



**KÖFTE ÜRETİMİNDE FARKLI TÜR VE
ORANLARDA SOĞAN - SU EKSTRAKTI
KULLANIMININ HETEROSİKLİK AROMATİK
AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ**

Meryem NURAY

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Fatih ÖZ

2018

Her Hakkı Saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KÖFTE ÜRETİMİNDE FARKLI TÜR VE ORANLARDA
SOĞAN - SU EKSRAKTI KULLANIMININ HETEROSİKLİK
AROMATİK AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ**

Meryem NURAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2018**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**KÖFTE ÜRETİMİNDE FARKLI TÜR VE ORANLARDA SOĞAN - SU EKSTRAKTI
KULLANIMININ HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE
ETKİSİ**

Prof. Dr. Fatih ÖZ danışmanlığında, Meryem NURAY tarafından hazırlanan bu çalışma ..13../07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak ~~oybirliği~~oy çokluğu (3./0) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Fatih ÖZ

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖSE

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ..19../07/2018 tarih ve ..29../..22..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: 6353

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÖFTE ÜRETİMİNDE FARKLI TÜR VE ORANLARDA SOĞAN - SU EKSTRAKTI KULLANIMININ HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Meryem NURAY

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatih ÖZ

Araştırmada köfte üretiminde farklı tür (sarı, beyaz ve mor) ve oranlarda (%0,25, 0,50 ve 0,75) soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada ısıtıl işlem görmemiş köftelerde su, pH ve TBARS analizleri; pişirilen köftelerde ise bu analizlere ilaveten pişirme kaybı ve HAA analizleri yapılmıştır. Ayrıca farklı soğan türlerinde antioksidan aktiviteyi belirlemek için DPPH antioksidan giderme aktivitesi tayini yapılmıştır. Örneklerin HAA içeriğinin belirlenmesinde katı faz ekstraksiyonu uygulanmış ve HPLC - DAD cihazı kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda pişirme işlemi beklenildiği gibi köftelerin su içeriğinde azalmaya, pH değerlerinde ise artışa neden olmuştur. Köfte üretiminde farklı türde soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği, pH, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi gözlenmemiştir ($p>0,05$). Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin sadece su içeriği üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi görülürken, pH, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi gözlenmemiştir ($p>0,05$). Analizi yapılan köftelerde MeIQx, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx, PhIP, AαC ve MeAαC bileşikler tespit edilememiştir. Öte yandan, örneklerde değişen miktarlarda IQx (0,013 ng/g'a kadar), IQ (0,029 ng/g'a kadar) ve MeIQ (0,1 ng/g'a kadar) belirlenmiştir. Köfte üretiminde farklı türdeki soğanlara ait su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla MeIQ bileşiğinin artmasına neden olmuştur. Köftelerin toplam HAA içeriklerinin 0,05 - 0,1 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

2018, 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Köfte, heterosiklik aromatik amin, soğan, su ekstraktı

ABSTRACT

MS Thesis

THE EFFECT OF USAGE OF DIFFERENT TYPES AND RATES OF ONION - WATER EXTRACT IN MEATBALL PRODUCTION ON THE FORMATION OF HETEROCYCLIC AROMATIC AMINES

Meryem NURAY

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

Supervisor: Prof. Dr. Fatih ÖZ

In the present study, the effects of usage of different types (yellow, white and purple) and rates (0,25, 0,50 and 0,75%) onion - water extract in the production of meatball on various quality criteria and the formation of heterocyclic aromatic amine (HCAs) were determined. In raw meatballs, water content, pH and TBARS analyses were done, while these analyses, cooking loss and HCAs analyses were done in cooked meatballs. In addition, DPPH antioxidant scavenging analysis was also done to determine of different onion type's antioxidant activity. Solid - phase extraction method and HPLC-DAD were used for HCAs analysis.

As a result, cooking, as expected, caused a decrease in water content, while pH increased. To use of different types of onion - water extract in the production of meatball had no significant effect ($p>0,05$) on water content, pH, cooking loss and TBARS values of meatballs. On the other hand, to use of different ratios of onion - water extract had a very significant effect ($p<0,01$) on water content, while it had no any significant effect ($p>0,05$) on pH, cooking loss and TBARS values. MeIQx, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx, PhIP, A α C and MeA α C were not detected in any of the samples analyzed. However, various amounts of IQx (up to 0,013 ng/g), IQ (up to 0,029 ng/g) and MeIQ (up to 0,1 ng/g) were determined in the samples. To use of various types of onion water extract in the production of meatball increased MeIQ content compared to the control group meatballs. It was determined that total HCAs amounts of meatballs ranged between 0,05 - 0,1 ng/g.

2018, 53 pages

Keyword: Meatball, heterocyclic aromatic amine, onion, water extract

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum çalışmanın her aşamasında desteğini, üstün bilgi ve tecrübelerini paylaşan, bu günlere gelmemde büyük katkısı olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fatih ÖZ'e en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Araştırmamın yürütülmesinde yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN'e, bana yardımlarını esirgemeyen Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji ve Araştırma Merkezine ve tüm personeline, aynı ortamı paylaştığımız ekip arkadaşlarım Elif EKİZ'e, Zeynep ELBİR'e, Ahmet KORKMAZ'a, İdil UZUN'a ve Adem SAVAŞ'a, bu süreçte bana destek olan gıda mühendisi olarak görev yaptığım Erzurum POMEM yemekhanesi çalışanlarına teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca ve çalışmalarım süresince büyük sabır göstererek beni daima destekleyen başta babaannem Perihan NURAY'a, babam Tamer NURAY'a ve annem Hatice NURAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunar ve tezimi onlara armağan etmekten gurur duyarım.

Ayrıca tezimin yürütülmesinde, desteklerinden dolayı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Destekleme Birimi'ne (2018 - 6353) teşekkür ederim.

Meryem NURAY

Temmuz, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Hammadde.....	10
3.1.2. Soğan - Su ekstraktlarının hazırlanması	10
3.1.3. Köfte hamurunun hazırlanması	10
3.1.4. Kimyasallar	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Pişirme Şartları	11
3.2.2. Kimyasal analizler	12
3.2.2.a. Su miktarının belirlenmesi.....	12
3.2.2.b. pH değerinin belirlenmesi	12
3.2.2.c. Pişirme kaybının belirlenmesi	12
3.2.2.d. Tiyoarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesi	13
3.2.2.e. Antioksidan aktivite giderme (DPPH) Yöntemi	13
3.2.2.f. HAA ekstraksiyonu	14
3.2.2.g. HPLC Koşulları.....	14
3.2.2.h. İstatistikî analiz.....	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	16
4.1. Köfte Yapımında Kullanılan Et, Et Yağı ve Köftenin Çeşitli Analiz Sonuçları ..	16
4.2. Farklı Soğan Türlerinin Serbest Radikal Giderme Aktivitesi.....	17
4.3. Köftelerin Su İçeriği Sonuçları.....	18

4.4. pH Sonuçları.....	22
4.5. Pişirme Kaybı Sonuçları.....	24
4.6. TBARS Sonuçları.....	28
4.7. Heterosiklik Aromatik Amin İçeriği Sonuçları	32
4.7.1. Geri kazanımlar	32
4.7.2. HAA içerikleri	33
4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri	34
4.7.4. Örneklerin IQ içeriği	34
4.7.5. Örneklerin MeIQx içeriği.....	35
4.7.6. Örneklerin MeIQ içeriği.....	36
4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içeriği.....	38
4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içeriği.....	39
4.7.9. Örneklerin PhIP içeriği.....	40
4.7.10 Örneklerin AαC içeriği.....	41
4.7.11. Örneklerin MeAαC içeriği	41
4.7.12. Örneklerin toplam heterosiklik aromatik amin içerikleri	42
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR.....	48
ÖZGEÇMİŞ	54

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AIA	Aminoimidazoazoaren
%	Yüzde
dk	Dakika
g	Gram
ng	nanogram
°C	Santigrat derece
HPLC	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografi
HAA	Heterosiklik Aromatik Amin
IQx	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
IQ	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin
MeIQx	2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
MeIQ	2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin
4,8-DiMeIQx	2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
7,8-DiMeIQx	2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
4,7,8-TriMeIQx	2-amino-3,4,7,8-trimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
PhIP	2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5- <i>b</i>]piridin
AαC	2-amino-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol
MeAαC	2-amino-3-metil-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol
LOD	Algılama sınırı
LOQ	Kantitatif ölçme sınırı
nd	Tespit edilemedi (<LOD)
nq	Miktar belirlenemedi (LOD<....<LOQ)
TBARS	Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
rpm	Dakikada dönme hızı
mL	Mililitre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan kullanım oranı x soğan türü interaksiyonunun su içeriği üzerine olan etkisi	21
Şekil 4.2. Köfte örneklerinin orana bağlı toplam HAA içerikleri.....	43
Şekil 4.3. Köfte örneklerinin soğan türüne bağlı toplam HAA içerikleri	44



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Köfte yapımında kullanılan et, et yağı ve ısıt işlem görmemiş köftelere ait çeşitli analiz sonuçları.....	16
Çizelge 4.2. Farklı soğan türlerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesi	18
Çizelge 4.3. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin ham su içerikleri	19
Çizelge 4.4. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları ...	20
Çizelge 4.5. Köfte üretiminde farklı tür soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	20
Çizelge 4.6. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilavesinin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	21
Çizelge 4.7. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değerleri.....	22
Çizelge 4.8. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.9. Farklı tür soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları...	23
Çizelge 4.10. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	24
Çizelge 4.11. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değerleri	25
Çizelge 4.12. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı üzerine ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.13. Farklı tür soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	27

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	27
Çizelge 4.15. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin TBARS değerleri	28
Çizelge 4.16. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin TBARS değeri üzerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.17. Köfte üretiminde farklı türde soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.18. Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	30
Çizelge 4.19. Analiz yapılan HAA'ların geri kazanımları, LOD ve LOQ değerleri	32
Çizelge 4.20. Farklı tür ve oranlarda soğan ekstraktı ilave edilen köftelerin pişirilmesi sonucu oluşan heterosiklik aromatik amin miktarları (ng/g).....	33

1. GİRİŞ

Beslenme; vücudun ihtiyacı olan besin öğelerini uygun zamanlarda, yeterli ve dengeli miktarlarda almak için bilinçli yapılması gereken bir davranıştır (Dönmez vd 2010). Sağlıklı ve dengeli beslenmede, yaş gruplarına göre oransal farklılıklar olmasına rağmen, yetişkin bir bireyin ihtiyacı olan enerjinin %10-15'i proteinlerden, %55-60'ı karbonhidratlardan ve %30'u yağlardan sağlanmalıdır (Anonim 2015). Günlük protein gereksiniminin %40-50'si hayvansal kökenli gıdalardan karşılanmalıdır. Genellikle ülkelerin gelişmişlik seviyesi ve hayat standardının belirlenmesinde kişi başına düşen et ve hayvansal protein tüketimi önemli bir ölçüt olarak görülmektedir. Türkiye'de kişi başına düşen günlük hayvansal protein miktarı (26 g), Avrupa Birliği (62 g) ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (74 g) miktardan oldukça düşüktür. Türkiye'de et tüketiminin düşük olmasının temel nedenlerinden birinin; diğer gıdalara göre etin daha pahalı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kızıloğlu 2013).

Et ve et ürünlerinin dört önemli özelliği bulunmaktadır. Bunlar; 1) Protein miktar ve kalitesi, 2) Yağ içeriği, 3) Mineral madde içeriği, 4) Vitamin içeriği (Lawrie 1991). Öte yandan son zamanlarda yapılan çalışmalar etin fazla tüketiminin veya uygun olmayan yöntemlerle saklanması ve/veya pişirilmesi durumunda çeşitli sağlık problemlerine neden olabileceğini belirtmektedir. Nitekim, et ve balık gibi protein bakımından zengin gıdaların yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu bazı kimyasal bileşiklerin oluştuğu ve bu bileşiklerin tamamının mutajenik büyük bir kısmının ise karsinogenik olduğu epidemiyolojik çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Bu kimyasal bileşikler arasında heterosiklik aromatik aminler önemli bir yere sahiptir. İlk olarak 1977 yılında Japon bilim adamları, ızgarada kızartılan et ve balık gibi protein bakımından zengin gıdalarda oldukça yüksek seviyede mutajenik ve/veya karsinogenik olan yeni bir kimyasal grup keşfetmişler ve sahip oldukları kimyasal yapılarından dolayı bu bileşiklere heterosiklik aromatik amin adını vermişlerdir (Nagao *et al.* 1977).

HAA'lar kimyasal yapıları ve oluşum mekanizmalarına bakıldığında aminoimidazoazorenler (AIA) ve aminokarbolinler olmak üzere başlıca 2 ana grupta

sınıflandırılmaktadır. IQ-tipi bileşikler veya termik HAA'lar olarak da adlandırılan AIA'lar pişmiş gıdalardaki en önemli sınıfı oluşturmakta ve bir kinolin, kinokzalin veya piridin ile bağlantılı imidazo grubuna sahiptirler. Bu bileşikler geleneksel pişirme sıcaklıklarında (150-300°C) pişirme boyunca serbest aminoasit, kreatin, kreatinin ve heksozlar arasındaki reaksiyon ile oluşmaktadır. IQ-tipi olmayan bileşikler veya pirolitik HAA'lar olarak da adlandırılan aminokarboller ise yüksek sıcaklıkta (300°C üzerindeki sıcaklıklarda) aminoasitlerin ve proteinlerin pirolizi ile oluşmaktadır (Öz and Kaya 2011).

Antioksidanlar vücudumuzda koruyucu görev üstlenmektedir. Serbest radikalleri nötralize etmek için yapılarında bulunan elektronları verirler. Antioksidanların savunma mekanizmaları; serbest radikallerin lipitlere, proteinlere ve nükleik asitler gibi biyomoleküllere vereceği hasarı önlemekte ve bu sayede metabolizmayı serbest radikallerin olumsuz etkilerinden koruyarak birçok hastalığın ilerlemesine engel olarak çalışmaktadır (Han 2012).

Antioksidanlar, vücut hücreleri tarafından üretilmediği gibi gıdalar yoluyla da vücuda alınan C vitamini, E vitamini, A vitamininin öncüsü olan beta karoten, bitki ve sebzelerin renkli maddelerini oluşturan flavonoidler, fenolik asitler, selenyum ve çinko gibi kimyasal maddelerdir. Fenolik bileşikler, bitkiler aleminde en yaygın bulunan maddeler grubunu oluşturmakta ve bitkilerin sekonder metabolizma ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde 8000'den fazla fenol bileşiği yapısı bilinmektedir. Bu bileşiklerin antioksidan, antimutajenik ve antikarsinojenik özelliklerinden dolayı insan sağlığını destekleyici bileşikler olduğu belirtilmektedir (Yünlü 2011).

