmektedir [100, 102, 104].

Çalışmada kullanılan hayıt tohumu tozu örneğinin antioksidan aktivitesini belirlemek için % DPPH radikalini giderme aktivitesi değeri, başlangıçtaki DPPH miktarının %50 indirgenmesi için gereken antioksidan miktarını gösteren IC₅₀ değeri ve β-karoten ağartma değeri belirlenmiştir. Hayıt tohumlarının %DPPH radikalini giderme aktivitesi değeri, IC₅₀ ve % β-karoten ağartma değeri sırasıyla %74.80±0.46, 0.56±0.03 µg/ml ve

%61.81±0.27 olarak tespit edilmiştir. Hayıt tohumunda tespit edilen fenolik bileşik içeriği 83.60 mg GAE/g tohum tozu olarak belirlenmiştir. Belirlenen değer literatürdeki bazı çalışmalarda belirlenmiş olan toplam fenolik içeriğine oldukça yakındır [36, 50]. Şarer ve Gökbulut, Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin ettikleri hayıt otunun yaprak ve tohumunda 31-343 mg/100 g örnek düzeyinde kafeik ve klorojenik asit tespit etmişlerdir [120]. Araştırmacılar yaprakların daha fazla kafeik asit içerdiğini ve fenolik içeriğin bitkinin yetiştiği bölgeye bağlı olarak önemli seviyede farklılaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca hayıt içeriğindeki toplam fenolik bileşenlerin miktarı ile antioksidan aktivite arasında paralellik olduğu belirtilmiştir [104]. Belirlenen antioksidan kapasite ve toplam fenolik bileşen değerleri literatürde yer alan bazı çalışmalar ile benzer olsa da, bir çok çalışmada bahsedilen değerlerin hayıtın çeşidi, yetiştirme ortamı ve ekstraksiyon işleminin özellikleri bakımından oldukça değişken olabileceği belirtilmektedir [36].

4.2. Köftelerin Toplam Fenolik ve Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları

Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu ilave edilerek üretilen köfte örneklerinin toplam fenolik içerik ve antioksidan özelliklerine ait analiz sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4. 2 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri

Gruplar	DPPH (30 dk - 100 µg/ml) (%)	β-karoten Ağartma (%) (100 µg/ml) - 100 dk	Toplam fenolik içerik (mg GAE/g)
Kontrol	44.05 ^e	31.45 ^e	0.42 ^e
%2.5	55.10 ^d	38.35 ^d	0.73 ^d
%5	64.71 ^c	42.92 ^c	1.35 ^c
%7.5	70.75 ^b	48.86 ^b	1.91 ^b
%10	82.06 ^a	54.04 ^a	2.31 ^a
SEM	2.99	1.82	0.16

a-e (↓) aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Kontrol grubu köfte örneklerinin toplam fenolik içeriği 0.42 mg GAE/g örnek düzeyinde tespit edilmiştir. Bu fenolik bileşenlerin en önemli kaynağının da köfte karışımının

hazırlanması sırasında kullanılan baharatlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda hazırlanan köfte karışımının da içeriğinde bulunan biber, soğan ve sarımsak gibi baharatların farklı düzeylerde gallik asit, kumarik asit, kateşin, vanilik asit, kafeik asit, sinamik asit ve ferulik asit gibi fenolik bileşenleri içerdiği belirtilmektedir [65]. Toplam fenolik bileşik içeriği analizi sonuçları köfte karışımına ilave edilen hayıt tohumu tozunun miktarındaki artışa paralel olarak örneklerin toplam fenolik içeriğinin arttığını göstermektedir ($P<0.05$). %10 hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin toplam fenolik içeriğinin kontrol grubu örneklere kıyasla yaklaşık 5.5 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Latoui ve ark. [121] hayıt otu bitkisinin yaprak, tohum ve kökünün polifenoller, difenoller, flavonoidler ve antosiyaninler bakımından önemli bir kaynak olduğunu ve tohumların kök kısmından daha fazla toplam fenolik bileşen içerdiğini bildirmiştir.

Köfte örneklerinin antioksidan kapasite özelliklerini gösteren analiz sonuçları da toplam fenolik içeriğine oldukça benzer bir trend göstermiştir. DPPH radikali giderme ve β -karoten ağartma aktivitesinin kontrol grubu örneklerde en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Ancak hayıt tohumu tozu ilavesine bağlı olarak hem DPPH radikali giderme hem de β -karoten ağartma aktivitesi kademeli olarak artmıştır ($P<0.05$). %10 oranında hayıt tohumu tozu ilavesi yapılan grupta DPPH radikali giderme ve β -karoten ağartma aktivitesi kontrol grubuna kıyasla sırasıyla yaklaşık 2 ve 1.7 kat artmıştır. Birçok çalışmada hayıt otunun flavonoid ve tanen içeriğinin antioksidan etkinin en büyük sorumlusu olduğu ve bunların yanında iridoitler ve diterpenoitlerin de antioksidan etkiye katkı sağladığı belirtilmektedir [108, 121].

Son yıllarda tüketicilerin doğal bileşenlerin kullanımına yönelik talepleri et ve et ürünlerindeki lipid oksidasyonunun önlenmesi için sıklıkla kullanılan antioksidanların kullanımı konusunda da üreticilerin doğal bileşenlere yönelmesine sebep olmuştur [3, 52]. Yapısında yüksek miktarda fenolik bileşik bulunduran bitkisel kaynaklarında yapay antioksidanlar yerine et ürünlerinde kullanılabilen bir çok çalışmada belirtilmiştir [85, 122-124]. Hayıt tohumu da yüksek fenolik içeriği ile köfte üretiminde kullanılarak köfte örneklerinin fenolik içeriğini önemli seviyede arttırmış ve bu konuda önemli bir alternatif olma potansiyeli bulunduğunu göstermiştir.

4.3. Pişirme Özellikleri Analiz Sonuçları

Et ve et ürünlerinde, özellikle kıyma esaslı ürünlerde, ısı işlem uygulanan ürünün ağırlığı, çapı, kalınlığı ve şekli hem tüketici hem de üretici tarafından önemsenen parametreler arasındadır. Pişirme işlemi sonrasında da ürünün başlangıçtaki şeklini koruması ve yağ-su içeriği dengesini koruyabilmesi arzu edilmektedir. Özellikle pişme sırasında meydana gelen yağ ve su kaybına bağlı olarak lezzet bileşenlerinin kaybı, ağırlık ve şekil değişiklikleri gerçekleşebilmektedir. Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin pişirme özellikleri Tablo 4.3’de sunulmuştur.

Tablo 4. 3 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin pişirme özellikleri

Gruplar	Pişme verimi (%)	Çapta azalma oranı (%)	Kalınlıkta azalma oranı (%)	Büzülme oranı (%)
Kontrol	94.39 ^a	14.45 ^c	26.50 ^a	-26.77 ^a
%2.5	94.95 ^a	16.11 ^c	21.75 ^b	-29.61 ^b
%5	91.45 ^a	14.17 ^c	15.00 ^c	-26.31 ^b
%7.5	94.39 ^a	20.55 ^b	10.75 ^c	-36.81 ^c
%10	93.86 ^a	24.17 ^a	6.25 ^d	-42.48 ^d
SEM	1.59	4.35	7.83	7.06

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Pişirme özellikleri incelendiğinde köfte karışımına hayıt tohumu tozu ilavesinin köftelerin pişme verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Birçok çalışmada, pişirme işlemi sırasında et ürünü içerisindeki yağ ve su ile birlikte aroma ve lezzet bileşenlerinin de uzaklaştığı ve ürünün pişme veriminin düştüğü belirtilmektedir [39]. Bu nedenle köfte hamurunda hayıt tohumu tozu kullanımının pişme verimini olumsuz yönde etkilememesi bir avantaj olarak düşünülebilir. Literatürde diyet lif içeren bileşenlerin et ürünlerinde kullanılması durumunda su ve yağ tutma özelliklerinin ve tekstürel parametrelerin geliştiği ve pişirme kayıplarının azaldığı bildirilmektedir [37, 40]. Yaklaşık %39 oranında diyet lif içeren hayıt tohumu tozunun köfte karışımında nispeten daha düşük oranlarda kullanılmış olmasının benzer sonuçlara neden olmadığı düşünülmektedir.

Öte yandan, köfte hamurunda hayıt tohumu tozunun kullanımı köftelerin çap ve kalınlıklarında gerçekleşen azalma ile büzülme oranlarında önemli değişikliklere sebep olmuştur ($P<0.05$). Kullanılan hayıt tohumu tozu miktarının artışına paralel olarak köftelerin çaplarında gerçekleşen küçülme ve köfte boyutlarında meydana gelen toplam büzülme istatistiksel olarak önemli seviyede daha fazla olurken ($P<0.05$), köftelerin kalınlıklarında gerçekleşen azalma istatistiksel olarak önemli seviyede daha az olmuştur ($P<0.05$). Araştırmalar pişme sırasında meydana gelen protein denatürasyonu ile başlayan süreçte gerçekleşen su ve yağ kaybı gibi nedenlerle köftelerin fiziksel özelliklerinde değişiklikler olabildiğini göstermektedir [125, 126]. Serdaroğlu ve Değirmencioglu köftelerin yağ ve su içeriğinin bu değişimde etkili olduğunu ve yağ içeriğinin az olmasının köftelerin büzülme oranını azalttığını bildirmiştir [125]. Ayrıca hayıt tohumunun sahip olduğu başta diyet lif içeriği olmak üzere karbonhidrat içeriğinin ürünün pişme sırasındaki stabilizesini etkilediği düşünülmektedir. Aslinah ve ark. [127] fasulye unu kullanarak hazırladığı köftelerde benzer etkinin belirlendiğini belirtmiştir.

4.4. Kimyasal Kompozisyon Analiz Sonuçları

Araştırma kapsamında hayıt tohumu tozu ilavesi ile üretilen köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonları belirlenmiştir (Tablo 4.4). Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, hayıt tohumu tozu ilavesinin köfte örneklerinin nem içeriğini önemli seviyede etkilemediği, ancak protein, yağ, kül ve karbonhidrat bileşimini etkilediği belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tablo 4. 4 Köfte örneklerinin kimyasal kompozisyonları

Gruplar	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)
Kontrol	62.38 ^a	18.66 ^a	16.15 ^c	1.98 ^c	0.83 ^e
%2.5	62.07 ^a	17.61 ^b	15.75 ^c	2.22 ^c	2.35 ^d
%5	60.02 ^{ab}	16.37 ^c	17.97 ^b	3.02 ^b	3.12 ^c
%7.5	59.01 ^{bc}	15.90 ^{cd}	18.39 ^{ab}	3.12 ^{ab}	3.68 ^b
%10	58.11 ^c	15.37 ^d	19.21 ^a	3.25 ^a	4.06 ^a
SEM	0.32	0.42	0.12	0.17	0.11

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında köfte formülasyonunda bulunan et yerine hayıt tohumu tozu kullanılmıştır. Et içeriğinde önemli miktarda su ve protein, hayıt tohumu

tozu içeriğinde de kuru madde ve karbonhidrat önemli miktarda bulunmaktadır ve bu durumda bileşenlerin miktarlarında değişimlere neden olacağı beklenmektedir. Ancak düşük oranda hayıt tohumu tozu kullanıldığı için köftelerin kimyasal kompozisyonunda sınırlı bir değişim gerçekleştiği düşünülmektedir. Nitekim, literatürde yer alan benzer çalışmalar incelendiğinde et ürünleri formülasyonunda kullanılan bileşenlerin kullanım oranına ve içeriğine bağlı olarak ürün bileşimini etkilediği belirtilmektedir. Guliyeva [128] en fazla %3 oranına kadar yarpuz bitkisi ilavesi yaptığı köfte üretiminde ürünün nem, protein ve yağ içeriğinde önemli değişiklikler olmadığını ancak kül içeriğinde önemli seviyede artış gerçekleştiğini belirtmiştir. Öte yandan daha yüksek oranlarda et olmayan bileşen kullanımının (%37.5 soya posası) yapıldığı bir başka çalışmada ise ürün bileşiminde önemli farklılıklar belirlenmiştir [129]. Gün [129] et yerine farklı oranlarda soya posası ilavesi yaparak ürettikleri köftelerin protein ve yağ içeriklerinde önemli değişiklikler olduğunu belirtmişlerdir.

Üretilen köftelerin tüm kimyasal analiz sonuçları göz önüne alındığında, tüm köfte örneklerinin nem, protein ve yağ içerikleri bakımından Türk Gıda Kodeksine uygun olduğu belirlenmiştir [130].

4.5. TBARS Analiz Sonuçları

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu düzeyini belirlemenin ve takip etmenin yollarından birisi de TBARS maddelerinin miktarını belirlemek ve değişimlerini incelemektir. TBARS değeri ile lipit oksidasyonunun ikincil reaksiyon ürünlerinden olan aldehitlerin ürün içerisindeki miktarı belirlenmektedir [48, 128].

Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince TBARS değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.5.'te verilmiştir. Hazırlanan köfte hamurlarında gerçekleştirilen TBARS analizi sonuçlarında gruplar arasında önemli farklılıklar olmadığı ve ortalama TBARS değerinin 1.76 ± 0.11 $\mu\text{mol MA/kg}$ köfte olduğu belirlenmiştir. Ancak pişirme işlemi sonrasında gerçekleştirilen TBARS analizleri sonucunda grupların lipit oksidasyonu düzeyleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Kullanılan hayıt tohumu tozu miktarının artışına paralel olarak lipit oksidasyonu düzeyinin (TBARS değerlerinin) önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir ($P < 0.05$).

Depolamanın ilk gününe ait sonuçlar köfte hamurunda %2.5 ve daha fazla hayıt tohumu tozu kullanımının TBARS değerlerini kontrol grubuna kıyasla önemli seviyede düşürdüğünü göstermektedir ($P<0.05$). Depolamanın ilk gününde kontrol grubu örneklerin TBARS değeri ortalama 4.82 $\mu\text{mol MA/kg}$ iken, hayıt tozu içeren gruplarda TBARS değerlerinin kademeli olarak düştüğü ve %10 hayıt tozu içeren örneklerin en düşük TBARS değerine (2.59 $\mu\text{mol MA/kg}$) sahip olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Tablo 4. 5 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince TBARS değerleri ($\mu\text{mol MA/kg}$)

Gruplar	1	Depolama (günler)			SEM
		5	10	15	
Kontrol	4.82 ^{aD}	5.29 ^{aC}	6.09 ^{aB}	6.25 ^{aA}	0.22
%2.5	3.40 ^{bD}	3.90 ^{bC}	4.16 ^{bB}	4.23 ^{bA}	0.13
%5	3.13 ^{cD}	3.50 ^{cC}	4.03 ^{cB}	4.31 ^{bA}	0.18
%7.5	2.82 ^{dD}	3.18 ^{dC}	3.48 ^{dB}	3.54 ^{cA}	0.11
%10	2.59 ^{eC}	2.65 ^{eC}	2.80 ^{eB}	2.93 ^{dA}	0.05
SEM	0.18	0.20	0.25	0.37	

a-e (\downarrow) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir
A-D (\rightarrow) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Depolamanın ilk gününde grupların TBARS değerlerinde belirlenen farklılıklar, 15 günlük depolama süresi boyunca benzer şekilde devam etmiştir. Tüm depolama dönemlerinde en düşük ortalama TBARS değeri %10 hayıt tohumu tozu içeren örneklerde tespit edilmiştir ($P<0.05$). Buna karşın en yüksek ortalama TBARS değeri de kontrol grubu örneklerde belirlenmiştir ($P<0.05$). Ayrıca, depolamanın ilk 5 gününde %10 hayıt tohumu tozu içeren köfte örnekleri dışında, tüm gruplara ait köfte örneklerinde TBARS değerleri depolama süresince istatistiksel olarak önemli seviyede artmıştır ($P<0.05$). %10 hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinde ise TBARS değerleri depolamanın ilk 5 gününde aynı seviyede kaldıktan sonra, diğer gruplardaki gibi artış eğilimi içerisine girmiştir. Diğer bir deyişle, %10 hayıt tohumu tozu ilavesi ile üretilen köftelerin lipit oksidasyonu stabilitesi depolamanın ilk 5 günü için önemli seviyede artmış ve üretim gününe benzer değerler ile muhafaza edilmiştir.