Soğansız bitkiler de yapılarındaki flavonoidlerden dolayı yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler. Sarımsak (*Allium sativum*) ve soğan (*Allium cepa*) her ikisi de *Alliaceae* familyasına dahil olan, *Allium* cinsinden bitki türüdür. Son 20 yılda, *Allium* cinsi bitki türleri sahip olduğu çeşitli avantajlar nedeniyle gıda endüstrisi için büyük ilgi uyandırmış ve en çok çalışılan sebzeler arasında yer almıştır.

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri tüketilen, anayurdunun, ülkemizin de içinde yer aldığı Küçük Asya bölgesi olduğu bilinen soğan; başları kuru soğan, taze yeşil yaprakları da taze soğan olmak üzere iki şekilde tüketilen iki yıllık otsu bir bitkidir (Yünlü 2011).

Soğanın 6000 yıl önce Orta Asya'nın en önemli yiyecek ve tıbbi bitkisi olduğu bilinmektedir. Eski Mısırlılarda soğanın saklama maddesi olarak mumyalamada kullanıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda soğan bitkisinin antimikrobiyal, antispazmodik, antikolesterolemik, hipotansif, hipoglisemik, antiastimatik, antikarsinojen ve antioksidan özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Prakash *et al.* 2007).

Bilimsel çalışmalara göre 1992 yılından önceki periyoda kıyasla 1992 yılından 2002 yılına kadar dünyadaki soğan üretimi en az %25 oranında artarak yaklaşık 44 milyon tona ulaşmış, 2002 yılından 2011 yılına kadar ise üretim iki kat artarak 85 milyon tona ulaşmıştır. Besin değeri nedeniyle soğan önemli bir bitki olarak göze çarpmaktadır. Genellikle soğan %88,6-92,8 su, %0,9-1,6 protein, %0,2 yağ, %5,2-9 karbonhidrat ve %0,6 kül içermektedir (Bogevska *et al.* 2016). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanına göre mor soğan %88,39 su, %0,93 protein, %0,16 yağ, %8,78 karbonhidrat ve %0,48 kül içerirken, sarı soğan %88,94 su, %1,16 protein, %0,18 yağ, %7,88 karbonhidrat ve %0,60 kül içermektedir.

Heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunda radikal reaksiyonların önemli rolünün olduğu anlaşıldığından beri, antioksidanların HAA'ların miktarını azaltması gerektiği düşünülmüş, tek bir antioksidan veya antioksidanların karışımlarının HAA'ları inhibe ettiği belirlenmiş ve bu etki, antioksidanların, HAA'ların oluşum reaksiyonlarındaki farklı aşamaları interfere edebilmesi ile açıklanmıştır (Öz and Kaya 2011). Öte yandan bazı antioksidanların ise çalışmalarda prooksidan etki göstererek HAA'ların oluşumunu artırdığı tespit edilmiştir. Literatürde et ve et ürünlerinde pişirme neticesinde oluşabilen HAA azaltılmasına yönelik, ekibimizin de içinde yer aldığı çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak köfte formülasyonunda soğanın sıkça kullanılmasına rağmen,

HAA'ların oluşumu üzerine etkisini gösteren araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. İlavaten bu araştırmalarda direk soğanın veya soğan tozunun HAA oluşumuna etkisi araştırılmış, araştırmalarda tek bir soğan türü kullanılmış ve soğan - su ekstraktının etkisi belirlenmemiştir. Bu nedenle mevcut araştırmada, köfte üretiminde farklı tür (sarı, beyaz ve mor) ve oranda (%0,25, 0,50 ve 0,75) soğan kullanımının, köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve heterosiklik aromatik amin çeşit ve miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllardaki çalışmalar beslenmenin insan sağlığını ne kadar yakından ilgilendirdiğini, beslenme tarzının değiştirilerek veya daha dengeli ve düzenli hale getirilerek bazı hastalıkların engellenebileceğini, bazılarının ise iyileştirilebileceğini göstermektedir. Yetersiz ve dengesiz beslenmenin ise birçok hastalığa neden olduğu ve insanoğlunu, yaşaması gereken kaliteli yaşamdan uzaklaştırdığı açıkça görülmektedir. Bu bağlamda et ve ürünlerinin pişirilmesi esnasında oluşan ve mutajenik ve/veya karsinojenik oldukları tespit edilen HAA'lar kimyasal açıdan güvenliği tehdit eden bileşik grubu olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle ısıtılma işlemi uygulanan veya pişirilerek tüketilen et ve ürünlerinde mutajenik ve/veya karsinojenik bileşiklerin araştırılması büyük bir önem arz etmektedir. Bu bileşiklerin araştırılmasının yanı sıra bu bileşiklerin oluşmasını ve gelişmesini engellemek amacıyla et ve et ürünlerine antioksidanlar gibi bazı katkı maddeleri ilave edilmektedir. Antioksidanlar yapay ve doğal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Antioksidanlar içerdikleri fenolik bileşikler sayesinde pişirme ile oluşan zararlı bileşikler engellemektedir. Soğan, zengin fenolik bileşiği sayesinde antioksidan olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Son 20 yılda soğan en çok çalışılan bitki türleri arasında yer almış ve gıda endüstrisi için ilgi uyandıran bir sebze olmuştur.

Yünlü (2011), soğan (*Allium cepa*) ve sarımsaktaki (*Allium sativum*) fenolik bileşiklerini HPLC yöntemiyle belirlediği çalışmada; mor soğanda fenolik bileşikler kuarsetin, protokateşik asit, isorhamnetin ve kamferol; yeşil soğanda fenolik bileşikler p-hidroksi benzoik asit, protokateşik asit, mirisetin, ferulik asit, isorhamnetin ve kuarsetin; beyaz soğanda fenolik bileşikler ise p-hidroksi benzoik asit, kuarsetin, isorhamnetin ve protokateşik asit olarak tespit etmiştir. Araştırmacı ferulik asidi sadece yeşil soğanda, kamferolü sadece mor soğanda tespit ederken, soğanın başta kuarsetin olmak üzere mirisetin, p-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, isorhamnetin gibi fenolik bileşikler bakımından zengin olduğunu bildirmiştir.

Arın (2009), kıymaya ilave ettiği çeşitli baharat (kekik, biberiye, kırmızıbiber, kimyon, acı kırmızıbiber, karabiber, toz soğan, toz sarımsak) ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini incelediği araştırmasında soğan, sarımsak, acı kırmızı biber ve kırmızı biberin yüksek; kekik, karabiber ve kimyonun orta; biberiyenin ise düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiğini tespit etmiştir. Antioksidan aktivitesi bakımından en yüksek olan baharatların biberiye, kekik ve kimyon; orta seviyede olan baharatların soğan ve sarımsak; zayıf olan baharatların ise karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiber olduğunu bulmuştur. Baharatların gıda ortamında ve model sistemlerde antimikrobiyal özellikleri farklı olmasına rağmen antioksidan aktiviteleri birbirine kıyasla benzerlik gösterdiğini belirtmiştir.

Serdaroğlu and Felekoğlu (2005), biberiye ekstraktı ve soğan suyunun sardalya kıymasının oksidatif stabilitesi üzerine olan etkisini inceledikleri bir çalışmada, biberiye ekstraktının (300 ppm), dondurulmuş sardalya kıymalarında oksidatif değişiklikleri geciktirdiği buna karşın soğan suyunun (1 mL/100 g), oksidatif stabilize üzerine biberiye ekstraktı kadar etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Gibis (2007), marinasyonda sarımsak, soğan ve limon suyu kullanımının ızgarada pişirilmiş sığır etinde heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, ızgarada 230°C'de 5 dk pişirilen sığır eti köftelerinin MeIQx içeriklerinin marinasyonda kullanılan sarımsak ve soğan miktarının artması ile önemli oranda azaldığını belirlemişlerdir.

Janozska (2010), çeşitli et ürünlerine soğan ve sarımsak ilavesinin heterosiklik aromatik aminlerin oluşumu üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, soğan kullanımının genellikle et ürünlerinin HAA içeriğini azalttığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar soğan ve sarımsak kullanımının bazı bireysel HAA'ların miktarlarının artmasına neden olurken toplam HAA içeriğinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Lu *et al.* (2018) tavuk ve sığır etlerine katılan çeşitli baharatların (karabiber, sarımsak, zencefil tozu, soğan tozu ve kırmızıbiber tozu), HAA oluşumu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, derin yağda 180°C'de 3 dk pişirilen örneklerde baharat kullanımının toplam HAA içeriğini genellikle azalttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sığır eti köftesi üretiminde soğan kullanımının kontrol grubu köftelere kıyasla MeIQ bileşiğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Quelhas *et al.* (2010) marinasyonda yeşil çay ekstraktı kullanımının sığır etlerinde HAA oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, 180-200°C'de 4 dk pişirilen kontrol grubu örneklerde MeIQx miktarını 4,1 ng/g, PhIP miktarını 33,8 ng/g, AαC miktarını 14,7 ng/g, 4,8-DiMeIQx miktarını 1,3 ng/g olarak belirlemiştir. 1, 2, 4 ve 6 saate kadar dinlendirilen marine edilmiş örneklerde ise MeIQx miktarını 4,9 ng/g'a kadar, PhIP miktarını 24,1 ng/g'a kadar, AαC miktarını 6,0 ng/g'a kadar, 4,8-DiMeIQx miktarını 12,4 ng/g'a kadar tespit etmişlerdir.

Balogh *et al.* (2000), köftede HAA oluşumu üzerine pişirme sıcaklığı (175°C, 200°C ve 225°C) ve süresinin (6-10 dk) etkilerinin belirlemek için yaptıkları çalışmada, 6 dk pişirilen örneklerde toplam HAA içeriğini 175°C'de 3,0 ng/g, 200°C'de 8,6 ng/g ve 225°C'de 24,6 ng/g olarak, 10 dk pişirilen örneklerde ise toplam HAA içeriğini 175°C'de 9,5 ng/g, 200°C'de 40,6 ng/g ve 225°C'de 50,8 ng/g olarak tespit etmişlerdir.

Öz *et al.* (2017), köfte üretiminde farklı oranlarda kitosan kullanımının (%0,25, 0,50, 0,75 ve 1) köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve HAA oluşumu üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, köfteleri üç farklı pişirme sıcaklığında (150°C, 200°C ve 250°C) ısıtıcı plaka üzerinde pişirmişlerdir. Araştırmacılar kitosan ilavesinin pişirme kaybını azaltırken, pH ve TBARS değerlerini artırdığını, pişirme işleminin ise pH ve TBARS değerlerini artırdığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada araştırmacılar 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx ve MeAαC bileşiklerini tespit edemezken, MeIQ bileşiğini tespit etmişler fakat miktarını belirleyememişlerdir. Öte yandan IQx miktarını 0,12 ng/g'a kadar, IQ miktarını 1,34 ng/g'a kadar, MeIQx miktarını 0,09 ng/g'a kadar, PhIP miktarını 2,66 ng/g'a kadar ve AαC miktarını 0,84 ng/g'a kadar tespit etmişlerdir.

Kontrol grubunda 0,09-5,05 ng/g arasında değişen toplam HAA içeriğinin kitosan ilavesi ile %20-59,80 arasında azaldığını tespit etmişlerdir.

Öz and Çakmak (2016), köfte üretiminde farklı oranlarda (%0,05, 0,1, 0,25 ve 0,5) konjuge linoleik asit kullanımının köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve HAA oluşumu üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, köfteleri üç farklı pişirme sıcaklığında (150°C, 200°C ve 250°C) ısıtıcı plaka üzerinde pişirmişlerdir. Konjuge linoleik asitin köftelerin su içeriği ve pişirme kaybı değerleri üzerine önemli bir etkisi belirlenemezken, pH değeri ve toplam HAA içeriği üzerine çok önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada araştırmacılar IQx bileşiğini tespit edemezken, IQ bileşiğini tespit etmişler fakat miktarını belirleyememişlerdir. Öte yandan, MeIQx miktarını 0,21 ng/g'a kadar, MeIQ miktarını 0,09 ng/g'a kadar, 7,8-DiMeIQx miktarını 0,15 ng/g'a kadar, 4,8-DiMeIQx miktarını 0,08 ng/g'a kadar, PhIP miktarını 0,83 ng/g'a kadar, A α C miktarını 0,24 ng/g'a kadar MeA α C miktarını ise 0,05 ng/g'a kadar tespit etmişlerdir. %0,25 oranında konjuge linoleik asit kullanımının toplam HAA miktarını azalttığını tespit etmişlerdir.

Ekiz (2017), derin yağda kızartılan köftelerde farklı kızartma yağlarının (ayçiçek yağı, fındık yağı, karışım yağı, kanola yağı, mısır yağı, riviera zeytin yağı ve naturel sızma zeytinyağı) HAA oluşumu üzerine etkisini incelediği çalışmada, farklı yağlar kullanarak derin yağda kızartma işleminin köftelerin su içeriğinde azalmaya pH ve TBARS değerlerinde ise artışa neden olduğu belirlenmiştir. Derin yağda kızartılan örneklerde analizi yapılan HAA'lardan sadece MeIQx bileşiğinin oluştuğunu, toplam HAA içeriğinin 30,43-43,71 ng/g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Korkmaz (2018), köfte üretiminde farklı oranlarda (%5, 10 ve 15) kurutulmuş ekmek içi kullanımının köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, köfte üretiminde kurutulmuş ekmek kullanımının kontrol grubu köftelere kıyasla su içeriği, pişirme kaybı ve TBARS değerlerinde azalmaya neden olduğu, buna karşın pişirme sıcaklığının artmasının köftelerin su içeriğinde azalmaya, pişirme kaybında ve TBARS değerlerinde artışa

neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada araştırmacı PhIP, AC ve MeAC bileşiklerini tespit edemezken, IQx miktarını 0,10 ng/g'a kadar, IQ miktarını 0,36 ng/g'a kadar, MeIQx miktarını 0,08 ng/g'a kadar, MeIQ miktarını 0,18 ng/g'a kadar, 7,8-DiMeIQx miktarını 0,11 ng/g'a kadar ve 4,8-DiMeIQx miktarını 0,05 ng/g'a kadar tespit etmişlerdir.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde

Mevcut araştırmada, Erzurum’da yerel bir kasaptan temin edilen sığır but kası (*M. Gluteus medius*) soğuk zincir altında laboratuvara getirildikten sonra kaba yağ ve bağ dokuları uzaklaştırılıp kıyma haline getirilmiş ve araştırmada hammadde olarak kullanılmıştır. Köfte hamurunun hazırlanması aşamasında ilave edilecek olan farklı türlerdeki (sarı, beyaz ve mor) soğanlar ise yerel bir marketten temin edilmiştir.

3.1.2. Soğan - Su ekstraktlarının hazırlanması

Ekstraksiyon yönteminde Lee *et al.* (2014) esas alınmıştır. Yerel marketlerden temin edilen farklı türlerdeki (sarı, beyaz ve mor) soğanlar laboratuvar ortamında kabuklarından ayrılıp öğütüldükten sonra 20 g tartılmış ve üzerine 200 mL saf su konulduktan sonra ultra-turrax (Ika Werk Tp 18-10 20.000 Up) ile 1 dk homojenize edilmiştir. Ardından 80°C’de 3 saat su banyosunda bekletilmiş, su banyosundan alınan örnekler adi filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Süzüntü rotary evaporatörde suyu tamamen uzaklaşana kadar evapore edilmiştir. Rotary evaporatörden alınan örnek petri kaplarına döküldükten sonra üzerine parafilm çekilmiş ve küçük delikler açılmıştır. Ardından bir gece -80°C’de bekletilmiştir. Daha sonra -85°C’de 24 saat liyofilize edilerek toz halde kullanılmıştır.

3.1.3. Köfte hamurunun hazırlanması

Köfte yapımında, sığır eti kıyma haline getirilmiş ve aynı karkastan temin edilen kaslararası (intermuskular) yağ kullanılarak yağ oranı %15’e ayarlanmıştır. Ardından 10 parçaya bölünmüş, bir grubuna hiç soğan katılmayarak bu grup kontrol grubu olarak

kullanılmış, diğer gruplara ise üç farklı soğan türünün (sarı, beyaz ve mor) su ekstraktı, üç farklı oranda (%0,25, 0,50 ve 0,75) ilave edilmiştir. Ardından köfte hamurları iyice karıştırılmış ve buzdolabında bir gece dinlendirilmiş, ardından hazır çelik kalıp (7x1 cm) kullanılarak köftelere şekil verilmiştir. Herhangi bir interaksiyona sebebiyet vermemesi açısından ete baharat ve/veya herhangi bir katkı maddesi ilave edilmemiştir.

3.1.4. Kimyasallar

Analiz esnasında kullanılan bütün kimyasal ve çözeltilerin analitik veya HPLC (High Performance Liquid Chromatography) - grade kalitede olmasına dikkat edilmiştir. Araştırmada analizi yapılan heterosiklik aromatik aminlerden; IQx (CAS no: 108354-47-8, 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), IQ (CAS no: 76180-96-6, 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinolin), MeIQx (CAS no: 77500-04-0, 2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), MeIQ (CAS no: 77094-11-2, 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinolin), 7,8-DiMeIQx (CAS no: 92180-79-5, 2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), 4,8-DiMeIQx (CAS no: 95896-78-9, 2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), PhIP (CAS no: 105650-23-5, 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-*b*]piridin), AαC (CAS no: 26148-68-5, 2-amino-9*H*-pirido[2,3-*b*]indol), MeAαC (CAS no: 68006-83-7, 2-amino-3-metil-9*H*-pirido[2,3-*b*]indol) ve 4,7,8-TriMeIQx (CAS no: 132898-07-8, 2-amino-3,4,7,8-tetrametilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin) Toronto Research Chemicals (Toronto, Canada)'dan satın alınmıştır. Araştırmada 4,7,8-TriMeIQx internal standart olarak kullanılmıştır (Öz 2011).

3.2. Yöntem

3.2.1. Pişirme Şartları

Pişirme sıcaklığı ve süresi ön denemeler sonucunda 200°C'de 8 (4+4) dakika olarak belirlenmiştir. Pişirme işlemi, elektrikli ısıtıcı bir plaka (hot plate) üzerinde kızartma yağı ilave edilmeden gerçekleştirilmiştir. Pişirme sıcaklığı laboratuvar tipi termometre (Part no: 0560 9260, Testo 926, Lenzkirch, Germany) kullanılarak ölçülmüştür.

Kızartılan köfteler oda sıcaklığında bir müddet soğutulduktan sonra pişirme kaybı için tartılıp, mutfak tipi mikserden geçirilerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen köfte örnekleri heterosiklik aromatik amin analizleri için alüminyum folyoya sarılarak -18°C 'de muhafaza edilmiştir. Analizlerden bir gün önce örnekler çıkarılarak buzdolabı şartlarında çözündürülmeleri sağlanmış ve kullanılmıştır.

3.2.2. Kimyasal analizler

3.2.2.a. Su miktarının belirlenmesi

Araştırmada köftelerin su içerikleri mutfak tipi mikserden geçirilen köftelerden alınan yaklaşık 10 g örneğin 100°C 'lik etüvde sabit bir tartıma ulaşınca kadar yaklaşık 1 gece kurutulması ile tespit edilmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.2.b. pH değerinin belirlenmesi

Mutfak tipi mikserle homojen hale getirilmiş 10 g köfte örneği üzerine 100 mL saf su ilave edilerek ultra-turrax (Ika T18, 18-10 20.000 UpM Germany)'da 1 dk süreyle tamamen homojenize edildikten sonra pH-metre (Atı orion 420, MA 02129, USA) kullanılarak okuma işlemi yapılmıştır. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler (pH 4,01, pH 7,0 ve pH 9,21) ile kalibre edilmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.2.c. Pişirme kaybının belirlenmesi

Isıtıcı plaka üzerinde yapılan pişirme öncesinde tartılan köfte numuneleri, pişirildikten sonra oda sıcaklığına kadar soğutulularak tartılmış ve aradaki fark % olarak hesaplanmış ve pişirme kayıpları belirlenmiştir (Öz and Kızıl 2013).

3.2.2.d. Tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesi

Lipit oksidasyon düzeyinin belirlenmesinde tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) analizinden yararlanılmıştır. TBARS değeri, Kılıç and Richards (2003) tarafından uygulanan yöntemle göre belirlenmiştir. Yönteme göre; köfte örneklerinden 1'er g alınmış, üzerine 6 mL TCA solüsyonu ilave edilmiş, 15-30 s ultra-turrax ile homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Elde edilen filtrattan bir tüp içine 1 mL alınarak üzerine 1 mL 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Bu karışımlar kaynayan su banyosunda 40 dk tutulduktan sonra 5 dk çeşme suyu altında soğutulmuş ve 2000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra numunelerin absorbansı 532 nm dalga boyunda köre (şahit numune) karşı ölçölmüştür. Köre için örnek konulmadan 1 mL TCA ekstraktına 1 mL TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnekler için uygulanan aşamalar aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. TBARS değeri mg MDA/kg örnek olarak verilmiştir.

3.2.2.e. Antioksidan aktivite giderme (DPPH) Yöntemi

Soğanın liyofilize su ekstresinin DPPH serbest radikali giderme aktivitesi Blois (1958)'e göre yapılmıştır. Serbest radikal olarak 1 mM'lık DPPH çözeltisi kullanılmıştır. Numune olarak indirgeme kuvvetlerinde kullanılan 1 mg/mL konsantrasyondaki stok çözeltisi kullanılmıştır. Deney tüplerine sırasıyla değişik konsantrasyonlarda çözelti oluşturacak şekilde stok çözeltiler aktarılmış ve toplam hacimleri 3 ml olacak şekilde destile etanol ile tamamlanmıştır. Daha sonra her bir numune tüpüne stok DPPH çözeltisinden 1 mL ilave edilmiştir. 30 dk oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübe edildikten sonra etanolden oluşan köre karşı 517 nm'de absorbansları ölçölmüştür. Kontrol olarak 2 mL etanol ve 1 mL DPPH çözeltisi kullanılmıştır. Azalan absorbans geriye kalan DPPH çözeltisi miktarını yani serbest radikal giderme aktivitesini vermektedir.

3.2.2.f. HAA ekstraksiyonu

HAA'ların ekstraksiyonunda Öz *et al.* (2016) esas alınmıştır. Metoda göre behere 1g pişmiş et örneği tartılmış ve üzerine 12 mL 1 M NaOH ilave edilerek oda sıcaklığında 500 rpm devirde 1 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Üzerine 10 g Extrelut NT (refill materyali, Merck, Darmstadt, Germany) paketleme materyali konularak spatül ile iyice karıştırılmıştır. Oasis MCX kartujları (3 cm³/60 mg, Waters, Milford, Massachusetts, USA) vakum sistemine (Supelco, Visiprep) bağlandıktan sonra diatomaceous earth ekstraksiyon kartujları (bond rezervoir, Extrelut - 20) sisteme takılarak paketleme yapılmıştır. Ardından etil asetat ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Oasis kartuşlar HCl ve metanol ile yıkanmış ve metanol/NH₃ karışımı ile elüe edilmiştir. Örnekler analiz gününe kadar -18°C'de bekletilmiştir. Analiz gününden 1 gün önce 50°C'lik etüve alınarak kurutma işlemi gerçekleştirilmiş, ardından 100 µL metanol ilave edilerek karıştırılmış ve HPLC'de okuma yapılmıştır.

3.2.2.g. HPLC Koşulları

HAA'ların miktarları; Diode Array Dedektör (DAD-3000), otosampler (WPS-3000), kolon fırını (TCC-3000) ve pompa (LPG-3400SD) içeren HPLC (Thermo Ultimate 3000, Thermo Scientific, USA) ile belirlenmiştir. Ayırma işlemi 35°C'de ve 0,7mL/dk akış hızında, AcclaimTM 120 C18 3µm (4.6 x 150 mm) Tosoh Bioscience GmbH (Stuttgart, Germany) ters fazlı analitik kolonunda; Solvent A olarak pH'sı 5,0 (%25'lik amonyum hidroksit ile ayarlanmıştır) olan metanol/asetonitril/su/asetik asit (8/14/76/2, v/v/v/v) ve Solvent B olarak asetonitril (%100) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Öz *et al.* 2015). Gradient programı: %0 B, 0-10. dk.; %0-23 B, 11-19. dk.; %100 B, 20-22. dk.; %0 B, 23-33.dk.'dır. Örneklerden 10'ar µL enjeksiyon yapılmıştır. HAA'ların identifikasyonu, UV spektrumları standart olarak bilinen HAA'ların alıkonma süreleri ile örneklerin alıkonma süreleri karşılaştırılarak yapılmıştır. Örneklerdeki HAA'ların konsantrasyonları, farklı konsantrasyonlarda standartların yürütülmesi ile

hesaplanmıştır. Kantitatif belirleme, harici kalibrasyon eğrisi metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3..2.2.h. İstatistiki analiz

Mevcut alışma Tam şansa Bağlı Bloklar Deneme Desenine göre kurulup iki tekerrürlü olarak yrtlmştir. Sonuçlar SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiş, önemli bulunan ortalama değerler arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde Duncan oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Köfte Yapımında Kullanılan Et, Et Yağı ve Köftenin Çeşitli Analiz Sonuçları

Araştırmada materyal olarak kullanılan sığır but kası (*M. gluteus medius*) ve köftenin yağ içeriğini ayarlama da kullanılan aynı karkasa ait et yağı (kaslararası yağ, intermuskular yağ) ile ısıt işlem görmemiş köftelerin su, pH ve TBARS analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Köfte yapımında kullanılan et, et yağı ve ısıt işlem görmemiş köftelere ait çeşitli analiz sonuçları

Tür	n	Su (%)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
Et	2	73,96±0,32 a	5,57±0,01 b	0,87±0,10 a
Et Yağı	2	13,34±0,80 c	6,36±0,29 a	0,25±0,08 b
Köfte	2	66,20±0,20 b	5,66±0,01 b	0,65±0,07 a

n: Örnek sayısı, Ortalama Değer

Araştırmada materyal olarak kullanılan sığır etinin; su, pH ve TBARS değerleri sırasıyla %73,96, 5,57 ve 0,87 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları literatürdeki veriler ile genellikle benzerlik göstermektedir. Sığır but etinin hammadde olarak kullandığı çalışmalarda su, pH ve TBARS değerlerini Öz *et al.* (2017) sırasıyla %72,29, 5,55 ve 0,41 mg MDA/kg olarak, Öz and Çakmak (2016) su ve pH değerlerini sırasıyla %62,16 ve 5,51 olarak, Öz and Zikirov (2015) ise sığır etinin su ve pH değerlerini sırasıyla %72,54 ve 5,56 olarak tespit etmişlerdir.

Araştırmada köftenin yağ içeriğini ayarlama da kullanılan kaslararası et yağının su, pH ve TBARS değerleri sırasıyla %13,34, 6,36 ve 0,25 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Korkmaz (2018) yaptığı çalışmada, köftelerin yağ oranını %15’e ayarlamak için kullandığı kaslararası et yağının su içeriğini %13,34, pH değerini 6,16 ve TBARS değerini ise 0,26 mg MDA/kg olarak belirlemiştir.

Araştırmada materyal olarak kullanılan ve ısıtılmış işlem görmemiş %15 yağlı köftelerin su, pH ve TBARS değerleri sırasıyla %66,20, 5,66 ve 0,65 mg MDA/kg olarak tespit edilmiştir. Korkmaz (2018) yaptığı çalışmada, ısıtılmış işlem görmemiş %15 yağlı köftelerin su içeriğini %67,21, pH değerini 5,71 ve TBARS değerini ise 0,66 mg MDA/kg olarak belirlemiştir. Serdaroglu (2006) yaptığı çalışmada su ve pH değerlerini; %10 yağlı sığır eti köftelerinde sırasıyla %68,5 ve 5,9, %20 yağlı sığır eti köftelerinde ise %61,9 ve 5,9 olarak tespit etmiştir. Yılmaz ve Dağlıoğlu (2003) yaptıkları çalışmada kontrol grubu köftelerde su ve pH değerlerini sırasıyla; %59,5 ve 5,85 olarak bulmuştur. Hastaoğlu y (2017) ise yaptıkları bir çalışmada köftelerin su ve pH içeriklerini sırasıyla %63,96 ve 5,75 olarak belirlemiştir.

Genel olarak mevcut araştırmada elde edilen su, pH ve TBARS değerleri literatürdeki veriler ile benzerlik göstermektedir. Aradaki farklılıkların, hammadde farklılığı, hayvanın yaşı, cinsiyeti, ırkı vb. gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Farklı Soğan Türlerinin Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

Mevcut araştırmada köfte üretiminde kullanılan farklı türdeki (sarı, beyaz ve mor) soğanların serbest radikal giderme aktiviteleri 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Radikal giderme aktiviteleri, serbest radikallerin gıdalarda ve biyolojik sistemlerde zararlı rolü nedeniyle oldukça önemlidir. Serbest radikallerin aşırı oluşumu, gıdalardaki lipidlerin oksidasyonunu hızlandırmakta, neticede gıda kalitesi ile tüketici beğenisini azaltmaktadır (Bursal 2009).