15 günlük depolama süresi sonunda köfte örneklerinin TBARS değerleri incelendiğinde köfte karışımına hayıt tohumu tozu ilavesinin lipit oksidasyonunu önemli seviyede engellediği belirlenmiştir (P<0.05). En düşük ve en yüksek oranlarda (%2.5 ve %10) hayıt tohumu tozu ilavesinin köfte örneklerinin TBARS değerlerini kontrol grubuna kıyasla sırasıyla yaklaşık %32 ve %53 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Köfte örneklerinin TBARS değerlerinde tespit edilen bu sonuçların hayıt tohumu tozunun antioksidan etkilere de sahip olan flavonoid ve fenolik bileşen içeriği ile ilgili olduğu düşünülmektedir. İlhan [131] bitkilerde bulunan flavonoid ve fenolik bileşenlerin radikal süpürme aktivitesi ve metaller ile şelat oluşturarak antioksidan etki gösterdiğini belirtmiştir. Aynı zamanda fenolik asitler, flavonoller, flavonoidler ve antosiyaninler gibi fenolik bileşenler hidrojen peroksitten (H₂O₂) oluşan hidroksil radikallerinin (OH) oluşumunu inhibe eder [132]. Bazı çalışmalarda hayıt otu yapraklarından elde edilen ekstraktların antioksidan özelliğinin ana etkeninin ekstraktın fenolik, flavonoid ve tanen içeriğinden kaynaklandığı bildirilmiştir [108, 132]. Bir diğer çalışmada, hayıt otu yapraklarında ferülik asit, rutin, kafeik asit ve kumarik asitin fazla miktarda bulunduğu belirtilmiştir [133]. Hayıt otu tohumu ve yaprağından elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesinin birbirine oldukça yakın olduğunu bildirilmiştir [108].

Literatürde fenolik içeriği yüksek ve potansiyel antioksidan etkisi bulunan bileşenlerin köfte üretiminde doğrudan doğruya kullanımı veya farklı yollar ile elde edilen ekstraktlarının kullanımı konusunda oldukça fazla çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda farklı oranlarda keten tohumu tozu [134], şeftali kabuğu tozu [135], nar kabuğu ekstraktı [85], narenciye kabuğu ekstraktı [136], mango kabuğu ekstraktı [137] ve zeytin yaprağı ekstraktı [138] gibi farklı bileşenler köfte üretiminde kullanılarak ürünlerin oksidasyonu stabilitesi artırılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen TBARS değerleri de köfte formülasyonuna hayıt tohumu tozunun ilave edilmesi ile köftelerin oksidasyon stabilitesinin önemli seviyede artırılabilceğini göstermektedir.

4.6. pH Analiz Sonuçları

Gıda ürünlerinin pH değeri hem kimyasal hem de mikrobiyolojik ürün kalitesinin tespit edilmesinde önemli bir araçtır. pH değerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ürün stabilitesinin belirlenmesi içinde bir araçtır. Et ve et ürünlerinde de pH değeri ürünün

renk, tat ve aroma, su tutma kapasitesi ve raf ömrü üzerinde önemli bir rol oynamaktadır [139].

Çalışma kapsamında üretilen köftelerin depolama boyunca pH değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.6.'da sunulmuştur. Hazırlanan köfte örneklerinde gerçekleştirilen pH analizi sonuçlarında köfte hamuruna %10 oranında hayıt tohumu tozu ilavesi ($P<0.05$) dışında diğer oranlardaki hayıt tozu ilavesinin köfte örneklerinin pH değerlerinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın başında tüm köfte örneklerinin ortalama pH değerinin 5.76 ± 0.05 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. 6 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince pH değerleri

Gruplar	1	Depolama (günler)			SEM
		5	10	15	
Kontrol	5.88 ^{abC}	6.25 ^{aB}	6.64 ^{aA}	6.67 ^{aA}	0.02
%2.5	5.87 ^{bD}	6.18 ^{bC}	6.48 ^{cB}	6.58 ^{bA}	0.02
%5	5.90 ^{aC}	6.14 ^{bB}	6.52 ^{bcA}	6.58 ^{bA}	0.03
%7.5	5.90 ^{aC}	6.18 ^{bB}	6.53 ^{bA}	6.56 ^{bA}	0.03
%10	5.82 ^{cC}	6.16 ^{bB}	6.49 ^{cA}	6.46 ^{cA}	0.04
SEM	0.02	0.03	0.02	0.02	

a-e (↓) aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir
A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Depolamanın 5. günü gerçekleştirilen pH analizi sonucunda hayıt tohumu tozu ilave edilen tüm köfte örneklerinin pH değerinin kontrol grubu örneklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolamanın kalan günlerinde de kontrol grubu örneklerin pH değerlerinin hayıt tohumu tozu içeren tüm köftelere göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Ayrıca depolamanın son gününde 10% hayıt tohumu tozu içeren örneklerin en düşük ve diğer grupların birbirine benzer pH seviyesine sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0.05$).

Et ve et ürünlerinin depolanması sırasında meydana gelen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonlar neticesinde pH değerinde değişimler meydana gelebilmektedir. Et proteinlerinin deaminasyonu ve bakteriyel gelişme ile ortaya çıkan

metabolitlerin birikimine bağlı olarak pH değerlerinde artış gerçekleşebilmektedir [128]. pH değerinde meydana gelen bu artış tavuk ve sığır etinden üretilen nugget, köfte ve sucuk gibi ürünlerde de bildirilmiştir [3, 140]. Hayıt tozu ilavesine bağlı olarak pH değerinde meydana gelen düşüşün sebebi hayıt tohumu tozunun içeriğinde bulunan bileşiklerin etkisi ile ortaya çıkan antimikrobiyal etki olduğu düşünölmektedir [128, 129]. Bazı çalışmalarda hayıt otunun tohum ve yapraklarının çeşitli ekstraktları ve uçucu yağlarının *Candida albicans*, *S. aureus* ve *Streptococcus mutans* gibi birçok mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal özelliği bulunduğu bildirilmiştir [102]. Ayrıca hayıt otunun farklı kısımlarından elde edilen uçucu yağlar içerisinde tanımlanan trans-karyofilen, sabinen, ve 1,8-sineol gibi bileşenlerin sağlanan antimikrobiyal etkide önemli rol oynadığı bildirilmiştir [99].

Literatürde yer alan birçok çalışmada benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Guliyeva [128], yarpuz bitkisi ilavesi ile ürettiği köfte örneklerinin pH değerlerinde üretim gününde bir farklılık olmamasına karşın, depolamanın 6. Gününden sonra %2.25 ve %3 oranında yarpuz ilave edilen köfte örneklerinin kontrol grubuna kıyasla önemli seviyede daha düşük olduğunu bildirmiştir. Arslan [53] ise %4 ve %8 oranlarında üzüm çekirdeği tozu ilave edilen köfte örneklerinin pH değerlerinin üretim gününde ve 30 günlük depolama sonunda daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

4.7. Su Aktivitesi (a_w) Analiz Sonuçları

Üretim ve depolama süresince köftelerin su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir (Tablo 4.7). Köfte örneklerinin a_w değerleri 0.941-0.945 arasında olduğu ve hayıt tozu ilavesinin köftelerin su aktivitesi değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Üretim ve depolama süresi boyunca köfte örneklerinin a_w değerlerinde belirli oranlarda artış ve azalışlar gerçekleşmiştir ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

Tablo 4. 7 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince su aktivitesi değerleri

Gruplar	Depolama (günler)				SEM
	1	5	10	15	

Kontrol	0.944 ^{aA}	0.941 ^{aA}	0.942 ^{aA}	0.943 ^{aA}	0.001
2.5%	0.945 ^{aA}	0.941 ^{aA}	0.942 ^{aA}	0.943 ^{aA}	0.002
5%	0.941 ^{aB}	0.942 ^{aAB}	0.944 ^{aAB}	0.945 ^{aA}	0.001
7.5%	0.944 ^{aA}	0.943 ^{aA}	0.945 ^{aA}	0.943 ^{aA}	0.001
10%	0.943 ^{aA}	0.943 ^{aA}	0.942 ^{aA}	0.945 ^{aA}	0.001
SEM	0.001	0.002	0.001	0.002	

a-e (↓) aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir
A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde köfte formülasyonuna farklı bileşenlerin ilave edildiği çalışmalarda da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Özabracı [130] Tekirdağ köftesi formülasyonuna %6 oranına kadar bezelye proteini ve lifi ilavesinin köfte örneklerinin su aktivitesi değerlerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Gün [129] ise köfte formülasyonuna %5 oranına kadar peynir altı suyu protein konsantresi, yayık altı suyu ve laktoz ilavesinin su aktivitesi değerleri üzerinde etkisi olmadığını belirtmiştir.

4.8. Renk Analizi Sonuçları

Hayıt tohumu tozu ile formüle edilen gruplarda hayıt tohumu tozunun renk değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Tablo 4.8.).

Köfte örneklerinde yapılan renk analizi sonucunda köftelerin L*, a* ve b* değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Depolama süresince bazı grupların renk değerlerinde artış ve azalışlar olmasına karşın, 15 günlük depolama sonunda da tüm renk değerlerinin aynı seviyede olduğu belirlenmiştir.

Et ürünlerinde renk değerleri, ürün içindeki renk bileşenlerinin çeşidi ve konsantrasyonundan, ürünün kimyasal kompozisyonundan, formülasyonda yer alan diğer bileşenlerin özelliklerinden, ısı işlem şekline ve süresinden, depolama süresince meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan etkilenebilmektedir [128, 141]. Depolama sürecinde gerçekleşen miyogloblin oksidasyonu ve metmiyogloblin oluşumuna bağlı olarak da a* ve b* değerlerinin azaldığı ve L* değerinin arttığı belirtilmektedir [142].

Tablo 4. 8 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin depolama süresince L*, a* ve b* değerleri

Gruplar	Depolama (günler)				SEM	
	1	5	10	15		
L* değeri	Kontrol	43.50 ^{aA}	41.03 ^{aA}	44.32 ^{aA}	45.40 ^{aA}	0.99
	2.5%	43.21 ^{aA}	38.03 ^{aA}	44.18 ^{aA}	44.14 ^{aA}	1.16
	5%	44.52 ^{aA}	43.30 ^{aA}	41.60 ^{aA}	45.01 ^{aA}	0.94
	7.5%	39.60 ^{abB}	44.30 ^{aA}	43.63 ^{aA}	45.03 ^{aA}	0.84
	10%	42.58 ^{aA}	45.84 ^{aA}	39.79 ^{aA}	46.88 ^{aA}	1.25
	SEM	0.73	1.16	0.78	0.65	
a* değeri	Kontrol	5.48 ^{abA}	4.35 ^{aA}	4.59 ^{abA}	4.40 ^{aA}	0.20
	2.5%	4.81 ^{abA}	4.69 ^{aA}	4.63 ^{abA}	5.25 ^{aA}	0.24
	5%	4.88 ^{abA}	4.74 ^{aA}	4.98 ^{aA}	5.41 ^{aA}	0.22
	7.5%	5.90 ^{aA}	5.11 ^{aAB}	3.95 ^{abB}	4.47 ^{aAB}	0.31
	10%	4.57 ^{bB}	5.46 ^{aA}	3.72 ^{bC}	5.24 ^{aAB}	0.27
	SEM	0.19	0.23	0.18	0.21	
b* değeri	Kontrol	15.22 ^{aA}	12.97 ^{aA}	14.00 ^{abA}	14.16 ^{aA}	0.64
	2.5%	15.15 ^{aA}	12.70 ^{aA}	15.47 ^{aA}	14.66 ^{aA}	0.57
	5%	15.78 ^{aA}	14.01 ^{aA}	13.66 ^{abA}	15.57 ^{aA}	0.58
	7.5%	14.06 ^{aAB}	15.61 ^{aAB}	12.92 ^{abB}	15.79 ^{aA}	0.51
	10%	14.00 ^{abB}	16.57 ^{aA}	12.15 ^{bC}	14.98 ^{abB}	0.62
	SEM	0.47	0.66	0.45	0.32	

a-e (↓) aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir
A-D (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

Birçok çalışmada fenolik içeriği yüksek bileşenlerin et ürünlerinde kullanımının L* ve a* değerini artırdığı bildirilmiştir [85, 143]. Jia ve ark. [144] fenolik bileşik içeriği zengin bitkisel kaynakların ekstraktlarının et ve et ürünlerinde kullanımının depolama sürecinde gerçekleşen renk değişimlerini engellediğini belirtmiştir. Sonuç olarak, renk analizi sonuçları, hayıt tohumu tozunun üretim ve depolama süresince renk özellikleri bakımından herhangi bir olumsuzluğa yol açmadığını göstermektedir.

4.9. Tekstür Profil Analizi Sonuçları

Tablo 4.9’da farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin tekstür profil analizi sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde köfte formülasyonunda hayıt tohumu tozu kullanımının köftelerin springness, cohesiveness ve resilience değerlerinde önemli farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Ancak hardness ve chewiness değerlerinde önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 4. 9 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin tekstür analiz sonuç değerleri

Gruplar	Hardness (sertlik) (N)	Springness (elastikiyet)	Cohesiveness (bağlılık/yapışkanlık)	Chewiness (katı maddenin çiğnenebilirliği)	Resilience (esneklik)
Kontrol	293.07 ^b	0.65 ^b	0.63 ^b	121.17 ^b	0.28 ^b
2.5%	365.68 ^a	0.70 ^b	0.65 ^b	165.20 ^{ab}	0.29 ^b
5%	337.51 ^{ab}	0.82 ^a	0.73 ^a	201.36 ^a	0.37 ^a
7.5%	390.53 ^a	0.77 ^a	0.71 ^a	210.38 ^a	0.34 ^a
10%	315.08 ^{ab}	0.78 ^a	0.71 ^a	172.82 ^{ab}	0.35 ^a
SEM	16.44	0.06	0.01	39.15	0.04

a-e (↓) aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası.

%2.5 oranında hayıt tohumu tozu ilavesi köfte örneklerinin springness, cohesiveness ve resilience değerinde önemli bir değişim olmadığı ve kontrol grubundan farklı olmadığı belirlenmiştir. Ancak, bu orandan daha fazla seviyede hayıt tohumu tozu ilave edildiğinde springness, cohesiveness ve resilience değerlerinin önemli seviyede artarak kontrol ve %2.5 hayıt tohumu tozu ilave edilen örneklerden daha yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir ($P<0.05$).

Formülasyonda et oranının azaltılarak yerine hayıt tohumu tozu kullanılmasının tekstür profil analizinde springness, cohesiveness ve resilience değerlerinde meydana gelen değişiminin en büyük nedeni olduğu düşünülmektedir. Su içeriği yüksek olan etin formülasyonda azaltılması ve yerine tekstür özellikleri üzerinde önemli değişimlere neden olabilen diyet lif içeriği yüksek hayıt tohumu tozunun kullanılması springness, cohesiveness ve resilience değerlerinde farklılığa yol açmış olabilir. Springness değeri

örneğin sıkıştırılması sırasında meydana gelen deformasyonun geri dönüş miktarı olarak ölçülmektedir. Bu bakımdan %5 ve daha fazla hayıt tohumu tozu ilavesinin olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Farklı bitki ekstraktları, tozları ve liflerinin köfte formülasyonunda kullanımının başta hardness olmak üzere springness, cohesiveness ve resilience değerlerinde artışa sebep olduğu bildirilmiştir [128, 133, 139, 140].

4.10. Duyusal Analiz Sonuçları

Üretilen köfte örneklerinin renk, ısırma karakteri, parçalanabilirlik, sulu yapı, yağlılık hissi, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik özellikleri yapılan duyusal analiz ile tespit edilmiştir (Tablo 4.10).

Panelistler köfte formülasyonuna %10 oranına kadar hayıt tohumu tozu ilave edilmesinin ürünlerin renk, ısırma karakteri ve parçalanabilirlik parametrelerinde önemli bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Bu değerler için yapılan puanlamalar gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermektedir. Ancak başta tat ve koku olmak üzere diğer duyusal parametrelerde önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.05$). Hayıt tohumu tozu kullanılmayan kontrol grubu örnekler ve %2.5 oranında hayıt tohumu tozu kullanılan örneklerin sululuk değerleri diğer gruplara kıyasla yüksek bulunmuştur. Ayrıca kontrol grubu köftelerin yağlılık hissini de hayıt tohumu kullanılan gruplara kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Ortaya çıkan bu farklılığın hayıt tohumu tozunun yüksek diyet lif içeriği veya hayıt tohumu kullanımı nedeniyle formülasyondaki et miktarının düşürülmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. 10 Farklı oranlarda hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin duyusal analiz değerlendirmesi

Duyusal parametreler	Kontrol	2.5%	5%	7.5%	10%	SEM
Renk	7.38 ^a	7.14 ^a	7.07 ^a	7.00 ^a	7.57 ^a	0.14
Isırma karakteri	7.15 ^a	7.21 ^a	7.64 ^a	7.50 ^a	7.28 ^a	0.19
Parçalanabilirlik	7.30 ^a	7.35 ^a	7.07 ^a	7.42 ^a	7.50 ^a	0.13
Sulu yapı	7.70 ^a	7.14 ^a	6.78 ^b	6.28 ^b	6.64 ^b	0.14