Mevcut araştırmada kullanılan farklı soğan türlerinin DPPH serbest radikal giderme aktivite değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi farklı soğan türlerinin DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri bakımından birbirlerinden istatistiksel olarak farklı olmadıkları ($p>0,05$) görülmektedir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir. Shon *et al.* (2004) beyaz, sarı ve mor soğanların etil asetat ekstraktlarının antioksidan ve serbest radikal giderme aktivitelerini belirledikleri çalışmalarında, ekstraktların antioksidan aktivitelerinin birbirleriyle benzer

olduklarını ve konsantrasyon arttıkça antioksidan aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yaptıkları çalışmada, üç farklı soğan türünün de etil asetat ekstraktlarının benzer miktarda total fenolik madde içerdiğini rapor etmişlerdir. Soğan ekstraktlarının antioksidan etkisinin asıl olarak flavanoidler gibi fenolik maddeler nedeniyle olduğu bilinmektedir (Pietta *et al.* 1998).

Çizelge 4.2. Farklı soğan türlerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Tür	Giderme Aktivitesi (%)
Sarı	12,16±4,12 a
Beyaz	16,39±7,31 a
Mor	21,96±2,19 a

4.3. Köftelerin Su İçeriği Sonuçları

Etin yapısında doğal olarak bulunan su; etin kimyasal özellikleri, tat, aroma, renk gibi fizikokimyasal özellikleri, çeşitli ürünlere işlenebilme özelliği, depolanması, ambalajlanması ve mikrobiyolojik stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kaya 2013). Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu belirlenen ham su içerikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Mevcut çalışmada kontrol grubu köftelerin pişirme öncesi %66,20 olan su içeriği, pişirme işlemi neticesinde beklenildiği gibi azalarak %58,11 olarak belirlenmiştir. Öte yandan, farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin su içeriklerinin ise %54,08-57,17 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin ham su içerikleri

SSE Oranı (%)	Köfte Türü	Su (%) $\pm$ SD
0	Kontrol	58,11 $\pm$ 0,18
0,25	Sarı - SSE	54,55 $\pm$ 0,44
	Beyaz - SSE	56,65 $\pm$ 1,46
	Mor - SSE	55,09 $\pm$ 1,35
0,50	Sarı - SSE	55,85 $\pm$ 1,03
	Beyaz - SSE	54,09 $\pm$ 0,08
	Mor - SSE	54,92 $\pm$ 0,99
0,75	Sarı - SSE	54,22 $\pm$ 1,57
	Beyaz - SSE	57,17 $\pm$ 0,47
	Mor - SSE	54,08 $\pm$ 0,68

SSE: Soğan - su ekstraktı

Piştirme işlemi ile et ve et ürünlerinin su içeriklerinde azalma beklenen bir sonuçtur. del Pulgar *et al.* (2012) ısıtma işlem neticesinde et ve et ürünlerinde görülen su kayıplarının nedenlerini 3 ana maddede açıklamıştır. Bunlar; 1) Piştirme esnasında etteki su buharlaşmaktadır, 2) Isıtma işlem myofibriller proteinlerde şirince neden olmakta ve fibriller arasındaki hacimde ve nihayetinde myofibriller proteinlerin su tutma kapasitesinde azalma olmaktadır, 3) 56-62°C'ler arasındaki sıcaklıklarda perimisyal bağ dokuda görülen büzülme, kas lifi demetlerinin sıkışmasına neden olmakta ve neticede serbest suyun etten uzaklaşması kolaylaşmaktadır.

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köftelerin su içeriği üzerine soğan türünün önemli bir etkisi gözlenmezken ($p>0,05$), soğan - su ekstraktı kullanım oranının çok önemli ($p<0,01$) ve tür x oran etkileşiminin ise önemli ($p<0,05$) etkisi belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sd	KO	F
Tür (T)	2	1,346	1,707
Oran (O)	3	11,233	14,247**
T×O	6	3,731	4,732*
Hata	12	0,788	

Sd: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, *p<0,05, **p<0,01

Köfte üretiminde farklı tür soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı türlere ait soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Köfte üretiminde farklı tür soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Soğan Türü	n	%Su ± SD
Sarı	8	55,68±1,79 a
Beyaz	8	56,50±1,70 a
Mor	8	56,05±1,81 a

n: Örnek sayısı, Ortalama Değer±Standart Sapma

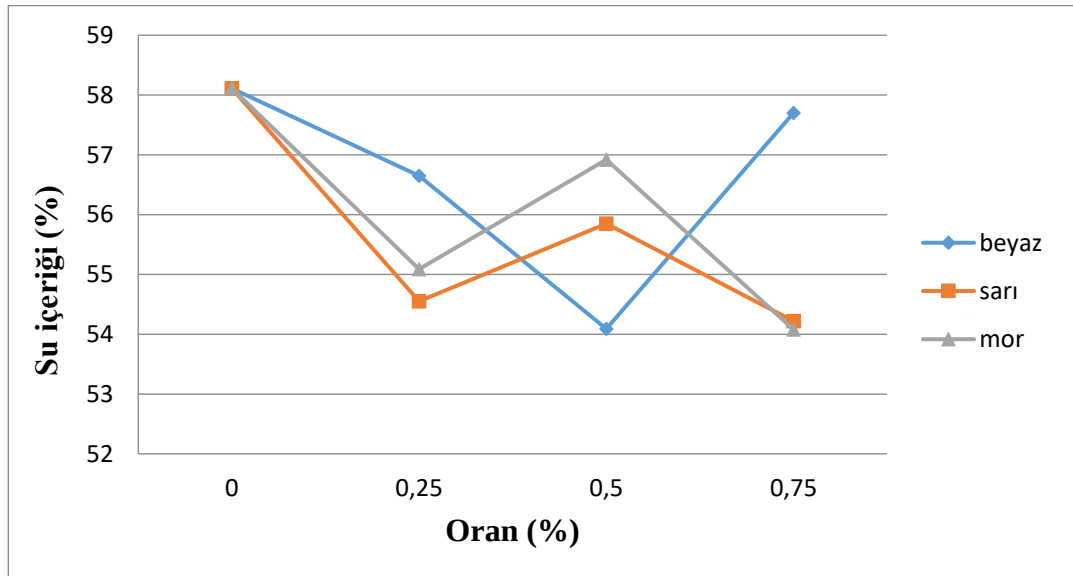
Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilavesinin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla su içeriğini önemli oranda (p<0,05) azaltmış, ancak farklı oranlarda ekstrakt içeren köftelerin su içeriklerinin birbirinden istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlenmiştir. Mevcut araştırmaya zıt olarak, yağsız sığır biftek etine %0,5 soğan tozu ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, et örnekleri 180°C'de 3 dk derin yağda kızartılmış ve soğan kullanımının örneklerin nem içeriğinde artışa neden olduğu ve kontrol grubu

örneklerde %41,11 olarak belirledikleri nem içeriğinin, soğan içeren örneklerde %44,75 olduğu belirtilmiştir (Lu *et al.* 2018). Aradaki farklılığın et yapısı, soğan ürünü kullanım farklılığı ve pişirme yöntem farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilavesinin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

SSE Oranı (%)	n	% Su $\pm$ SD
0	6	58,11 $\pm$ 0,14 a
0,25	6	55,43 $\pm$ 1,33 b
0,50	6	55,62 $\pm$ 1,43 b
0,75	6	55,16 $\pm$ 1,75 b

Tür x Oran interaksiyonunun su içeriği üzerine olan etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı tür ve orandan bağımsız olarak köftelerin su içeriğinde azalmaya neden olmuştur.



Şekil 4.1. Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan kullanım oranı x soğan türü interaksiyonunun su içeriği üzerine olan etkisi

4.4. pH Sonuçları

pH değeri etin kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemli olup, etin rengi, aroması, işlenebilirliği, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı ve mikrobiyolojik faaliyetleri etkilemesinden dolayı raf ömrü üzerinde etkilidir (Kaya 2013).

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu belirlenen ham pH değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Araştırmada, kontrol grubu köftelerin pişirme öncesi 5,66 olan pH değeri, pişirme neticesinde beklenildiği gibi artmış ve 5,87 olarak belirlenmiştir. Araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu belirlenen pH değerleri 5,79-5,92 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.7. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değerleri

SSE Oranı (%)	Köfte Türü	pH $\pm$ SD
0	Kontrol	5,87 $\pm$ 0,00
0,25	Sarı - SSE	5,79 $\pm$ 0,04
	Beyaz - SSE	5,88 $\pm$ 0,01
	Mor - SSE	5,88 $\pm$ 0,02
0,50	Sarı - SSE	5,86 $\pm$ 0,04
	Beyaz - SSE	5,90 $\pm$ 0,06
	Mor - SSE	5,86 $\pm$ 0,04
0,75	Sarı - SSE	5,92 $\pm$ 0,04
	Beyaz - SSE	5,85 $\pm$ 0,03
	Mor - SSE	5,86 $\pm$ 0,01

Et ve et ürünlerinin pişirilmesi neticesinde pH değerlerinin arttığı literatürde de görülmektedir. Nitekim Öz *et al.* (2017) yaptıkları çalışmada, köftelerde 6,09 olarak belirledikleri ısıtıl işlem öncesi pH değerinin, ısıtıl işlem sonrası 6,17’ye yükseldiğini

bulmuşlardır. Girard (1992), pişirme işlemi neticesinde etin pH değerinde görülen artışın sebebinin; imidazol, sülfidril ve hidroksil gruplarını içeren bağların serbest hale gelmesine bağlamaktadır.

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köftelerin pH değeri üzerine soğan türü, kullanım oranı ve tür x oran etkisinin önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sd	KO	F
Tür (T)	2	0,01	0,67
Oran (O)	3	0,01	1,15
T×O	6	0,03	3,15
Hata	12	0,01	

Farklı tür soğan - su ekstraktı ilavesinin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı türlere ait soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin pH değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı tür soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Soğan Türü	n	pH $\pm$ SD
Sarı	8	5,86 $\pm$ 0,06 a
Beyaz	8	5,88 $\pm$ 0,03 a
Mor	8	5,87 $\pm$ 0,02 a

Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilavesinin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin pH değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Mevcut araştırmaya bezer şekilde Lu *et al.* (2018) yaptığı çalışmada sığır etine soğan tozu ilavesinin kontrol grubu köftelere kıyasla pH değerini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.10. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

SSE Oranı (%)	n	pH $\pm$ SD
0	6	5,87 $\pm$ 0,00 a
0,25	6	5,85 $\pm$ 0,05 a
0,50	6	5,87 $\pm$ 0,04 a
0,75	6	5,88 $\pm$ 0,04 a

Rico *et al.* (2009) %2,5 oranında çekilmiş soğan ilave ettikleri sığır eti köftelerinde örneklerin pH değerinin genellikle soğan ilavesinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada araştırmacılar soğan ilavesiz ve pişirilmemiş köftelerde depolamanın ilk gününde 5,47 olarak belirledikleri pH değerini soğan ilaveli örneklerde 5,55 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca depolama boyunca örneklerin tamamının pH değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

4.5. Pişirme Kaybı Sonuçları

Pişirme işlemi et ve et ürünlerinden özellikle çiğ olarak tüketilenler hariç diğerlerine tüketimden önce uygulanan bir ısıtma işlemidir. Pişirme işlemi ile ürüne lezzet kazandırılmasının yanı sıra güvenilir bir ürün elde edilmekte ve aynı zamanda usulüne uygun olarak yapılan ısıtma işlemi ile patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu sağlanarak etin hijyenik kalitesi artmakta ve neticede ürünün raf ömrü uzamaktadır. Ayrıca pişirme işlemi süresi boyunca protein denatürasyonu ile sindirilebilirlik

artmakta, ancak besin değerinde çeşitli değişimler görülebilmektedir (García-Arias *et al.* 2003; Gerber *et al.* 2009).

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu belirlenen ham pişirme kaybı değerleri izelge 4.11’de verilmiştir. Araştırmada, kontrol grubu köftelerde %33,27 olarak belirlenen pişirme kaybının farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerde %32,78-37,39 arasında değiştiği belirlenmiştir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirme kayıplarının literatürdeki veriler ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Nitekim Jinap *et al.* (2015), farklı baharatlarla marine ettikleri ve 68-73°C i sıcaklığa kadar pişirdikleri sığır etinde pişirme kaybının %29,28-39,16 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bilek and Turhan (2009) yaptıkları çalışmada elektrikli ızgara kullanarak 10 dk pişirdikleri kontrol grubu köftelerde pişirme kaybının %30,16-38,56 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.11. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değerleri

SSE Oranı (%)	Köfte Türü	Pişirme Kaybı $\pm$ SD
0	Kontrol	33,27 $\pm$ 0,28
0.25	Sarı- SSE	37,10 $\pm$ 0,46
	Beyaz - SSE	34,19 $\pm$ 1,97
	Mor - SSE	36,80 $\pm$ 0,54
0.50	Sarı - SSE	35,25 $\pm$ 1,88
	Beyaz - SSE	37,39 $\pm$ 1,04
	Mor - SSE	32,78 $\pm$ 0,08
0,75	Sarı - SSE	36,09 $\pm$ 2,17
	Beyaz - SSE	33,67 $\pm$ 1,46
	Mor - SSE	37,05 $\pm$ 0,03

Rodriguez-Estrada *et al.* (1997) pişirme işlemi sonunda et ürünlerinin ağırlıklarında azalma olduğunu ve etten uzaklaşan temel bileşenin su olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, ısıtma işlemi neticesinde etten uzaklaşan tek bileşenin su olmadığı, suyun etten uzaklaşırken beraberinde suda çözünen birtakım maddeleri de uzaklaştırdığı bilinmektedir (del Pulgar *et al.* 2012).

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine soğan türü, kullanım oranı ve tür x oran interaksiyonunun önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı üzerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sd	KO	F
Tür (T)	2	1,28	0,954
Oran (O)	3	8,86	6,608
T×O	6	6,85	5,113
Hata	12	1,34	

Farklı tür soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı türlere ait soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tür soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Soğan Türü	n	Pişirme Kaybı $\pm$ SD
Sarı	8	35,43 $\pm$ 1,86 a
Beyaz	8	34,63 $\pm$ 2,01 a
Mor	8	34,97 $\pm$ 2,11 a

Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilavesinin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla pişirme kaybı değerini artırmış, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Mevcut araştırmada, köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla su içeriğini azaltmış, ancak bu azalış kullanım oranları (%0,25, 0,50 ve 0,75) arasında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu nedenle de köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla pişirme kaybının yüksek olmasına neden olmuş olabilir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir. Lu *et al.* (2018) yaptığı çalışmasında sığır etine soğan tozu ilavesinin pişirme kaybı değerini artırdığını, kontrol grubu örneklerde %25,59 olan pişirme kaybının soğan tozu ilaveli örneklerde %27,09'a arttığını, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

SSE Oranı (%)	n	Pişirme Kaybı $\pm$ SD
0	6	33,27 $\pm$ 0,22 a
0,25	6	36,03 $\pm$ 1,71 a
0,50	6	35,14 $\pm$ 2,28 a
0,75	6	35,60 $\pm$ 1,95 a

4.6. TBARS Sonuçları

Oksidasyon etteki en önemli sorunlardan birisidir. Et ve et ürünlerindeki lipid oksidasyonu çoğunlukla TBARS analizi ile belirlenmektedir (Houben *et al.* 2002; Ferioli *et al.* 2008). TBARS içeriğinin etin kalitesinin bozulması ve potansiyel olarak toksik bileşiklerin oluşumu ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Juárez *et al.* 2010).

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu belirlenen ham TBARS değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Kontrol grubu köftelerde pişirme öncesi 0,65 mg MDA/kg olan TBARS değeri pişirme işlemi neticesinde beklenildiği gibi artmış ve 1,54 mg MDA/kg değerine ulaşmıştır. Araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi sonucu TBARS değerlerinin 1,17-2,00 mg MDA/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin TBARS değerleri

SSE Oranı (%)	Köfte Türü	TBARS (mg MDA / kg) $\pm$ SD
0	Kontrol	1,54 $\pm$ 0,01
0.25	Sarı- SSE	1,17 $\pm$ 0,35
	Beyaz - SSE	1,39 $\pm$ 0,03
	Mor - SSE	2,00 $\pm$ 0,11
0.50	Sarı - SSE	1,27 $\pm$ 0,03
	Beyaz - SSE	1,65 $\pm$ 0,25
	Mor - SSE	1,68 $\pm$ 0,23
0,75	Sarı - SSE	1,87 $\pm$ 0,51
	Beyaz - SSE	1,66 $\pm$ 0,03
	Mor - SSE	1,79 $\pm$ 0,07

Kontrol grubu ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi köftelerin TBARS değeri üzerine soğan türü, kullanım oranı ve tür x oran interaksiyonunun önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Kontrol grubu ve farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin TBARS değeri üzerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sd	KO	F
Tür (T)	2	0,17	4,054
Oran (O)	3	0,09	2,087
T×O	6	0,11	2,508
Hata	12	0,04	

Köfte üretiminde farklı tür soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi köfte üretiminde farklı türlere ait soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Yapılan mevcut araştırmada köfte üretiminde kullanılan farklı türlere ait soğanların antioksidan aktivitelerinin de istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.17. Köfte üretiminde farklı türde soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Soğan Türü	n	TBARS(mg MDA/kg) ± SD
Sarı	8	1,46±0,37 a
Beyaz	8	1,56±0,15 a
Mor	8	1,75±0,21 a

Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Köfte üretiminde %0,25 ve %0,50 soğan - su ekstraktı kullanımının kontrol

grubu köftelere kıyasla TBARS değerini düşürdüğü, buna karşın %0,75 soğan - su ekstraktı kullanımının ise kontrol grubu köftelere kıyasla TBARS değerini artırdığı belirlenmiştir, ancak soğan - su ekstraktı oranına bağlı olarak TBARS değerinde görülen bu azalış ve artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Nitekim antioksidan özellikteki maddelerin, antioksidan veya prooksidan etki göstermesinin, konsantrasyon, yapı, kullanılan test sistemi ve substrata bağlı olarak *in vitro* ve *in vivo* sistemlerde değişebildiği pek çok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır (Yoshino and Murakami 1995; Maurya and Devasagayam 2010).

Sıcaklık, oksijen, ışık, çeşitli katalizörler vb. gibi birçok faktörün oksidasyona etki ettiği bilinmektedir. Öte yandan et ve et ürünlerindeki oksidasyonun asıl nedeninin pişirme işlemi olduğu belirtilmektedir. Pişirme işlemi, oksimiyoglobinden oksijenin serbest hale gelmesine izin veren enzimleri inaktif hale getirdiği gibi hücresel yapıyı da tahrip etmektedir. İlaveten pişirme işlemi oksidasyonu kolaylaştıran hem demir nedeniyle de TBARS değerinde artışa neden olmaktadır. Soğanın sahip olduğu yüksek kuarsetin içeriğinden dolayı antioksidan özellik gösterdiği bilinmesine karşın (Nuutila *et al.* 2003; Rico *et al.* 2009), mevcut araştırmada uygulanan işlem koşullarının soğanın bu antioksidan özelliğini yitirmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.18. Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

SSE Oranı (%)	n	TBARS (mg MDA/kg) $\pm$ SD
0	6	1,54 $\pm$ 0,01 a
0,25	6	1,52 $\pm$ 0,42 a
0,50	6	1,53 $\pm$ 0,25 a
0,75	6	1,77 $\pm$ 0,25 a

Mevcut araştırmada elde edilen sonuçlar soğanın önemli oranda antioksidan madde içermesine karşın bu antioksidan maddelerin ısıtılma işlemi ile tahrip olduğunu göstermektedir. Zira yapılan bazı çalışmalarda, antioksidan ilavesi ile oksidasyonun

geciktirilebildiği ancak çoğu antioksidanın pişirme işlemi esnasında buharlaşması ve/veya dekompozisyonu nedeniyle etkilerinin azalabileceği belirtilmektedir (Onal-Ulusoy *et al.* 2005; Choe and Min 2007). İlâveten mevcut araştırmada köfte üretiminde kullanılan farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktının köftelere ilavesinin ardından birkaç saat içerisinde pişirilmesi nedeniyle bu ekstraktların köfteye tam olarak nüfuz edememesi de etkili olabilmektedir. Zira literatürde et ürünlerine soğan ürünleri ilavesinin et ürünlerinin depolanması neticesinde daha etkili sonuç verdiğini gösteren araştırmalarda mevcuttur (Rico *et al.* 2009; Kim *et al.* 2009; Yang *et al.* 2011).

Rico *et al.* (2009) köfte üretiminde soğan kullanımının köftelerin çeşitli kalite kriterleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, köftelerin TBARS değerlerinin soğan ilavesinden etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar soğan ilavesiz ve pişirilmemiş köftelerde depolamanın ilk gününde 0,40 mg MDA/kg olarak belirledikleri TBARS değerini soğan ilaveli örneklerde 0,38 mg MDA/kg olarak belirlemişler ve aralarında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadığını, ayrıca depolama boyunca örneklerin tamamının TBARS değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Yang *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada, ısı işlem görmemiş soğan ilaveli köftelerin ancak 7 gün aerobik depolamadan sonra (4°C) antioksidan etki göstermeye başladığını bildirmişlerdir. İlâveten soğanın dış tabakasının enzimatik olmayan lipid peroksidasyonuna karşı etkili antioksidanlar olan kuarsetin, kuarsetin glikozit ve onların oksidadif ürünlerini daha fazla miktarda içerdiği belirtilmektedir (Nuutila *et al.* 2003; Kim *et al.* 2009).

Sığır etinde okside tat-aromanın panelistler tarafından algılanmasında TBARS değerinin eşik değerinin 2 mg MDA/kg olduğu belirtilmektedir (Verma and Sahoo 2000; Humada *et al.* 2014). Öte yandan Lepper - Blilie *et al.* (2014)'e göre White *et al.* (1988)'de 6,3 mg MDA/kg veya altındaki TBARS değerlerine sahip sığır etinin panelistler tarafından kötü olarak değerlendirilmediğini belirtmişlerdir. Bu sonuca göre mevcut araştırmada elde edilen en yüksek TBARS değeri bile bu eşiğin altında kalmıştır.

4.7. Heterosiklik Aromatik Amin İçeriği Sonuçları

4.7.1. Geri kazanımlar

Mevcut araştırmada heterosiklik aromatik aminlerin geri kazanım miktarlarını belirlemek için standart ilave yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla ısıl işlem görmemiş köftelere bilinen konsantrasyonlarda (10, 7,5, 5, 2,5 ve 1 ng/g) heterosiklik aromatik amin standartlarından ilave edilmiştir, ardından pişirilmiş örneklerde olduğu gibi ekstraksiyon ve HPLC’de okuma yapılmıştır. LOD (limit of detection = 3) ve LOQ (limit of quantification = 10) değerleri ise belirli konsantrasyonlardaki heterosiklik aromatik aminlerin standartlarının Sinyal/Gürültü (S/N) oranlarına göre hesaplanmıştır. HAA’ların geri kazanım oranları ile LOD ve LOQ değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Hesaplanan değerlerin literatürdeki veriler ile karşılaştırıldığında paralellik gösterdiği tespit edilmiştir (Felton *et al.* 1994; Knize *et al.* 1994).

Çizelge 4.19. Analiz yapılan HAA’ların geri kazanımları, LOD ve LOQ değerleri

HCA	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)	Recovery (%)
IQx	0,004	0,013	61,08
IQ	0,009	0,029	36,21
MeIQx	0,024	0,081	62,45
MeIQ	0,014	0,047	28,94
7,8-DiMeIQx	0,005	0,018	58,24
4,8-DiMeIQx	0,008	0,025	59,29
PhIP	0,025	0,085	82,15
AαC	0,012	0,039	63,17
MeAαC	0,010	0,035	26,52

4.7.2. HAA içerikleri

Araştırmada kontrol grubu köfteler ile farklı tür (sarı, beyaz ve mor) ve oranlarda (%0,25, 0,50 ve 0,75) soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin heterosiklik aromatik amin miktarları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Analizi yapılan örneklerin hiçbirinde MeIQx, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx, PhIP, AαC ve MeAαC bileşikleri tespit edilemezken (nd), IQx ve IQ bileşikleri ise bazı örneklerde tespit edilememiş (nd), bazı örneklerde ise tespit edilmiş ancak miktarları belirlenememiştir (nq). Öte yandan, MeIQ bileşiği örneklerin tamamında bulunmuş, kontrol grubu örneklerde ise miktarı belirlenememiştir (nq). Her bir bileşik aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Çizelge 4.20. Farklı tür ve oranlarda soğan ekstraktı ilave edilen köftelerin pişirilmesi sonucu oluşan heterosiklik aromatik amin miktarları (ng/g)

Tür	Oran (%)	IQx	IQ	MeIQx	MeIQ	7,8-DiMeIQx	4,8-DiMeIQx	PhIP	AαC	MeAαC	Toplam HAA
Kontrol	0	nq	nq	nd	nq	nd	nd	nd	nd	nd	nq
Sarı	0,25	nq	nd	nd	0,05	nd	nd	nd	nd	nd	0,05
	0,50	nq	nd	nd	0,06	nd	nd	nd	nd	nd	0,06
	0,75	nq	nd	nd	0,07	nd	nd	nd	nd	nd	0,07
Beyaz	0,25	nd	nd	nd	0,05	nd	nd	nd	nd	nd	0,05
	0,50	nd	nd	nd	0,09	nd	nd	nd	nd	nd	0,09
	0,75	nq	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	0,1
Mor	0,25	nq	nq	nd	0,05	nd	nd	nd	nd	nd	0,05
	0,50	nq	nq	nd	0,06	nd	nd	nd	nd	nd	0,06
	0,75	nq	nq	nd	0,08	nd	nd	nd	nd	nd	0,08

nd: Tespit edilemedi (nd=LOD >...), nq: Miktarı belirlenemedi (nq=LOD<...<LOQ)

4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri

IQ_x bileşiği literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerden sadece %0,25 ve %0,50 beyaz soğan - su ekstraktlı köftelerde IQ_x bileşiği belirlenemezken, kontrol grubu köfteler de dahil diğer köftelerin tamamında IQ_x bileşiği belirlenmiş, ancak miktarı tespit edilebilir sınırın (<0,013 ng/g) altında kalmıştır. Benzer şekilde, literatürde IQ_x bileşiğinin et ve et ürünlerinde belirlenemediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Nitekim, 275°C'lik fırında 30 dk pişirilen tavuk göğüs eti, hindi eti, domuz eti ve balık etinde (Pais *et al.* 1999), 175°C'de 10 dk pişirilen sığır etinde (Skog *et al.* 2000), 180-200°C'lik teflon tavada 8 dk pişirilen sığır etinde (Melo *et al.* 2008), mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 150-200°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 9 dk pişirilen sığır etinde (Öz *et al.* 2016) IQ_x bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 150°C'lik fırında 5-10 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 0,03-0,06 ng/g arasında (Demir 2017), 75°C'de 10 dk sous - vide yöntemi ile pişirilen sığır etlerinde 0,06 ng/g, 85 °C'de 12 dk sous - vide yöntemi ile pişirilen sığır etlerinde 0,16 ng/g ve 95°C'de 13 dk sous - vide yöntemi ile pişirilen sığır etlerinde 0,14 ng/g kadar (Öz and Zikirov 2015), 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır eti örneklerinde ise 1,54-3,48 ng/g arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017) IQ_x bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.4. Örneklerin IQ içeriği

IQ bileşiği literatürde sık çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı oranlarda sarı ve beyaz soğan - su ekstraktlı köftelerde IQ bileşiği belirlenemezken, kontrol grubu köfteler ile mor soğan - su ekstraktı katılan köftelerin tamamında IQ bileşiği belirlenmiş, ancak miktarı tespit edilebilir sınırın (<0,029 ng/g) altında kalmıştır. Benzer şekilde literatürde IQ bileşiğinin belirlenemediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Nitekim, 230°C'lik ızgarada pişirilen soğan katılmış sığır etlerinde (Dong 2011), mangalda 75°C'lik iç sıcaklığa kadar pişirilen sığır etinde (Viegas *et al.* 2012),

mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 65-85°C'de sous - vide yöntemi ile orta ve iyi seviyede pişirilen alabalık filetosunda (Öz and Seyyar 2016), 150-200°C'de ısıtıcı plaka üzerinde 9 dk pişirilen sığır etinde (Öz and Çakmak 2016) IQ bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,18-0,66 ng/g arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017), 180-280°C'lik ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,39-2,01 ng/g arasında (Szterk 2015), 175-225°C'lik elektrikli ızgarada 6-10 dk pişirilen köftelerde 0,7-5,3 ng/g arasında (Balogh *et al.* 2000), 180°C'lik derin yağda 3 dk pişirilen sığır etinde 2,46-11,29 ng/g arasında (Lu *et al.* 2018), 300°C'de ızgarada 4 dk pişirilen sığır etinde 6,35-11,43 arasında (Jinap 2015) IQ bileşiği tespit edilmiştir. Buna karşın, literatürde pişmiş et ve et ürünlerinde çok daha yüksek seviyelerde IQ bileşiğinin belirlendiğini gösteren araştırmalar da bulunmaktadır. Nitekim, Keşkekoğlu ve Üren (2014), 180°C'lik tavada 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 44,65-60,69 ng/g arasında, 150°C'lik 5 dk derin yağda kızarttıkları sığır eti köftelerinde 67,91-122,80 ng/g arasında, 180°C'lik fırında 27 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 126,71-139,21 ng/g arasında ve 280°C'lik mangalda 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 188,71-303,06 ng/g arasında IQ bileşiği tespit etmişlerdir.