Yağlılık hissi	7.00 ^a	6.71 ^b	6.57 ^b	6.50 ^b	6.74 ^b	0.17
Tat	8.15 ^a	7.65 ^b	6.58 ^b	6.28 ^b	5.50 ^c	0.17
Koku	8.01 ^a	7.21 ^b	7.14 ^b	6.57 ^c	6.35 ^c	0.15
Genel kabul edilebilirlik	7.84 ^a	7.14 ^b	6.95 ^b	6.47 ^c	5.92 ^c	0.16

a-e (→) aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir

SEM: ortalamaların standart hatası

Panelistler kontrol grubu köftelerin tat ve koku bakımından daha beğenilir olduğunu, koku ve tat skorlarının hayıt tohumu tozu ilavesi ile önemli seviyede azaldığını bildirmişlerdir ($P<0.05$). Köfte formülasyonundaki hayıt tohumu tozu oranının artışına bağlı olarak köftelerin tat ve koku beğenileri de azalmıştır. Formülasyonda %10 hayıt tohumu tozu içeren köfte örnekleri en düşük tat ve koku puanlarına sahip olmuştur ($P<0.05$)

Sonuç olarak panelistler genel kabul edilebilirlik bakımından kontrol grubu örneklere diğer gruplar ile kıyaslandığında daha yüksek puan vermiştir ($P<0.05$). Ayrıca tüm grupların genel kabul edilebilirlik puanları içerdiği hayıt tohumu tozu miktarındaki artışa paralel olarak azalmıştır. %7.5 ve 10 oranlarında ki köfteler en düşük genel kabul edilebilirlik puanlarına sahip olmuştur ($P<0.05$). Panelistler hayıt tohumu tozunun köfte örneklerine buruk, kekremsi, acı, ekşi ve mayhoş olarak tarif ettikleri tat ve koku karakteristiklerini kazandırdığını ve özellikle bu karakteristiklerin yüksek dozlarda çok rahat bir şekilde hissedilebildiğini belirtmişlerdir.

Hayıt tohumu tozu içeren köfte örneklerinin tat ve koku beğenilerinin düşük olmasının en önemli nedenlerinin hayıt tohumunun yüksek oranda uçucu yağ ve fenolik bileşikler içermesidir. Birçok çalışmada uçucu yağ ve fenolik bileşik içeren bileşenlerin et ürünleri formülasyonlarında yer alması durumunda duyuusal beğenilerinin azaldığı raporlanmıştır [128, 131, 132, 145].

5. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİ

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında köfte üretiminde aynı oranlarda et yerine %2.5, %5, %7.5 ve %10 oranlarında hayıt tohumu tozu kullanımının köftelerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuusal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca hayıt tohumu tozunun

+4 °C’de, vakum ambalaj içerisinde 15 gün süre ile depolanan köftelerin depolama stabilitesi üzerindeki etkisini belirlemek için lipit oksidasyonu, renk değerleri, pH ve su aktivitesi değerleri karşılaştırılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen TBARS değerleri köfte formülasyonuna hayıt tohumu tozunun ilave edilmesiyle köftelerin oksidasyon stabilitesinin önemli seviyede artırılabilceğini göstermektedir. Kullanılan hayıt tohumu tozu miktarının artışına paralel olarak lipit oksidasyon düzeyinin önemli seviyede azaldığı görülmüştür. Ayrıca hayıt tohumu tozu yüksek fenolik içeriği ile köfte üretiminde kullanılarak köfte örneklerinin fenolik bileşik içeriğini ve antioksidan kapasitesini önemli derecede artırmıştır ve bu konuda önemli bir alternatif olma potansiyeli bulunduğunu göstermiştir.

Hayıt tohumu tozu ilavesinin köftelerin pişme verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Hayıt tohumu tozu kullanımının pişme verimini olumsuz yönde etkilememesi bir avantaj olarak düşünülebilir.

Tekstür analiz sonuçları incelendiğinde %2.5 hayıt tohumu tozu ilave edilen köftelerin tekstürel özelliklerinin kontrol grubu örneklere en yakın örnekler olduğu belirlenmiştir. Benzer olarak köftelerin içerdiği hayıt tohumu tozu miktarındaki artışa paralel olarak köftelerin duyuşal özelliklerinde azalma görülmüştür. Kontrol grubu örneklere en yakın duyuşal sonuçlar %2.5 oranında hayıt tohumu tozu ilavesi ile üretilen köfte örneklerinde elde edilmiştir.

Sonuç olarak köfte formülasyonunda hayıt tohumu tozu kullanımı fizikokimyasal, toplam fenolik içerik, antioksidan özellikleri ve oksidasyon stabilitesi özelliklerinde olumsuz bir etki gözlenmeden doğal katkı maddesi ilaveli köfte üretimine imkân vermektedir. Ayrıca hayıt tohumu kullanımının köfte hazırlanmasında ekstra bir maliyet oluşturmaması, %2.5 gibi düşük konsantrasyonda bile etkili olması önemli avantajlardır.

Yapılan çalışma hayıt tohumu tozunun önemli miktarda antioksidan potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. İlave edilecek hayıt tohumu tozu miktarı yeniden formüle edilerek veya enkapsulasyon gibi farklı yöntemler ile kombine edilerek duyuşal ve tekstürel açıdan daha kabul edilebilir bir ürün elde edilmesi sağlanabilir. Ayrıca hayıt tohumu tozunun endüstriyel anlamda kullanılabilir olması ve standartlara uygun katkı maddesi üretimi için bitkinin kültüre alınması ve/veya ıslah çalışması gibi uygulamalar

gerçekleştirilebilir. Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları, hayıt bitkisi tohumunun antioksidan özelliği ile doğal gıda katkı maddesi olarak köfte üretiminde alternatif olabileceğini göstermiştir.



KAYNAKÇA

1. Şengün, İ. Y. , Öztürk, B., "Bitkisel kaynaklı bazı doğal antimikrobiyaller", *Anadolu University of Sciences & Technology-C: Life Sciences & Biotechnology*. 7 2, 2018.
2. Cerit, L., "Bazı baharat uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü", *Yüksek Lisans Tezi*, 45 s, Denizli 2008.
3. Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K., "Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 14 6, 2015.

4. Min, B. , Ahn, D., "Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products- A review", *Food Science and Biotechnology*. 14 1, 2005.
5. Vuorela, S., Salminen, H., Mäkelä, M., Kivikari, R., Karonen, M., Heinonen, M., "Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 22, 2005.
6. Estévez, M., "Protein carbonyls in meat systems: A review", *Meat science*. 89 3, 2011.
7. Sebranek, J., Sewalt, V., Robbins, K., Houser, T., "Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage", *Meat science*. 69 2, 2005.
8. Doğu, S. Ö. , Sarıçoban, C., "Et ve ürünlerinde dekontaminasyon yöntemleri", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, European Journal of Science and Technology*. 1 3, 2014.
9. Vaithiyathan, S., Naveena, B., Muthukumar, M., Girish, P., Kondaiah, N., "Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 C)", *Meat science*. 88 3, 2011.
10. Mor-Mur, M. , Yuste, J., "Emerging bacterial pathogens in meat and poultry: an overview", *Food and Bioprocess Technology*. 3 1, 2010.
11. Choi, Y.-S., Kim, T.-K., Jeon, K.-H., Park, J.-D., Kim, H.-W., Hwang, K.-E., Kim, Y.-B., "Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions", *Korean journal for food science of animal resources*. 37 2, 2017.
12. Sanz, Y., Vila, R., Toldrá, F., Nieto, P., Flores, J., "Effect of nitrate and nitrite curing salts on microbial changes and sensory quality of rapid ripened sausages", *International journal of food microbiology*. 37 2-3, 1997.
13. Hathway, D., "Metabolic fate in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidant function, in Advances in Food Research", *Metabolic fate in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidant function, Elsevier*. s. 1-56, 1966.
14. Kang, H.-K., Kang, G.-H., Na, J.-C., Yu, D.-J., Kim, D.-W., Lee, S.-J., Kim, S.-H., "Effects of feeding *Rhus verniciflua* extract on egg quality and performance