4.7.5. Örneklerin MeIQx içeriği

MeIQx bileşiği literatürde sık çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde MeIQx bileşiği belirlenememiştir. Benzer şekilde literatürde MeIQx bileşiğinin belirlenemediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Nitekim, 150-200°C'de ısıtıcı plaka üzerinde 9 dk pişirilen sığır etinde (Öz *et al.* 2016), 150-250°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde (Korkmaz 2018) MeIQx bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 230°C'lik ızgarada 5 dk pişirilen etlerde 0,06-0,43 ng/g arasında (Gibis 2007), 300°C'lik ızgarada 4 dk pişirilen sığır etinde 0,3-1,0 ng/g arasında (Jinap 2015), 175-225°C'lik elektrikli ızgarada 6-10 dk pişirilen köfte örneklerinde 0,5-4,2 ng/g arasında (Balogh *et al.* 2000), 200°C'lik tavada 6 dk pişirilen pirzola ve 200°C'lik elektrikli fırında 34 dk pişirilen pirzolada sırasıyla 0,5-2,62, 1,40-4,58, 3,71-5,27 ng/g

arasında (Janozska 2010), 150-250°C’de tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,68-2,20 ng/g arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017), mangalda 75°C’lik iç sıcaklığa kadar pişirilen sığır etinde 0,69-1,63 ng/g arasında (Viegas *et al.* 2012), 65-85°C’de iyi ve orta derecede sous - vide yöntemi pişirilen alabalık filetosunda 1,28-5,66 ng/g arasında (Öz and Seyyar 2016), 180-280°C’lik elektrikli ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 2,39-7,20 ng/g arasında (Szterk 2015), 200°C’lik teflon tavada 8 dk pişirilen sığır etinde 3,6-4,9 ng/g arasında (Quelhas *et al.* 2010), 200°C’lik ızgarada 20 dk pişirilen sığır etinde, 223°C’lik ızgarada 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 5,15-16,02 ng/g arasında (Sabally *et al.* 2016), 180°C’lik tavada 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 13,05 ng/g arasında, 180°C’lik fırında 27 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 29,55-30,21 ng/g arasında, 150°C’lik derin yağda 5 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 29,72-12,90 ng/g arasında 280°C’lik mangalda 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 15,18-35,21 ng/g arasında (Keşkekoğlu and Üren 2014) MeIQx bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.6. Örneklerin MeIQ içeriği

MeIQ bileşiği literatürde sık çalışılan HAA’lardan birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin tamamında MeIQ bileşiği belirlenmiştir. Kontrol grubu köftelerde MeIQ bileşiği tespit edilmiş, fakat miktarı belirlenememiştir (nq). Soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerde tür ve oran artışına paralel olarak MeIQ içeriğinin artış gösterdiği ve miktarının 0,05-0,1 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin MeIQ içeriğinde artışa yol açması oldukça dikkat çekicidir. Öte yandan, Lu *et al.* (2018) de yaptıkları çalışmada soğan tozu ilave ettikleri köftelerin pişirilmesi sonucu, kontrol grubuna kıyasla MeIQ miktarında artış tespit etmiş ve sebebini soğan da bulunan karbonhidratların (indirgen şeker) neden olduğu Maillard reaksiyonu ile açıklamıştır. Nitekim soğanın genellikle %5,2-9 arasında karbonhidrat içerdiği ve soğanın kuru madde içeriğinin büyük bir kısmının (%60-80) yapısal olmayan karbonhidratlardan (glukoz, fruktoz, sukroz ve fruktanlar) oluştuğu bildirilmektedir (Bogevska *et al.* 2016).

Maillard reaksiyonun IQ-tipi heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunda önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Jägerstad *et al.* 1983; Skog *et al.* 1998). Jägerstad *et al.* (1983) çığ ette bulunan kreatin, serbest aminoasitler ve heksozların IQ-tipi bileşiklerin prekürsörleri olduklarını bildirmiştir. IQ-tipi bileşiklerin aminoimidazo kısmının kreatinden oluştuğu, molekülün kalan kısımlarının ise heksozlar ve aminoasitler arasındaki Maillard reaksiyonunda oluşan piridin veya pirazin gibi Strecker degradasyon ürünlerinden kaynaklandığı ve aldol kondensasyonunun ise bu iki kısmı birleştirdiği düşünülmektedir (Skog *et al.* 1998). IQ ve MeIQ bileşiklerinin; alkilpiridin serbest radikalleri ve kreatinin reaksiyonundan, buna karşın MeIQx ve 4,8-DiMeIQx bileşiklerinin ise; dialkilpirazin serbest radikalleri ve kreatinin reaksiyonundan oluşturduğu belirtilmektedir (Jägerstad *et al.* 1983; Pearson *et al.* 1992). İlâveten aminoasitlerin de IQ-tipi heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunda önemli rol aldığı bilinmektedir (Jägerstad *et al.* 1983). Model sistemde yapılan çalışmalar; alanin aminoasidinin MeIQ bileşiğinin, prolin aminoasidinin ise IQ bileşiğinin prekürsörü olduğunu göstermektedir (Jägerstad *et al.* 1983; Yoshida *et al.* 1984; Skog *et al.* 1998). Mevcut araştırmada, kontrol grubu köftelerde MeIQ bileşiği tespit edilmiş ancak miktarı belirlenemezken, soğan - su ekstraktı içeren köftelerin tamamında MeIQ bileşiği belirlenmiştir. Bunun nedeninin soğanda bulunan ve MeIQ bileşiğinin bir prekürsörü olan alanin aminoasidi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Nitekim, Danimarka Ulusal Gıda Enstitüsü soğanın alanin içeriğini 35 mg/100 g olarak belirtirken prolin içeriğini ise 21 mg/100 g olarak belirtmiştir (Anonymous 2018).

Literatürde MeIQ bileşiğinin belirlenemediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Nitekim, 175-225°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 15 dk pişirilen sığır eti köftelerinde (Öz and Kaya 2011), 150-200°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 9 dk pişirilen sığır etinde (Öz *et al.* 2016), 65-85°C'de orta ve iyi seviyede sous - vide yöntemi ile pişirilen alabalık filetosunda (Öz and Seyyar 2016), 150-250°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde (Korkmaz 2018) MeIQ tespit edilememiştir. Öte yandan; 175-225°C'lik ızgarada 6-10 dk pişirilen köfte örneklerinde 0,1-3,5 ng/g arasında (Balogh *et al.* 2000), 230°C'lik ızgarada pişirilen soğan katılmış sığır etlerinde 0,78-19,48 ng/g arasında (Dong 2011), 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde 2,02-6,35 ng/g

arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017) 180-280°C'lik ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 2,13-5,33 ng/g arasında (Szterk 2015), 180°C'lik derin yağda 3 dk pişirilen sığır etlerinde 3,03-18,09 ng/g arasında (Lu *et al.* 2018), 200°C'lik ızgarada 20 dk pişirilen sığır eti, 200°C'lik teflon tavada 6 dk pişirilen pirzola ve 200°C'lik elektrikli fırında 34 dk pişirilen pirzolada sırasıyla nq-6,23, 4,49-6,97, 5,27 ng/g arasında (Janowska 2010) MeIQ bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içeriği

7,8-DiMeIQx bileşiği de literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde literatürde 7,8-DiMeIQx bileşiğinin tespit edilemediği başka çalışmalar da mevcuttur. Nitekim, 225°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 5-10 dk pişirilen sığır etinde (Turesky *et al.* 1998), 175°C'de 10 dk pişirilen sığır etinde (Skog *et al.* 2000), 230°C'lik ızgarada pişirilen soğan katılmış sığır etlerinde (Dong 2011), mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 150-200°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 9 dk pişirilen sığır etinde (Öz *et al.* 2016), 65-85°C'de orta ve iyi seviyede sous - vide yöntemi ile pişirilen alabalık filetosunda (Öz and Seyyar 2016), 200°C'lik ızgarada 1,5-2 dk pişirilen sığır etlerinde (Öz and Yüzer 2016), 150-250°C'lik ısıtıcı plaka üzerinde 8 dk pişirilen köftelerde (Korkmaz 2018) 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 200°C'lik mangalda 1,5-2 dk pişirilen sığır etinde nd-0,08 ng/g arasında (Öz and Yüzer 2016), 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,01-0,04 ng/g arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017), 150-250°C'lik ısıtıcı plakada 9 dk pişirilen sığır etinde nd-0,15 ng/g arasında (Öz *et al.* 2016), orta derecede pişirilen kebablarda 0,16 ng/g (Borgen and Skog 2004), 160-220°C'lik tavada 14 dk pişirilen tavuk eti örneklerinde 0,2-1,05 ng/g arasında (Klassen *et al.* 2002) 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içeriği

4,8-DiMeIQx literatürde sık çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde literatürde 4,8-DiMeIQx bileşiğinin tespit edilemediği başka çalışmalar da mevcuttur. Niteim, 200°C'lik ızgarada 20 dk pişirilen sığır eti, 200°C'lik teflon tavada 6 dk pişirilen pirzola ve 200°C'de elektrikli fırında 34 dk pişirilen pirzolada (Janozska 2010), 230°C'lik ızgarada pişirilen soğan ilave edilmiş sığır etlerinde (Dong 2011), mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 180°C'lik tavada 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 180°C'lik fırında 27 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 150°C'de derin yağda 5 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 280°C'de mangalda 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde (Keşkekoğlu and Üren, 2014) 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 230°C'lik ızgarada 5 dk pişirilen sığır etlerinde 0,02-0,18 ng/g arasında (Gibis 2007), 150-250°C'de tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,08-1,19 ng/g arasında (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017), orta derecede pişirilen kebablarda 0,09-0,22 ng/g arasında (Borgen and Skog 2004), 180-280°C'de ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,14-5,35 ng/g arasında (Szterk 2015), mangalda 75°C'lik iç sıcaklığa kadar pişirilen sığır etinde 0,69-1,63 ng/g arasında (Viegas *et al.* 2012), 175-225°C'lik elektrikli ızgarada 6-10 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 0,8-4,8 ng/g arasında (Balogh *et al.* 2000), 200°C'lik teflonda 8 dk pişirilen sığır etinde 1,3-2,4 ng/g arasında (Quelhas *et al.* 2010), 98°C'lik paslanmaz çelik tencerede pişirilen sığır etinde 1,48-3,92 ng/g arasında (Lan *et al.* 2004), 200°C'lik teflon tavada 6 dk pişirilen pirzola 1,62-1,74 ng/g arasında (Janozska 2010), 223°C'lik ızgarada 20 dk pişirilen köftelerde 1,92-4,38 ng/g arasında (Sabally *et al.* 2016), 190°C'de tavada 6-13 dk pişirilen sığır etinde 2,0-4,9 ng/g arasında (Gross 1990), 180°C'de derin yağda 3 dk pişirilen sığır etinde 4,72-19,90 ng/g arasında (Lu *et al.* 2018) 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.9. Örneklerin PhIP içeriği

PhIP literatürde çok çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde PhIP bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde literatürde PhIP bileşiğinin tespit edilemediği gösteren başka çalışmalar da mevcuttur. Nitekim, 175°C'de 10 dk pişirilen sığır etinde (Skog *et al.* 2000), mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 180°C'de tavada 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 180°C'lik fırında 27 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 150°C'lik derin yağda 5 dk pişirilen sığır eti köftelerinde, 280°C'lik mangalda 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde (Keşkekoğlu and Üren 2014), 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017) PhIP bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; 180-280°C'lik ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,16-8,22 ng/g arasında (Szterk 2015), orta derecede pişirilen kebablarda 0,22-0,25 ng/g arasında (Borgen and Skog 2004), 200°C'lik derin yağda 20 dk pişirilen sığır etinde 0,38-1,88 ng/g arasında (Damašius *et al.* 2011), 180°C'lik tavada 8 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 0,42-1,11 ng/g arasında, 180°C'lik fırında 27 dk boyunca pişirilen sığır eti köftelerinde 0,48-0,57 ng/g arasında, 150°C'lik derin yağda 5 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 0,51-0,69 ng/g arasında, 280°C'lik mangalda 20 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 0,39-1,23 ng/g arasında (Keşkekoğlu and Üren 2014), 180-200°C'lik ızgarada 12 dk pişirilen sığır etinde 1,1 ng/g (Busquets *et al.* 2007), 98°C'de paslanmaz çelik tencerede pişirilen sığır etinde 1,33-7,36 ng/g arasında (Lan *et al.* 2004), 223°C'lik ızgarada 20 dk pişirilen köftelerde 1,78-10,41 ng/g arasında (Sabally *et al.* 2016), 200°C'lik ızgarada 20 dk pişirilen ette ve 200°C'lik teflon tavada 6 dk pişirilen pirzolada sırasıyla 1,87-4,59, nd-1,52 ng/g arasında (Janozska 2010), 180°C'lik derin yağda 3 dk pişirilen sığır eti köftelerinde 2,79-13,85 ng/g arasında (Lu *et al.* 2018), 175°C'de 10 dk pişirilen sığır etinde nd-14 ng/g arasında (Skog *et al.* 2000) 200°C'lik teflonda 8 dk pişirilen sığır etinde 8,8-33,8 ng/g arasında (Quelhas *et al.* 2010) PhIP bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.10 Örneklerin A α C içeriği

A α C bileşiği literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde A α C bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde literatürde A α C bileşiğinin tespit edilemediği gösteren başka çalışmalar da mevcuttur. Nitekim mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 150-250°C'lik tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017), 150-250°C'de ısıtıcı plaka üzerinde 8 dk pişirilen köftelerde (Korkmaz 2018) A α C bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; orta derecede pişirilen kebaplarda 0,12-0,52 ng/g arasında (Borgen and Skog 2004), 180-280°C'lik ızgarada 7-10 dk pişirilen sığır etlerinde 0,36-0,54 ng/g arasında (Szterk 2015), mangalda 75°C'lik iç sıcaklığa kadar pişirilen sığır etinde 1,44-1,54 ng/g arasında (Viegas *et al.* 2012), 200°C'lik teflon tavada 8 dk pişirilen sığır etinde 2,2-14,7 ng/g arasında (Quelhas *et al.* 2010), 175°C'de 10 dk pişirilen sığır etinde nd-17 ng/g arasında (Skog *et al.* 2000) A α C bileşiği tespit edilmiştir.

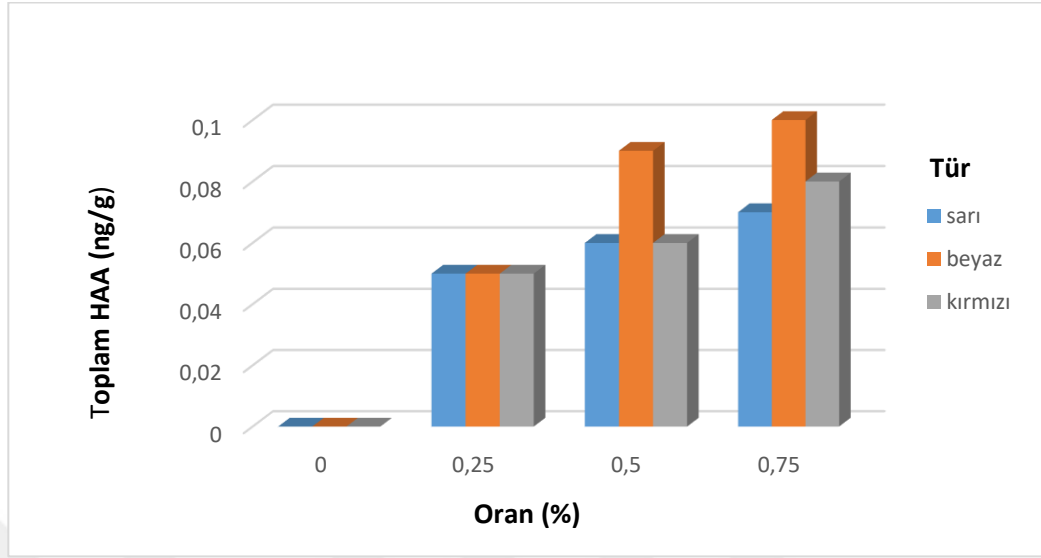
4.7.11. Örneklerin MeA α C içeriği

MeA α C bileşiği literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek pişirilen köftelerin hiçbirinde MeA α C bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde literatürde MeA α C bileşiğinin tespit edilemediğini gösteren başka çalışmalar da mevcuttur. Nitekim, mikrodalgada ön pişirme uygulanan ardından 175°C'lik derin yağda 3,5-8,5 dk pişirilen tavuk baget eti ve tavuk kanat etinde (Haskaraca *et al.* 2012), 150-250°C'de tavada 10 dk pişirilen sığır etlerinde (Tengilimoğlu - Metin and Kızıl 2017) MeA α C bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan; orta derecede pişirilen kebaplarda 0,06-0,16 ng/g arasında (Borgen and Skog 2004), mangalda 75°C'lik iç sıcaklığa kadar pişirilen sığır etlerinde 0,49-0,52 ng/g arasında (Viegas *et al.* 2012) MeA α C bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.12. Örneklerin toplam heterosiklik aromatik amin içerikleri

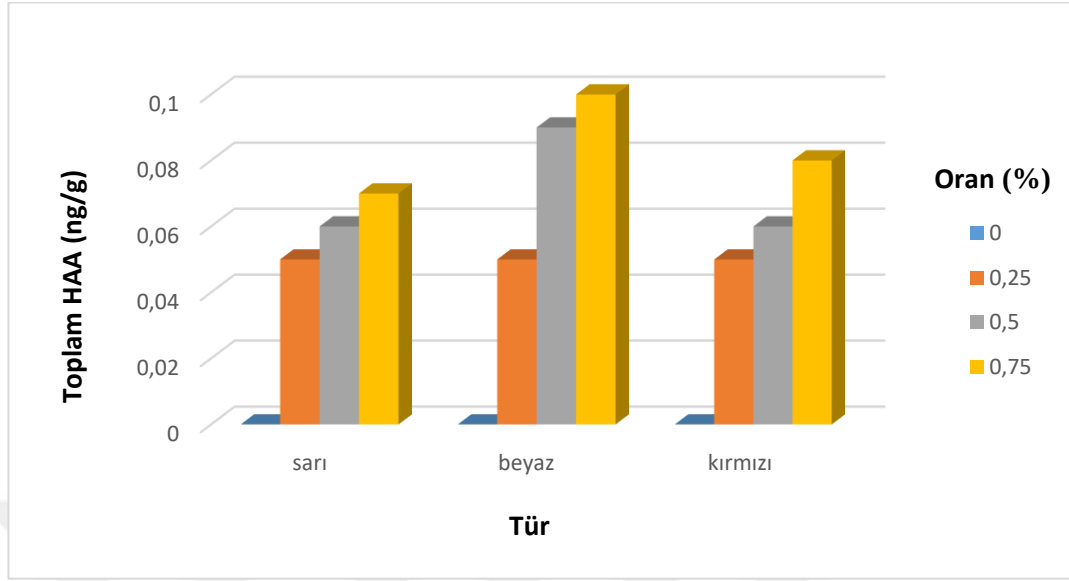
Mevcut araştırmada elde edilen sonuçları toplam HAA içeriği bakımından literatürdeki sonuçlar ile karşılaştırmak oldukça zordur. Çünkü mevcut araştırma, köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımının heterosiklik aromatik aminlerin oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Öte yandan, heterosiklik aromatik aminler ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile kıyaslandığında mevcut araştırmada köftelere tamamlında belirlenen toplam HAA içeriğinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Aradaki farklılıkların, kullanılan et tipi, hayvan besleme koşulları, pişirme koşulları vb. gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut araştırmada analizi yapılan köfte örneklerinde toplam HAA miktarlarının köfte üretiminde kullanılan soğan türü ve soğan - su ekstraktı kullanım oranına bağlı olarak 0,05 - 0,1 ng/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Toplam HAA içeriğinin tamamının MeIQ bileşiğine ait olduğu belirlenmiştir.

Kontrol grubu köfteler ile farklı tür ve oranlarda soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin pişirilmesi neticesinde hesaplanan toplam HAA içerikleri Şekil 4.2'de şematize edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubu köftelere kıyasla toplam HAA içeriğinde artışa neden olmuştur. Üretiminde %0,25 sarı, beyaz ve mor soğan - su ekstraktı kullanılan köftelerin tamamlında toplam HAA içeriği 0,05 ng/g iken, üretiminde %0,50 soğan - su ekstraktı kullanılan köftelerde toplam HAA içeriği en yüksek beyaz soğan - su ekstraktlı köftelerde (0,09 ng/g) belirlenmiş, sarı ve mor soğan - su ekstraktlı köftelerde ise toplam HAA içeriği 0,06 ng/g olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde üretiminde %0,75 soğan - su ekstraktı kullanılan köftelerde toplam HAA içeriği en yüksek yine beyaz soğan - su ekstraktlı köftelerde (0,10 ng/g) belirlenmiş, bunu mor soğan - su ekstraktlı köfteler (0,08 ng/g) ve sarı soğan - su ekstraktlı köfteler (0,07 ng/g) takip etmiştir.



Şekil 4.2. Köfte örneklerinin orana bağlı toplam HAA içerikleri

Farklı soğan türlerinin su ekstraktlarını içeren veya içermeyen (kontrol grubu) köftelerin toplam HAA içerikleri Şekil 4.3’de şematize edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi köfte üretiminde soğan - su ekstraktı kullanımı soğan türünden bağımsız olmak üzere toplam HAA içeriğini kontrol grubu köftelere kıyasla artırmış ve kullanılan her üç soğan türünün su ekstraktında da kullanım oranına bağlı olarak toplam HAA içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Köfte üretiminde kullanılan sarı soğan - su ekstraktının kullanım oranının %0,25’den %0,50’ye çıkartılması toplam HAA miktarını 1,2 kat, %0,50’den %0,75’e çıkartılması toplam HAA miktarını 1,17 kat ve %0,25’den %0,75’e çıkartılması ise toplam HAA miktarını 1,4 kat artırmıştır. Köfte üretiminde kullanılan beyaz soğan - su ekstraktının kullanım oranının %0,25’den %0,50’ye çıkartılması toplam HAA miktarını 1,8 kat, %0,50’den %0,75’e çıkartılması toplam HAA miktarını 1,11 kat ve %0,25’den %0,75’e çıkartılması ise toplam HAA miktarını 2 kat artırmıştır. Benzer şekilde köfte üretiminde kullanılan mor soğan - su ekstraktının kullanım oranının %0,25’den %0,50’ye çıkartılması toplam HAA miktarını 1,2 kat, %0,50’den %0,75’e çıkartılması toplam HAA miktarını 1,33 kat ve %0,25’den %0,75’e çıkartılması ise toplam HAA miktarını 1,6 kat artırmıştır.



Şekil 4.3. Köfte örneklerinin soğan türüne bağlı toplam HAA içerikleri

Öz *et al.* (2017) köfte üretiminde kitosan kullanımı ve pişirme sıcaklığının köftelerin HAA içeriği üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları araştırmada, köfte üretiminde kitosan kullanımının toplam HAA miktarını %20-59,8 oranında azalttığını ve pişirme sıcaklığındaki artışın tüm köftelerin toplam HAA miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar analizi yapılan köftelerin toplam HAA miktarının 0,09-5,05 ng/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Öz and Çakmak (2016) köfte üretiminde konjuge linoleik asit kullanımı ve pişirme sıcaklığının köftelerin HAA içeriği üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları araştırmada, pişirme sıcaklığındaki artışın tüm köftelerin toplam HAA miktarını artırdığını ve analizi yapılan köftelerin toplam HAA miktarının 0,03-1,49 ng/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Lu *et al.* (2018) tavuk ve sığır etlerine katılan %0,5 oranında kattıkları soğan tozunun HAA oluşumu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, örneklerini derin yağda 180°C'de 3 dk pişirmişler ve toplam HAA içeriğini kontrol grubu sığır eti örneklerinde 60,42 ng/g, tavuk eti örneklerinde ise 48,99 ng/g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar her iki et grubu içinde soğan kullanımının toplam HAA içeriğinde azalmaya neden

olduğunu rapor etmişler ve toplam HAA içeriğini soğan ilaveli sığır eti örneklerinde 34,44 ng/g, tavuk eti örneklerinde ise 22,93 ng/g olarak bulmuşlardır.

HAA'lara maruz kalma durumu; gıdalardaki HAA seviyeleri, beslenme alışkanlığı ve vücuttan atım miktarı üzerine elde edilen verilerin birleştirilmesi ile tahmin edilmektedir. Bazı araştırmacılara göre günlük kişi başı HAA alım miktarının 60-1820 ng (Chiu *et al.* 1998; Nowell *et al.* 2002; Butler *et al.* 2003), kişi başı maksimum alım düzeyinin ise 5000 ng olduğu belirtilmektedir. Alım düzeyi arasındaki bu farklılıklar; beslenme alışkanlıklarının farklı olması, farklı çalışma ve analiz yöntemlerinin kullanılması ile açıklanmaktadır (Butler *et al.* 2003). Öte yandan Skog (2002) HAA'ların kabul edilebilen günlük tüketim miktarının kişi başı 0-15 µg/gün arasında olduğunu belirtmektedir. Mevcut araştırmada toplam HAA içeriğinin en yüksek olduğu %0,75 beyaz soğan - su ekstraktı ilave edilerek üretilen köftelerin 200°C'de 8 dk pişirilmesinin ardından bu köftelerden 100 g yenilmesi durumunda bile toplam alım miktarının 1 µg'ın oldukça altında olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Köfte üretiminde farklı tür (sarı, beyaz ve mor) ve oranlarda (%0,25, 0,50 ve 0,75) soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin çeşitli kalite kriterleri ve heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

1. Köfte üretiminde farklı türde soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği, pH, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir ($p>0,05$).
2. Köfte üretiminde farklı oranlarda soğan - su ekstraktı kullanımının köftelerin su içeriği üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi belirlenirken, pH, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine ise istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir ($p>0,05$).
3. Tür x kullanım oranı interaksiyonun köftelerin su içeriği üzerine önemli ($p<0,05$) etkisi belirlenirken, pH, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine ise istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir ($p>0,05$).
4. Analizi yapılan köftelerde MeIQx, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx, PhIP, A α C ve MeA α C bileşikleri tespit edilememiştir. Öte yandan, örneklerde değişen miktarlarda IQx (0,013 ng/g'a kadar), IQ (0,029 ng/g'a kadar) ve MeIQ (0,1 ng/g'a kadar) belirlenmiştir.
5. Mevcut araştırmada kontrol grubu köftelerde IQx, IQ ve MeIQ bileşikleri tespit edilmiş, fakat miktarları belirlenemediğinden toplam HAA içeriği kantitatif ölçme sınırının altında kalmıştır.
6. Köfte üretiminde %0,25 ve 0,50 beyaz soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubunda tespit edilen ancak miktarı belirlenemeyen IQx bileşiğinin oluşumunu inhibe etmiştir.
7. Köfte üretiminde %0,25, 0,50 ve 0,75 sarı ve beyaz soğan - su ekstraktı kullanımı kontrol grubunda tespit edilen ancak miktarı belirlenemeyen IQ bileşiğinin oluşumunu inhibe etmiştir.
8. Köfte üretiminde farklı türdeki soğanlara ait su ekstraktı kullanımı MeIQ bileşiğinin artmasına neden olduğu için toplam HAA içeriğini artırmıştır.

9. Köfte üretiminde kullanılan farklı türlere ait soğan - su ekstraktı kullanım oranı arttıkça toplam HAA içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Toplam HAA içeriklerinin sarı soğan - su ekstraktı içeren köftelerde 0,05-0,07 ng/g arasında, beyaz soğan - su ekstraktı içeren köftelerde 0,05-0,10 ng/g arasında ve mor soğan - su ekstraktı içeren köftelerde 0,05-0,08 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- Anonymous, 2018. http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_details.asp?FoodId=0148
- Arın, B., 2009. Et Ürünlerinde Kullanılan Bazı Baharatların Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Balogh, Z., Gray, J. I., Gomaa, E. A. and Booren, A.M., 2000. Formation and inhibition of heterocyclic aromatic amines in fried ground beef patties. Food and Chemical Toxicology, 38, 395-401.
- Bilek, A.E. and Turhan, S., 2009. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. Meat Science, 82, 472-477.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1200.
- Borgen, E. and Skog, K., 2004. Heterocyclic amines in some Swedish cooked foods industrially prepared or from fast food outlets and restaurants. Molecular Nutrition & Food Research, 48, 292-298
- Bogevska, Z., Agic, R., Popsimonova, G., Davitkovska and M., Ilyovski, I., 2016. Reducing and total sugar content in onion during stroge in the republic of Macedonia. Agro-knowledge Journal, 17(1), 37-46.
- Bursal, E., 2009. Kivi Meyvesinin (*Actinidia deliciosa*) Antioksidan ve Antiradikal Aktivitelerinin Belirlenmesi, Karbonik Anhidraz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Busquets, R., Puignou, L., Galceran, M. T., Akabayshı, K. W. And Skog K., 2007. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry analysis of 2-amino-1-methyl-6-(4-hydroxyphenyl)-imidazo[4,5-b]pyridine in cooked meats. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55, 9318-9324.
- Butler, L.M., Sinha, R., Millikan, R.C., Martin, C.F., Newman, B. and Gammon, M.D., 2003. Heterocyclic amines, meat intake, and association with colon cancer in a population-based study. American Journal of Epidemiology, 157(5), 434-445.
- Chiu, C. P., Yang, D. Y. and Chen, B. H., 1998. Formation of Heterocyclic Amines in Cooked Chicken Legs. Journal of Food Protection, 61 (6), 712-719.
- Choe, E. and Min, D.B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. Journal of Food Science, Vol. 00, Nr. 0, 2007.
- Damašius, J., Venskutonis, P., Ferracane, R., & Fogliano, V. (2011). Assessment of the influence of some spice extracts on the formation of heterocyclic amines in meat. Food Chemistry, 126, 149-156.
- Demir, A., 2017. Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Pişirilen Köftelerde Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunun Belirlenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- Dong, A., Lee, J. and Shin, H.S., 2011. Influence of natural food ingredients on the