- of laying hens", *Food Science of Animal Resources*. 28 5, 2008.
15. Hygreeva, D., Pandey, M., Radhakrishna, K., "Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products", *Meat science*. 98 1, 2014.
 16. Turgut, S. S., Soyer, A., Işıklı, F., "Effect of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during refrigerated storage", *Meat science*. 116, 2016.
 17. Fawole, O. A., Makunga, N. P., Opara, U. L., "Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract", *BMC complementary and alternative medicine*. 12 1, 2012.
 18. Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A., da Silva Lannes, S. C., da Silva, M. V., "Natural antioxidants used in meat products: A brief review", *Meat science*. 148, 2019.
 19. Neves, R. , Da Camara, C. A., "Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils from *Vitex agnus-castus* L.(Verbenaceae) and selected monoterpenes", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 88 3, 2016.
 20. Baysal, A., "Genel beslenme bilgisi. " Genel beslenme bilgisi. *Hatiboğlu*, 1989.
 21. Demirci, M., "Beslenme. " Beslenme. *Rebel Yayıncılık*, 2003.
 22. Kibar, M., Mikail, N., Yılmaz, A., "Siirt ili Merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketimi etkileyen faktörler", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 6 4, 2019.
 23. Ormancı, F. S. B. , Koluman, A., "Kırmızı Et ve Paketleme", *Akademik Gıda*. 4 3, 2006.
 24. Özdiç, İ. Y., "Üniversite Öğrencilerinin Fast Food Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketim Noktası Tercihlerini Etkileyen Faktörler", *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*. 15 1, 2004.
 25. Organization, W. H., "Global cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020, in Global cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020", *Global cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020*, 2003.
 26. Kaynakçı, E. , Kılıç, B., "Et ürünlerinde yeni eğilimler: Daha sağlıklı ürün geliştirme çalışmaları", *Akademik Gıda*. 7 6, 2009.
 27. WCRF/AICR, *World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer*

- Research. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective.* 2007, AICR Washington, DC.
28. Demeyer, D., Honikel, K., De Smet, S., "The World Cancer Research Fund report 2007: A challenge for the meat processing industry", *Meat Sci.* 80 4, 2008.
 29. Öztürkcan, A. , Acar, S., "Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme", *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.* 1, 2017.
 30. Yurttagün, M., *Gıda Katkı Maddeleriyle İlgili Geniş Kapsamlı Bir Araştırma,(2010).* 2019.
 31. Çalışır, Z. E. , Çalışkan, D., "Gıda Katkı Maddeleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri", *Ankara Eczacılar Fakültesi Dergisi.* 32 3, 2003.
 32. Karatepe, T. U. , Ekerbiçer, H. Ç., "Gıda katkı maddeleri", *Sakarya Tıp Dergisi.* 7 4, 2017.
 33. Özgün, D. , Küşümler, A. S., "Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri", *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi.* 2 1, 2020.
 34. Authority, E. F. S., "Evaluation of the FoodEx, the food classification system applied to the development of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database", *EFSA Journal.* 9 3, 2011.
 35. Eroğlu, E. İ. , Ayaz, A., "Gıda Katkı Maddelerinin Sağlık Üzerine Etkileri: Risk Değerlendirme", *Beslenme ve Diyet Dergisi.* 46 3, 2018.
 36. Boğa, A. , Binokay, S., "Gıda katkı maddeleri ve sağlığınıza etkileri", *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi.* 19 3, 2010.
 37. Erkan, T., "Gıdalardaki katkı maddeleri", *Türk Pediatri Arşivi.* 45 4, 2010.
 38. McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., Kitchin, E., Lok, K., Porteous, L., Prince, E., "Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial", *The lancet.* 370 9598, 2007.
 39. Crews, C., Roberts, D., Laurysen, S., Kramer, G., "Survey of furan in foods and coffees from five European Union countries", *Food Additives and Contaminants: Part B.* 2 2, 2009.
 40. Foster, E., Mathers, J. C., Adamson, A. J., "Packaged food intake by British

- children aged 0 to 6 years", *Food additives and contaminants*. 27 3, 2010.
41. Taşçı, F., "Et ve İşlenmiş Et Tüketiminin Halk Sağlığına Etkileri", *Bilge International Journal of Science and Technology Research*. 3 2, 2019.
 42. Buckley, D., Morrissey, P., Gray, J., "Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat", *Journal of animal science*. 73 10, 1995.
 43. Gray, J., Gomma, E., Buckley, D., "Oxidative quality and shelf life of meats", *Meat science*. 43, 1996.
 44. Dufresne, I., Marche, C., Clinquart, A., Hornick, J.-L., Van Eenaeme, C., Istasse, L., "Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed", *Livestock Production Science*. 65 1-2, 2000.
 45. Çoban, Ö. E. , Patır, B., "Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 5 2, 2010.
 46. Escarpa, A. , Gonzalez, M., "An overview of analytical chemistry of phenolic compounds in foods", *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 31 2, 2001.
 47. Gültekin, F. , Akın, S., "İşlenmiş Et Ürünleri ve Gıda Katkı Maddeleri", *Akademik Platform Helal Yaşam Dergisi*. 1 1,
 48. Kasnak, C. , Palamutoğlu, R., "Doğal antioksidanların sınıflandırılması ve insan sağlığına etkileri", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 3 5, 2015.
 49. Habbab, A., Sekkoum, K., Belboukhari, N., Cheriti, A., Y Aboul-Enein, H., "Essential oil chemical composition of *Vitex agnus-castus* L. from Southern-West Algeria and its antimicrobial activity", *Current Bioactive Compounds*. 12 1, 2016.
 50. Katirae, F., Mahmoudi, R., Tahapour, K., Hamidian, G., Emami, S. J., "Biological properties of *Vitex agnus-castus* essential oil (Phytochemical component, antioxidant and antifungal activity)", *Biotechnology and Health Sciences*. 2015.
 51. Gül, A., "Kadın Hastalıklarında Kullanılan Droglar, *Vitex agnus-castus*", *Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*, Ankara 2007.
 52. Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A., "Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products", *Meat science*. 98 1, 2014.

53. Arslan, M., "Üzüm Çekirdeği Tozunun Çiğ ve Pişmiş Dana Eti Köftelerde Antioksidan Kapasite ve Lipit Oksidasyonuna Etkisi", *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Programı, Doktora*, 86, Ankara, 2019.
54. Munekata, P. E., Gullón, B., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., "Natural antioxidants from seeds and their application in meat products", *Antioxidants*. 9 9, 2020.
55. Milani, L., Terra, N., Fries, L., Rezer, A., Ferreira, S., Cichoski, A., Valente, C., "Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico", *Brazilian Journal of Food Technology*. 13 4, 2010.
56. Milani, L. I. G., Terra, N. N., Fries, L. L. M., Kubota, E. H., "Efeito de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Rama Forte e do extrato oleoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) nas características sensoriais e na estabilidade da cor de hambúrguer de carne bovina congelado", *Semina: Ciências Agrárias*. 33 3, 2012.
57. Das, A. K., Rajkumar, V., Nanda, P. K., Chauhan, P., Pradhan, S. R., Biswas, S., "Antioxidant efficacy of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp extract in sheep meat nuggets", *Antioxidants*. 5 2, 2016.
58. Madane, P., Das, A. K., Pateiro, M., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Barba, F. J., Shewalkar, A., Maity, B., Lorenzo, J. M., "Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets", *Foods*. 8 8, 2019.
59. Shirahigue, L. D., "Caracterização química de extratos de semente e casca de uva e seus efeitos antioxidante sobre carne de frango processada e armazenada sob refrigeração", *Universidade de São Paulo* 2008.
60. Selani, M., Contreras-Castillo, C., Shirahigue, L., Gallo, C., Plata-Oviedo, M., Montes-Villanueva, N., "Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage", *Meat science*. 88 3, 2011.
61. Prommachart, R., Belem, T. S., Uriyapongson, S., Rayas-Duarte, P., Uriyapongson, J., Ramanathan, R., "The effect of black rice water extract on surface color, lipid oxidation, microbial growth, and antioxidant activity of beef

- patties during chilled storage", *Meat science*. 164, 2020.
62. Loypimai, P., Moongngarm, A., Naksawat, S., "Application of natural colorant from black rice bran for fermented Thai pork sausage-Sai Krok Isan", *International Food Research Journal*. 24 4, 2017.
 63. Tajik, H., Aminzare, M., Mounesi Raad, T., Hashemi, M., Hassanzad Azar, H., Raeisi, M., Naghili, H., "Effect of Z ataria multiflora Boiss Essential Oil and Grape Seed Extract on the Shelf Life of Raw Buffalo Patty and Fate of Inoculated *L isteria monocytogenes*", *Journal of Food Processing and Preservation*. 39 6, 2015.
 64. Aminzare, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Hashemi, M., Raeisi, M., "Effect of cinnamon essential oil and grape seed extract as functional-natural additives in the production of cooked sausage-impact on microbiological, physicochemical, lipid oxidation and sensory aspects, and fate of inoculated *Clostridium perfringens*", *Journal of Food Safety*. 38 4, 2018.
 65. Aquilani, C., Sirtori, F., Flores, M., Bozzi, R., Lebret, B., Pugliese, C., "Effect of natural antioxidants from grape seed and chestnut in combination with hydroxytyrosol, as sodium nitrite substitutes in Cinta Senese dry-fermented sausages", *Meat science*. 145, 2018.
 66. Munekata, P. E. S., Fernandes, R. d. P. P., de Melo, M. P., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., "Influence of peanut skin extract on shelf-life of sheep patties", *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*. 6 7, 2016.
 67. Munekata, P., Calomeni, A., Rodrigues, C., Favaro-Trindade, C., Alencar, S., Trindade, M., "Peanut skin extract reduces lipid oxidation in cooked chicken patties", *Poultry Science*. 94 3, 2015.
 68. Munekata, P., Domínguez, R., Franco, D., Bermúdez, R., Trindade, M., Lorenzo, J. M., "Effect of natural antioxidants in Spanish salchichón elaborated with encapsulated n-3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix", *Meat science*. 124, 2017.
 69. Munekata, P. E. S., Domínguez, R., Campagnol, P. C. B., Franco, D., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., "Effect of natural antioxidants on physicochemical properties and lipid stability of pork liver pâté manufactured with healthy oils during refrigerated storage", *Journal of food science and technology*. 54 13, 2017.

70. Embaby, H., Mokhtar, S., Mostafa, A., Gaballah, A., "Effect of Lentil (*Lens culinaris*) Coat Powder Addition on Lipid Oxidation and Quality Characteristics of Beef Burgers Stored at 4°C", *Suez Canal University Journal of Food Sciences*. 31, 2016.
71. Silva, A., Schimdt, M., Scapin, G., Prestes, R., Ferreira, S., Da Rosa, C., "Effect of extract of chia seed (*Salvia hispanica*) as an antioxidant in fresh pork sausage", 2015.
72. Özünlü, O., Ergezer, H., Gökçe, R., "Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts", *Lwt*. 98, 2018.
73. Kim, S.-J., Min, S. C., Shin, H.-J., Lee, Y.-J., Cho, A. R., Kim, S. Y., Han, J., "Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef", *Meat Science*. 93 3, 2013.
74. Biswas, A., Chatli, M., Sahoo, J., "Antioxidant potential of curry (*Murraya koenigii* L.) and mint (*Mentha spicata*) leaf extracts and their effect on colour and oxidative stability of raw ground pork meat during refrigeration storage", *Food Chemistry*. 133 2, 2012.
75. Karabacak, S. , Bozkurt, H., "Effects of *Urtica dioica* and *Hibiscus sabdariffa* on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage)", *Meat Science*. 78 3, 2008.
76. Yıldız Turp, G., Serdaroğlu, M., Ergezer, H., *Sucuk üretiminde kereviz tozu kullanımının ürün özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi*, in *1. Uluslararası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu*. 2010: Tekirdağ, Türkiye. p. 385-388.
77. Kurćubić, V. S., Mašković, P. Z., Vujić, J. M., Vranić, D. V., Vesković-Moračanin, S. M., Okanović, Đ. G., Lilić, S. V., "Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage", *Meat science*. 97 4, 2014.
78. Bázan-Lugo, E., García-Martínez, I., Alfaro-Rodríguez, R. H., Totosaus, A., "Color compensation in nitrite-reduced meat batters incorporating paprika or tomato paste", *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92 8, 2012.

79. Mielnik, M. B., Aaby, K., Skrede, G., "Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat", *Meat science*. 65 3, 2003.
80. Rojas, M. C. , Brewer, M. S., "Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork", *Journal of Food quality*. 31 2, 2008.
81. Nissen, L. R., Byrne, D. V., Bertelsen, G., Skibsted, L. H., "The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis", *Meat Science*. 68 3, 2004.
82. Jongberg, S., Skov, S. H., Tørngren, M. A., Skibsted, L. H., Lund, M. N., "Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties", *Food Chemistry*. 128 2, 2011.
83. Basanta, M. F., Rizzo, S. A., Szerman, N., Vaudagna, S. R., Descalzo, A. M., Gerschenson, L. N., Perez, C. D., Rojas, A. M., "Plum (*Prunus salicina*) peel and pulp microparticles as natural antioxidant additives in breast chicken patties", *Food Research International*. 106, 2018.
84. Gök, V. , Bor, Y., "Effect of olive leaf, blueberry and *Zizyphus jujuba* extracts on the quality and shelf life of meatball during storage", *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10 2, 2012.
85. Turgut, S. S., Işıkcı, F., Soyer, A., "Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage", *Meat Science*. 129, 2017.
86. Verma, A. K., Pathak, V., Singh, V. P., Umaraw, P., "Storage study of chicken meatballs incorporated with green cabbage (*Brassica oleracea*) at refrigeration temperature (4±1 C) under aerobic packaging", *Journal of applied animal research*. 44 1, 2016.
87. Serafini, L. F., "Atividade antioxidante dos extratos de manjerona e pólen apícola: efeitos na qualidade de hambúrguer", *Universidade Tecnológica Federal do Paraná* 2013.
88. Anonim, *Ülkemizde Bazı Önemli Orman Tali Ürünlerinin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu*, O.B. Orman Genel Müdürlüğü, Editor. 1991: Ankara.
89. Fakir, H., Erbaş, S., Murat, Ö., Dönmez, İ. E., "Hayıt (*Vitex agnus-castus* L.)’da farklı toplama zamanlarının uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 1 2, 2014.

90. Niroumand, M., Heydarpour, F., Farzaei, M., "Pharmacological and therapeutic effects of *Vitex agnus-castus* L.: A review", *Pharmacognosy Reviews*. 12 23, 2018.
91. Gülsoy, G., "Vitex Agnus-Castus (Hayıt) Meyvelerinin Fitoterapi Açısından Değerlendirilmesi", *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi ABD, Yüksek Lisans*, 56, İstanbul, 2011.
92. Baytop, T., "Türkiye'de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün. " Türkiye'de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün. *Nobel Tıp Kitabevleri*, 1999.
93. Uçak Koç, A., Karacaoğlu, M., Doğan, M., "Hayıt (*Vitex agnus-castus*), Çam ve Karışım Çiçek Balının Bazı Kalite Kriterleri Açısından Karşılaştırılması", *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*. 14 1, 2017.
94. Selvi, S. , Polat, R., "Hayıt Bitkisi (*Vitex agnus castus* L.)", *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 11 3, 2011.
95. Zahid, H., Rizwani, G. H., Ishaq, S., "Phytopharmacological review on *Vitex agnus-castus*: a potential medicinal plant", *Chinese Herbal Medicines*. 8 1, 2016.
96. Odenthal, K. P., "Vitex agnus castus L.—traditional drug and actual indications", *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 12 S1, 1998.
97. Yılmaz-Kolancı, B., "Karahayıt'ta (Denizli) hayıt ağacının (*vitex agnus-castus* l.) geleneksel kullanımı", *Disiplinlerarası Akdeniz Araştırmaları Dergisi*. 2017.
98. Ibrahim, S. R. M., Ahmed, N., Almalki, S., Alharbi, N., El-Agamy, D. S., Alahmadi, L. A., Saubr, M. K., Elkablawy, M., Elshafie, R. M., Mohamed, G. A., "Vitex agnus-castus safeguards the lung against lipopolysaccharide-induced toxicity in mice", *Journal of food biochemistry*. 43 3, 2019.
99. Eryigit, T., Çig, A., Okut, N., Yildirim, B., Ekici, K., "Evaluation of chemical composition and antimicrobial activity of *Vitex agnus castus* L. fruits' essential oils from West Anatolia, Turkey", *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 18 1, 2015.
100. Dülger, B., Uğurlu, E., Gücin, F., "Vitex agnus-castus L (Hayıt)'un Antimikrobiyal Aktivitesi", *Çev-Kor*. 11 45, 2002.
101. Soycan-Önenç, S., "Effect of *Vitex agnus-castus* on in vitro digestibility in ruminant", *African Journal of Agricultural Research*. 11 23, 2016.

102. Souto, E. B., Durazzo, A., Nazhand, A., Lucarini, M., Zaccardelli, M., Souto, S. B., Silva, A. M., Severino, P., Novellino, E., Santini, A., "Vitex agnus-castus L.: main features and nutraceutical perspectives", *Forests*. 11 7, 2020.
103. Sezik, E., Özkök, G., Sezik, M., "Vitex agnus castus L. preparatı ile retrospektif bir çalışma", *Medical Journal of Suleyman Demirel University*. 20 2, 2013.
104. Maltaş, E., Uysal, A., Yildiz, S., Durak, Y., "Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of Vitex agnus-castus L", *Fresen Environ Bull*. 19, 2010.
105. Liu, J., Burdette, J., Sun, Y., Deng, S., Schlecht, S., Zheng, W., Nikolic, D., Mahady, G., Van Breemen, R., Fong, H., "Isolation of linoleic acid as an estrogenic compound from the fruits of Vitex agnus-castus L.(chaste-berry)", *Phytomedicine*. 11 1, 2004.
106. Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S., Falconieri, D., Gonçalves, M. J., Salgueiro, L., Maxia, A., Lai, R., "Extraction, separation and isolation of volatiles from Vitex agnus-castus L.(Verbenaceae) wild species of Sardinia, Italy, by supercritical CO₂", *Natural product research*. 24 6, 2010.
107. Hajdú, Z., Hohmann, J., Forgo, P., Martinek, T., Dervarics, M., Zupkó, I., Falkay, G., Cossuta, D., Máthé, I., "Diterpenoids and flavonoids from the fruits of Vitex agnus-castus and antioxidant activity of the fruit extracts and their constituents", *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 21 4, 2007.
108. Sağlam, H., Pabuçcuoğlu, A., Kivçak, B., "Antioxidant activity of Vitex agnus-castus L. extracts", *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 21 11, 2007.
109. Sarikurkcu, C., Arisoy, K., Tepe, B., Cakir, A., Abali, G., Mete, E., "Studies on the antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of Vitex agnus castus L. fruits from Turkey", *Food and Chemical Toxicology*. 47 10, 2009.
110. Ono, M., Eguchi, K., Konoshita, M., Furusawa, C., Sakamoto, J., Yasuda, S., Ikeda, T., Okawa, M., Kinjo, J., Yoshimitsu, H., "A new diterpenoid glucoside and two new diterpenoids from the fruit of Vitex agnus-castus", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 59 3, 2011.
111. Kilic, B. , Richards, M., "Lipid oxidation in poultry döner kebab: Pro-oxidative

- and anti-oxidative factors", *Journal of Food Science*. 68 2, 2003.
112. AOAC, "Official methods of analysis of AOAC International. " Official methods of analysis of AOAC International. *AOAC International*, 2005.
 113. Slinkard, K. , Singleton, V. L., "Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods", *American journal of enology and viticulture*. 28 1, 1977.
 114. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C., "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity", *LWT-Food science and Technology*. 28 1, 1995.
 115. Matthäus, B., "Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 12, 2002.
 116. Gibson, R. S., "Principles of nutritional assessment. " Principles of nutritional assessment. *Oxford university press, USA*, 2005.
 117. de Almeida Costa, G. E., da Silva Queiroz-Monici, K., Reis, S. M. P. M., de Oliveira, A. C., "Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes", *Food chemistry*. 94 3, 2006.
 118. IFT, "Guidelines for the preparation and review of papers reporting sensory evaluation data", *Food Technol-Chicago*. 35 4, 1981.
 119. Asdadi, A., Idrissi Hassani, L., Chebli, B., Moutaj, R., Gharby, S., Harhar, H., Salghi, R., El Hadek, M., "Chemical composition and antifungal activity of vitex agnus-castus L. seeds oil growing in Morocco", *J Mater Environ Sci*. 5 3, 2014.
 120. Şarer, E. , Gökbulut, A., "Determination of caffeic and chlorogenic acids in the leaves and fruits of Vitex agnus-castus", *Turk J. Pharm. Sci*. 5 3, 2008.
 121. Latoui, M., Aliakbarian, B., Casazza, A. A., Seffen, M., Converti, A., Perego, P., "Extraction of phenolic compounds from Vitex agnus-castus L", *Food and bioproducts processing*. 90 4, 2012.
 122. Kaur, S., Kumar, S., Bhat, Z., Kumar, A., "Effect of pomegranate seed powder, grape seed extract and tomato powder on the quality characteristics of chicken nuggets", *Nutrition & Food Science*. 2015.
 123. Riazi, F., Zeynali, F., Hoseini, E., Behmadi, H., Savadkoohi, S., "Oxidation phenomena and color properties of grape pomace on nitrite-reduced meat emulsion systems", *Meat Sci*. 121, 2016.

124. Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Vázquez, J. A., Franco, D., "Oxidation stability of pig liver pâté with increasing levels of natural antioxidants (grape and tea)", *Antioxidants-Basel*. 4 1, 2015.
125. Serdaroğlu, M. , Değirmencioğlu, Ö., "Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefte)", *Meat Sci*. 68 2, 2004.
126. Shahiri Tabarestani, H. , Mazaheri Tehrani, M., "Optimization of physicochemical properties of low-fat hamburger formulation using blend of soy flour, split-pea flour and wheat starch as part of fat replacer system", *J Food Process Pres*. 38 1, 2014.
127. Aslinah, L., Yusoff, M. M., Ismail-Fitry, M., "Simultaneous use of adzuki beans (*Vigna angularis*) flour as meat extender and fat replacer in reduced-fat beef meatballs (bebola daging)", *Journal of food science and technology*. 55 8, 2018.
128. Guliyeva, F., "Yarpuz (*Mentha pulegium* L.) Kullanılarak Üretilen Köftelerin Soğukta Muhafaza Süresince Lipit Oksidasyonu ve Renk Kararlılığının Değerlendirilmesi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans*, 79, Samsun, 2020.
129. Gün, M., "Sığır eti köftelerinin bazı fiziksel kimyasal tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine çeşitli sütçülük yan ürünlerinin etkisi", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans*, 113, Konya, 2014.
130. Özabracı, A., "Tekirdağ köftesi üretiminde bezelye proteini ve lifinin kullanım olanaklarının araştırılması", *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans*, 103, Tekirdağ, 2019.
131. İlhan, E. Y., "Farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilen hamburger köftelerinde biberiye ekstraktı ilavesinin raf ömrüne etkisi", *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans*, 68, Ankara, 2010.
132. Gök, V., "Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri", *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD Doktora Tezi*, Ankara, 2006.
133. Çarşı, Ş. C., "Çördük otu tozu ilavesinin sığır eti köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*

Gıda Mühendisliği ABD, 50, Konya, 2019.


134. Turp, G. Y., "Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour", *Meat science*. 121, 2016.
135. Zhang, Y., Han, I., Bridges, W., Dawson, P., "Peach skin powder inhibits oxidation in cooked turkey meat", *Poultry science*. 95 10, 2016.
136. Nishad, J., Koley, T. K., Varghese, E., Kaur, C., "Synergistic effects of nutmeg and citrus peel extracts in imparting oxidative stability in meat balls", *Food Research International*. 106, 2018.
137. Mokhtar, S. M. , Eldeep, G. S. S., "Impact of Mango Peel Extract on the Physicochemical Properties, Microbiological Stability and Sensory Characteristics of Beef Burgers During Cold Storage", *Egyptian Journal of Food Science*. 48 2 (In Progress), 2020.
138. Rubel, S. A., Yu, Z., Murshed, H., Islam, S. A., Sultana, D., Rahman, S., Wang, J., "Addition of olive (*olea europaea*) leaf extract as a source of natural antioxidant in mutton meatball stored at refrigeration temperature", *Journal of Food Science and Technology*. 2020.
139. Özdemir, S., "Köfte üretiminde kurutulmuş koruk (*vitis vinifera* l.) posası kullanımının hca oluşumu ve ürün raf ömrü üzerine etkilerinin incelenmesi", *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 116, İzmir, 2019.
140. Özabracı, A., "Tekirdağ köftesi üretiminde bezelye proteini ve lifinin kullanım olanaklarının araştırılması", *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 100, Tekirdağ, 2019.
141. Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J., "Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages", *Food Control*. 21 4, 2010.
142. Akamittath, J., Brekke, C., Schanus, E., "Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage", *Journal of Food Science*. 55 6, 1990.
143. Qin, Y.-Y., Zhang, Z.-H., Li, L., Xiong, W., Shi, J.-Y., Zhao, T.-R., Fan, J., "Antioxidant effect of pomegranate rind powder extract, pomegranate juice, and

pomegranate seed powder extract as antioxidants in raw ground pork meat", *Food science and biotechnology*. 22 4, 2013.

144. Jia, N., Kong, B., Liu, Q., Diao, X., Xia, X., "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, 2012.
145. Nassu, R. T., Gonçalves, L. A. G., da Silva, M. A. A. P., Beserra, F. J., "Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant", *Meat Science*. 63 1, 2003.



EK - 1

Köfte Örnekleri için Duyusal Analiz Formu									
Panelis Adı Soyadı:					Tarih:				
Çok iyi  Çok Kötü									
Renk	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Isırma karakteri	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Parçalanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Sulu yapı	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Yağlılık hissi	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel Kabul Edilebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1