- formation of heterocyclic amines in fried beef patties and chicken breasts. *Food Science and Biotechnology*, 20 (2), 359-365.
- Dönmez, M., Cankurtaran, M., Diken, F. and Günendi, P., 2010. Gıda Beslenmesi ve Kanseri İlişkisi. Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, Düzce.
- Ekiz, E., 2017. Farklı Kızartma Yağları Kullanılarak Derin Yağda Kızartılan Köftelerde Oluşan Heterosiklik Aromatik Aminler İle Köftelerin ve Kızartma Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonlarındaki Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Felton, J.S., Fultz, E., Dolbeare, F.A. and Knize, M.G., 1994. Effect of microwave pretreatment on heterocyclic aromatic amine mutagens/carcinogens in fried beef patties. *Food and Chemical Toxicology*, 32(10), 897-903.
- Feroli, F., Caboni, M.F., Dutta, P.C., 2008. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen - enriched atmosphere. *Meat Science*, 80 (3), 681-685.
- García-Arias, M.T., lvarez Pontes, E., García-Linares, M.C., García-Fernández, M.C. and Sánchez-Muniz, F.J., 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. *Food Chemistry*, 83(3), 349-356.
- Gerber, N., Scheeder, M.R.L. and Wenk, C., 2009. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81(1), 148-154.
- Gibis, M., 2007. Effect of oil marinades with garlic, onion and lemon juice on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried beef patties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 10240-10247.
- Girard, P.J., 1992. Cooking. *Technology of Meat and Meat Products*. Fransa, 32-83.
- Gökalg, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 2010. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu. (V. Baskı), Atatürk Üniv. Yayınları, Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318. Ders kitapları seri no:69 Atatürk Üniv. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gross, G.A., 1990. Simple methods for quantifying mutagenic heterocyclic aromatic amines in food products. *Carcinogenesis*, 11(9), 1597-603.
- Han, H., 212. Altın Çilek (*Physalis peruviana*) ve Keten (*Linum usitatissimum*) Tohumunun Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi ve Fenolik İçeriklerinin Aydınlatılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Haskaraca, G., Demirok, E., Kolsarıcı, N., Öz, F. and Öz Saraç, N., 2014. Effect of green tea extract and microwave pre - cooking on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried chicken meat products. *Food Research International*, 63, 373-381.
- Hastaoğlu, E., Saraç, M.G., Keskin, Z.S. and Yozgat, F., 2017. The effects of nisin and natamycin on the microbiological, chemical and sensorial qualities of meatballs. *Cumhuriyet Science Journal*, Vol.38 - 4, 834-844.
- Houben, J., Van Dijk, A. and Eikelenboom, G. 2002. Dietary vitamin E supplementation, an ascorbic acid preparation, and packaging effects on colour stability and lipid oxidation in mince made from previously frozen lean beef. *European Food Research and Technology*, 214, 186-191.

- Humada, M.J., Sanudo, C. and Serrano, E. 2014. Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, colour and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi - extensive or inextensive systems and slaughtered at 12 or 14 months. *Meat Science*, 96, 908 - 915.
- Janozka, B., 2010. Heterocyclic amines and azaarenes in pan - fried meat and its gravy fried without additives and in the presence of onion and garlic. *Food Chemistry*, 120, 463-473.
- Jägerstad, M., Reuterswärd, A.L., Olsson, R., Grivas, S., Nyhammar, T., Olsson, K. and Dahlqvist, A., 1983. Creatin(in)e and Maillard reaction products as precursors of mutagenic compounds: Effects of various amino acids. *Food Chemistry*, 12(4), 255- 264.
- Jinap, S., Iqbal, S. Z. and Selvam, R. M. P., 2015. Effect of selected local spices marinades on the reduction of heterocyclic amines in grilled beef (satay). *Food Science and Toxicology*, 63, 919-926.
- Kaya, M., 2013. Et teknolojisi ders notu. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Keşkekoğlu, Ü. and Üren, A., 2014. Inhibitory effects of pomegranate seed extract on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef and chicken meatballs after cooking by four different methods. *Meat Science*, 96, 1446-1451.
- Kılıç, B. and Richards, M., 2003. Lipid oxidation in poultry döner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. *Journal of Food Science*, 68(2), 1-5.
- Kızıloğlu, S. and Kızıloğlu, R., 2013. Erzurum Merkez İlçede Et ve İthal Et Tüketme Durumunu İnceleyen Bir Araştırma. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 3 (1), 61-68.
- Kim, Y.J., Jin, S.K., Park, W.Y., Kim, B.W., Joo, S.T. and Yang, H.S., 2009. The effect of garlic or onion marinade on the lipid oxidation and meat quality of pork during cold storage. *Journal of Food Quality*, 33, 171-185.
- Klassen, R.D., Lewis, D., Lau, B.P.Y. and Sen, N.P., 2002. Heterocyclic aromatic amines in cooked hamburgers and chicken obtained from local fast food outlets in the Ottawa region. *Food Research International*, 35(9), 837-847.
- Knize, M.G., Cunningham, P.L., Griffin, E.A., JR., Jones, A.L. and Felton, J.S., 1994. Characterization of mutagenic activity in cooked grain - food products. *Food and Chemical Toxicology*, 32 (1), 15-21
- Korkmaz, A., 2018. Köfte Üretiminde Kurutulmuş Ekmek İçi Kullanımının Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Lan, C.M., Kao, T.H. and Chen, B.H., 2004. Effects of heating time and antioxidants on the formation of heterocyclic amines in marinated foods. *Journal of Chromatography B*, 802, 27-37.
- Lawrie, R., 1991. *Developments in meat science*. Applied Science, London, England.
- Lee, K.A., Kim, K.T., Kim, H.J., Chung, M.S., Chang, P.S., Park, H. and Paik, H.D., 2014. Antioxidant activities of onion (*Allium cepa L.*) peel extracts produced by ethanol, hot water, and subcritical water extraction. *Food Science and Biotechnology of Animal Resources*, 23(2), 615-621
- Lepper-Blilie, A.N., Berg, E.P., Buchanan, D.S., Keller, W.L., Maddock-Carlin, K.R. and Berg, P.T., 2014. Effectiveness of oxygen barrier oven bags in low

- temperature cooking on reduction of warmed-over flavor in beef roasts. *Meat Science*, 96(3), 1361-1364.
- Lu, F., Gunter, K., Kuhnle K., Cheng Q., 2018. The effect of common spices and meat type on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in deep - fried meatballs, *Food Control*, 92, 399-411
- Maurya, D. K. And Devasagayam, T. P. A. (2010). Antioxidant and prooxidant nature of hydroxycinnamic acid derivatives ferulic and caffeic acids. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3369-3373.
- Melo, A., Viegas, O., Petisca, C., Pinho, O. and Ferreira, Í. M. P. L. V. O., 2008. Effect of beer/red wine marinades on the formation of heterocyclic aromatic amines in pan - fried beef. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56, 10625-10632.
- Nagao, M., Honda, M., Seino, Y., Yahagi, T. And Sugimura, T. 1977. Mutagenicities of smoked condensates and the charred surface of fish and meat. *Cancer Letters*, 2, 221-226.
- Nowell, S., Coles, B., Sinha, R., Macleod, S., Luke Ratnasinghe, D. and Stotts, C., 2002. Analysis of total meat intake and exposure to individual heterocyclic amines in a case-control study of colorectal cancer: Contribution of metabolic variation to risk. *Mutation Research*, 506-507(C), 175.
- Nuutila AM, Pimiä RP, Aarni M, Oksman-Caldentey KM. 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 81(4):485-93.
- Onal-Ulusoy, B., Hammond, E. and White, P. 2005. Linalyl oleate as a frying oil autoxidation inhibitor. *JAOCs*, 82, 433–438.
- Öz F. and Seyyar E., 2016. Formation of heterocyclic aromatic amines and migration level of Bisphenol - A in sous - vide - cooked trout fillets at different cooking temperatures and cooking levels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 64, 3070-3082.
- Öz, F. and Kaya, M., 2011 The inhibitory effect of red pepper on heterocyclic aromatic amines in fried beef *Longissimus Dorsi* muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 806-812.
- Öz, F. and Kızıl, M., 2013. Determination of heterocyclic amines in cooked commercial frozen meat products by ultra fast liquid chromatography. *Food Analytical Methods*, 6, 1370-1378.
- Öz, F. and Yuzer, M.O., 2016. The effects of cooking on wire and stone barbecue at different cooking levels on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in beef steak. *Food Chemistry* 203, 59-66.
- Öz, F. and Çakmak İ.H., 2016. The effects of conjugated linoleic acid usage in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 1031-1037.
- Öz, F. and Zikarov, E., 2015. The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. *LWT - Food Science and Technology*, 64, 120-125.
- Öz, F., Kızıl, M., Zaman, A. and Turhan, S., 2016. The effects of direct addition of low and medium molecular weight chitosan on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chop. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 861-867.

- Öz, F., Zaman, A. and Kaya, M., 2017 Effect of chitosan on the formation of heterocyclic aromatic amines and some quality properties of meatball. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), 1-17.
- Öz, F., Kızıllı, M., Çakmak, İ. and Aksu, M.İ., 2015. The effect of direct addition of conjugated linoleic acid on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 2820-2833.
- Öz, F., 2011. Quantitation of heterocyclic aromatic amines in ready to eat meatballs by ultra fast liquid chromatography. *Food Chemistry*, 126(4), 2010-2016.
- Pais, P., Salmon, C.P., Knize, M.G. and Felton, J.S., 1999. Formation of mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in dry-heated model systems, meats, and meat drippings. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 1098-1108.
- Pearson, A. M., Chen, C., Gray, J. I. and Aust, S. D., 1992. Mechanism(s) involved in meat mutagen formation and inhibition. *Free Radical Biology&Medicine*, 13,161-167.
- Pietta, P., Simonetti, P. and Mauri, P., 1998. Antioxidant activity of selected medicinal plants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46, 4487-4490.
- Prakash, D, Singh, N.B. and Upadhyay, G., 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa*). *Food Chemistry*, 102, 1389-1393.
- Quelhas, I., Petisca, C., Viegas, O., Melo, A., Pinho, O. and Ferreira, I.M.P.L.V.O., 2010. Effect of green tea marinades on the formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality of pan-fried beef. *Food Chemistry*, 122, 98-104.
- Rico, R. W., Kim, G.R., Jo, C., Nam, K.C., Kang, H.J., Ahn, D. U., Kwon, J. H., 2009. Microbiological and physicochemical quality of irradiated ground beef as affected by added garlic or onion. *Korean Journal of Food Science and Animal Resource*, 29 (6), 680-684.
- Rodriguez-Estrada, M.T., Penazzi, G., Caboni, M.F., Bertacco, G. and Lercker, G., 1997. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. *Meat Science*, 45(3), 365-375
- Sabally, K., Sleno, L., Jauffrit, J. A., Iskandar, M. M., Kubow, S., 2016. İnhibitory effects of apple peel polyphenol extract on the formation of heterocyclic amines in pan fried beef patties. *Meat Science*, 117, 57-62.
- Sánchez del Pulgar, J., Gázquez, A. and Ruiz-Carrascal, J., 2012. Physico - chemical, textural and structural characteristics of sous - vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90(3), 828-835.
- Serdaroğlu, M. and Felekoğlu, E., 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina Pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality*, 28, 109-120.
- Serdaroğlu, M., 2006. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science*, 72, 155-163.
- Shon, M.Y., Choi, S.D., Kahng, G.G., Nam, S.H and Sung, N.J., 2004. Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethyl acetate extracts from white, yellow and red onions. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 659-666.

- Skog, K., 2002. Problems associated with the determination of heterocyclic amines in cooked foods and human exposure. *Food and Chemical Toxicology* 40, 1197-1203.
- Skog, K., Solyakov, A. and Jägerstad, M., 2000. Effects of heating conditions and additives on the formation of heterocyclic amines with reference to aminocarbols in a meat juice model system. *Food Chemistry*, 68, 299-308.
- Skog, K.I., Johansson, M.A.E. and Jägerstad, M.I., 1998. Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: A Review on formation, occurrence and intake *Food and Chemical Toxicology*, 36(9–10), 879-896
- Stezerk, A., 2015. Heterocyclic aromatic amines in grilled beef: the influence of free amino acids, nitrogenous bases, nucleosides, protein and glucose on HAA content. *Journal of Food and Analysis*, 40, 39-46.
- Tenglimoğlu - Metin, M.M. and Kızıl, M., 2017. Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Meat Science*, 134, 68 - 75.
- Turesky, R.J., Bur, H., Huynh-Ba, T., Aeschbacher, H.U. and Milon, H., 1988. Analysis of mutagenic heterocyclic amines in cooked beef products by high-performance liquid chromatography in combination with mass spectrometry. *Food and Chemical Toxicology*, 26(6), 501-509.
- Verma, S.P. and Sahoo, J. 2000. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Science*, 56, 403-413.
- Viegas, O., Novo, P. and Pinto, O., 2012. Ferreira, I.M.P.L.V.O., Effect of charcoal types and grilling conditions on formation of heterocyclic aromatic amines (has) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled muscle foods. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 2128-2134.
- White, F. D., Resurreccion, A. V. A., & Lillard, D. A. (1988). Effect of warmed-over flavor on consumer acceptance and purchase of precooked top round steaks. *Journal of Food Science*, 53, 1251-1252.
- Yang, H.S., Lee, E.J., Moon, S.H., Paik, H.D., Nam, K. and Ahn, D.U., 2011. Effect of garlic, onion, and their combination on the quality and sensory characteristics of irradiated raw ground beef. *Meat Science*, 89, 202-208.
- Yıldız, N., ve Bircan, H., 1991. Uygulamalı istatistik. Atatürk Üniversitesi Yay. No: 704-308-60.
- Yılmaz, İ. and Dağlıoğlu O., 2003. The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science*, 65, 819 - 823.
- Yoshida D., Saito Y. and Mizusaki S. (1984) Isolation of 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline as mutagen from the heated product of a mixture of creatine and proline. *Agricultural and Biological Chemistry* 48, 241-243.
- Yoshino, M. and Murakami, K. (1995). Interaction of iron with polyphenolic compounds: application to antioxidant characterization. *Analytical Biochemistry*, 257, 40-44.
- Yünlü, S., 2011. Soğan (*Allium cepa*) ve Sarımsaktaki (*Allium sativum*) Fenolik Bileşiklerin HPLC yöntemiyle tayin edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Meryem NURAY

Doğum Tarihi: 11.08.1992

Doğum Yeri: Kars

Eğitim:

Lisans 2010-2014 : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Yüksek Lisans 2014-2018 : Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum