

**FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HİNDİ
ETİNDE HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN
OLUŞUMU VE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mustafa Onur YÜZER

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Fatih ÖZ
2015
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI PIŞIRMA YÖNTEMLERİNİN HİNDİ ETİNDE
HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN OLUŞUMU VE BAZI
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mustafa Onur YÜZER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2015**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HİNDİ ETİNDE HETEROSİKLİK
AROMATİK AMİN OLUŞUMU VE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Doç. Dr. Fatih ÖZ danışmanlığında, Mustafa Onur YÜZER tarafından hazırlanan bu çalışma 03/11/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. M. İrfan AKSU

İmza :

Üye : Doç. Dr. Fatih ÖZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 05/11/2015 tarih ve 44/1540 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK ARDEB 1002 ve TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2140399

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

FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN HİNDİ ETİNDE HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN OLUŞUMU VE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa Onur YÜZER

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih ÖZ

Araştırmada farklı pişirme yöntemlerinin (haşlama, tavada yağsız kızartma, derin yağda kızartma, ısıtıcı plaka üzerinde kızartma, fırında pişirme ve mikrodalgada pişirme) hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Isıl işlem görmemiş örneklerde su, ham yağ, ham protein, pH, TBARS ve renk analizleri yapılmışken, ısıl işlem görmüş örneklerde ise su, pH, TBARS ve renk analizlerine ilaveten pişirme kaybı ve HAA analizleri de yapılmıştır. HAA ekstraksiyonu, katı faz ekstraksiyon yöntemine göre gerçekleştirilmiş ve HPLC-DAD kullanılarak okuma işlemi yapılmıştır.

Hindi göğüs etinin su içeriği %73,07, ham yağ içeriği %0,8, ham protein içeriği %26,11, pH değeri 6,06 ve TBARS değeri 0,52 mg/kg et olarak belirlenmiştir. Hindi but spesiyal etinin su içeriği %74,35, ham yağ içeriği %3,70, ham protein içeriği %21,73, pH değeri 6,27 ve TBARS değeri 0,59 mg/kg et olarak belirlenmiştir. Hindi göğüs etinin L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 55,03, 3,45 ve 3,43 olarak, but spesiyal etinin L*, a* ve b* değerleri ise sırasıyla 51,04, 7,93 ve 3,54 olarak belirlenmiştir. Pişirme işlemi ile örneklerinin su içerikleri azalmış, pH, TBARS, a* ve b* değerleri artmış, pişirme kayıpları ise %18,19-43,10 arasında değişmiştir.

Farklı yöntemlerle pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal et örneklerinin hiç birinde AαC ve MeAαC bileşiği belirlenemezken, IQx ve MeIQx bileşikleri tüm örneklerde belirlenmiştir. Göğüs etinin pişirilmesi sonucu toplam HAA miktarı 2,90-52,34 ng/g, but spesiyal etinin pişirilmesi sonucu toplam HAA miktarı ise 2,38-21,35 ng/g arasında değişiklik göstermiştir. Göğüs ve but spesiyal etlerinde en yüksek toplam HAA içeriği derin yağda kızartılan ve takiben fırında pişirilen örneklerde tespit edilmiştir.

2015, 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hindi Göğüs Eti, Hindi But Spesiyal Eti, Pişirme, Heterosiklik Aromatik Amin

ABSTRACT

MS Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT COOKING METHODS ON THE FORMATION OF HETEROCYCLIC AROMATIC AMINES AND VARIOUS QUALITY PROPERTIES OF TURKEY MEAT

Mustafa Onur YÜZER

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

Supervisor Assoc. Prof. Fatih ÖZ

In the present study, the effects of different cooking methods (boiling, pan-frying without oil and/or fat, deep-fat frying, hot plate, oven and microwave cooking) on some physical and chemical properties and the formation of heterocyclic aromatic amines (HCAs) of turkey breast and leg meats were investigated. Water, crude fat, crude protein, pH, TBARS and color analyses carried out in raw samples, while water, pH, TBARS, color, cooking loss and HCAs analyses were done in cooked samples. HCAs extraction was carried out according to solid phase extraction method and HPLC-DAD was used for the analysis of HCAs in the cooked samples.

Water, crude fat, crude protein, pH and TBARS value of raw turkey breast meat were determined as 73,07%, 0,8%, 26,11%, 6,06 and 0,52 mg/kg meat, respectively. Water, crude fat, crude protein, pH value and TBARS value of raw turkey leg meat were determined as 74,35%, 3,70%, 21,73%, 6,27 and 0,59 mg/kg meat, respectively. While L*, a* and b* values of the raw turkey breast meat were determined as 55,03, 3,45 and 3,43, respectively, the L*, a* and b* values of the raw leg meat were determined as 51,04, 7,93 and 3,54, respectively. With the cooking of meat, while water content decreased; pH, TBARS, a* and b* values increased; the cooking losses ranged from 18,19 to 43,10%.

Whereas AαC and MeAαC could not be detected in any of the samples cooked with different methods, IQx and MeIQx were determined in all of the samples. On the other hand, total HCAs amount in breast and leg meat ranged between 2,90-52,34 ng/g, 2,38-21,35 ng/g, respectively. The highest total HCA content in breast and leg meat belonged to deep-fat fried samples and followed by oven cooked samples.

2015, 82 pages

Keywords: Turkey Breast Meat, Turkey Leg Meat, Cooking, Heterocyclic Aromatic Amine

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde manevi, insani, bilimsel yardımlarını, anlayış ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen, sabrı, tecrübesi ve desteğiyle her zaman yanımda olarak bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatih ÖZ'e minnetlerimi sunmayı bir borç bilir ve içtenlikle teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını gördüğüm değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. M. İrfan AKSU'ya ve Sayın Arş. Gör. Emel ÖZ'e teşekkür ederim. Ayrıca ekip arkadaşlarım Ali ZAMAN'a, İsa Han ÇAKMAK'a, Eldos ZİKİROV'a, Gül KOTAN'a, Esra SEYYAR'a, Elif EKİZ'e ve Hasan ŞENER'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca ve çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen babam Müştak YÜZER'e ve annem Gülçin YÜZER'e, hayat arkadaşım olacak olan Elvan'a, kardeşlerim Elif ve Ecem'e sonsuz teşekkürlerimi sunar ve tezimi onlara armağan etmekten gurur duyarım.

Yüksek Lisans eğitimim için beni destekleyen TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı'na teşekkür ederim.

Ayrıca Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Mustafa Onur YÜZER

Kasım, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Hindi eti.....	13
3.1.2. Kimyasallar	13
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Pişirme yöntemleri	15
3.2.2. Su içeriğinin belirlenmesi.....	17
3.2.3. Pişirme kaybının belirlenmesi	18
3.2.4. pH değerinin belirlenmesi	18
3.2.5. Ham yağ içeriğinin belirlenmesi	18
3.2.6. Ham protein içeriğinin belirlenmesi.....	18
3.2.7. Tiyoarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesi	18
3.2.8. Renk analizi	19
3.2.9. HAA miktarının belirlenmesi	19
3.2.9.a. HAA'ların ekstraksiyonu.....	19
3.2.9.b. HPLC analizi	20
3.2.10. İstatistikî analiz.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Isıl İşlem Görmemiş Hindi Göğüs ve But Spesiyal Etinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçları	23
4.2. Su İçeriği Sonuçları	24

4.3. Pişirme Kaybı Sonuçları.....	27
4.4. pH Değerleri Sonuçları.....	29
4.5. TBARS Değeri Sonuçları.....	31
4.6. Renk Değerleri Sonuçları	36
4.7. HAA İçeriği Sonuçları.....	45
4.7.1. Geri kazanımlar	45
4.7.2. HAA miktarları.....	47
4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri	49
4.7.4. Örneklerin IQ içerikleri	50
4.7.5. Örneklerin MeIQx içerikleri.....	50
4.7.6. Örneklerin MeIQ içerikleri.....	52
4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içerikleri	53
4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içerikleri	54
4.7.9. Örneklerin PhIP içerikleri	55
4.7.10. Örneklerin AαC içerikleri.....	56
4.7.11. Örneklerin MeAαC içerikleri	56
4.7.12. Örneklerin Toplam HAA içerikleri	57
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	83

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AIA	Aminoimidazoazoaren
A α C	2-amino-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol
dk	Dakika
G	Gram
HAA	Heterosiklik Aromatik Amin
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IQ	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin
IQx	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
LOD	Tespit Edilebilme Sınırı
LOQ	Miktarın Belirlenebilme Sınırı
MDA	Malonaldehit
MeA α C	2-amino-3-metil-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol
MeIQ	2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin
MeIQx	2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
mg	Miligram
nd	Tespit Edilemedi
nq	Miktarı Belirlenemedi
ng	Nanogram
PhIP	2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5- <i>b</i>]piridin
rpm	Dakikada Dönme Hızı
s	Saniye
TBARS	Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
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
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Et çeşidi x Pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine etkisi.....	35
Şekil 4.2. Et çeşidi x Pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin L* değeri üzerine etkisi	44
Şekil 4.3. Et çeşidi x Pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin a* değeri üzerine etkisi	44
Şekil 4.4. Mix stok solüsyonların (10 ng/g, 7,5 ng/g, 5 ng/g, 2,5 ng/g, 1 ng/g, 0,5 ng/g) HPLC kromatogramları.....	46
Şekil 4.5. Haşlanmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	60
Şekil 4.6. Tavada yağsız kızartılmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	61
Şekil 4.7. Derin yağda kızartılmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	61
Şekil 4.8. Derin yağda kızartılan hindi göğüs eti örneğine ait HPLC kromotogramı.....	63
Şekil 4.9. Derin yağda kızartılan hindi but spesiyal eti örneğine ait HPLC kromotogramı	63
Şekil 4.10. Isıtıcı plaka üzerinde kızartılmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	64
Şekil 4.11. Fırında pişirilmiş göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	65
Şekil 4.12. Mikrodalgada pişirilmiş göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı.....	66
Şekil 4.13. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA miktarları	66
Şekil 4.14. Et çeşidi x Pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin toplam HAA miktarı üzerine etkisi.....	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya hindi eti üretimi (Bin ton)	2
Çizelge 1.2. Türkiye kanatlı eti üretimi (ton)	3
Çizelge 1.3. Dünya hindi eti tüketimi (Bin ton).....	4
Çizelge 1.4. Türkiye kanatlı eti tüketimi (kg).....	4
Çizelge 2.1. Hindi, tavuk, kaz ve ördek etinin kompozisyonu	10
Çizelge 3.1. Pişirme yöntemlerine göre göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme sıcaklık ve süreleri	16
Çizelge 3.2. Aminoimidazoazoarenlerin ve aminokarbolinlerin isimleri ve bazı bilgileri	16
Çizelge 4.1. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin çeşitli analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.2. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin su içeriği değerleri	25
Çizelge 4.3. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.4. Pişirme yönteminin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	26
Çizelge 4.5. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme kaybı değerleri	27
Çizelge 4.6. Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme kaybına ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.7. Pişirme yönteminin örneklerin pişirme kaybı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.8. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pH değerleri	30
Çizelge 4.9. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.10. Et çeşidinin örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	31
Çizelge 4.11. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin TBARS değerleri	32
Çizelge 4.12. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları ..	33

Çizelge 4.13. Et çeşidinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	33
Çizelge 4.14. Pişirme yönteminin örneklerin TBARS değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.15. Hindi göğüs ve but spezial etlerinin ısıt işlem öncesi ve ısıt işlem sonrası renk değerleri	38
Çizelge 4.16. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spezial etlerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.17. Et çeşidinin ısıt işlem görmemiş örneklerin L* ve a* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	41
Çizelge 4.18. Et çeşidinin ısıt işlem görmüş örneklerin L* ve b* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.19. Pişirme yönteminin ısıt işlem görmemiş örneklerin a* değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.20. Pişirme yönteminin ısıt işlem görmüş örneklerin L*, a* ve b* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.21. Analizi yapılan HAA'ların geri kazanım oranları, LOD ve LOQ değerleri	45
Çizelge 4.22. Farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş örneklerin HAA içerikleri	48
Çizelge 4.23. Hindi göğüs ve but spezial etlerinin toplam HAA miktarları	57
Çizelge 4.24. Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spezial etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	67
Çizelge 4.25. Et çeşidinin örneklerin toplam HAA miktarı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	68
Çizelge 4.26. Pişirme yönteminin örneklerin toplam HAA miktarı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	68

1. GİRİŞ

Beslenme insanoğlunun karşılamak zorunda olduğu temel ihtiyaçlardan birisidir. Dünya nüfusundaki hızlı artış, beslenme sorununun önemini daha da artırmaktadır. Bu durum yeni kaynaklar aramayı ve alternatif gıda maddelerine yönelik araştırmalar yapmayı gerektirmektedir.

Dünyada nüfus sürekli artmakta, her geçen gün topluma, barındırılması, eğitilmesi ve beslenmesi gereken yeni bireyler katılmaktadır. Nüfus artışı, insan beslenmesinde yararlanılan kaynakların gün geçtikçe daha fazla tüketilmesine neden olmaktadır. Bu durum, bir taraftan bilinen gıda kaynaklarının en azından mevcut üretim olanakları içerisinde artırılmasını, diğer taraftan ise yeni gıda kaynaklarının ortaya çıkarılarak geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Cevger ve Türkyılmaz 1999).

İnsan beslenmesi denildiğinde, sadece karnının doyurulması değil, kişiye özgü zihinsel ve bedensel özelliklerin gerektiği gibi ortaya çıkmasını sağlayacak nitelik ve miktardaki gıdalarla beslenmesi akla gelmelidir. Bu durum ise taşıdığı esansiyel aminoasitler nedeniyle hayvansal proteinin, yani hayvansal gıdaların önemini ortaya çıkarmaktadır. Bedensel olduğu gibi beyin olarak da fikir üreten gelişmiş bir topluma ulaşmak için iyi bir eğitim yanında hayvansal ürünler yönünden yeterli bir beslenme seviyesinin sağlanması gerekmektedir (Cevger ve Türkyılmaz 1999).

Son zamanlarda toplumların en önemli sorunları arasında sürdürülebilir gıda arzı ilk sıralarda yer almaktadır. Dünya nüfusunun sürekli artmasına karşın, hayvansal üretim için ayrılan payın ve tarım arazilerinin günden güne azalması, birim alan başına daha verimli ürün üretme çalışmalarını hızlandırmaktadır. Öte yandan maliyeti daha yüksek olmasına rağmen et üretiminden vazgeçilememektedir. Et üretiminde verimliliğin öneminin her geçen gün artmasından dolayı hayvansal üretimde kanatlı eti sektörünün yıldızı her geçen gün daha da parlamaktadır. Kanatlı sektörü yemden yararlanma oranı, birim alan kullanımı, maliyetler ve verimlilik bakımından diğer et üretimlerine göre çok

daha avantajlıdır. Birim et maliyeti diğer tüm et ürünlerinin altında şekillenmektedir (Sipahi 2010).

Her geçen yıl kanatlı sektörünün toplam et üretimi içindeki payı artmaktadır. Kanatlı eti üretiminde etlik piliç üretiminden sonra dünyada kanatlı eti üretiminde ve verimlilikte hindi eti ikinci sırayı almaktadır. Hindi eti üretimi, etlik piliç üretimi dışında, endüstriyel olarak diğer et üretim sektörlerinin hepsinden daha verimli bir sektördür. Dünya hindi eti üretimi Çizelge 1.1’de, ülkemizdeki kanatlı eti üretimi ise Çizelge 1.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya hindi eti üretimi (Bin ton) (Anonymous 2015)

Ülkeler	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABD	2,664	2,796	2,535	2,527	2,592	2,671	2,599	2,600
AB	1,790	1,830	1,795	1,946	1,950	2,010	1,950	1,920
Brezilya	458	465	466	485	489	510	520	470
Kanada	170	180	167	159	160	161	168	170
Rusya	30	39	31	70	90	100	100	105
Diğer	31	27	24	25	27	28	24	23
DÜNYA	5,143	5,337	5,018	5,212	5,308	5,480	5,361	5,288

Türkiye’de de halkın beslenme durumu, yaşadığı bölgeye, yerleşim birimine ve sosyo-ekonomik seviyesine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Dengeli ve yeterli beslenme için hayvansal kaynaklı protein ve esansiyel bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır (Kılıç Ekici 2011). Son yıllarda kentleşme ve hızlı nüfus artışı ile ortaya çıkan, sosyal değişim ve yeni tüketim alışkanlıkları, hindi eti ve ürünlerine olan talebin artmasına sebep olmaktadır (Özer ve Özbey 2013).

Çizelge 1.2. Türkiye kanatlı eti üretimi (ton) (Anonim 2014)

YILLAR	Piliç Eti	Hindi Eti	Köy ve Yumurta tavukları ve diğer kanatlı eti	TOPLAM
1990	162.569	0	54.190	216.759
1995	313.154	2.646	101.739	417.539
2000	662.096	23.265	67.021	752.382
2001	592.567	38.991	41.813	673.371
2002	620.581	24.582	60.043	705.206
2003	768.012	34.078	51.255	853.345
2004	940.889	46.248	58.295	1.045.432
2005	978.400	53.530	52.850	1.084.780
2006	945.779	45.750	40.250	1.031.779
2007	1.024.000	33.000	55.000	1.112.000
2008	1.162.000	35.000	57.000	1.254.000
2009	1.184.000	28.000	60.000	1.272.000
2010	1.423.000	33.000	62.000	1.518.000
2011	1.626.000	31.200	72.000	1.729.000
2012	1.714.000	45.400	80.000	1.839.400
2013	1.791.000	44.000	88.500	1.923.500

Diğer yandan, dünyada 1980'lerden sonra gelişen entegre hindi üretimi, ülkemizde 1995 yılından itibaren gelişmeye başlamış ve artan taleple birlikte piyasadaki yerini gün geçtikçe sağlamlaştırmıştır. Kısa zaman içerisinde Türk mutfağına uygun olarak sunulan ürünler ve devamlı geliştirilen şarküteri ürünleri ile hindi eti üretim ve tüketim miktarı artış göstermiştir. Entegre hindi üretimi, üretim teknolojisinde ve girdi temininde sunulan kolaylıklar, satış ve fiyat garantisi, istihdam gibi avantajlar nedeniyle hindi yetiştiriciliği yapan çiftçiler açısından da kolaylıkla kabul görmüştür. Dolayısıyla ülkemizde, et ve ürünlerinin üretim ve tüketiminde meydana gelen açıkların kapatılması için hindi eti önemli bir alternatiftir. Hayvansal kaynaklı gıdalar içerisinde hindi etinin de içinde bulunduğu beyaz etler, kolesterol seviyesinin düşüklüğü, protein içeriğinin yüksekliği, protein/kalori oranının yüksek olması, kırmızı et lezzetinde olması ve fiyatının da kırmızı etten düşük olması nedeniyle sağlık açısından tüketimde tercih edilmektedir (Tan ve Dellal 2002; Koyubenbe ve Konca 2010). Dünya hindi eti tüketimi Çizelge 1.3'de, ülkemizdeki kanatlı eti tüketimi ise Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Dünya hindi eti tüketimi (Bin ton) (Anonymous 2015)

Ülkeler	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABD	2,404	2,434	2,363	2,306	2,273	2,282	2,291	2,253
AB	1,770	1,836	1,802	1,913	1,886	1,953	1,893	1,848
Brezilya	281	261	302	327	348	340	359	350
Meksika	211	212	155	163	164	173	166	158
Kanada	150	163	151	143	150	142	150	152
Diğer	210	195	138	171	189	215	204	176
DÜNYA	5,026	5,101	4,911	5,023	5,010	5,105	5,063	4,937

Çizelge 1.4. Türkiye kanatlı eti tüketimi (kg) (Anonim 2014)

YILLAR	Piliç Eti	Hindi Eti	Köy ve Yumurta tavukları ve diğer kanatlı eti	TOPLAM
2001	8,51	0,57	0,61	9,69
2002	8,95	0,35	0,88	10,17
2003	11,01	0,48	0,74	12,23
2004	13,4	0,66	0,84	14,9
2005	13,61	0,74	0,76	15,1
2006	13,21	0,65	0,57	14,43
2007	14,17	0,46	0,76	15,39
2008	15,66	0,47	0,72	16,85
2009	15,28	0,37	0,74	16,39
2010	17,87	0,43	0,71	19,02
2011	19,25	0,39	0,68	20,32
2012	19,25	0,55	0,63	20,43
2013	19,39	0,49	0,65	20,53

Hindiler, *Aves* sınıfının tavuksular takımına ait olan sülüngiller familyası içerisinde bir alt familya (*Meleagris gallopava*) oluşturmaktadır. Hindinin genellikle tavukla ilişkilendirilse de keklik ve sülün ile daha yakın akraba olduğu belirtilmektedir (Anonymous 2004; Sipahi 2010).

Amerika kıtasına özgü hayvanlar olan hindilerin diyet yelpazeleri oldukça geniştir. Hindilerin diyetinde meyveler, yeşillikler, kabuklu yemişler, tohumlar, çimlen, soğanlı bitkiler, böcekler, salyangozlar, tırtıllar ve yılanlar bulunmaktadır. Üreme davranışları ise mevsimlere göre değişiklik göstermektedir (Anonymous 2004).

Hindi eti, otuz yıl öncesine kadar tüm dünyada yılbaşı ve şükran günü gibi belli başlı günlere yönelik olarak üretilen tek bir ürün özelliği göstermekte iken, günümüzde özellikle ABD’de hindi eti sektörü, farklı ürün seçenekleri ile yıl boyu üretim yapan hayvansal protein kaynaklarıyla yarışan tam entegre bir endüstri durumuna gelmiştir (Sipahi 2010).

Hindi eti “beyaz et” ve “koyu et” olarak iki temel gruba ayrılmaktadır. “Koyu et” sınıfını but, baget ve uyluk etleri oluştururken, “beyaz et” grubunu ise başta göğüs eti olmak üzere kanat, hindi fileto gibi diğer etler oluşturmaktadır. Bütün bir hindinin ortalama %70’i beyaz etten oluşurken, %30’u ise koyu etten oluşmaktadır. Koyu ete kıyasla daha düşük kalori ve yağ içerdiği için ABD ve AB gibi sağlıklı beslenme ilkeleri hususunda daha bilinçli kesimler tarafından beyaz eti, koyu ete kıyasla tercih edilmektedir. Öte yandan Türkiye, Çin ve diğer Asya ülkelerinde daha lezzetli olmasından dolayı koyu et, beyaz ete nazaran daha çok tercih edilmekte ve tüketilmektedir (Anonymous 2004; Sipahi 2010).

Etin pişirilmesi ile lezzetli ve güvenilir bir ürün elde etmek mümkün olmakta, ayrıca tat-aroma ve gevreklik gibi tüketici tercihleriyle ilgili temel özellikler olumlu yönde etkilenmektedir. Öte yandan pişirme işlemi boyunca gerçekleşen bir takım reaksiyonların, gıdanın besin değerini olumlu (gıdadaki protein denatürasyonu nedeniyle sindirilebilirliğin artması) veya olumsuz yönde (ısıya dayanıksız, suda veya yağda çözünebilir vitamin ve mineral madde ile lipit oksidasyonu nedeniyle yağ asidi kompozisyonunda değişimler) etkileyebildiği belirtilmektedir (García-Arias *et al.* 2003; Gerber *et al.* 2009). Ayrıca pişirme işlemi ile gıdalarımızdaki çeşitli bileşenlerin kaybı nedeniyle ağırlık kayıpları da görülmektedir (Rodriguez-Estrada *et al.* 1997).

Et gibi protein bakımından zengin gıdaların belirli bir sıcaklık derecesinin üzerinde pişirilmesi sırasında birtakım kimyasal bileşikler oluşmaktadır. Bu bileşikler arasında heterosiklik aromatik aminler (HAA) önemli bir yeri almaktadır. 1977 yılında ızgarada kızartılmış et ve balıkta ilk olarak tespit edilen HAA’ların (Nagao *et al.* 1977), epidemiyolojik çalışmalar sonucunda çoğunun mutajenik, nerdeyse tamamının ise

karsinogenik olduğu tespit edilmiştir (Sugimura 1995; Skog *et al.* 1998). Yapılan çalışmalar; çeşitli kanser türleri (pankreas, göğüs, kolorektal, prostat ve üreter) ile yüksek miktarda et ve balığın tüketimi arasında pozitif ilişki olduğu rapor edilmiştir (Klassen *et al.* 2002; Knize *et al.* 2002). Günümüze kadar gıdalardan 25'ten fazla HAA izole ve identifiye edilmiştir (Alaejos and Afonso 2011; Puangsombat *et al.* 2012; Öz and Kızıl 2013). HAA'ların, diğer gıda mutajenleri ile karşılaştırıldığında, aflatoksin B1'den 100 kat, benzo[a]pyrene'den ise 2000 kat daha fazla mutajenik olduğu belirtilmektedir (Öz and Kaya 2011a). Ayrıca Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC), MeIQ, MeIQx, PhIP, AαC, MeAαC, Trp-P-1, Trp-P-2 ve Glu-P-1'i "mümkün insan karsinogeni" olarak 2B sınıfında, IQ'u ise "muhtemel insan karsinogeni" olarak 2A sınıfında sınıflandırmıştır (IARC 1993).

Isıl işlem uygulanmış et ve et ürünlerinde oluşan HAA çeşit ve miktarları; et tipi, pişirme sıcaklığı, pişirme süresi, pişirme ekipmanı ve yöntemi, pH, su aktivitesi, karbonhidratlar, serbest aminoasitler, kreatin, ısı ve kütle transferi, yağlar, lipid oksidasyonu ve antioksidan gibi çeşitli faktörlerin mevcudiyetine ve konsantrasyonlarına bağlıdır (Felton *et al.* 1997; Reistad *et al.* 1997; Jägerstad *et al.* 1998; Pais *et al.* 1999; Keating and Bogen 2001; Öz 2010, 2011; Öz and Kaya 2011a, 2011b, 2011c; Öz *et al.* 2015; Öz and Çakmak 2016; Öz *et al.* 2016a).

HAA'ların aminoimidazoazoarenler ve aminokarbolinler olmak üzere iki ana kimyasal sınıfı bulunmaktadır (Puignou *et al.* 1997; Skog *et al.* 2000; Skog and Solyakov 2002). Aminoimidazoazoarenler, genellikle 150-300°C arasındaki sıcaklıklarda, serbest aminoasitler, kreatin/kreatinin ve heksozlar arasındaki reaksiyonlarda oluşmaktadır (Jägerstad *et al.* 1983; Laser-Reuterswärd *et al.* 1987a, 1987b). Aminokarbolinler ise genellikle 300°C üzerindeki sıcaklıklarda proteinler ve aminoasitlerin pirolizi sonucu oluşmaktadır (Sugimura 1997; Sugimura and Adamson 2000; Knasmüller *et al.* 2001; Toribio *et al.* 2002). Öte yandan 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda aminoimidazoazoarenlerin oluştuğunu gösteren çalışmalar da literatürde bulunmaktadır (Barrington *et al.* 1990; Tsai *et al.* 1996; Chen *et al.* 2000; Solyakov and Skog 2002; Öz and Zikirov 2015; Öz *et al.* 2016c).

Son yıllarda yapılan çalışmalar beslenmenin insan sağlığını ne kadar yakından ilgilendirdiğini, beslenme tarzının değiştirilerek bazı hastalıkların engellenebileceğini, bazılarının ise iyileştirilebileceğini göstermektedir. Yanlış beslenmenin ise birçok hastalığa davetiye çıkardığı ve insanoğlunu, hak ettiği kaliteli yaşamdan uzaklaştırdığı açıkça görölen bir gerçektir. 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 dikkatleri üzerine çekmektedir. Bu nedenle pişirilerek tüketilen et ve ürünlerinde mutajenik ve/veya karsinojenik bileşiklerin araştırılması büyük bir önem arz etmektedir.

Literatürde hindi etiyle ilgili yapılan çalışma sayısı azdır. Ayrıca pişirme işleminin hindi etinin genel kimyasal yapısı üzerine etkisini gösteren araştırma sayısı da oldukça sınırlıdır. Hindi etinde pişirme işlemi neticesinde oluşan heterosiklik aromatik aminler ile ilgili literatürde yok denecek kadar az sayıda çalışmaya rastlanılmış, bu çalışmalarda sadece tek bir çeşit pişirme yöntemi kullanılmış, ölkemizde ise böyle bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Belirtilen bu nedenlerden dolayı mevcut araştırma kanatlı etleri içerisinde önemli bir yere sahip olan hindi etinde, farklı pişirme yöntemlerinin HAA oluşumu üzerine olan etkisinin belirlenmesi amacıyla planlanmış ve yürütölmüştür. Ayrıca çiğ ve pişmiş örneklerde çeşitli kalite kriterleri de belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Et içerdği makrobileşikler (protein ve yağ) ve mikrobileşikler (mineral madde ve vitamin) nedeniyle beslenme açısından hayvansal orjinli gıdalar arasında önemli bir yere sahiptir (Lawrie 1991). Etin içerdği bazı mikrobileşikler bitkisel kaynaklı gıdalarda ya hiç bulunmamakta ya da çok düşük biyoyararlılığa sahip olmaktadır (Biesalski 2005). Bu nedenle et tüketimi sağlık için gerekli olan pekçok besin maddesini (esansiyel aminoasit, esansiyel yağ asitleri, özellikle B grubu vitaminleri ve demir, çinko gibi mineral maddeler) diyetimize dahil etmektedir. Ayrıca etin, protein bakımından zengin olup karbonhidrat bakımından zayıf olması obezite, diyabet ve çeşitli kanser hastalıklarını tetiklediği düşünülen glisemik indeksi düşük tutmaya yardım ettiği de belirtilmektedir (Biesalski 2005). Bütün bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda et tüketiminin insan sağlığı açısından pozitif etkisinin olduğu açıkça görülmektedir.

Yeterli ve dengeli beslenme için hayvansal kaynaklı proteinlere ve esansiyel bileşenlere gereksinim duyulmaktadır. Hayvansal kaynaklı proteinin elde edilmesindeki güçlüğü giderebilmek için bu proteinleri kısa sürede üretebilen hayvanların yetiştirilmesi, diğer yandan üretimde verimliliği arttırarak maliyetin düşürülmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmaktadır. Kanatlı etleri üretimi bu beklentilere en iyi cevap verebilecek üretim biçimidir (Ergezer 2005; Çelik 2013).

Kanatlı eti denince ilk akla gelen et, etlik piliç eti olup, bunun yanı sıra hindi eti, damızlık (anaç) ve yumurtacı tavuk eti ile kaz, ördek, bıldırcın, sülün ve diğer bazı kanatlı hayvan etleri de ticari öneme sahip kanatlı etleri içerisinde dahil edilebilir. Ayrıca kanatlı etleri; hazırlanma süresi kısa, çabuk ve kolay servis edilebilen, önemli besin öğelerinin birçoğuna sahip olan ve üstün duyuşal özellikler gösteren bir yapıdadır (Ergezer 2005).

Kanatlı etlerin lezzeti, kokusu ve gevrekliğinin; ırka, cinsiyete, yaşa ve kullanılan yeme

bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmektedir. Kanatlı etleri, kasaplık hayvan etlerine nazaran daha ince liflidir. Kanatlı hayvan etlerinin görünüşü, etin çıkarıldığı karkas bölgesine, hayvanın yaşına ve kasların görevlerine göre değişiklik göstermektedir (Ergezer 2005).

Kanatlı etlerin bağ dokusunun az olması, kreatin, kreatinin ve anserin gibi yüksek değerli et bazlarını içermesi, kanatlı etine iştah açıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özellikler kazandırmaktadır (Öztan 2005). But kasları hayvanın hareket etmesi sırasında en çok kullanılan kaslar olduklarından daha sıkı bir bağ doku yapısına sahipken, daha yumuşak bağ dokusu yapısına sahip olan fileto etleri ise bu nedenle but etlerine kıyasla daha gevreklerdir (Kayaardı 1999).

Kanatlı hayvanların karkas verimleri oldukça yüksektir. Tavuk karkasının %52'si et, %34'ü kemik, %14'ü deri; kaz karkasının ise %47'si et (deri dahil), %19'u kemik, %34'ü yağdır. Ördek karkasının %34'ü et, %28'i kemik ve %38'i yağ (deri dahil) dır. Hindi karkasının ise ortalama olarak %67'sinin et, %21'inin kemik ve %12'sinin deri olduğu belirtilmektedir (Gülbaz 2004).

Hindi eti, yüksek protein ve içerdiği düşük yağ oranı ile insan sağlığı açısından değerli bir et olup, kolesterol seviyesinin düşük olması sebebiyle her yaştaki insan için uygun bir hayvansal gıdadır (Cevger ve Türkyılmaz 1999). Majkovic *et al.* (2005) çalışmalarında hindi eti ve piliç etinin ayrı olarak düşünülmesi gerektiğini vurgulamış, hindi etinin, gelecekte sığır etine bir alternatif olabileceğini belirtmiştir.

Paleari *et al.* (1998) yaptıkları çalışmada hindi but etinin su içeriğini %74,8, protein içeriğini %20,4, yağ içeriğini %3,8, kül içeriğini %1 ve yağ/protein oranını ise 0,18 olarak tespit etmişlerdir.

Apetroaei *et al.* (2012) hindi etinin kimyasal karakterizasyonunu belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada göğüs etinde, kanat etinde ve but etinde su içeriğini sırasıyla %69,80, %70,76 ve %71,26, protein içeriğini %21,18, %19,48 ve %18,40, yağ içeriğini

ise %8,66, %8,80 ve %8,79 oranında bulmuşlardır. Alkın (2002) ise etlerde toplam su ile yağ oranı arasında ters orantı bulunduğunu ve su miktarın arttıkça toplam yağ oranının azaldığını bildirmiştir. Kaz, tavuk, hindi ve ördek etinin 100 g yenilebilir kısmının (deri dahil) protein içeriklerini sırasıyla 15,90 g, 18,60 g, 20,40 g ve 11,50 g olarak, yağ içeriklerini ise sırasıyla 33,60 g, 15,10 g, 8,0 g ve 39,30 g olarak bulmuştur.

Jukna *et al.* (2012) hindi etinin kimyasal kompozisyonu ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada hindi göğüs etinin kuru maddesini %24,50, protein içeriğini %22,19, yağ içeriğini %1,21, kül içeriğini %0,92 ve kolesterol miktarını 57,27 mg/100g olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmada hindi göğüs etinin pH değerini 6,6, su tutma kapasitesini %68,80 ve pişirme kaybını %11,02 olarak bulmuşlardır.

Barbut (2002) hindi, tavuk, kaz ve ördek etinin kimyasal kompozisyon, enerji, kolesterol, bazı vitamin ve mineral madde içeriklerini Çizelge 2.1'deki gibi vermiştir.

Çizelge 2.1. Hindi, tavuk, kaz ve ördek etinin kompozisyonu (Barbut 2002)

İçerik	Hindi	Tavuk	Kaz	Ördek
Su (g)	70,40	65,99	49,66	48,50
Protein (g)	20,42	18,60	15,86	11,49
Toplam yağ (g)	8,02	15,06	33,62	39,34
Derisiz yağ (g)	2,86	3,08	-	-
Kül (g)	0,88	0,80	0,87	0,68
Kalori (Kcal)	160	251	371	404
Kolesterol (mg/100g)	68	75	80	76
Thiamin (mg/100g)	0,06	0,05-0,08	0,10	0,10
Riboflavin (mg/100g)	0,11	0,08-0,17	0,12	0,12
Niasin(mg/100g)	11,30	7,6-11,5	7,70	7,70
Na (mg/100g)	66	58	86	74
K (mg/100g)	315	285	420	285
Ca (mg/100g)	8	12	11	12
P (mg/100g)	212	197	190	203
Fe (mg/100g)	1,5	1,4	1,5	1,3
Mn (mg/100g)	0,035	0,05	0,05	0,03

Baggio *et al.* (2002) dondurulmuş hindi kanat, but, deri ve göğüs eti örneklerinde

kolesterol miktarlarını sırasıyla 46, 35, 81 ve 27 mg/100g, toplam lipit içeriğini ise sırasıyla 0,9, 1,1, 12, 0,5 g/100g olarak tespit etmişlerdir.

Arroyo *et al.* (2015) taze ve dondurulmuş hindi göğüs etinde TBARS analizi ve renk analizi yapmışlardır. Taze hindi göğüs etinde TBARS değerini 5,00 mg MDA/kg, L değeri 43,70, a değeri 7,43, b değeri 2,64, dondurulmuş örneklerde ise TBARS değerini 2,35 mg MDA/kg, L değeri 44,80, a değeri 3,98, b değeri 1,61 olarak belirlemişlerdir. Kurt and Kılınççeker (2011) yaptıkları araştırmada pişmiş hindi köftesinde pH değerini 5,99, su içeriğini %53,74, yağ oranını %14,24, protein içeriğini %22,71 olarak tespit etmişlerdir.

Kanatlı etleri diyetle ihtiyaç duyulan birçok mineral maddeyi de içermektedir. Bunların başlıcaları potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor ve demirdir (Aksu ve Kaya 2010). Kanatlı etlerinin sodyum içeriğinin düşük olması nedeniyle düşük sodyum gerektiren diyetler (tansiyon hastaları) için kanatlı etlerinin uygun gıda maddesi olduğu belirtilmektedir (Ergezer 2005).

Ferreira *et al.* (2000) işlenmiş hindi eti ürünlerinde yaptıkları araştırmada 100 g işlenmiş ette ana mineral olarak sodyumun 681-1327 mg arasında değişmekte olduğunu, demir ve kalsiyum konsantrasyonlarının ise sırasıyla 0,4-2,2 ve 3,0-43,6 mg/100g aralıklarında olduğunu belirtmişlerdir.

Murkovic *et al.* (1997) 140°C'de 20 dk kızarttıkları hindi göğüs etinde 1,1ng/g IQ, 0,9 ng/g MeIQ, 1,4 ng/g MeIQx, 0,4 ng/g 4,8-DiMeIQx ve 3,8 ng/g PhIP bileşiklerini tespit etmişlerdir. Pais *et al.* (1999) 275°C'de 30 dk kızarttıkları hindi göğüs etinde 1 ng/g MeIQx, 0,19 ng/g 4,8-DiMeIQx, 6,8 ng/g PhIP, 0,9 ng/g IFP, 1,9 ng/g Harman ve 1,3 ng/g Nonharman bileşiklerini tespit ederken, IQ, IQx, MeIQ, 1,6-DMIP, 1,5,6-TMIP, AαC, MeAαC, Trp-P-1, Trp-P-2, Glu-P-1 ve Glu-P-2 bileşiklerini tespit edememişlerdir. Warzecha *et al.* (2004) 190-200°C'de 30 dk tavada yağlı kızarttıkları hindi göğüs etinde 9,5 ng/g MeIQx ve 1,8 ng/g PhIP bileşiklerini tespit ederken, IQ ve MeIQ bileşiklerinin miktarlarını ve 4,8-DiMeIQx bileşiğini tespit edememişlerdir. Aynı

araştırmada 160°C’de 60 dk kızarttıkları hindi göğüs etinde ise 2,3 ng/g MeIQ, 0,9 ng/g MeIQx, 3,2 ng/g 4,8-DiMeIQx ve 4,7 ng/g PhIP bileşiği tespit etmişlerdir.

Liao *et al.* (2010) farklı pişirme yöntemleri (tava kızartma, derin yağda kızartma, mangal ızgara, fırın) kullanarak pişirildikleri tavuk ve ördek göğüs etlerinde farklı düzeylerde heterosiklik aromatik amin oluştuğunu bildirmiştir. En yüksek toplam HAA içeriği (112,0 ng/g) mangalda kızartılmış tavuk göğüs etinde tespit edilmiştir. Ayrıca tavuk göğüs etinin tavada kızartılması sonucu toplam HAA içeriğinin 27,4 ng/g, derin yağda kızartılması sonucu 21,30 ng/g, fırında pişirilmesi sonucu ise 4 ng/g olduğu tespit edilmiştir. Ördek göğüs etinin tavada kızartılması, derin yağda kızartılması, mangalda ızgara yapılması ve fırında pişirilmesi sonucu toplam HAA içeriklerinin sırasıyla 53,30 ng/g, 14 ng/g, 32 ng/g ve 7 ng/g olduğu tespit edilmiştir.

Chiu *et al.* (1998) HAA çeşidinin ve miktarının pişirme süresi ile arttığını, derisiz tavuk butlarının derili örneklerle kıyasla daha yüksek miktarda HAA içerdiğini ve böylelikle derinin sıcaklığın direkt etkisini azaltabildiğini ve ayrıca derili tavuk butlarındaki yağın, HAA öncül maddelerini seyreltici etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Öz *et al.* (2010a), tavuk but etinin tavada kızartma, ısıtıcı plaka üzerinde kızartma, ızgara yapma, fırında pişirme ve mikrodalga ile pişirilmesi sonucu en yüksek HAA içeriğinin (5,10 ng/g) mikrodalgada pişirdikleri örneklerde olduğunu belirlemişler ve örneklerin hiçbirinde PhIP, AαC ve MeAαC bileşiklerini tespit edememişlerdir.

Viegas *et al.* (2012), 230-300°C’de 30 dk ızgara yaptıkları tavuk göğüs etinde 3,15 ng/g 4,8-DiMeIQx, 8,75 ng/g PhIP, 1,23 ng/g AαC, 1,25 ng/g MeAαC tespit ederken, örneklerin hiçbirinde IQ ve MeIQx bileşiklerini belirleyememişlerdir. Puangsombat *et al.* (2012) 204°C’de 20 dakika kızarttıkları tavuk göğüs eti toplam HAA içeriğinin (MeIQx 0,46 ng/g, 4,8-DiMeIQx 0,54 ng/g ve PhIP 6,06 ng/g), but etinin HAA içeriğinden (MeIQx 0,09 ng/g, 4,8-DiMeIQx 0,06 ng/g ve PhIP 5,43 ng/g) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hindi eti

Araştırmada kullanılan hindi etleri, sadece kanatlı etleri satan ülke çapında tanınan bir firmanın Erzurum'daki bayisinden, don karkas halinde, toplam 14 adet satın alınmıştır. Hindi karkaslarının temininde aynı partiden olmasına özen gösterilmiştir. Hindi karkasları laboratuvarımıza soğuk zincir altında getirilmiş, bir gece buzdolabında çözündürüldükten sonra göğüs ve but spesiyal etleri usulüne uygun olarak çıkartılmış ve araştırmada materyal olarak kullanılmıştır.

3.1.2. Kimyasallar

Araştırmada kullanılan kimyasal maddeler ve çözeltiler:

Tiyobarbiturik Asit Reaktif Maddeleri (TBARS) analizi için;

TCA Solüsyonu: %7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 propil gallat kullanılmıştır. Propil gallat kullanılmadan önce 3 ml etanolde çözündürülmüş, diğer kimyasal maddeler ile karıştırılarak toplam 920 ml saf su ile 1 lt'ye tamamlanmıştır.

TBA Solüsyonu: 0,2884 g TBA (Thiobarbiturik acid) tartılarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır (100 ml için).

Heterosiklik Aromatik Amin analizi için;

Analiz esnasında kullanılan kimyasallar analitik veya HPLC (High Performance Liquid Chromatography)- grade kalitesinde olup, analitik kalitedeki tüm çözeltiler 0,45 µm filtreden (Millipore) geçirilmiştir.

Pürifiye su: Distile edilen saf suyun ilaveten aktif karbonlu saflaştırma sisteminden (Simplicity™ 185, Millipore, Bedford, USA) geçirilmesi ile elde edilmiştir.

1 M NaOH: 40 g sodyum hidroksit (06203, Fluka), 1 lt ölçü balonuna tartılıp bir miktar su ile çözündürüldükten sonra litreye tamamlanmıştır.

Extrelut NT Paketleme Materyali: Bond elut rezervuarlara paketleme esnasında Extrelut NT paketleme materyali (115092. 1000, refill materyal, Merck, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır.

Etil Asetat: Ekstraksiyon aşamasında etil asetat (27227, Riedel-de Haën, HPLC-Grade) kullanılmıştır.

0,1 M HCl: 8,3 ml %37'lik hidroklorik asit (07208, Riedel Haën) alınarak saf su ile litreye tamamlanmıştır.

%90 CH₃OH: %10 NH₃: 9 birim metanol ve 1 birim %25'lik amonyağın (05003, Panreac, HPLC-Grade) karıştırılması ile hazırlanmış ve ekstraksiyon aşamasında kullanılmıştır.

Metanol (CH₃OH): Ekstraksiyon aşamasında metanol (24229, Riedel Haën, HPLC-Grade) kullanılmıştır.

Solvent A: Metanol/Asetonitril (UN1648, Carlo Erba, HPLC-Grade) /Su/Glasiyel asetik asit (27225, Riedel Haën, HPLC-Grade)'in 8/14/76/2 oranında karıştırılması ile

elde edilen çözeltinin %25'lik NH₃ ile pH'sının 5'e ayarlanması ile elde edilmiştir (Messner and Murkovic 2003a, 2003b, 2004).

Solvent B: Asetonitril (%100).

HAA Standartları: IQ (CAS no: 76180-96-6, 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinolin), IQx (CAS no: 108354-47-8, 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), MeIQ (CAS no: 77094-11-2, 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinolin), MeIQx (CAS no: 77500-04-0, 2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), 4,8-DiMeIQx (CAS no: 95896-78-9, 2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin), 7,8-DiMeIQx (CAS no: 92180-79-5, 2-amino-3,7,8-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. Stok standart çözeltiler 100 µg/ml metanol konsantrasyonda hazırlanarak ileri dilüsyonlara seyreltilerek (Öz *et al.* 2015), 4,7,8-TriMeIQx ise internal standart olarak kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Pişirme yöntemleri

Mevcut araştırmada pişirme yöntemleri olarak, et pişirmede yaygın olarak kullanılan pişirme yöntemleri (haşlama, ısıtıcı plaka üzerinde kızartma, tavada yağsız kızartma, derin yağda kızartma, fırında pişirme ve mikrodalgada pişirme) seçilmiş ve örnekler bu yöntemler kullanılarak pişirilmiştir (Çizelge 3.1). Pişirme işleminin etkisini belirlemek amacıyla pişirme esnasında tuz veya herhangi bir baharat/katkı maddesi kullanılmamıştır. Bazı yöntemlerde yer alan sıvı yağ için ayçiçek yağı kullanılmıştır. Araştırmada hindi etleri derili olarak pişirilmiştir. Sıcaklık ayarları için laboratuvar tipi termometre (part no: 0560 9260, Testo 926, Lenzkirch, Germany) ile yüzey probu (0603

1992, Testo 926, Lenzkirch, Germany) kullanılmıştır. Farklı pişirme yöntemleri için göğüs ve but spesiyal etlerinin, hangi sıcaklıkta ne kadar sürede pişeceği ön denemelerle belirlenmiştir. Mevcut araştırmada tavada yağsız kızartılan ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örnekler 4'er dk ara ile çevrilmiştir. Çizelge 3.1'de pişirme yöntemlerine göre, pişirme sıcaklık ve süreleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. Pişirme yöntemlerine göre göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme sıcaklık ve süreleri

Piştirme yöntemi	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
Haşlama	<100	20+35
Tavada yağsız kızartma	200	25
Derin yağda kızartma	200	20
Isıtıcı plaka üzerinde kızartma	200	30
Fırında piştirme	200	60
Mikrodalgada piştirme	Otomatik	35

Haşlama:

Araştırmada materyal olarak kullanılacak olan etlerin haşlanması için düdüklü tencere kullanılmıştır. Bu amaçla etlerin üzerini hafifçe geçecek şekilde soğuk su konulan düdüklü tencerede haşlama işleminin ilk 20 dk'sı sonunda üstte biriken ekstraktif maddeler (tortulu kısım) uzaklaştırılmış, ardından düdüklü tencerenin kapağı kapatılarak hindi etlerinin göğüs ve but spesiyal kısımları 35dk süreyle haşlanmıştır (Çizelge 3.1).

Tavada yağsız kızartma:

Önceden sıcaklığı 200°C'ye ayarlanan yağsız teflon tavada göğüs ve but spesiyal etleri 25 dk kızartılmıştır.

Derin yağda kızartma:

İçinde 2L ayçiçek yağı bulunan paslanmaz çelik tencere 200°C'ye kadar ısıtılmış, ardından göğüs ve but spesiyal etleri 20 dk kızartılmıştır.

Isıtıcı plaka üzerinde kızartma:

Sıcaklığı önceden 200°C'ye ayarlanan ısıtıcı plaka üzerinde göğüs ve but spesiyal etleri 30 dakika kızartılmıştır.

Fırında pişirme:

Sıcaklığı önceden 200°C'ye ayarlanan fırında göğüs ve but spesiyal etleri 60 dk pişirilmiştir.

Mikrodalgada pişirme:

Göğüs ve but spesiyal etleri mikrodalgada yer alan kanatlı etleri otomatik pişirme modunda 35 dk pişirilmiştir.

3.2.2. Su içeriğinin belirlenmesi

Örneklerin su içerikleri kurutma kaplarına tartılan yaklaşık 10 g örneğin 100±2°C'lik etüvde sabit tartım elde edilinceye kadar (yaklaşık 18 saat) kurutulması ile belirlenmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.3. Pişirme kaybının belirlenmesi

Örneklerin pişirme öncesi ve pişirme sonrası oda sıcaklığına soğutulduktan sonraki ağırlıkları belirlenerek pişirme kayıpları % olarak hesaplanmıştır (Öz and Kızıl 2013).

3.2.4. pH değerinin belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş 10 g örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek Ultra-Turrax (IKA T18, 18-10 20.000 UpM Germany)'da 1 dk süreyle homojenize edildikten sonra pH-metre (ATI 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).

3.2.5. Ham yağ içeriğinin belirlenmesi

Örneklerin ham yağ miktarı eter ekstraksiyon yöntemi kullanılarak sadece hammaddede tespit edilmiştir. Bu amaçla kurutulan örnekler soxhelet ekstraksiyon sisteminde dietil eter çözeltilisi kullanılarak 8 saat süre ile ekstrakte edilmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.6. Ham protein içeriğinin belirlenmesi

Toplam azot ve ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Toplam azot miktarı belirlendikten sonra 6,25 faktörü ile çarpılarak ham protein içeriği belirlenmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.7. 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; et örneklerinden 1'er

g alınmış, üzerine 6 ml TCA solüsyonu ilave edilmiş, 15–30 s 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 2000xg’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra numunelerin absorbansı 532 nm dalga boyunda köre (şahit numune) karşı ölçölmüştür. Köre için 1 ml TCA ekstraktına 1 ml TBA çözeltisi ilave edilmiş ve örnekler için uygulanan aşamalar aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. k değerinin hesaplanmasında 1,1,3,3- tetraetoksipropan kullanılmıştır. TBARS değerleri mg/kg örnek olarak verilmiştir.

3.2.8. Renk analizi

L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationale de l’E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre belirlenmiştir. Buna göre; L*; L*=0, siyah; L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a*; +a*=kırmızı, -a*=yeşil ve b*; +b*=sarı, -b*=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. Örneklerin kesit yüzey renk yoğunlukları kolorimetre cihazı Minolta (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. Beyaz kâğıt üzerine konulan çiğ ve pişmiş örneklerin dört farklı yerinden şansa bağı okumalar yapılmış ve bu değerlerin ortalaması alınarak kullanılmıştır.

3.2.9. HAA miktarının belirlenmesi

3.2.9.a. HAA’ların ekstraksiyonu

HAA’ların ekstraksiyonu Messner and Murkovic (2004)’e göre gerçekleştirilmiştir. Metoda göre behere 1g pişmiş et örneğı tartılmış ve üzerine 12ml 1 M NaOH ilave edilerek oda sıcaklığında 500 rpm devirde 1 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Üzerine 10g Extrelut NT (refill materyali, Merck, Darmstadt, Germany) paketleme materyali konularak spatöl 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 reservoir, Extrelut-20) sisteme takılarak paketlenmiştir. Ardından etil asetat ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Oasis kartujlar 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.

3.2.9.b. HPLC analizi

HAA’ların miktar tayinleri; Diode Array Dedektör (DAD-3000), auto sampler (WPS-3000), kolon fırını (TCC-3000) ve pompa (LPG-3400SD) içeren HPLC (Thermo Ultimate 3000, Thermo Scientific, USA) ile yapılmıştır. Ayırma işlemi 35°C’de ve 0,7mL/dk akış hızında, Acclaim™ 120 C18 3mm (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 kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Öz *et al.* 2016a, 2016b). 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. HAA standart eğrilerinin regrasyon çizgisi katsayıları (R²); IQx için 0.9999, IQ için 0.9999, MeIQx için 0.9999, MeIQ için 0.9999, 7,8-DiMeIQx için 0.9999, 4,8-DiMeIQx için 0.9999, PhIP için 0.9999, AαC için 0.9999 ve MeAαC için 0.9999 olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.2’de analizi yapılan HAA’ların bazı bilgileri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Aminoimidazoazoarenlerin ve aminokarbolinlerin isimleri ve bazı bilgileri (Öz and Kaya 2011c)

Kimyasal İsmi	Kısaltması	Molekül Ağırlığı	Yapı
2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin	IQ	198	
2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin	IQx	199	
2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin	MeIQ	212	
2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5- <i>f</i>] kinokzalin	MeIQx	213	
2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin	4,8-DiMeIQx	227	
2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin	7,8-DiMeIQx	227	
2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5- <i>b</i>]piridin	PhIP	224	
2-amino-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol	AαC	183	
2-amino-3-metil-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol	MeAαC	197	

Piştirme boyunca oluşabilen farklı HAA'ların geri kazanım oranları belirlemek için standart ilave metodu kullanılmıştır. Bunun için ekstraksiyon öncesinde bilinen bir örneğe farklı seviyelerde bilinen konsantrasyonlarda mix stok solüsyon (mix 0,5; 1; 2,5; 5; 7,5 ve 10) eklenmiştir. İlave edilen analit miktarına karşı pik yükseklik oranı kurve olarak çizilmiştir. Geri kazanımlar standart ilavesi için çizilen linear regrasyon hatlarının eğiminin HAA standart solüsyonlarının linear regrasyon hatlarının eğimine oranı ile hesaplanmıştır (Öz *et al.* 2015).

3.2.10. İstatistiki analiz

Araştırma Tam Şansa Bağlı deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak kurulup yürütülmüştür. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ortalama değerler arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan 1991). Analizler için SPSS 20.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Isıl İşlem Görmemiş Hindi Göğüs ve But Spesiyal Etlerinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Araştırmada materyal olarak kullanılan hindi göğüs ve but spesiyal etlerine ait çeşitli analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi hindi göğüs etinin su, ham yağ, pH, TBARS, a* ve b* değerleri, but spesiyal etine ait değerlerden düşük bulunurken, göğüs etinin ham protein ve L*, değerleri, but spesiyal etine kıyasla yüksek bulunmuştur. Karwowska *et al.* (2010) da yaptıkları çalışmalarında, hindi göğüs etinin, but etine kıyasla, daha düşük seviyede su, yağ, a* ve b* değeri içerdiğini, buna karşın daha yüksek seviyede protein ve L* değeri içerdiğini belirtmiştir. Karwowska *et al.* (2010) yaptıkları çalışmada ısıl işlem görmemiş hindi göğüs etlerinin %73 su, %24,26 protein ve %1,52 yağ içerdiğini, ısıl işlem görmemiş hindi but spesiyal etlerinin ise %76,10 su, %19,49 protein, %3,27 yağ içerdiğini belirtmiştir. Öte yandan araştırmacılar, ısıl işlem görmemiş hindi göğüs etlerinin L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 55,88, 3,45 ve 10,20 olarak belirlerken, ısıl işlem görmemiş hindi but spesiyal etlerinin L*, a* ve b* değerlerini ise sırasıyla 51,73, 8,87 ve 11,84 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.1. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin çeşitli analiz sonuçları

Et çeşidi	N	Su (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	pH	TBARS (mg/kg et)	L*	a*	b*
Göğüs	2	73,07±0,19	0,8±0,28	26,11±0,64	6,06±0,22	0,52±0,24	55,03±3,16	3,45±0,56	3,43±2,06
But spesiyal	2	74,35±0,71	3,70±0,57	21,73±0,01	6,27±0,27	0,59±0,07	51,04±3,53	7,93±0,04	3,54±0,47

Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan hammaddede belirlenen çeşitli kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları, literatürdeki veriler ile genellikle benzerlik göstermektedir (Paleari *et al.* 1998; Karwowska *et al.* 2010; Apetroaei *et al.* 2012; Jukna *et al.* 2012).

Jukna *et al.* (2012) hindi göğüs etinin su içeriğini %75,5, protein içeriğini %22,19, yağ içeriğini %1,20 ve pH değerini ise 6,60 olarak belirlemişlerdir. Paleari *et al.* (1998) hindi but etinde yaptıkları çalışmada %74,80 su, %20,40 protein, %3,80 yağ ve pH değerini ise 6,31 olarak tespit etmişlerdir.

4.2. Su İçeriği Sonuçları

Mevcut araştırmada hindi göğüs ve but spesiial etlerinin çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilmesi sonucu elde edilen ham su içeriği değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş but spesiial eti su içeriğinin (%74,35), göğüs eti su içeriğinden (%73,07) yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada çiğ göğüs ve but spesiial etlerin su içeriklerinin farklı olmasının kas farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca pişirme işlemi ile örneklerin su içeriğinde beklenildiği gibi azalma tespit edilmiş ve göğüs etleri için su içeriği %58,72-67,10 arasında, but spesiial etleri için su içeriği ise %58,63-68,16 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2). Tang *et al.* (2005) hindi göğüs etinde su içeriğini; ısıl işlem görmemiş ürünlerde %73,48 olarak, 80°C’de 150 dk fırın buharında pişirilmiş örneklerde ise %71,55 olarak belirlemişlerdir. ABD Tarım Bakanlığı (2015) çiğ hindi göğüs ve but etinde sırasıyla %74,66 ve %75,62 olarak belirledikleri su içeriğini; fırında rosto yapılan hindi göğüs etinde %67,53, but etinde ise %66,98 olarak rapor etmişlerdir. Öte yandan Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı’na göre ısıl işlem görmemiş hindi göğüs etinin su içeriği %74,23, but etinin su içeriği ise %73,94 olarak belirtilmiştir. Jukna *et al.* (2012) yaptıkları çalışmada hindi göğüs etinin su içeriğini %75,50 olarak belirlemişlerdir. Paleari *et al.* (1998) ısıl işlem görmemiş hindi but etinin su içeriğini %74,8 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.2. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin su içeriği değerleri

Pişirme yöntemi	N	Su (%)	
		Göğüs	But spesiyal
Çiğ	2	73,07±0,19	74,35±0,71
Haşlama	2	67,03±0,42	65,16±1,05
Tavada yağsız	2	66,57±0,47	68,16±0,24
Derin yağ	2	58,72±4,22	60,11±0,49
Isıtıcı plaka	2	64,93±0,58	66,24±0,28
Fırın	2	62,99±1,11	58,63±3,38
Mikrodalga	2	67,10±2,53	61,06±4,53

Ortalama değer ± standart sapma

Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, pişirme yönteminin örneklerin su içeriği üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkisinin olduğu tespit edilirken, et çeşidi ile et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Sd	KO	F
Et çeşidi (EÇ)	1	6,422	1,494
Pişirme yöntemi (PY)	6	87,961	20,458**
EÇ x PY	6	10,089	2,346
Hata	14	4,300	

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

Pişirme yönteminin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısıtma işlem görmemiş örneklerin ortalama su içeriği %73,71 olarak belirlenirken, ısıtma işlem neticesinde örneklerin su içeriği, beklenildiği gibi azalmış ve %59,41–67,36 arasında değişiklik göstermiştir. Sánchez del Pulgar *et al.* (2012) ısıtma işlem neticesinde ette görülen su kaybının 3 ana nedeni olduğunu belirtmiştir. Bunlar; 1) Artan sıcaklık ve/veya azalan basınç nedeniyle etteki su buharlaşmaktadır. 2) Isıtma işlem myofibriller

proteinlerde şirinke neden olmakta, bu şirink, fibriller arasındaki hacimde azalmaya ve neticede myofibriler proteinlerin su tutma kapasitesinde düşüşe neden olmaktadır. 3) 56-62°C'ler arasındaki sıcaklıklarda perimisyal bağ dokuda görülen büzülme, kas lifi demetlerinin sıkışmasına neden olmakta ve serbest suyun etten ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Mevcut araştırmada ısıtma işlemi gören örneklerde en düşük su içeriği; istatistiksel olarak derin yağda kızartılan ve fırında pişirilen örneklerde tespit edilirken, en yüksek su içeriği ise; haşlanan, tavada yağsız kızartılan, ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan ve mikrodalgada pişirilen örneklerde belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Pişirme yönteminin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme yöntemi	N	Su (%)
Çiğ	4	73,71±0,85a
Haşlama	4	66,09±1,27b
Tavada yağsız	4	67,36±0,97b
Derin yağ	4	59,41±2,58c
Isıtıcı plaka	4	65,58±0,84b
Fırın	4	60,81±3,25c
Mikrodalga	4	64,08±4,60b

*Aynı sütündaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-c}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Liao *et al.* (2010) ısıtma işlemi görmemiş tavuk göğüs etinde %74,42 olan su içeriğinin, ısıtma işlem sonucu azalarak %53,77-69,52 arasında, çiğ ördek göğüs etinin ise %76,50 olan su içeriğinin ısıtma işlem sonucu yine azalarak %52,66-69,44 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Öz and Çelik (2015) farklı pişirme yöntemlerinin (haşlama, ısıtıcı plaka, tavada yağsız kızartma, tavada az yağda kızartma, derin yağda kızartma, fırında pişirme ve mikrodalgada pişirme) kaz göğüs ve but spesiyal etlerinin çeşitli kalite kriterleri üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları araştırmada ısıtma işlemi görmemiş göğüs etinde %66,38 olarak belirledikleri su içeriğinin, ısıtma işlem görmüş örneklerde pişirme yöntemine bağlı olarak %53,87-62,92 arasında, ısıtma işlemi görmemiş but spesiyal etinde %72,43 olarak

belirledikleri su içeriğinin, ısıtma işlem görmüş örneklerde pişirme yöntemine bağlı olarak %51,38-64,17 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.3. Pişirme Kaybı Sonuçları

Mevcut araştırmada farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin ortalama pişirme kayıpları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi göğüs etinin pişirme kaybı %18,19-43,10 arasında değişirken but spesiyal etinin pişirme kaybı ise %19,78-37,84 arasında değişiklik göstermiştir. Rodriguez-Estrada *et al.* (1997) pişirme yönteminin et ürünlerinin ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu ve etten uzaklaşan asıl bileşenin su olduğunu belirtmiştir. Nitekim mevcut araştırmada da en yüksek pişirme kaybı değerleri; ısıtma işlem görmüş örneklerde en düşük su içeriğine sahip olan derin yağda kızartılan göğüs eti (su içeriği %58,72, pişirme kaybı %43,10) ve fırında pişirilen but spesiyal etinde (su içeriği %58,63 ve pişirme kaybı %37,84) belirlenmiştir. Öte yandan ısıtma işlem nedeni ile etten uzaklaşan tek bileşenin su olmadığı, suyun etten uzaklaşırken beraberinde suda çözünen bir takım maddeleri de etten uzaklaştırdığı bilinmektedir (Pulgar *et al.* 2012). Nitekim pişirme esnasında etten uzaklaşan su, myofibriller veya sarkoplazmik proteinler, kolajen, lipitler, tuz, polifosfatlar ve aroma bileşikler gibi bileşikler de içerebilmektedir (Gerber *et al.* 2009).

Çizelge 4.5. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme kaybı değerleri

Pişirme yöntemi	N	Pişirme Kaybı (%)	
		Göğüs	But spesiyal
Haşlama	2	24,53±2,34	27,59±2,18
Tavada yağsız	2	20,49±1,27	19,78±0,32
Derin yağ	2	43,10±1,90	35,78±5,69
Isıtıcı plaka	2	18,19±1,07	21,36±3,07
Fırın	2	31,28±1,98	37,84±3,52
Mikrodalga	2	26,44±3,42	32,37±4,89

Ortalama değer ± standart sapma

Jukna *et al.* (2012) yaptıkları çalışmada sous-vide yöntemi kullanarak 70°C’de 30 dk pişirdikleri hindi göğüs etinde pişirme kaybını %11,02 olarak belirlemişlerdir. Mevcut araştırma ile kıyaslandığında bu kadar düşük pişirme kaybının pişirme yöntem farklılığı ve pişirme sıcaklığının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme kaybına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere pişirme yönteminin örneklerin pişirme kaybı üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenirken, et çeşidi ve et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pişirme kaybına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Sd	KO	F
Et çeşidi (EÇ)	1	19,028	2,068
Pişirme yöntemi (PY)	5	247,121	26,853**
EÇ x PY	5	26,535	2,883
Hata	12	9,203	

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

Pişirme yönteminin örneklerin pişirme kaybı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi örneklerin pişirme kaybı %19,78-39,44 arasında değişirken, en yüksek pişirme kaybı istatistiksel olarak derin yağda kızartılan örneklerde, en düşük pişirme kaybı ise tavada yağsız olarak kızartılan ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerde belirlenmiştir. Sickler *et al.* (2013) sous-vide yöntemi ile pişirdikleri kontrol grubu hindi kıymalarında %16,8’lik pişirme kaybı olduğunu belirtmişlerdir. Northcutt *et al.* (1998) yaptıkları çalışmada su banyosunda haşladıkları hindi göğüs etlerinde %19,3-21,6 arasında pişirme kaybı belirlemişlerdir.

Çizelge 4.7. Pişirme yönteminin örneklerin pişirme kaybı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme yöntemi	N	Pişirme Kaybı (%)
Haşlama	4	26,06±2,56c
Tavada yağsız	4	20,13±0,86d
Derin yağ	4	39,44±5,46a
Isıtıcı plaka	4	19,78±2,62d
Fırın	4	34,56±4,45b
Mikrodalga	4	29,41±4,86c

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-d}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

4.4. pH Değerleri Sonuçları

Mevcut araştırmada farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spezial etlerinin ortalama pH değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş but spezial etinin pH değeri (6,27), göğüs etinin pH değerinden (6,06) yüksek bulunmuştur. But spezial etinin pH değerindeki bu yüksekliğin, but spezial etinin su içeriğinin göğüs etinin su içeriğinden yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kanatlı göğüs ve but etlerinin pH değerlerinin birbirlerinden farklı olmasının kas lifleri nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir. Zira göğüs etinin beyaz, but etinin ise kırmızı kas olduğu bilinmektedir. Beyaz/açık renkli kasların, kırmızı/koyu renkli kaslara göre daha az myoglobin içermesine karşın, daha fazla glikojen ve glikolitik faaliyet gösterdiği bilinmektedir (Aberle et al. 2001). Nitekim mevcut araştırmada da göğüs etlerinin pH değerlerinin, but etlerinin pH değerlerinden daha düşük olduğu ve göğüs etlerinin L* değerlerinin, but spezial etlerinin L* değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Öz and Çelik (2015) tarafından da belirlenmiştir. Araştırmacılar kaz göğüs ve but spezial eti pH değerlerini sırasıyla 5,86 ve 6,78 olarak belirlemişlerdir. Paleari *et al.* (1998) ise ısıl işlem görmemiş hindi but etinin pH değerini 6,31 olarak bulmuşlardır. Öte yandan ısıl işlem görmüş göğüs ve but spezial etinin pH değeri, ısıl işlem görmemiş örneklerin pH değerine göre artış göstermiş ve göğüs eti için 6,09-6,19 arasında, but spezial eti için ise 6,47-6,66 arasında değişiklik göstermiştir. Isıl işlem neticesinde ette görülen pH artışının; imidazol, sülfidril ve

hidroksil gruplarını içeren bağların ısıtılma işlemi ile kopması nedeniyle olduğu bilinmektedir (Girard 1992). Nitekim bu durum farklı etlerde diğer araştırmacılar tarafından da gözlenmiştir (Kesava Rao *et al.* 1996; Kowale *et al.* 1996; Fletcher *et al.* 2000; Dal Bosco *et al.* 2001; Liao *et al.* 2010; Öz and Çelik 2015). Northcutt *et al.* (1998), ısıtılma işlemi görmemiş hindi göğüs etinde 5,82-5,84 arasında değişen pH değerinin, su banyosunda haşlama sonucu 6,13-6,15 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pH değerleri

Pişirme yöntemi	N	pH	
		Göğüs	But spesiyal
Çiğ	2	6,06±0,22	6,27±0,27
Haşlama	2	6,09±0,04	6,66±0,12
Tavada yağsız	2	6,12±0,08	6,65±0,12
Derin yağ	2	6,16±0,10	6,66±0,11
Isıtıcı plaka	2	6,19±0,06	6,47±0,13
Fırın	2	6,15±0,04	6,51±0,12
Mikrodalga	2	6,09±0,01	6,59±0,03

Ortalama değer ± standart sapma

Sammel and Claus (2006) su banyosunda pişirdikleri hindi göğüs etinde pH değerini 6,29 olarak belirlerken, Sickler *et al.* (2013) sous-vide yöntemi ile pişirdikleri kontrol grubu hindi kıymalarının pH değerini 6,26 olarak belirlemişlerdir. Karpinska-Tymoszczyk (2014) fırında 82°C iç sıcaklığa kadar ısıtılma işlemi uyguladıkları hindi eti köftelerinin pH değerini 6,40 olarak belirlemiştir.

Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi et çeşidinin örneklerin pH değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenirken, pişirme yöntemi ve et çeşidi x pişirme yöntemi etkileşiminin ise önemli ($p>0,05$) bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Sd	KO	F
Et çeşidi (EÇ)	1	1,235	79,518**
Piştirme yöntemi (PY)	6	0,026	1,678
EÇ x PY	6	0,018	1,188
Hata	14	0,016	

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

Et çeşidinin örneklerin pH değerinin üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, but spesiyal etinin pH değerinin, göğüs etinin pH değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitekim benzer sonuçlar kanatlı etlerinde farklı araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir. Kırmızıbayrak *et al.* (2011) kaz göğüs eti pH değerinin (5,74-5,88), but eti pH değerinden (5,96-6,04) düşük olduğunu belirtmişlerdir. Gumulka *et al.* (2009), kaz göğüs eti pH değerinin 6,08-6,12, but spesiyal eti pH değerinin ise 6,59-6,67 arasında değiştiğini, Şekeroğlu ve Diktaş (2012), etlik piliçler üzerine yaptıkları çalışmada, göğüs eti pH değerinin 5,52-5,55, but eti pH değerinin ise 6,05-6,09 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.10. Et çeşidinin örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et çeşidi	N	pH
Göğüs	14	6,12±0,08b
But spesiyal	14	6,54±0,17a

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-b}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

4.5. TBARS Değeri Sonuçları

Lipid oksidasyonu etin tat ve aromasını yakından etkileyen uçucu bileşiklerin oluşumu nedeniyle ransiditenin gelişmesi ve kalite bozukluğunun hızlanmasına etki eden önemli faktörlerden birisidir (Arroyo *et al.* 2015). Hindi eti yüksek oranda çoklu-doymamış yağ asit içeriği ve yüksek serbest demir konsantrasyonu nedeniyle oksidasyona karşı

oldukça hassastır (Karwowska *et al.* 2010). Mevcut araştırmada çiğ ve farklı pişirme yöntemleri ile pişirilen örneklerin TBARS değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş göğüs etinin TBARS değeri, but spezial etinin TBARS değerinden düşük olarak belirlenmiştir. Bu sonuca örneklerin farklı yağ içeriğine sahip olmasının etki ettiği düşünülmektedir. Zira ısıtılmış işlem görmemiş göğüs etinin yağ içeriği (%0,8), but spezial etinin yağ içeriğinden (%3,70) düşük bulunmuştur. Öte yandan pişirme işlemi hindi göğüs ve but spezial etinde belirlenen TBARS değerinde artışa neden olmuş, pişirme yöntemine bağlı olarak TBARS değeri göğüs etinde 1,22-16,65 mg MDA/kg et arasında, but spezial etinde ise 1,46-27,63 mg MDA/kg et arasında değişmiştir.

Çizelge 4.11. Hindi göğüs ve but spezial etlerinin TBARS değerleri

Pişirme yöntemi	N	TBARS (mg MDA/kg et)	
		Göğüs	But spezial
Çiğ	2	0,52±0,24	0,59±0,07
Haşlama	2	10,76±0,93	10,89±2,05
Tavada yağsız	2	2,09±0,10	1,46±0,07
Derin yağ	2	1,22±0,07	2,38±1,01
Isıtıcı plaka	2	2,77±0,87	8,44±6,73
Fırın	2	15,50±0,10	24,70±2,70
Mikrodalga	2	16,65±2,11	27,63±2,74

Ortalama değer ± standart sapma

Sickler *et al.* (2013) sous-vide yöntemi ile pişirdikleri kontrol grubu hindi kıymalarında 11,93-13,06 mg/kg arasında TBARS değeri belirlemişlerdir. Karpinska-Tymoszczyk (2014) yaptıkları çalışmada, fırında 82°C iç sıcaklığa kadar ısıtılmış işlem uyguladıkları hindi eti köftelerinin TBARS değerini 1,55 mg MDA/kg olarak belirlemiştir.

Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spezial etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, et çeşidinin, pişirme yönteminin ve et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine çok önemli ($p<0.01$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Sd	KO	F
Et çeşidi (EÇ)	1	101,027	19,791**
Piştirme yöntemi (PY)	6	324,074	63,484**
EÇ x PY	6	23,044	4,514**
Hata	14	5,105	

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

Et çeşidinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi hindi göğüs etinin ortalama TBARS değeri 7,07 mg MDA/kg et olarak belirlenirken, but spesiyal etinin ortalama TBARS değeri ise 10,87 mg MDA/kg et olarak belirlenmiştir. Göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen TBARS değerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olması, örneklerin yağ içeriklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira but spesiyal etinin yağ içeriği de (%3,70) göğüs etinin yağ içeriğinden (%0,8) yüksek bulunmuştur. Öte yandan TBARS değeri üzerine sıcaklık, ışık, oksijen, çeşitli katalizörler vb. pek çok faktörün etki ettiği de bilinmektedir.

Çizelge 4.13. Et çeşidinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et çeşidi	N	TBARS (mg MDA/kg et)
Göğüs	14	7,07±6,79b
But spesiyal	14	10,87±10,93a

*Aynı sütündaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-b}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Piştirme yönteminin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısıtıl işlem görmemiş örneklerin ortalama TBARS değeri 0,56 mg MDA/kg et olarak belirlenirken, ısıtıl işlem neticesinde örneklerin TBARS değerleri artarak, 1,77–22,14 mg MDA/kg et arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmamızda, tavada yağsız olarak kızartılan ve derin yağda kızartılan örneklerin TBARS değerlerinin ısıtıl işlem görmemiş

örneklerin TBARS değerinden istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilirken, en yüksek TBARS değeri ise mikrodalga ve fırında pişirilen örneklerde belirlenmiştir. Mikrodalga ile pişirilen örneklerde, mikrodalga ile et yağının interaksyonu, çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna ve neticede TBARS değerinin yüksek olarak belirlenmesine neden olabilmektedir (Broncano *et al.* 2009; Dominguez *et al.* 2014a). Nitekim Yoshida *et al.* (2005) tarafından yapılan çalışmada, farklı gıdaların mikrodalgada pişirilmesi sonucu, gıdaların fosfolipitlerindeki PUFA miktarında azalma olduğu belirtilmiştir. Öte yandan fırında pişirilen örneklerde belirlenen yüksek TBARS değerinin ise pişirme süresinden (60 dk) kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira pişirme esnasında görülen oksidasyon üzerine pişirme süresinin, pişirme sıcaklığından daha fazla etki ettiği belirtilmektedir (Dominguez *et al.* 2014a).

Çizelge 4.14. Pişirme yönteminin örneklerin TBARS değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

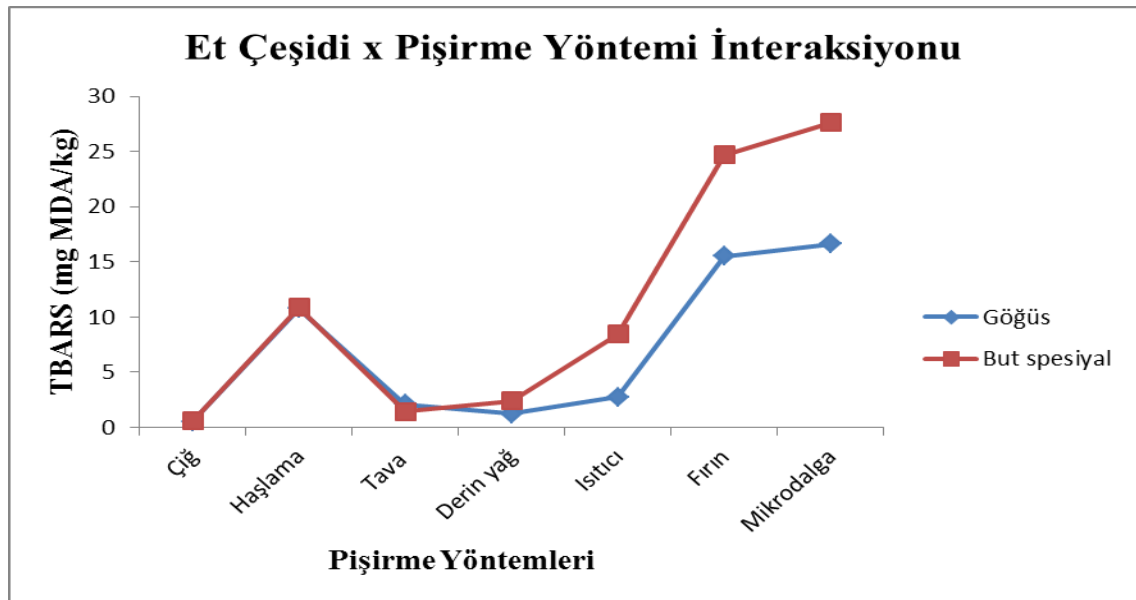
Piştirme yöntemi	N	TBARS (mg MDA/kg et)
Çiğ	4	0,56±0,15d
Haşlama	4	10,82±1,30b
Tavada yağsız	4	1,77±0,37d
Derin yağ	4	1,80±0,89d
Isıtıcı plaka	4	5,61±5,10c
Fırın	4	20,10±5,54a
Mikrodalga	4	22,14±6,65a

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-d}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Mevcut araştırmamızda hem göğüs hemde but spesiyal etinde belirlenen TBARS değerleri araştırmada kullanılan tüm pişirme yöntemleri için pişirme işlemi neticesinde artış göstermiştir. Diğer taraftan, literatürde hindi etinin pişirilmesi sonucu TBARS değerinin çiğ ete kıyasla azaldığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Peiretti *et al.* (2012) haşlanmış, ızgara ve mikrodalgada pişirilen hindi etinde belirledikleri TBARS değerinin, ısıl işlem görmemiş ette belirlenen değere göre düşük çıktığını belirtmişlerdir.

Piştirme işleminin TBARS değeri üzerine etkisi piştirme yöntemine göre değışiklik göstermektedir. Nitekim bazı araştırmacılar (Rao *et al.* 1996; Hernández *et al.* 1999; Serrano *et al.* 2007; O’Grady *et al.* 2008; Alfaia *et al.* 2010; Juárez *et al.* 2010; Peiretti *et al.* 2012; Roldán *et al.* 2014; Domínguez *et al.* 2014a, 2014b) farklı hayvan etlerinin pişirilmesi sonucu TBARS değerlerinin çiğ ete kıyasla arttığını belirlerken, bazı araştırmacılar ise (Serrano *et al.* 2007; Weber *et al.* 2008; Alfaia *et al.* 2010; Juárez *et al.* 2010; Peiretti *et al.* 2012) bazı piştirme yöntemlerinin TBARS değerini artırmadığını belirtmişler ve nedenini TBARS testi ile ölçülen bileşiklerin oldukça reaktif olmasına ve neticede ette mevcut olan protein ve aminoasitler gibi çeşitli bileşikler ile reaksiyona girerek daha farklı bileşikler oluşturmalarına bağlamışlardır.

Araştırmamızda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunan et çeşidi x piştirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin TBARS değerleri üzerine olan etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1’den de görüldüğü gibi örneklerin TBARS değerleri piştirme işlemi ile artmış ve en yüksek TBARS değerleri tavada yağsız olarak kızartılan örnekler haricinde but spesiyal etinde belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Et çeşidi x piştirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine etkisi

4.6. Renk Değerleri Sonuçları

Taze etin rengi tüketicinin satın alma kararını etkileyen en önemli kalite kriterlerinden biridir. Yeni kesilmiş etin arzu edilen renginden, doku pigmenti myoglobinin oksijene formu olan oksimiyoglobin önemli oranda sorumludur. Uzun süre depolama ile oksimiyoglobin metmyoglobine okside olmakta ve bu durum arzu edilmeyen koyu bir et rengi oluşturmaktadır. Et rengi üzerine oksijenin bu olumlu etkisinin yanı sıra, oksijen, renk üzerine arzu edilmeyen etkilere sahip oksidasyon reaksiyonlarını teşvik de edebilmektedir (O'Grady *et al.* 1998). Et renginin değişmesinden sorumlu diğer bir faktörün, indirgen şekerler ve serbest aminoasitler arasındaki Maillard reaksiyonu olduğu bilinmektedir.

Tavuk ve hindi etleri, diğer evcil kanatlı etlerine oranla açık renkli, ördek ve kaz etleri ise genellikle koyu renklidir. Çok çalışan kaslar olan but ve kanat bölgeleri koyu renkli iken göğüs bölgesinin daha açık renkli olduğu belirtilmektedir (Gülbaz 2004; Akgün 2006). Mevcut araştırmada çiğ hindi göğüs etinin L^* değerinin (55,03), but spesiyal eti L^* değerinden (51,04) daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Bu sonuca göre hindi but spesiyal etlerinin, göğüs etinden daha koyu renge sahip olduğu söylenebilir. Yine aynı çalışmada a^* değeri çiğ hindi göğüs etinde 3,45, çiğ but spesiyal etinde ise 7,93 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre but spesiyal etinin göğüs etinden daha kırmızı bir renge sahip olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir. Karwowska *et al.* (2010) çiğ hindi göğüs etinin L^* değerinin (55,88), but spesiyal eti L^* değerinden (51,73) daha yüksek olduğunu, çiğ hindi göğüs etinin a^* değerini 3,45, çiğ but spesiyal etinde ise 8,87 olarak tespit etmişlerdir. Nam and Ahn (2003) çiğ hindi göğüs etinin L^* değerini 50,2, a^* değerini 2,5, but spesiyal eti L^* değerini 43,9, a^* değerini ise 10,5 olarak belirlemişlerdir. Mevcut araştırmada b^* değeri, çiğ göğüs etinde 3,43, but spesiyal etinde 3,54 olarak tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Nam and Ahn 2003; Karwowska *et al.* 2010).

Çizelge 4.15’de hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin ısıt işlemler öncesi ve ısıt işlemler sonrası renk değeri (L*,a*, b*) verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi L* değeri için 53,09–55,59, but spesiyal etleri için 48,07–54,89, a* değeri için 3,03–4,45, but spesiyal etleri için 7,77–9,92 ve b* değeri için 2,11–3,13, but spesiyal etleri için 2,03–3,80 arasında değeri gösterirken, pişmiş örneklerin L*değeri için 44,36–73,09, but spesiyal etleri için 43,88–61,06, a* değeri için 5,55–17,68, but spesiyal etleri için 8,89–11,44 ve b* değeri ise göğüs etleri için 17,26–31,44, but spesiyal etleri için 15,99–21,95 arasında değeri göstermiştir.

Çizelge 4.15. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin ısıtıl işlem öncesi ve ısıtıl işlem sonrası renk değeri

Pişirme İşlemi	N	Göğüs						But spesiyal					
		L*		a*		b*		L*		a*		b*	
		Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş	Çiğ	Pişmiş
Haşlama	2	55,16±1,42	73,09±2,84	3,30±1,06	5,55±0,71	2,33±0,11	17,26±1,70	51,26±0,11	61,06±4,02	8,28±0,49	8,89±0,25	3,69±0,13	16,29±0,61
Tavada yağsız	2	54,46±4,05	54,15±5,99	3,03±0,52	13,87±2,37	2,11±1,53	31,31±1,53	48,07±0,11	43,88±6,68	7,77±0,70	10,71±1,22	2,24±0,39	19,36±4,21
Derin yağ	2	53,82±2,79	44,36±7,22	4,14±0,97	17,68±3,59	2,26±0,52	29,37±7,70	50,57±2,29	45,05±0,76	9,92±0,35	11,43±1,36	3,44±1,39	21,64±2,04
Isıtıcı plaka	2	53,09±0,50	50,43±1,00	4,24±0,45	16,14±1,06	3,13±1,56	31,44±2,15	48,09±1,08	48,57±2,72	7,95±1,39	10,57±0,64	2,03±0,80	21,95±4,57
Fırın	2	55,56±1,20	69,98±0,91	4,45±0,16	6,90±0,22	2,63±0,29	24,22±1,41	54,89±2,43	51,18±0,81	9,26±0,23	11,44±0,41	3,80±0,22	20,30±0,80
Mikrodalga	2	55,59±0,14	71,45±2,10	3,78±0,49	6,60±0,20	2,21±0,34	21,48±0,35	51,63±0,83	55,40±3,63	9,26±0,60	10,12±1,50	3,14±0,53	15,99±2,82

Ortalama değeri ± standart sapma

L * koyu rengin bir ölçüsüdür (daha yüksek değeri daha açık bir renk gösterir)

a * kırmızı rengin bir ölçüsüdür (daha yüksek değeri daha kırmızı bir renk gösterir)

b * sarı rengin bir ölçüsüdür (daha yüksek değeri daha sarı bir renk gösterir)

Mevcut araştırmada ısıtma işlemi ile göğüs etlerinin L^* değeri haşlama, fırın ve mikrodalgada pişirilen örneklerde artış gösterirken, tavada yağsız olarak kızartılan, derin yağda kızartılan ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerde azalmıştır. Isıtma işlemi gören but spesiyal etlerinin L^* değeri ise haşlama, ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan ve mikrodalgada pişirilen örneklerde artış gösterirken, tavada yağsız olarak kızartılan, derin yağda kızartılan ve fırında pişirilen örneklerde azalmıştır. Pişmiş örneklerde en düşük L^* değeri (koyu renk), göğüs eti için derin yağda kızartılmış örneklerde, but spesiyal eti için ise tavada yağsız kızartılmış örneklerde tespit edilmiştir. Isıtma işlemi görmüş göğüs ve but spesiyal etlerinin a^* değerinin çiğ örneklerle kıyasla arttığı belirlenmiştir. Göğüs ve but spesiyal etleri için en düşük a^* değerleri haşlama yapılan örneklerde belirlenirken, en yüksek a^* değeri, göğüs eti için derin yağda kızartılan örneklerde, but spesiyal eti için ise fırında pişirilen örneklerde tespit edilmiştir. Sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b^* değeri veya sarılık değeri literatürde hala açıklanamayan bir değerdir. Öte yandan b^* değerindeki çok küçük değişimlerin bile etin renk değişiminde çok önemli etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Insausti *et al.* 1999; Houben *et al.* 2002). Araştırmamızda ısıtma işlemi ile tüm örneklerin b^* değerleri ısıtma işlemi öncesine kıyasla artış göstermiştir. Isıtma işlemi ile et örneklerinin b^* değerlerinde görülen artışın; metmyoglobin oluşumu ve oluşan bu metmyoglobinin ısıtma işlemi ile denatürasyonu olduğu düşünülmektedir (Roldán *et al.* 2013).

Northcutt *et al.* (1998) yaptıkları çalışmada hindi göğüs etinin L^* değerini 54,4-56,20 arasında, a^* değerini 4,45-4,91 arasında ve b^* değerini ise 2,35-2,98 arasında tespit ederken, su banyosunda haşlama işlemi ile L^* değerinin artarak 78,90-80,20, a^* değerinin 4,34-5,33 ve b^* değerinin ise yine artarak 10,7-11,68 arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ahn and Maurer (1990) pişmiş hindi göğüs etinin L^* değerini 69,02, a^* değerini 3,11 ve b^* değerini 8,04 olarak tespit etmişlerdir. Zell *et al.* (2010) bütün hindiyi fırında ve ohmik ısıtmayla pişirmişler ve fırında pişirilen örneklerin L^* değerlerini 70,64-72,66, a^* değerlerini 2,35-4,16 ve b^* değerlerini 5,69-6,80 arasında belirlerken, ohmik ısıtma ile pişirilen örneklerin L^* değerlerini 73,69-75,33, a^* değerlerini 2,13-3,18 ve b^* değerlerini 6,34-6,97 arasında tespit etmişlerdir.

Contini *et al.* (2014) yaptıkları çalışmada fırında kızartılan hindi göğüs etlerinin L^* değerini 74,74, a^* değerini 4,24 ve b^* değerini 8,17 olarak bildirmişlerdir.

Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, et çeşidinin ısıtma işlem görmemiş örneklerin L^* ve a^* değeri, pişmiş örneklerin ise L^* ve b^* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenirken, ısıtma işlem görmemiş örneklerin b^* değeri ile pişmiş örneklerin a^* değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Pişirme işleminin pişmiş örneklerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenirken, ısıtma işlem görmemiş örneklerin a^* değeri üzerine önemli ($p<0,05$) etkisinin olduğu, L^* ve b^* değerleri üzerine ise önemli bir etkisinin ($p>0,05$) olmadığı tespit edilmiştir. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksyonunun ise ısıtma işlem görmemiş örneklerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) ve pişmiş örneklerin b^* değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenirken, pişmiş örneklerin a^* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu, L^* değeri üzerine ise önemli ($p<0,05$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Çiğ ve farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları			Sd	KO	F
Çiğ	L*	Et çeşidi (EÇ)	1	105,342	23,285**
		Piştirme yöntemi (PY)	6	9,576	2,117
		EÇ x PY	6	3,047	0,674
		Hata	14	4,524	
	a*	Et çeşidi (EÇ)	1	164,803	366,278**
		Piştirme yöntemi (PY)	6	1,537	3,415*
		EÇ x PY	6	0,450	1,000
		Hata	14	0,450	
	b*	Et çeşidi (EÇ)	1	2,041	2,233
		Piştirme yöntemi (PY)	6	0,746	0,817
		EÇ x PY	6	0,779	0,853
		Hata	14	0,914	

Çizelge 4.16. (devam)

Pişmiş	L*	Et çeşidi (EÇ)	1	566,676	36,751**
		Piştirme yöntemi (PY)	5	333,589	21,635**
		EÇ x PY	5	59,651	3,869*
		Hata	12	15,419	
	a*	Et çeşidi (EÇ)	1	2,142	0,970
		Piştirme yöntemi (PY)	5	35,416	16,046**
		EÇ x PY	5	24,450	11,078**
		Hata	12	2,207	
	b*	Et çeşidi (EÇ)	1	260,898	25,451**
		Piştirme yöntemi (PY)	5	65,293	6,369**
		EÇ x PY	5	15,687	1,530
		Hata	12	10,251	

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

Et çeşidinin ısıtıl işlem görmemiş örneklerin L* ve a* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, but spesiyal eti göğüs etine nazaran daha koyu ve daha kırmızı bir renge sahiptir. Hindi but spesiyal etlerinin, göğüs etinden daha koyu renge sahip olması but kısmının çok çalışan kaslar arasında yer alması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.17. Et çeşidinin ısıtıl işlem görmemiş örneklerin L* ve a* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et çeşidi	N	L*	a*
Göğüs	14	54,67±1,93a	3,77±0,71b
But spesiyal	14	50,79±2,64b	8,62±0,95a

*Aynı sütündaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-c}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Et çeşidinin ısıtıl işlem görmüş örneklerin L* ve b* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısıtıl işlem görmüş göğüs eti but spesiyal etine kıyasla daha açık ve daha sarı renge sahiptir. Resurreccion (2003)’e göre daha yüksek L* değerli et ürünleri tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmektedir. L*değerindeki artışın sebebi su

kaybı nedeni ile et yüzeyinde bulunan fazla suyun ışığın yansıtma kapasitesini artırması, b* değerindeki artışın nedeninin ise metmyoglobin ve sulfomyoglobin oluşumu nedeniyle olduğu düşünülmektedir (García-Segovia *et al.* 2007).

Çizelge 4.18. Et çeşidinin ısıtıl işlem görmüş örneklerin L* ve b* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et çeşidi	N	L*	b*
Göğüs	12	60,57±12,22a	25,85±6,10a
But spesiyal	12	50,86±6,79b	19,25±3,29b

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-b}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Piştirme yönteminin ısıtıl işlem görmemiş örneklerin a* değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısıtıl işlem görmemiş örneklerin ortalama a* değeri 5,40–7,03 arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmamızda derin yağda kızartılan örneklerin a* değerinin ısıtıl işlem görmemiş örnekler ile haşlanmış ve tavada yağsız kızartılmış örneklerin a* değerinden istatistiksel olarak yüksek olduğu, derin yağda kızartılan ve fırında pişirilen örneklerin a* değerinin ise ısıtıl işlem görmemiş örneklerin a* değerinden istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Piştirme yönteminin ısıtıl işlem görmemiş örneklerin a* değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Piştirme yöntemi	N	a*
Çiğ	4	5,69±2,61cd
Haşlama	4	5,79±2,95bcd
Tavada yağsız	4	5,40±2,78d
Derin yağ	4	7,03±3,39a
Isıtıcı plaka	4	6,10±2,30abcd
Fırın	4	6,86±2,78ab
Mikrodalga	4	6,53±3,18abc

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-d}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Piştirme yönteminin ısıtıl işlem görmüş örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısıtıl işlem görmüş örneklerin ortalama L^* değeri 44,70–67,08 arasında, a^* değeri 7,22–14,55 arasında ve b^* değeri ise 16,78–26,69 arasında değişiklik göstermiştir. Haşlanmış, fırında ve mikrodalgada pişirilmiş örneklerin L^* değerlerinin, tavada yağsız, derin yağda ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerin L^* değerinden istatistiksel olarak yüksek olduğu, buna karşın haşlanmış, fırında ve mikrodalgada pişirilmiş örneklerin a^* değerlerinin ise tavada yağsız, derin yağda ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerin a^* değerinden istatistiksel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Kuru ısı uygulaması ile pişirilen et örneklerinde, piştirme sonucu L^* değerinin azaldığı ve örneklerin daha koyu renge sahip olduğu bilinmektedir. Nitekim fırında piştirme yöntemi hariç, tavada yağsız kızartılan, derin yağda kızartılan ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerin L^* değerlerinin piştirme işlemi sonucunda azaldığı tespit edilmiştir. Farklı piştirme yöntemlerinin örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında tavada yağsız kızartılan, derin yağda kızartılan ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerin istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir.

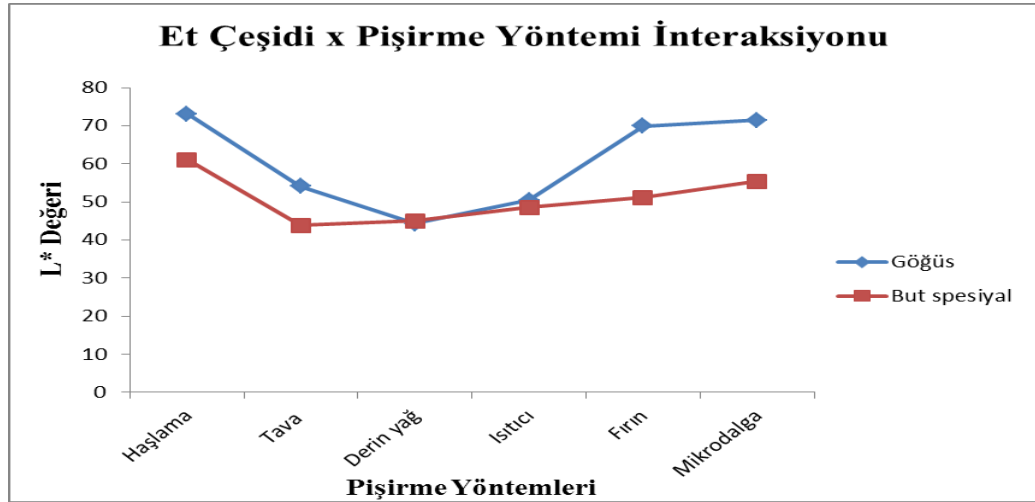
Çizelge 4.20. Piştirme yönteminin ısıtıl işlem görmüş örneklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Piştirme yöntemi	N	L^*	a^*	b^*
Haşlama	4	67,08±7,50a	7,22±1,98b	16,78±1,18c
Tavada yağsız	4	49,01±7,88c	12,29±2,39a	25,33±7,37a
Derin yağ	4	44,70±4,21c	14,55±4,24a	25,50±6,41a
Isıtıcı plaka	4	49,49±1,99c	13,35±3,30a	26,69±6,21a
Fırın	4	60,58±10,87b	9,17±2,64b	22,26±2,45ab
Mikrodalga	4	63,42±9,58ab	8,36±2,21b	18,73±3,57bc

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-c}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

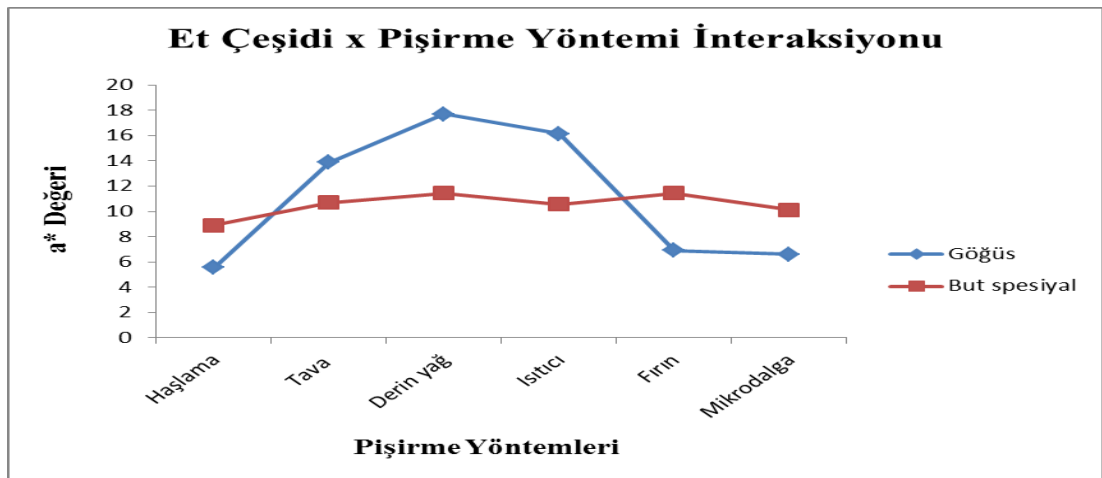
Mevcut araştırmada istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunan et çeşidi x piştirme yöntemi interaksiyonunun ısıtıl işlem görmüş örneklerin L^* değeri üzerine olan etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekliden de görüldüğü üzere derin yağda kızartılan örnekler

hariç diğer yöntemlerle pişirilen göğüs etinin L^* değeri but spesiyal etinin L^* değerinden yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.2. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin L^* değeri üzerine etkisi

Araştırmamızda istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunan et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun ısıtma işlem görmüş örneklerin a^* değeri üzerine olan etkisi Şekil 4.3'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi en yüksek a^* değerleri haşlanmış, fırında ve mikrodalga pişirilen örnekler haricinde göğüs etinde belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin a^* değeri üzerine etkisi

4.7. HAA İçeriği Sonuçları

4.7.1. Geri kazanımlar

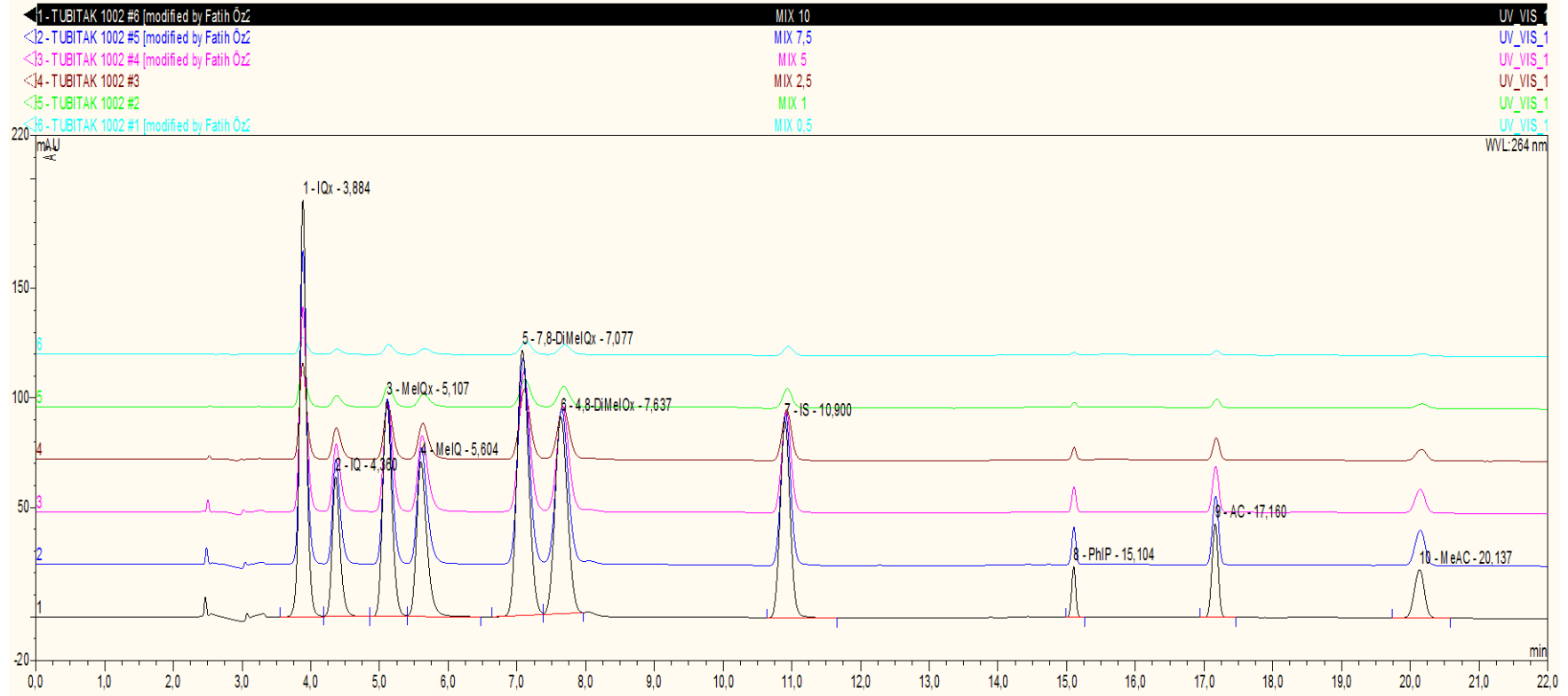
Mevcut araştırmada analiz edilen HAA'ların geri kazanım oranları, belirli konsantrasyonlardaki HAA konsantrasyonlarından Sinyal/Gürültü (S/N) oranlarına göre hesaplanan LOD (limit of detection=3) ve LOQ (limit of quantification=10) değerleri Çizelge 4.21'de yer almaktadır.

Çizelge 4.21. Analizi yapılan HAA'ların geri kazanım oranları, LOD ve LOQ değerleri

HAA	Geri kazanım (%)	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)
IQx	75,65	0,004	0,013
IQ	60,04	0,009	0,029
MeIQx	78,48	0,024	0,081
MeIQ	55,63	0,014	0,047
7,8-DiMeIQx	75,87	0,005	0,018
4,8-DiMeIOx	76,96	0,008	0,025
PhIP	87,16	0,025	0,085
AαC	79,71	0,012	0,039
MeAαC	69,01	0,010	0,035

Mevcut araştırmada HAA bileşiklerinin belirlenen geri kazanım oranları (%55,63-87,16), LOD ve LOQ değerleri literatürdeki veriler ile uyum göstermektedir (Felton *et al.* 1994; Knize *et al.* 1994, 1995; Britt *et al.* 1998; Murkovic *et al.* 1998; Balogh *et al.* 2000; Messner and Murkovic 2004; Öz *et al.* 2015).

Çeşitli konsantrasyonlarda (10 ng/g, 7,5 ng/g, 5 ng/g, 2,5 ng/g, 1 ng/g, 0,5 ng/g) hazırlanan HAA mix stok solüsyonlarının HPLC kromatogramları Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Mix stok solüsyonların (10 ng/g, 7,5 ng/g, 5 ng/g, 2,5 ng/g, 1 ng/g, 0,5 ng/g) HPLC kromatogramları

4.7.2. HAA miktarları

Araştırmada farklı pişirme yöntemleri ile pişirilen hindi göğüs ve but spesiial örneklerinin, HAA içerikleri iki tekerrürün ortalaması alınarak Çizelge 4.22’de verilmiştir. Analizi yapılan örneklerin hepsinde IQx ve MeIQx bileşikleri tespit edilirken, örneklerin hiçbirinde AαC ve MeAαC bileşiği tespit edilememiş, 4,8-DiMeIQx bileşiği sadece bir örnekte, diğer HAA’lar ise pişirme yöntemi ve Et çeşidine bağlı olarak değişen miktarlarda bulunmuştur. Her bir bileşik aşağıda detaylı olarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.22. Farklı pişirme yöntemleri ile pişirilmiş örneklerin HAA içerikleri (ng/g)

Et çeşidi	Piştirme yöntemi	IQx	IQ	MeIQx	MeIQ	7,8-DiMeIQx	4,8-DiMeIQx	PhIP	AaC	MeAaC	Toplam HAA
Göğüs	Haşlama	0,07	nd	23,15	nd	nd	nd	nd	nd	nd	23,22
	Tavada yağsız	0,12	0,18	13,18	nd	0,33	nd	nd	nd	nd	13,81
	Derin yağ	0,10	0,58	47,12	0,60	1,27	nd	2,66	nd	nd	52,34
	Isıtıcı plaka	0,16	0,21	16,76	0,20	0,49	0,05	1,04	nd	nd	18,91
	Fırın	0,16	nd	44,58	nd	nd	nd	nd	nd	nd	44,74
	Mikrodalga	0,18	nd	2,72	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2,90
But spesiyal	Haşlama	0,07	nd	15,17	nd	nd	nd	nd	nd	nd	15,24
	Tavada yağsız	0,20	0,13	4,72	0,10	0,35	nd	0,43	nd	nd	5,92
	Derin yağ	0,04	0,55	18,03	0,12	0,83	nd	1,78	nd	nd	21,35
	Isıtıcı plaka	0,13	nd	1,50	nd	0,25	nd	0,50	nd	nd	2,38
	Fırın	0,11	nd	18,57	nd	nd	nd	nd	nd	nd	18,68
	Mikrodalga	0,10	nd	16,18	nd	nd	nd	nd	nd	nd	16,28

nd: tespit edilemedi (nd=LOD>...)

4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri

IQx bileşiği literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmayı literatürle karşılaştırmak oldukça zordur, çünkü literatürde hindi etinde HAA'larla ilgili çok az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Bu yüzden HAA'ların araştırıldığı diğer kanatlı etleriyle (tavuk, kaz ve ördek) karşılaştırma yapılmıştır.

Mevcut araştırmada analizi yapılan örneklerin tamamında IQx bileşiği belirlenmiş olup miktarı 0,04-0,20 ng/g arasında değişmiştir. IQx bileşiği en yüksek mikrodalgada pişirilen hindi göğüs eti ve tavada yağsız kızartılan but spesiyal etinde belirlenmiştir. Bu örneklerin pişirme işlemi sonrasında en yüksek su içeriğine sahip olan örnekler olduğu da görülmektedir.

Literatürde IQx bileşiğinin kanatlı etlerinin pişirilmesini takiben oluşmadığını gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim Pais *et al.* (1999) 275°C'de 30 dk kızarttıkları hindi göğüs ve tavuk etinde, Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 5-15 dk pişirilen tavuk etinde, Gasperlin *et al.* (2009) 220°C'de 82°C merkez sıcaklığa gelinceye kadar ızgara yapılan tavuk etinde, Liao *et al.* (2010) 180-200°C'de 10-20 dk farklı yöntemlerle (tavada yağsız, derin yağ, mangal ve fırın) pişirilen tavuk ve ördek etlerinde IQx bileşiği tespit edememişlerdir. Buna karşın Chen and Yang (1998) 200°C'de 10 dk kızarttıkları tavuk etinde 0,17 ng/g, Chiu *et al.* (1998) 100-200°C'de 5-15 dk kızarttıkları tavuk etinde 0,51 ng/g'a kadar IQx bileşiği tespit etmişlerdir. Öz *et al.* (2010a) mikrodalgada 3-12 dk pişirdikleri tavuk pirzolarlarında IQx bileşiğini tespit edemezken, 200°C'lik fırında 5-20 dk pişirdikleri tavuk pirzolarlarında 0,30 ng/g'a kadar, aynı sıcaklık ve sürede ısıtıcı plaka üzerinde kızarttıkları tavuk pirzolarlarında 0,29 ng/g'a kadar, yine aynı sıcaklık ve sürelerde kızarttıkları tavuk pirzolarlarında 0,33 ng/g'a kadar ve 3-12 dk mangalda pişirdikleri tavuk pirzolarlarında ise 0,49 ng/g'a kadar IQx bileşiğini tespit etmişlerdir. Öte yandan Öz *et al.* (2016c) ısıtıcı plakada ve mikrodalgada pişirdikleri kaz göğüs etinde sırasıyla 0,05 ve 0,07 ng/g, mikrodalgada pişirilen but spesiyal etinde ise 0,08 ng/g IQx bileşiği tespit etmişlerdir.

4.7.4. Örneklerin IQ içerikleri

Araştırmada IQ bileşiği; haşlanmış, fırında ve mikrodalgada pişirilmiş hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin hiçbirinde tespit edilemezken, tavada yağsız ve derin yağda kızartılan örneklerin tamamında ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan göğüs etinde tespit edilmiş, but spesiyal etlerinde ise tespit edilememiştir. Örneklerin IQ içeriği nd-0,58 ng/g arasında değişmiştir. Ayrıca göğüs ve but spesiyal etlerinde farklı pişirme yöntemleri sonucunda belirlenen en yüksek IQ miktarı derin yağda kızartılan örneklerde belirlenmiştir.

Tavuk (Knize *et al.* 1995, 1997a; Skog *et al.* 1997; Knize *et al.* 1998; Pais *et al.* 1999; Busquets *et al.* 2004; Warzecha *et al.* 2004; Wong *et al.* 2005; Gasperlin *et al.* 2009; Oz *et al.* 2010c, Viegas *et al.* 2012) ve ördek etinde (Wong *et al.* 2005, Liao *et al.* 2010) ve hindi etinde (Pais *et al.* 1999) IQ bileşiğinin tespit edilemediğini gösteren araştırmalar literatürde yer almaktadır. Buna karşın Chiu *et al.* (1998) 200°C’de 5-15 dk kızarttıkları tavuk etinin IQ içeriğinin 0,10-0,51 ng/g arasında değiştiğini belirtirken, Turesky *et al.* (2005) mangalda 20 dk pişirdikleri tavuk etinde 0,12 ng/g seviyesinde IQ belirlemişlerdir. Liao *et al.* (2010) 180°C’de 10 dk tavada yağsız olarak kızarttıkları tavuk etinde 1,76 ng/g seviyesinde IQ bulduklarını belirtmişlerdir. Öte yandan Murkovic *et al.* (1997) 140°C’de 20 dk kızarttıkları hindi göğüs etinde 1.1 ng/g seviyesinde IQ bileşiği tespit ederken, Warzecha *et al.* (2004) 190-200°C’de 30 dk tavada kızarttıkları ve 160°C’de 60 dk rosto yaptıkları hindi göğüs etinde IQ bileşiğini tespit etmişler, ancak miktarını belirleyememişlerdir. Öz *et al.* (2016c) farklı pişirme yöntemleri kullanarak yaptıkları araştırmada kaz göğüs ve but spesiyal etlerinde nd – 2,42 ng/g arasında IQ bileşiği tespit etmişlerdir.

4.7.5. Örneklerin MeIQx içerikleri

Isıl işlem uygulanmış etlerde en yaygın olarak bulunduğu belirtilen HAA’lardan biri MeIQx bileşiğidir (Murray *et al.* 1993; Knize *et al.* 1997a; Murkovic *et al.* 1997; Pais *et al.* 1999; Warzecha *et al.* 2004; Turesky *et al.* 2005; Liao *et al.* 2010). Mevcut

araştırmada farklı pişirme yöntemleriyle pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin tamamında MeIQx bileşiği belirlenmiş ve miktarı 1,50-47,12 ng/g arasında değişiklik göstermiştir. Mevcut araştırmada mikrodalga haricinde diğer pişirme yöntemleri ile pişirilen göğüs etlerinde but spesiyal etlerine kıyasla daha fazla MeIQx bileşiğinin olduğu tespit edilmiştir. Literatürde kanatlı etinde MeIQx oluşmadığını gösteren araştırmalar bulunmaktadır. MeIQx bileşiğinin 5-15 dk mikrodalgada pişirilen tavuk etinde (Chiu *et al.* 1998), 175-200°C’de 12 dk kızartılan tavuk etinde (Busquets *et al.* 2004), 200°C’de 20 dk rosto yapılan tavuk ve ördek etlerinde (Liao *et al.* 2010) tespit edilemediği belirtilmiştir.

Araştırmamızda belirlenen MeIQx miktarı literatürde hindi eti ile ilgili yapılan araştırmada belirlenen miktarlardan yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu duruma pişirme sıcaklığı, süresi, ekipmanı ve çevirme sıklığı gibi pişirme şartları ile etin genel kimyasal kompozisyonu gibi faktörlere etki ettiği düşünülmektedir (Jägerstad *et al.* 1998; Öz and Kaya 2011).

Murkovic *et al.* (1997) 140°C’de 20 dk kızartılan hindi etinde 1,40 ng/g, Pais *et al.* (1999) 275°C’de 30 dk kızartılan hindi etinde 1 ng/g, Warzecha *et al.* (2004) 190-200°C’de 30 dk kızartılan hindi etinde 9,5 ng/g ve 160°C’de 60 dk rosto yapılan hindi etinde ise 0,9 ng/g MeIQx bileşiği tespit etmişlerdir.

Murray *et al.* (1993) mangalda pişirdikleri tavuk etinde 0,3ng/g, Knize *et al.* (1997a) 14-26 dk ızgara yaptıkları tavuk etinde 6,1 ng/g’a kadar, Warzecha *et al.* (2004) 30 dk mangalda pişirdikleri tavuk etinde 1,8 ng/g ve Turesky *et al.* (2005) mangalda 20 dk pişirdikleri tavuk etinde 0,34 ng/g seviyesinde MeIQx bileşiği tespit etmişlerdir. Liao *et al.* (2010) MeIQx içeriğini 180°C’de 10 dk tavada kızarttıkları tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 1,83 ve 3,44 ng/g olarak, aynı sıcaklık ve sürede derin yağda kızarttıkları tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 0,77 ve 0,68 ng/g olarak ve 200°C’de 20 dk mangalda kızarttıkları tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 1,16 ve 2,40 ng/g olarak tespit etmişlerdir.

4.7.6. Örneklerin MeIQ içerikleri

Mevcut araştırmada nd-0,60 ng/g arasında MeIQ bileşiği belirlenmiştir. Haşlanmış, fırında ve mikrodalgada pişirilmiş göğüs ve but spesiyal etlerinde MeIQ bileşiği belirlenemezken, derin yağda kızartılan tüm örneklerde bileşik tespit edilmiştir. Tavada yağsız kızartılan göğüs etinde ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan but spesiyal etinde MeIQ bileşiği belirlenemezken, tavada yağsız kızartılan but spesiyal etinde 0,10 ng/g, ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan göğüs etinde ise 0,20 ng/g MeIQ bileşiği belirlenmiştir.

Literatürde kanatlı etinde MeIQ oluşmadığını gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim, 175-225°C'de 30 dk kızartılan ve 150-200°C'de 30 dk fırında pişirilen tavuk etinde (Skog *et al.* 1997), 5-15 dk mikrodalgada pişirilen tavuk etinde (Chiu *et al.* 1998), 275°C'de 30 dk kızartılan tavuk etinde (Pais *et al.* 1999), 175-200°C'de 12 dk kızartılan tavuk etinde (Busquets *et al.* 2004), 220°C'de iç sıcaklığı 82°C'ye ulaşmıyaya kadar ızgara yaptıkları tavuk etinde (Gasperlin *et al.* 2009), 180-200°C'de 10-20 dk farklı yöntemlerle (tavada yağsız, derin yağ, mangal ve fırın) pişirilen tavuk ve ördek eti (Liao *et al.* 2010) ile 275°C'de 30 dk kızartılan hindi etinde (Pais *et al.* 1999) MeIQ bileşiği tespit edilememiştir. Öte yandan MeIQ bileşiğini, Murkovic *et al.* (1997) 140°C'de 20 dk kızartılan hindi etinde 0,9 ng/g, Warzecha *et al.* (2004) 160°C'de 60 dk rosto yapılan hindi etinde 2,3 ng/g olarak tespit etmişler, Warzecha *et al.* (2004) 190-200°C'de 30 dk kızartılan hindi etinde ise MeIQ bileşiğini tespit etmişler, ancak miktarını belirleyememişlerdir. Öz *et al.* (2010a) mikrodalgada (3-12 dk) ve 200°C'lik fırında (5-20 dk) pişirdikleri tavuk pirzolarında MeIQ bileşiğini tespit edemezken, 200°C'lik ızgarada pişirdikleri (5-20 dk) tavuk pirzolarında 0,43ng/g'a kadar, aynı sıcaklık ve sürelerde kızarttıkları tavuk pirzolarında 0,96ng/g'a kadar ve 3-12 dk mangalda pişirdikleri tavuk pirzolarında ise 1,06 ng/g'a kadar MeIQ bileşiği tespit etmişlerdir.

Öz *et al.* (2016c) ısıtıcı plaka, tavada yağsız ve mikrodalgada pişirilen kaz göğüs etlerinin MeIQ içeriklerini sırasıyla 0,21 ng/g, 0,14 ng/g ve 0,09 ng/g olarak belirlerken, haşlama, tavada az yağda, derin yağda ve fırında pişirilen kaz göğüs etlerinde ise MeIQ

bileşimini tespit edememişlerdir. Aynı araştırmada but spesiyal etindeki MeIQ bileşiği sadece ısıtıcı plaka üzerinde (0,10 ng/g) kızartılan ve mikrodalgada (0,09 ng/g) pişirilen örneklerde tespit edilmiştir.

4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içerikleri

Araştırmada 7,8-DiMeIQx bileşiği hem göğüs eti hem de but spesiyal etinde sadece tavada yağsız, derin yağda ve ısıtıcı plaka üzerinde pişirme yöntemlerinde belirlenmiş, diğer yöntemlerle pişirilen örneklerde ise bileşik tespit edilememiştir. Örneklerin 7,8-DiMeIQx miktarı nd-1,27 ng/g arasında değişiklik göstermiştir.

Literatürde az çalışılan bileşiklerden biri olan 7,8-DiMeIQx bileşiği 140°C’de 20 dk kızartılan hindi etinde (Murkovic *et al.* 1997), 5-15 dk mikrodalgada pişirilen tavuk etinde (Chiu *et al.* 1998), 175-200°C’de 12 dk kızartılan tavuk etinde (Busquets *et al.* 2004) ve 180-200°C’de 10-20 dk farklı yöntemlerle (tavada yağsız, derin yağ, mangal ve fırın) pişirilen tavuk ve ördek etlerinde (Liao *et al.* 2010) tespit edilememiştir. Öte yandan, Chen and Yang (1998) 200°C’de 10 dk kızarttıkları tavuk etinde 0,16 ng/g, Chiu *et al.* (1998) 200°C’de 15 dk kızarttıkları tavuk etinde 0,87 ng/g’a kadar, Salmon *et al.* (2006) kızartılmış tavuk etinde 0,015 ng/g’a kadar 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit etmişlerdir. Öz *et al.* (2010a) 3-12 dk mikrodalgada, 5-20 dk 200°C’lik fırında pişirdikleri tavuk pirzolarında 7,8-DiMeIQx bileşimini tespit edemezken, 5-20 dk 200°C’lik ızgarada pişirdikleri tavuk pirzolarında 0,42ng/g’a kadar, aynı sıcaklık ve sürelerde kızarttıkları tavuk pirzolarında 1,11 ng/g’a kadar ve 3-12 dk mangalda pişirdikleri tavuk pirzolarında ise 0,78 ng/g’a kadar 7,8-DiMeIQx bileşimini belirlemişlerdir. Öz *et al.* (2016c) ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan, tavada yağsız olarak kızartılan ve mikrodalgada pişirilen kaz göğüs etlerinin 7,8-DiMeIQx içeriklerini sırasıyla 0,07 ng/g, 0,09 ng/g ve 0,09 ng/g olarak belirlemiş, haşlama, tavada az yağda, derin yağda ve fırında pişirilen kaz göğüs etlerinde ise 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edememişlerdir. Araştırmacılar but spesiyal etindeki 7,8-DiMeIQx bileşimini ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklerde 0,04 ng/g, tavada yağsız olarak kızartılan

örneklerde 0,03 ng/g, tavada az yağda kızartılan örneklerde 0,02 ng/g ve mikrodalgada pişirilen örneklerde ise 0,10 ng/g olarak tespit etmişlerdir.

4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içerikleri

Literatürde 4,8-DiMeIQx bileşiği en çok araştırılan bileşiklerden biridir. Mevcut araştırmada 4,8-DiMeIQx bileşiği analizi yapılan örneklerden sadece ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan göğüs etinde tespit edilmiş, diğer yöntemlerle (haşlama, tavada yağsız, derin yağda kızartılan, fırın ve mikrodalgada) pişirilen göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenememiştir. Literatürde de kanatlı etlerinin farklı yöntemlerle pişirilmesi sonucu 4,8-DiMeIQx bileşiğinin oluşmadığını gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim Warzecha *et al.* (2004) 190-200°C’de 30 dk kızarttıkları hindi etinde, Chiu *et al.* (1998) 5-15 dk mikrodalgada pişirdikleri tavuk etinde ve Liao *et al.* (2010) 200°C’de 20 dk rosto yaptıkları tavuk ve ördek etlerinde 4,8-DiMeIQx bileşiğini belirleyemediklerini rapor etmişlerdir. Öte yandan Murkovic *et al.* (1997) 140°C’de 20 dk kızarttıkları hindi etinde 0,4 ng/g, Pais *et al.* (1999) 275°C’de 30 dk kızarttıkları hindi etinde 0,19 ng/g, Warzecha *et al.* (2004) 160°C’de 60 dk rosto yaptıkları hindi etinde ise 3,2 ng/g 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit etmişlerdir.

Solyakov and Skog (2002), tavuk etinin haşlanması sonucu (100°C’de 23 dk) 4,8-DiMeIQx bileşiğinin oluşmadığını belirtmişlerdir. 175-225°C’de 30 dk kızartılan tavuk etinde 0,5 ng/g’a kadar (Skog *et al.* 1997), 200°C’de 10 dk kızartılan tavuk etinde 0,09 ng/g (Chen and Yang 1998), 200°C’de 5-15 dk kızartılan tavuk etinde 0,78 ng/g’a kadar (Chiu *et al.* 1998), 220°C’de 82°C iç sıcaklığa ulaşınca kadar pişirilen tavuk etinde ise 0,18 ng/g’a kadar (Gasparlin *et al.* 2009) 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilmiştir. Öz *et al.* (2016c) kaz göğüs etinde 4,8-DiMeIQx bileşiğini ısıtıcı plaka üzerinde (0,05ng/g) kızartılan ve mikrodalgada (0,08ng/g) pişirilen örneklerde tespit edilmiş, buna karşın diğer yöntemlerle (haşlama, tavada yağsız, tavada az yağda, derin yağda kızartılmış ve fırında) pişirilmiş göğüs etlerinde tespit edememiştir. Araştırmacılar but spesiyal etinde ise 4,8-DiMeIQx bileşiğini sadece mikrodalgada pişirilmiş örneklerde ve 0,09 ng/g olarak tespit etmişlerdir.

4.7.9. Örneklerin PhIP içerikleri

Literatürde PhIP bileşiğinin ısıtıl işlem uygulanmış etlerde en yaygın bulunan HAA'lerden biri olduğu belirtilmektedir (Pais *et al.* 1999; Busquets *et al.* 2004; Warzecha *et al.* 2004; Turesky *et al.* 2005; Iwasaki *et al.* 2010; Liao *et al.* 2010; Viegas *et al.* 2012). Mevcut araştırmada PhIP bileşiği sadece derin yağda ve ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan göğüs ve but spesiyal etleri ile tavada yağsız kızartılan but spesiyal etlerinde tespit edilmiştir. PhIP bileşiği nd-2,66 ng/g arasında değişirken, en yüksek içerik hem göğüs hem de but spesiyal etleri için derin yağda kızartma sonucu belirlenmiştir.

Isıl işlem uygulanmış et ürünlerinde en yaygın bulunduğu belirtilmesine karşın PhIP bileşiğinin kanatlı etlerinde ısıtıl işlem sonucu belirlenemediğini gösteren çalışmalar da literatürde bulunmaktadır. Nitekim Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 5-15 dk pişirdikleri tavuk etinde, Liao *et al.* (2010) 200°C'de 20 dk rosto yaptıkları ördek etinde PhIP bileşiğini belirleyemediklerini rapor etmişlerdir. İlaveten farklı pişirme yöntemlerinin tavuk pirzola (Öz *et al.* 2010a) ve kaz göğüs ve but spesiyal etinde (Öz *et al.* 2016c) HAA oluşumu üzerine etkisini belirlemek için yapılan araştırmalarda örneklerin hiçbirinde PhIP bileşiğini belirleyememişlerdir. Öte yandan hindi eti üzerine yapılan çalışmalarda; 140°C'de 20 dk kızartılan örneklerde 3,80 ng/g (Murkovic *et al.* 1997), 275°C'de 30 dk kızartılan örneklerde 6,80 ng/g (Pais *et al.* 1999), 190-200°C'de 30 dk kızartılan örneklerde 1,80 ng/g ve 160°C'de 60 dk rosto yapılan örneklerde ise 4,70 ng/g (Warzecha *et al.* 2004) PhIP bileşiği tespit edilmiştir.

Mevcut araştırmada analiz edilen örneklerin PhIP içerikleri literatürdeki veriler ile uyum göstermektedir. Ancak literatürde ısıtıl işlem görmüş etlerde çok yüksek seviyelerde PhIP bileşiğinin oluştuğunu gösteren araştırmalar da mevcuttur. Nitekim 26 dk'ya kadar ızgara yapılan tavuk etinde 315 ng/g'a kadar (Knize *et al.* 1997a), ızgara yapılan tavuk etinde 270 ng/g'a kadar (Knize *et al.* 1997b), 275°C'de 30 dk'ya kadar kızartılan tavuk etinde 37,5 ng/g seviyesinde (Pais *et al.* 1999), 175-200°C'de 12 dk'ya kadar kızartılan tavuk etinde 46,9 ng/g'a kadar (Busquets *et al.* 2004), 180°C'de 10 dk

tavada kızartılan tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 18,33 ng/g ve 21,88 ng/g, aynı sıcaklık ve sürede derin yağda kızartılan tavuk ve ördek etlerinde ise sırasıyla 2,16 ng/g ve 1,47 ng/g seviyesinde (Liao *et al.* 2010) PhIP bileşiği tespit edilmiştir.

4.7.10. Örneklerin AαC içerikleri

AαC bileşiği de literatürde az çalışılan HAA'lerden birisidir. Mevcut araştırmada analizi yapılan örneklerin hiçbirinde AαC bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde, literatürde AαC bileşiğinin sadece ısıl işlem görmüş hindi etinde değil aynı zamanda çeşitli kanatlı etlerinde de tespit edilemediğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim Pais *et al.* (1999) 275°C'de 30 dk kızarttıkları hindi etinde, Knize *et al.* (1997a) piyasadan satın aldıkları pişmiş tavuk eti örneklerinde, Öz *et al.* (2010a) ise AαC bileşiğinin 200°C'de 3-20 dk farklı pişirme yöntemleri (mikrodalga, fırın, ızgara, kızartma) ile pişirilmiş tavuk etinde AαC bileşiğini belirleyememişlerdir. Öte yandan AαC bileşiğinin belirlendiği çalışmalarda mevcuttur. 20 dk mangalda pişirilen tavuk etinde 8,70 ng/g (Turesky *et al.* 2005), 180°C'de 10 dk tavada kızartılan tavuk ve ördek etinde sırasıyla 0,23 ng/g ve 1,26 ng/g (Liao *et al.* 2010), aynı sıcaklık ve sürede derin yağda kızartılan tavuk ve ördek etinde sırasıyla 0,27 ng/g ve 0,14 ng/g, 200°C'de 20 dk mangalda pişirilen tavuk ve ördek etinde sırasıyla 5,58 ng/g ve 0,62 ng/g, 200°C'de 20 dk rosto yapılan tavuk ve ördek etinde sırasıyla 0,05 ng/g ve 0,06 ng/g seviyesinde, 175-200°C'de 13 dk ızgara yapılan tavuk etinde 0,2ng/g (Busquets *et al.* 2004), 230-300°C'de 30-90 dk ızgara yapılan tavuk etinde ise 1,77 ng/g'a kadar (Viegas *et al.* 2012) AαC bileşiği oluştuğunu tespit edilmiştir.

4.7.11. Örneklerin MeAαC içerikleri

MeAαC bileşiği de literatürde az çalışılan HAA'lerden biridir. Mevcut araştırmada AαC bileşiğinde olduğu gibi analizi yapılan örneklerin hiçbirinde MeAαC bileşiği tespit edilememiştir. Benzer şekilde, MeAαC bileşiğinin sadece ısıl işlem görmüş hindi etinde değil aynı zamanda çeşitli kanatlı etlerinde de tespit edilemediğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Nitekim Chen and Yang (1998) 200°C'de 10 dk kızartılan tavuk etinde,

Chiu *et al.* (1998) 200°C’de 5-25 dk kızartılan tavuk etinde, Pais *et al.* (1999) 275°C’de 30 dk kızartılan tavuk ve ördek etlerinde, Busquets *et al.* (2004) 175-200°C’de 12 dk kızartılan tavuk etinde, Öz *et al.* (2016c) haşlanmış, ısıtıcı plaka üzerinde kızartılmış, tavada yağsız kızartılmış, tavada az yağda kızartılmış, derin yağda kızartılmış ve fırında pişirilmiş kaz göğüs ve but spesiyal etinde MeAαC bileşiğini belirleyememişlerdir.

Öte yandan literatürde yer alan diğer bazı çalışmalarda ise MeAαC bileşiğinin oluştuğu görülmektedir. Nitekim Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 15 dk’a kadar pişirdikleri tavuk etinde 0,14 ng/g’a kadar, Turesky *et al.* (2005) 20 dk mangalda pişirdikleri tavuk etinde 0,23 ng/g, Viegas *et al.* (2012), 230-300°C’de 30-90 dk ızgara yapılan tavuk etinde 2,05 ng/g’a kadar MeAαC bileşiğinin oluştuğunu rapor etmişlerdir.

4.7.12. Örneklerin Toplam HAA içerikleri

Farklı pişirme yöntemleri ile pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA içerikleri Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere göğüs etinin toplam HAA içeriği 2,90-52,34 ng/g arasında, but spesiyal etinin toplam HAA içeriği ise 2,38-21,35 ng/g arasında değişmiştir. Mevcut araştırmada toplam HAA içeriğinin ise etin alındığı bölgeye, pişirme yöntemine, pişirme sıcaklığına ve pişirme süresine bağlı olarak 2,38–52,34 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA miktarları

Pişirme yöntemi	N	Toplam HAA (ng/g)	
		Göğüs	But spesiyal
Haşlama	2	23,22±1,08	15,24±0,60
Tavada yağsız	2	13,81±3,80	5,92±0,78
Derin yağ	2	52,34±3,74	21,35±5,85
Isıtıcı plaka	2	18,91±2,74	2,38±1,32
Fırın	2	44,74±11,99	18,68±7,58
Mikrodalga	2	2,90±2,04	16,28±0,12

Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

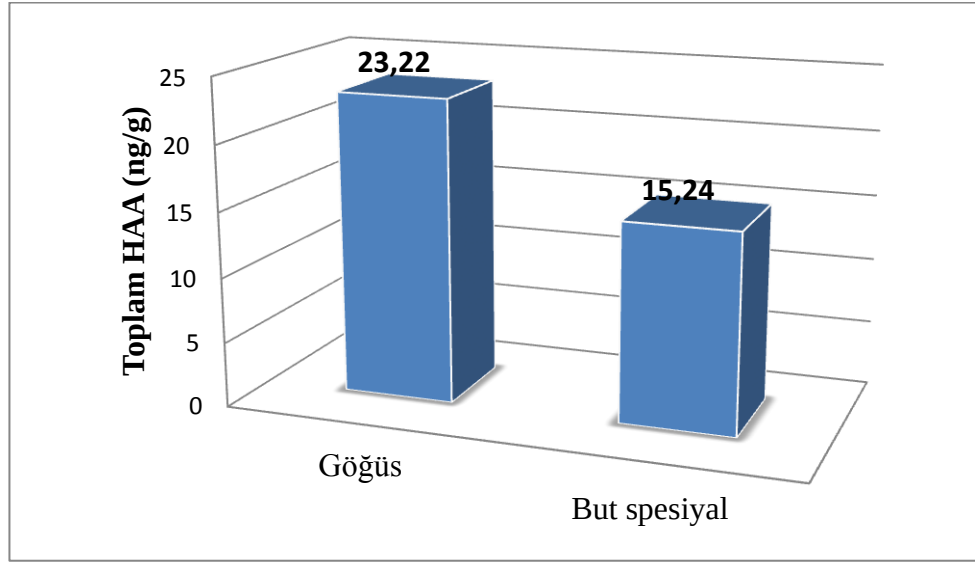
Mevcut araştırmada göğüs etinde tespit edilen en düşük toplam HAA miktarının mikrodalgada pişirilen örneklere (2,90 ng/g) ait olduğu, bunu takiben tavada yağısız kızartılan (13,81 ng/g), ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan (18,91 ng/g), haşlanan (23,22 ng/g), fırında pişirilen (44,74 ng/g) ve derin yağda kızartılan (52,34 ng/g) örneklerin geldiği görölmektedir. But spesiyal etinde tespit edilen en düşük toplam HAA miktarının ise ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan örneklere (2,38 ng/g) ait olduğu, bunu takiben tavada yağısız kızartılan (5,92 ng/g), haşlanan (15,24 ng/g), mikrodalgada pişirilen (16,28 ng/g), fırında pişirilen (18,68 ng/g) ve derin yağda kızartılan (21,35 ng/g) örneklerin geldiği görölmektedir. Ayrıca hem göğüs hem de but spesiyal eti için en yüksek toplam HAA miktarı derin yağda kızartılan örneklerde belirlenmiştir. Bu sonuca kızartma ortamında bulunan yağın etki ettiği düşünölmektedir. Zira yağların, et yüzeyinde yüksek sıcaklığa sebep olan etkili ısı transfer ajanı oldukları bilinmektedir (Holtz *et al.* 1985; Nilsson *et al.* 1986). Yağların HAA miktarını artırıcı etkilerinin, ısıl işlemin neden olduğu yağ oksidasyonu boyunca oluşan serbest radikaller nedeniyle olacağı düşünölmektedir (Milic *et al.* 1993). Öte yandan pişirme işlemi esnasında yağ kullanımının (tereyağı, margarin veya sıvı yağ) pişirme sıcaklığının ancak 200°C'yi geçmesi durumunda HAA oluşumunu önemli ölçüde artırdığı belirtilmektedir (Nilsson *et al.* 1986; Berg *et al.* 1988; Barrington *et al.* 1990). Mevcut araştırmada derin yağda kızartma yönteminde ayçiçek yağı kullanımının, süre olarak en kısa sürede pişirme işleminin tamamlanmasına rağmen, toplam HAA içeriğini artırdığı görölmektedir. Öte yandan Johansson *et al.* (1995) farklı kızartma yağlarının (margarin, sıvı margarin, tereyağı, kolza ve ayçiçek yağı) HAA oluşumu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, HAA oluşumu üzerine kızartma yağlarının çok az bir etkisinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Mevcut araştırmada göğüs ve but spesiyal etinde belirlenen en yüksek ikinci toplam HAA içeriği ise fırında pişirilen örneklerde tespit edilmiştir. Bu duruma pişirme süresinin uzun olmasının etki ettiği düşünölmektedir. Zira pişirme sıcaklığı ve süresinin HAA oluşumu açısından öncül maddelerin varlığından daha önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Knize *et al.* 1997a; Lan *et al.* 2004; Öz and Kaya 2011c). Öte yandan fırında pişirme işlemi ile genellikle düşük veya orta seviyede HAA oluştuğu

bilinmektedir (Skog *et al.* 1997; Öz *et al.* 2016c). Fırında pişirme işleminin genellikle daha düşük seviyelerde HAA oluşturma nedeninin; ısı transferinin hava akımı yoluyla taşınması (Solyakov and Skog 2002) ve ısı transferini etkileyen ve ürünün yüzey sıcaklığını düşüren buhar varlığı nedeniyle olabileceği belirtilmektedir (Skog *et al.* 1998).

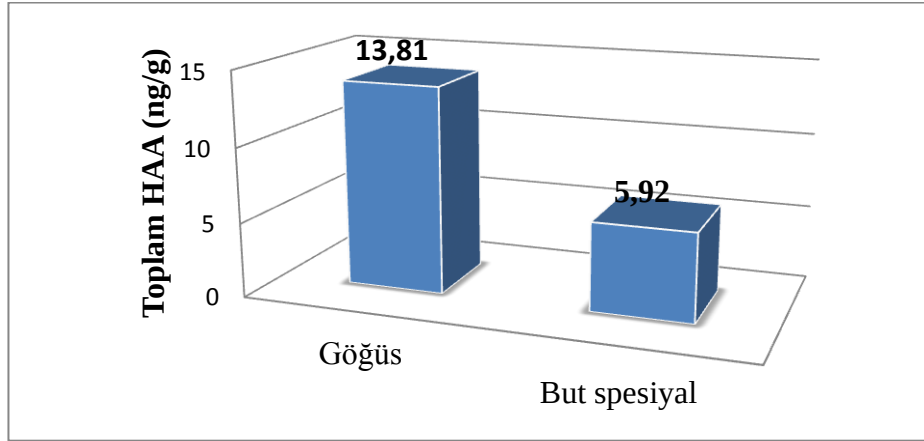
Araştırmada göğüs etinde hesaplanan toplam HAA miktarının, farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen örneklerin büyük bir bölümünün (tavada yağsız kızartma %95,44, mikrodalga %93,79, derin yağ %90,03, ısıtıcı plakada kızartma %88,63) veya tamamına yakınının (haşlama %99,70, fırın %99,64) MeIQx bileşiğine ait olduğu belirlenmiştir. But spesiyal etinde de hesaplanan toplam HAA içeriğinin büyük bir bölümünün (derin yağ %84,45, tavada yağsız kızartma %79,73, ısıtıcı plakada kızartma %63,03) veya tamamına yakınının (haşlama %99,54, fırın %99,41, mikrodalga %99,39) MeIQx bileşiğine ait olduğu belirlenmiştir.

Haşlama ve buğulama gibi pişirme sıcaklığının 100°C'yi geçmediği pişirme yöntemlerinde HAA oluşumunun ya çok düşük seviyede olduğu veya hiç oluşmadığı belirtilmektedir (Bjeldanes *et al.* 1982; Solyakov and Skog 2002). Mevcut araştırmada haşlama işleminin hem göğüs hem de but spesiyal etinde analizi yapılan HAA'lardan sadece IQx ve MeIQx bileşiklerinin oluşumuna neden olduğu ve diğer HAA'ların haşlanmış örneklerde oluşmadığı tespit edilmiştir. Şekil 4.5'de haşlanmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı verilmiştir. Öz *et al.* (2016c) haşlanmış kaz göğüs ve but spesiyal etinde sadece IQ bileşiğinin oluştuğunu ve miktarının ise göğüs etinde 0,92 ng/g, but spesiyal etinde ise 2,42 ng/g olduğunu belirlemişlerdir.



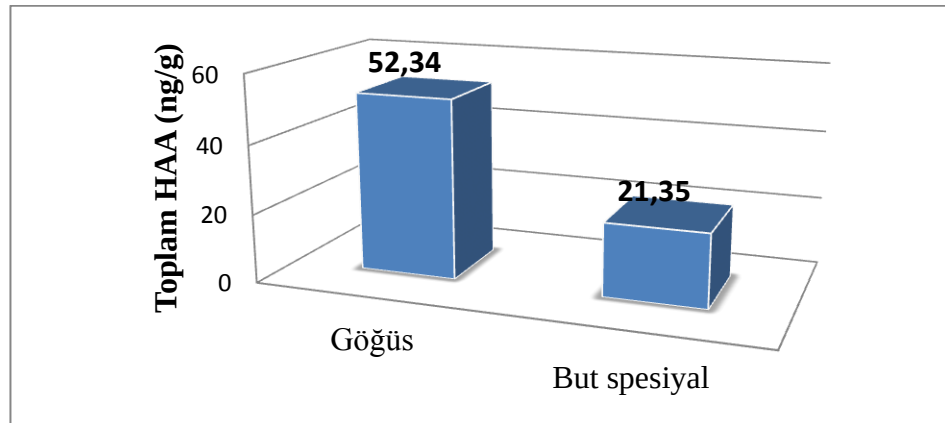
Şekil 4.5. Haşlanmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

Tavada kızartma işleminin orta veya biraz daha yüksek seviyelerde HAA oluşumuna neden olduğu bilinmektedir (Wong *et al.* 2005; Öz *et al.* 2010a; Öz *et al.* 2016c). Mevcut araştırmada hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin tavada yağsız kızartılması sonucu sırasıyla 13,81 ve 5,92 ng/g seviyesinde HAA oluştuğu tespit edilmiştir. Şekil 4.6'da tavada yağsız kızartılmış göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı verilmiştir. Mevcut araştırmada tavada yağsız kızartılan göğüs etinde IQx, IQ, MeIQx ve 7,8-DiMeIQx bileşikleri tespit edilirken, MeIQ, 4,8-DiMeIQx, PhIP, AαC ve MeAαC bileşikleri ise tespit edilememiştir. Tavada yağsız kızartılan but spesiyal etinde ise IQx, IQ, MeIQx, MeIQ, 7,8-DiMeIQx ve PhIP bileşikleri tespit edilirken, 4,8-DiMeIQx, AαC ve MeAαC bileşikleri tespit edilememiştir. Öz *et al.* (2016c) tavada yağsız kızarttıkları kaz göğüs etinde MeIQ ve 7,8-DiMeIQx bileşiklerini, but spesiyal etinde IQ ve 7,8-DiMeIQx bileşiklerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar toplam HAA içeriklerini ise göğüs etinde 0,23 ng/g, but spesiyal etinde ise 0,47 ng/g olarak belirlemişlerdir.



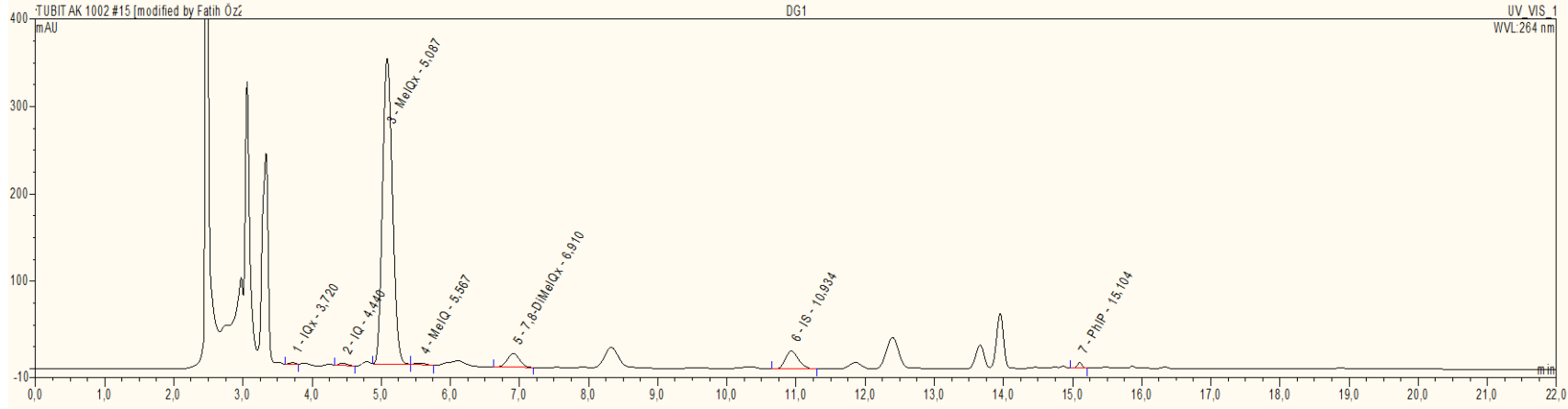
Şekil 4.6. Tavada yağsız kızartılmış göğüs ve but speziyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

Mevcut araştırmada hem göğüs hem de but speziyal etinde en yüksek toplam HAA içeriği, derin yağda kızartılmış örneklerde belirlenmiş ve toplam HAA içeriği göğüs etinde 52,34 ng/g, but speziyal etinde ise 21,35 ng/g seviyesinde tespit edilmiştir. Derin yağda kızartılan örneklerde analizi yapılan HAA'lerden sadece 4,8-DiMeIQx, AαC ve MeAαC bileşiklerinin oluşmadığı belirlenmiştir. Şekil 4.7'de derin yağda kızartılmış göğüs ve but speziyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı verilmiştir. Öz *et al.* (2016c) derin yağda kızarttıkları kaz göğüs ve but speziyal etlerinde sadece IQ bileşiğinin oluştuğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar toplam HAA içeriklerini ise göğüs etinde 1,12 ng/g, but speziyal etinde ise 0,49 ng/g olarak belirlemişlerdir

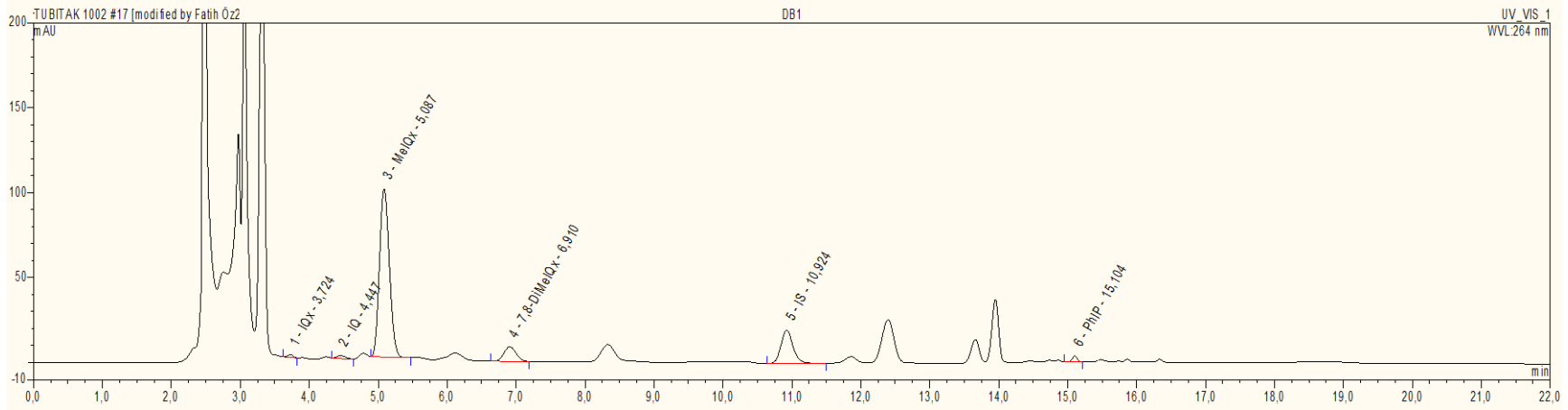


Şekil 4.7. Derin yağda kızartılmış göğüs ve but speziyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

Araştırmada en yüksek toplam HAA içeriğine sahip olan derin yağda kızartılan hindi göğüs eti (şekil 4.8) ve derin yağda kızartılan but spesiyal eti (şekil 4.9) rneklerine ait HPLC kromotogramları grlmektedir.

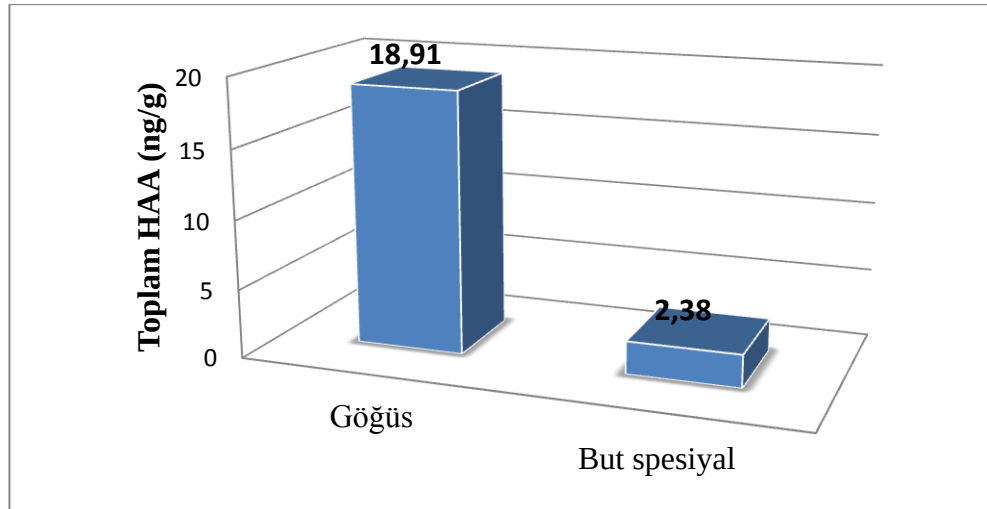


Şekil 4.8. Derin yağda kızartılan hindi göğüs eti örneğine ait HPLC kromotogramı



Şekil 4.9. Derin yağda kızartılan hindi but spesiyal eti örneğine ait HPLC kromotogramı

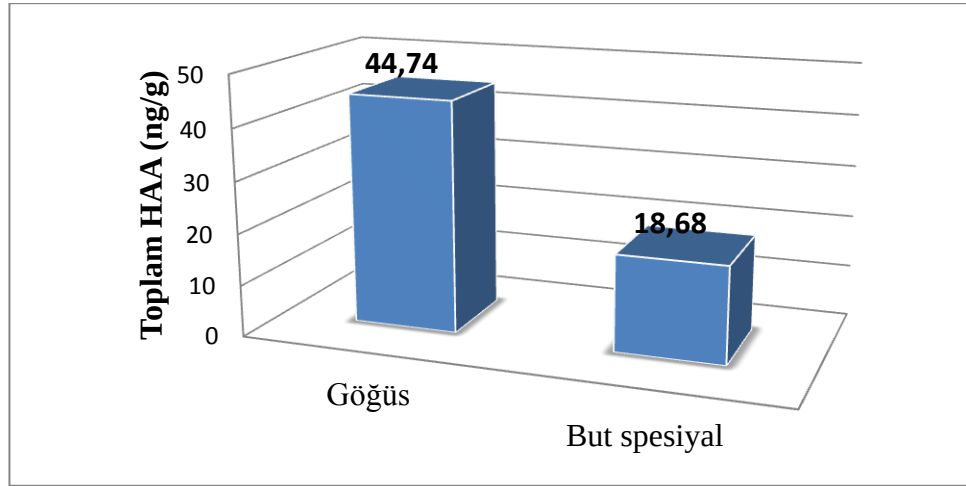
Isıtıcı plaka üzerinde kızartılmış göğüs etinde AαC ve MeAαC bileşikleri hariç analiz yapılan diğer HAA'ların oluştuğu belirlenmiştir. Öte yandan ısıtıcı plaka üzerinde kızartılmış but spezial etinde ise AαC ve MeAαC bileşiklerine ilaveten IQ, MeIQ, 4,8-DiMeIQx bileşikleri de tespit edilememiştir. Şekil 4.10'da ısıtıcı plaka üzerinde kızartılmış göğüs ve but spezial etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı verilmiştir. Öz *et al.* (2016c) ısıtıcı plaka üzerinde kızarttıkları kaz göğüs etinde PhIP, AαC ve MeAαC bileşiklerinin, but spezial etinde ise IQx, MeIQx, 4,8-DiMeIQx, PhIP, AαC ve MeAαC bileşiklerinin oluşmadığını, göğüs etinde IQ, IQx, MeIQ, MeIQx, 4,8-DiMeIQx, 7,8-DiMeIQx bileşiklerinin, but spezial etinde ise IQ, MeIQ ve 7,8-DiMeIQx bileşiklerinin oluştuğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar toplam HAA içeriklerini ise göğüs etinde 0,83 ng/g, but spezial etinde ise 0,34 ng/g olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.10. Isıtıcı plaka üzerinde kızartılmış göğüs ve but spezial etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

Mevcut araştırmada fırında pişirme işleminin hem göğüs hem de but spezial etinde analizi yapılan HAA'lardan sadece IQx ve MeIQx bileşiklerinin oluşumuna neden olduğu ve diğer HAA'ların fırında pişirilmiş örneklerde oluşmadığı tespit edilmiştir. Şekil 4.11'de fırında pişirilmiş göğüs ve but spezial etlerinde belirlenen toplam HAA

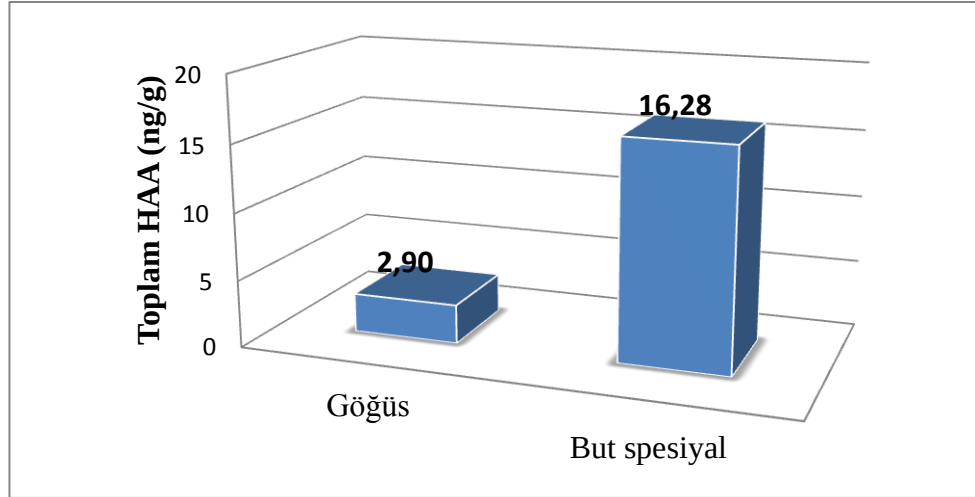
miktarı verilmiştir. Öz *et al.* (2016c) fırında pişirilmiş kaz göğüs ve but spesiyaletinde sadece IQ bileşiğinin oluştuğunu ve miktarının ise göğüs etinde 0,47 ng/g, but spesiyaletinde ise 0,73 ng/g olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.11. Fırında pişirilmiş göğüs ve but spesiyaletlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

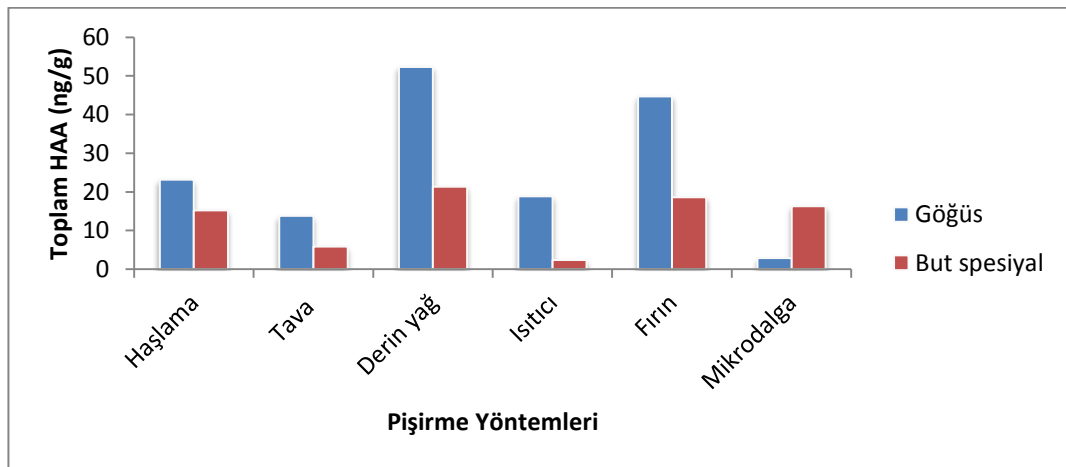
Mikrodalgada pişirme işleminin ette HAA oluşumu üzerine olan etkisi henüz tam olarak aydınlatılabilmiş değildir. Bazı çalışmalar (Dolara *et al.* 1979) mikrodalgada pişirme esnasında mutajenik aktivitenin oluşmadığını gösterirken, bazı çalışmalar (Chiu *et al.* 1998; Öz *et al.* 2010a; Öz *et al.* 2016c) ise mikrodalgada pişirme işleminin mutajen oluşumuna neden olduğunu göstermiştir. Öte yandan kızartma öncesi ete mikrodalga ön uygulamasının, HAA öncül maddelerinin etten uzaklaşması nedeniyle HAA oluşumunu azaltmak için alternatif bir yol olduğu önerilmiştir (Felton *et al.* 1994). Mevcut araştırmada fırında pişirme yönteminde olduğu gibi mikrodalgada pişirilen göğüs ve but spesiyaletlerinde de sadece IQx ve MeIQx bileşiklerinin oluştuğu belirlenmiştir. Şekil 4.12’de mikrodalgada pişirilmiş göğüs ve but spesiyaletlerinde belirlenen toplam HAA miktarı verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan diğer pişirme yöntemlerinin aksine mikrodalgada pişirme yönteminde but spesiyaletinin toplam HAA içeriğinin, göğüs etinin toplam HAA içeriğinden daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. Öz *et al.* (2016c) yaptıkları araştırmada mikrodalgada pişirdikleri kaz but

spesiyal etinin toplam HAA içeriğini 2,36 ng/g, göğüs etinin toplam HAA içeriğini ise 2,20 ng/g olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.12. Mikrodalgada pişirilmiş göğüs ve but spesiyal etlerinde belirlenen toplam HAA miktarı

Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA miktarları Şekil 4.13'te verilmiştir. Şekil 4.13'den de görüldüğü gibi mikrodalgada pişirilen örnekler haricinde diğer tüm pişirme yöntemlerinde göğüs etinin toplam HAA içeriğinin, but spesiyal etinin toplam HAA içeriğinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA miktarları

Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere et çeşidi, pişirme yöntemi ve et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin toplam HAA içeriği üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Sd	KO	F
Et çeşidi (EÇ)	1	964,200	41,372**
Piştirme yöntemi (PY)	5	575,479	24,693**
EÇ x PY	5	250,710	10,758**
Hata	12	23,305	

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

Et çeşidinin örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi göğüs etinin toplam HAA içeriğinin, but spesiyal etinin toplam HAA içeriğinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum but spesiyal etinin su içeriğinin göğüs etinin su içeriğine kıyasla yüksek olması ile açıklanabilir. Zira yapılan çalışmalarda su içeriği yüksek olan et ürünlerinin toplam HAA içeriğinin, su içeriği düşük olan et ürünlerinin toplam HAA içeriğinden genellikle daha düşük olduğu gözlenmektedir. Öz *et al.* (2016a) düşük ve orta molekül ağırlıklı kitosan kullanımının sığır pirzolarlarında HAA oluşumu üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, hem düşük hem de orta molekül ağırlıklı kitosan kullanımının örneklerin toplam HAA içeriğini %14,3-%100 oranında azalttığını belirlemişler ve bu durumu kitosan kullanımının pirzolanın su tutma kapasitesini artırmasına bağlamışlardır. Benzer şekilde Melo *et al.* (2008) ve Viegas *et al.* (2015) bira ve şarap ile marine ettikleri sığır etinde toplam HAA içeriğinin önemli oranda azaldığını bulmuşlar ve bu durumu marinyasyonda kullandıkları bira ve şarabın yüksek dekstrin içeriği nedeniyle örneklerin su içeriğini artırmasına bağlamışlardır.

Çizelge 4.25. Et çeşidinin örneklerin toplam HAA miktarı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et çeşidi	N	Toplam HAA (ng/g)
Göğüs	12	25,99±18,48a
But spesiyal	12	13,31±7,72b

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-b}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

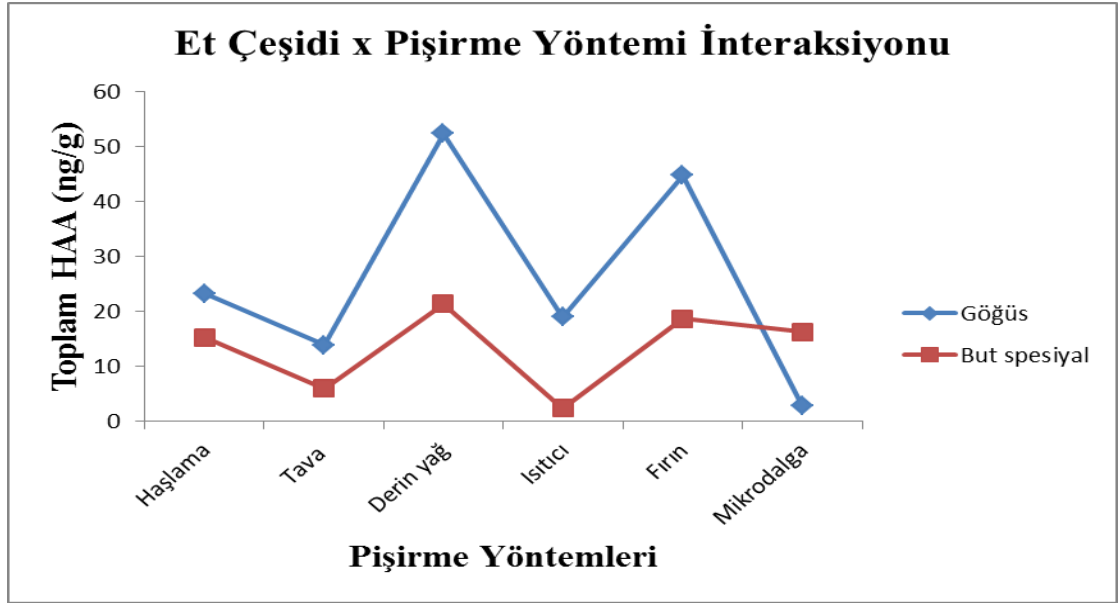
Piştirme yönteminin örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.26’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi derin yağda kızartılan ve fırında pişirilen örneklerin toplam HAA içeriklerinin diğer yöntemlerle pişirilen örneklerin toplam HAA içeriklerinden istatistiksel olarak önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir. Piştirme yöntemlerine bağlı olarak en yüksek toplam HAA içeriği istatistiksel olarak şu şekildedir; derin yağ = fırın > haşlama > ısıtıcı plaka = tavada yağsız = mikrodalga.

Çizelge 4.26. Piştirme yönteminin örneklerin toplam HAA miktarı üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Piştirme yöntemi	N	Toplam HAA (ng/g)
Haşlama	4	19,23±4,66b
Tavada yağsız	4	9,87±5,08c
Derin yağ	4	36,84±18,33a
Isıtıcı plaka	4	10,65±9,70c
Fırın	4	31,71±17,13a
Mikrodalga	4	9,59±7,82c

*Aynı sütündeki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ^{a-c}, Ortalama değer ± standart sapma, N: Örnek sayısı

Araştırmamızda istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunan et çeşidi x piştirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin toplam HAA miktarı üzerine olan etkisi Şekil 4.14’de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere mikrodalgada pişirilen örnekler haricinde diğer yöntemlerle pişirilen göğüs etinin toplam HAA içeriği, but spesiyal etinin toplam HAA içeriğinden yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.14. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin toplam HAA miktarı üzerine etkisi

Mevcut araştırmada elde edilen sonuçların literatürdeki veriler ile karşılaştırılması oldukça zor olmasına rağmen, genellikle uyum içerisinde olduğu gözlenmektedir. Aradaki farklılıkların et çeşidi, kullanılan et çeşidi, et hazırlama işlemleri, pişirme yöntemi, pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi gibi pişirme şartları, pişirme esnasında örneklerin çevrilme sıklığı vs gibi faktörler nedeni ile olabileceği düşünülmektedir.

HAA'lara maruz kalma durumu; gıdalardaki HAA seviyeleri, beslenme alışkanlığı ve vücuttan atım miktarı üzerine elde edilen verilerin birleştirilmesi ile tahmin edilmektedir. Öte yandan Skog (2002), HAA'ların kabul edilebilen günlük tüketim miktarının kişi başı 0-15µg/gün arasında değiştiğini belirtmektedir. Mevcut araştırmada toplam HAA içeriğinin en yüksek miktarda bulunduğu hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin her ikisinden de 100'er g yenmesi durumunda bile bu sınırlar arasında olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hindi göğüs ve but spesiyal etlerinin çeşitli kalite kriterleri ile heterosiklik aromatik amin oluşumu üzerine farklı pişirme yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmanın sonuçları aşağıda belirtilmektedir;

1. Araştırmada materyal olarak kullanılan çiğ hindi göğüs etinin su ve ham yağ içeriği, pH, TBARS, a^* ve b^* değerleri, çiğ but spesiyal etinin değerlerinden düşük, ham protein ve L^* değeri ise daha yüksek bulunmuştur.
2. Et çeşidinin örneklerin pH ve TBARS değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenirken, su içeriği ve pişirme kaybı üzerine ise önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
3. Pişirme yönteminin örneklerin su içeriği, pişirme kaybı ve TBARS değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi olduğu görülürken, pH değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
4. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi olduğu görülürken, su içeriği, pişirme kaybı ve pH değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
5. Et çeşidinin ısıl işlem görmemiş örneklerin L^* ve a^* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi olduğu görülürken, b^* değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.
6. Pişirme yönteminin ısıl işlem görmemiş örneklerin a^* değeri üzerine önemli ($p<0,05$) etkisi olduğu, L^* ve b^* değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
7. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun ısıl işlem görmemiş örneklerin L^* , a^* ve b^* değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
8. Et çeşidinin ısıl işlem görmüş örneklerin L^* ve b^* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisi olduğu görülürken, a^* değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
9. Pişirme yönteminin ısıl işlem görmüş örneklerin L^* , a^* ve b^* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

10. Et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun ısıtma işlem görmüş örneklerin a* değeri üzerine çok önemli ($p<0,01$), L* değeri üzerine önemli etkisinin olduğu ($p<0,05$), b* değeri üzerine ise önemli etkisinin olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.
11. Et çeşidinin, pişirme yönteminin ve et çeşidi x pişirme yöntemi interaksiyonunun ısıtma işlem görmüş örneklerin toplam HAA içerikleri üzerine çok önemli ($p<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.
12. Analizi yapılan örneklerin tamamında IQx ve MeIQx bileşikleri tespit edilirken, örneklerin hiçbirinde AαC ve MeAαC bileşiği tespit edilememiştir.
13. Araştırmada kullanılan et çeşidi ve pişirme yöntemine bağlı olarak toplam HAA içeriğinin 2,38–52,34 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.
14. Araştırmada farklı pişirme yöntemleri kullanılarak pişirilen göğüs ve but özel etinde hesaplanan toplam HAA miktarının büyük bir bölümünün veya tamamına yakın kısmının MeIQx bileşiğine ait olduğu belirlenmiştir.
15. Göğüs ve but özel etlerinde en yüksek toplam HAA içeriği derin yağda kızartılan örneklerde, takiben ise fırında pişirilen örneklerde tespit edilmiştir.
16. Göğüs etinin toplam HAA içeriği 2,90-52,34 ng/g arasında, but özel etinin toplam HAA içeriği ise 2,38-21,35 ng/g arasında değişmiştir.
17. Araştırmada HAA oluşumu bakımından hindi göğüs etinin tercihen sırasıyla mikrodalgada pişirme, tavada yağsız kızartma, ısıtıcı plaka üzerinde kızartma, haşlama, fırında pişirme ve derin yağda kızartma yöntemlerine tabi tutulması, öte yandan but özel etinin ise sırasıyla ısıtıcı plaka üzerinde kızartma, tavada yağsız kızartma, haşlama, mikrodalgada pişirme, fırında pişirme ve derin yağda kızartma yöntemlerine tabi tutulması tavsiye edilmektedir.
18. HAA'ların kabul edilebilir günlük tüketim miktarının kişi başı 0-15µg/gün arasında olduğunu belirtmektedir. Mevcut araştırmada toplam HAA içeriğinin en yüksek miktarda bulunduğu hindi göğüs ve but özel etlerinin her ikisinden de 100'er g yenmesi durumunda bile üst sınırın aşılmadığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A., 2001. Structure and composition of animal tissues. *Principles of Meat Science*, USA., 9-45.
- Ahn, D.U. and Maurer, A.J., 1990. Poultry meat color: Heme-complex-forming ligands and color of cooked turkey breast meat. *Poultry Science*, 69, 1769-1774.
- Akgün, A.A., 2006. Farklı kaplama formülasyonları ile kaplanmış tavuk köftelerinin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Y.L. Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Aksu, M.İ. ve Kaya, M., 2010. Kanatlı etleri ve ürünleri. Et ve et ürünlerinin kalite kontrolü. *Anadolu Üniversitesi Web-Ofset*, Eskisehir, 78-105.
- Alaejos, M.S. and Afonso, A.M., 2011. Factors that affect the content of heterocyclic aromatic amines in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(2), 52-108.
- Alfaia, C.M.M., Alves, S.P., Lopes, A.F., Fernandes, M.J.E., Costa, A.S.H., Fontes, C.M.G.A., Castro, M.L.F., Bessa, R.J.B. and Prates, J.A.M., 2010. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*, 84(4), 769-777.
- Alkın, E., 2002. Hindi etinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Y.L. tezi, - Fen Bil. Ens., Uludağ Üniv., Bursa.
- Anonim 2014. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği, BESD-BİR. Erişim: [http://besd-bir.org/istatistikler] Erişim tarihi: (21.12.2014).
- Anonymous 2004. Talking Turkey. Foodlink Local Harvest, 9, 1-4.
- Anonymous 2015. United States Department Of Agriculture, USDA. Erişim: [http://ndb.nal.usda.gov/ndb/] Erişim tarihi: (07.09.2015).
- Apetroaei, C.A., Lazăr, R., Ciobanu, M.M., Boișteanu, P.C., 2012. Research on the chemical characterization of turkey meat. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 212-214.
- Arroyo, C., Eslami, S., Brunton, N.P., Arimi, J.M., Noci, F., and Lyng, J.G. 2015. An assessment of the impact of pulsed electric fields processing factors on oxidation, color, texture, and sensory attributes of turkey breast meat. *Poultry Science*, 94, 1088-1095.
- Baggio, S.R., Vicente, E. and Bragagnolo, N., 2002. Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid, and fatty acid composition in turkey meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5981-5986.
- 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(5), 395-401.
- Barbut, S., 2002. Poultry products processing. An industry guide, Department of Animal and Poultry Science University of Guelph, CRC pres.
- Barrington, P.J., Baker, R.S.U., Truswell, A.S., Bonin, A.M., Ryan, A.J. and Paulin, A.P., 1990. Mutagenicity of basic fractions derived from lamb and beef cooked by common household methods. *Food and Chemical Toxicology*, 28 (3), 141 – 146.

- Berg, I., Övervik, E. and Gustafsson, J.Å., 1990. Effect of cooking time on mutagen formation in smoke, crust and pan residue from pan-broiled pork. *Food and Chemical Toxicology*, 28, 421-426.
- Berg, I., Övervik, E., Nord, C.-E. and Gustafsson, J. Å., 1988. Mutagenic activity in smoke formed during broiling of lean pork at 200, 250 and 300°C. *Mutation Research*, 207, 199-204.
- Biesalski, H.K., 2005. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509-524.
- Bjeldanes, L.F., Morris, M.M., Felton, J.S., Healy, S., Stuermer, D., Berry, P., Timourian, H. and Hatch, F.T., 1982. Mutagens from the cooking of food. ii. survey by ames/salmonella test of mutagen formation in the major proteinrich foods of the american diet. *Food and Chemical. Toxicology*, 20, 357-363.
- Bordas, M., Moyano, E., Puignou, L. and Galceran, M.T., 2004. Formation and stability of heterocyclic amines in a meat flavour model system effect of temperature, time and precursors. *Journal of. Chromatography B*, 802, 11–17.
- Britt, C., Gomaa, E.A., Gray, J.I. and Booren, A.M., 1998. Influence of cherry tissue on lipid oxidation and heterocyclic aromatic amine formation in ground beef patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(12), 4891-4897.
- Broncano, J.M, Petrón, M.J., Parra, V. and Timón, M.L., 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 83(3), 431-437.
- Busquets, R., Bordas, M., Toribio, F., Puignou, L. and Galceran, M.T., 2004. Occurrence of heterocyclic amines in several home-cooked meat dishes of the Spanish diet. *Journal of Chromatography B*, 802(1), 79-86.
- Çelik, T., 2013. Farklı pişirme yöntemlerinin kaz etinde hetesiklik aromatik amin oluşumu ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikler üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Cevger, Y. ve Türkyılmaz, M.K., 1999. Türkiye'de hindi eti ve önemi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 70, 3-4.
- Chen, B.H. and Yang, D.J., 1998. An improved analytical method for determination of heterocyclic amines in chicken legs. *Chromatography*, 48, 223–230.
- Chen, B.H., Lee, K. H. and Tai, C.-Y., 2000. Formation of heterocyclic amines in fried fish fiber during processing and storage. *Journal of Food Protection*, 63 (10), 1415-1420.
- 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.
- Contini, C.C., Álvarez, R., O'Sullivan, M., Dowling, D.P., Gargan, S.O. and Monahan, F.J., 2014. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. *Meat Science*, 96, 1171-1176.
- Dal Bosca, A., Castellini, C. and Bernardini, M., 2001. Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *Journal of Food Science*, 66(7), 1047-1051.
- Dolara, P., Commoner, B., Vithayatil, A., Cuca, G., Tuley, E., Madyastha, P., Nair, S. and Kriebel, D., 1979. The effcet of temperature on the formation of mutagens in heated beef stock and cooked ground beef. *Mutation Research*, 60, 231– 237.

- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M., 2014a. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Science*, 97(2), 223-230.
- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M., 2014b. Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 439-445.
- Ergezer, H., 2005. Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri. Y.L. tezi, Pamukkale Üni. Fen. Bil. Ens., Denizli.
- Fay, L.B., Ali, S. and Gross, G.A., 1997. Determination of heterocyclic aromatic amines in food products: automation of the sample preparation method prior to HPLC and HPLC-MS quantification. *Mutation Research*, 376(1-2), 29-35.
- 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.
- Felton, J.S., Malfatti, M.A., Knize, M.G., Salmon, C.P., Hopmans, E.C. and Wu, R.W., 1997. Health risks of heterocyclic amines. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 376(1-2), 37-41.
- Ferreira, M.M.C., Morgano, M.A., Queiroz, S.C.N. and Mantovani, D.M.B., 2000. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. *Food Chemistry*, 69, 259-265.
- Fletcher, D.L., Qiao, M., and Smith D.P., 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*, 79, 784-788.
- García-Arias, M.T., Álvarez 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.
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. and Martínez-Monzó, J., 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). *Journal of Food Engineering*, 80(3), 813-821.
- Gasperlin, L., Lukan, B., Zlender, B. and Polak, T. 2009. Effects of skin and grilling method on formation of heterocyclic amines in chicken pectoralis superficialis muscle. *LWT – Food Science and Technology*, 42, 1313–1319.
- 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.
- Gerbl, U., Cichna, M., Zsivkovits, M., Knasmüller, S. and Sontag, G., 2004. Determination of heterocyclic aromatic amines in beef extract, cooked meat and rat urine by liquid chromatography with coulometric electrode array detection. *Journal of Chromatography B*, 802, 107–113.
- Girard, P.J., 1992., *Cooking. Technology of Meat and Meat Products*. France, 32-83.
- Gökalp, 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., Philippoussian, G. and Aeschbacher, H.U., 1989. An efficient and convenient method for the purification of mutagenic heterocyclic amines in heated meat products. *Carcinogenesis*, 10(7), 1175-1182.

- Gülbaz, G., 2004. Kaz etinden deneysel sucuk yapımı ve kalite niteliklerinin belirlenmesi. Y.L. Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Gumułka, M., Wojtysiak, D., Kapkowska, E., Połtowicz, K. and Rabsztyn, A., 2009. Microstructure and technological meat quality of geese from conservation flock and commercial hybrids. *Annals of Animal Science*, 9(2), 205-213.
- Hernández, P., Navarro, J.L. and Toldrá, F., 1999. Lipids of pork meat as affected by various cooking techniques / Modificaciones de los lípidos de carne de cerdo en función de su guiso. *Food Science and Technology International*, 5(6), 501-508.
- Holtz, E., Skjöldebrand, C., Jägerstad, M., Laser Reuterswärd, A. and Isberg, P-E., 1985. Effect of recipes on crust formation and mutagenicity in meat products during baking. *Journal of Food Technology*, 20, 57-66.
- 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(3), 186-191.
- Insausti, K., Beriain, M.J., Purroy, A., Alberti, P., Lizaso, L. and Hernandez, B., 1999. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. *Meat Science*, 53(4), 241-249.
- International Agency for Research on Cancer (IARC)., 1993. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some natural occurring substances: Food items and constituents. Heterocyclic amines and mycotoxins. Vol. 56, pp. 163-242. Lyon: International Agency for Research on Cancer.
- Iwasaki, M., Kataoka, H., Ishihara, J., Takachi, R., Hamada, G.S., Sharma, S., Marchand, L.L. and Tsugane, S., 2010. Heterocyclic amines content of meat and fish cooked by Brazilian methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 61-69.
- Jackson, L.S. and Hargraves, W.A., 1995. Effects of time and temperature on the formation of meiqx and dimeiqx in a model system containing threonine, glucose, and creatine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1678-1684.
- Jägerstad, M., Laser-Reuterswärd, A., Olsson, R., Grivas, S., Nyhammar, T., Olsson, K. and Dahlqvist, A., 1983. Creatin(ine) and maillard reaction products as precursors of mutagenic compounds: effects of various amino acids. *Food Chemistry*, 12, 255-264.
- Jägerstad, M., Skog K., Arvidsson, P. and Solyakov, A. 1998. Chemistry, formation and occurrence of genotoxic heterocyclic amines identified in model systems and cooked food. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung A*, 207, 419–427.
- Johansson, M.A. and Jagerstad, M., 1994. Occurrence of mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in meat and fish products, including pan residues, prepared under domestic conditions. *Carcinogenesis*, 15(8), 1511-1518.
- Johansson, M.A.E., Fredholm, L., Bjerne, I. and Jägerstad, M., 1995. Influence of frying fat on the formation of heterocyclic amines in fried beefburgers and pan residues. *Food and Chemical Toxicology*, 33 (12), 993-1004.
- Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Peña, F., Avilés, C. and Polvillo, O., 2010. Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food and Bioproducts Processing*, 88(2–3), 145-148.

- Jukna, V., Klementavičiūtė, J., Meškinytė-Kaušilienė, E., Pečiulaitienė, N., Samborskytė, M. and Ambrasūnas, L., 2012. Comparative evaluation of quality and composition of ostrich, turkey and broiler meat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28 (2), 385-392.
- Karpinska-Tymoszczyk, M., 2014. The effect of antioxidants, packaging type and frozen storage time on the quality of cooked turkey meatballs. *Food Chemistry*, 148, 276-283.
- Karwowska, M., Stadnik, J., Dolatowski, Z.J. and Grela, E.R., 2010. Effect of protein-xanthophylls (PX) concentrate of alfalfa supplementation on physico-chemical properties of turkey breast and thigh muscles during ageing. *Meat Science*, 86, 486-490.
- Kayaardı, S., 1999. Et teknolojisi. Ders Notu. Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa.
- Keating, G.A. and Bogen, K.T., 2001. Methods for estimating heterocyclic amine concentrations in cooked meats in the US diet. *Food and Chemical Toxicology*, 39(1), 29-43.
- Kesava Rao, V., Kowale, B.N., Babu, N.P. and Bisht, G.S., 1996. Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat. *Meat Science*, 43 (2), 179-185.
- 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.
- Kılıç Ekici Ö., 2011. Yapay et geleceğin hayvansal gıdası olabilir mi? TÜBİTAK Bilim ve Teknik, 118.
- Kırmızıbayrak, T., Önk, K., Ekiz, B., Yalçınan, H., Yılmaz, A., Yazıcı, K. and Altınel, A., 2011. Effect of age and sex on meat quality of turkish native geese raised under a free-range system. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (5), 817-823.
- 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.
- Knasmüller, S., Steinkellner, H., Hirschl, A.M., Rabot, S., Nobis, E.C. and Kassie, F., 2001. Impact of bacteria in dairy products and of the intestinal microflora on the genotoxic and carcinogenic effects of heterocyclic aromatic amines. *Mutation Research*, 480-481, 129-138.
- Knize, M.G., Dolbeare, F.A., Carroll, K.L., Moore, D.H. and Felton, J.S., 1994. Effect of cooking time and temperature on the heterocyclic amine content of fried beef patties. *Food and Chemical Toxicology*, 32(7), 595-603.
- Knize, M.G., Kulp, K.S., Salmon, C.P., Keating, G.A. and Felton, J.S., 2002. Factors affecting human heterocyclic amine intake and the metabolism of PhIP. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 506-507(0), 153-162.
- Knize, M.G., Salmon, C.P., Mehta, S. S. and Felton, J.S., 1997a. Analysis of cooked muscle meats for heterocyclic aromatic amine carcinogens. *Mutation Research*, 376, 129-134.
- Knize, M.G., Salmon, C.P., Hopmans, E.C. and Felton, J.S., 1997b. Analysis of foods for heterocyclic aromatic amine carcinogens by solid-phase extraction and high-

- performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 763(1-2), 179-185.
- Knize, M.G., Sinha, R., Brown, E.D., Salmon, C.P., Levander, O.A., Felton, J.S. and Rothman, N., 1998. Heterocyclic amine content in restaurant-cooked hamburgers, steaks, ribs, and chicken. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4648-4651.
- Knize, M.G., Sinha, R., Rothman, N., Brown, E.D., Salmon, C.P., Levander, O.A., Cunningham, P.L. and Felton, J.S., 1995. Heterocyclic amine content in fast-food meat products. *Food and Chemical Toxicology*, 33(7), 545-51.
- Kowale, B.N., Rao, V.K., Babu, N.P., Sharma, N. and Bisht, G.S., 1996. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. *Meat Science*, 43(2), 195-202.
- Koyubenbe, N. ve Konca, Y., 2010. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde hindi eti üretimi, tüketimi ve politikaları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2), 201-209.
- Kurt, Ş. and Kılınççeker, O., 2011. Mixture optimization of beef, turkey, and chicken meat for some of the physical, chemical, and sensory properties of meat patties. *Poultry Science*, 90, 1809-1816.
- Lan, C.M. and Chen, B.H., 2002. Effects of soy sauce and sugar on the formation of heterocyclic amines in marinated foods. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 989- 1000.
- 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.
- Laser Reuterswärd, A., Skog, K. and Jägerstad, M., 1987a. Effects of creatine and creatinine content on the mutagenic activity of meat extracts, bouillons and gravies from different sources. *Food and Chemical Toxicology*, 25 (10), 747-754.
- Laser Reuterswärd, A., Skog, K. and Jägerstad, M., 1987b. Mutagenicity of pan-fried bovine tissues in relation to their content of creatine, creatinine, monosaccharides and free amino acids. *Food and Chemical Toxicology*, 25 (10), 755-762.
- Lawrie, R., 1991. *Developments in meat science*. Applied Sci., London, England.
- Lee, E.J. and Ahn, D.U., 2005. Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. *Meat Science*, 71, 300-305.
- Liao, G.Z., Wang, G.Y., Xu, X.L. and Zhou, G.H., 2010. Effect of cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and duck breast. *Meat Science*, 85, 149-154.
- Majkovič, D., Turk, J. and Čelofiga, P., 2005. Poultry meat supply in the case of a Slovene enterprise. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie*, 13, 69-78.
- Melo, A., Viegas, O., Eça, R., Petisca, C., Pinho, O. and Ferreira, I.M.P.L.V.O. (2008). Extraction, detection and quantification of heterocyclic aromatic amines in portuguese meat dishes by HPLC diode array. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologie*, 31, 772-787.
- Messner, C. and Murkovic, M., 2003a. Formation of heterocyclic amines in model systems. 2nd International Workshop on Analytical, Chemical, and Biological

- Relevance of Heterocyclic Aromatic Amines from 7.- 9. May 2003 in Graz, University of Technology.
- Messner, C. and Murkovic, M., 2003b. Formation of heterocyclic amines in chicken meat. 2nd International Workshop on Analytical, Chemical, and Biological Relevance of Heterocyclic Aromatic Amines from 7.- 9. May 2003 in Graz, University of Technology.
- Messner, C. and Murkovic, M., 2004. Evaluation of a new model system for studying the formation of heterocyclic amines. *Journal of Chromatography B*, 802(1), 19–26.
- Milic, B. Lj., Djilas, S. M. and Čanadanović-Brunet, J.M., 1993. Synthesis of some heterocyclic amino-imidazoazaarenes. *Food Chemistry*, 46, 273–276.
- Millar, S.J., Moss, B.W. and Stevenson, M.H., 2000. The effect of ionising radiation on the colour of leg and breast of poultry meat. *Meat Science*, 55, 361-370.
- Murkovic, M., Friedrich M. and Pfannhauser, W., 1997. Heterocyclic aromatic amines in fried poultry meat. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 205, 347-350.
- Murkovic, M., Steinberger, D. and Pfannhauser, W., 1998. Antioxidant spices reduce the formation of heterocyclic amines in fried meat. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 207(6), 477-480.
- Murray, S., Lynch, A.M., Knize, M.G. and Gooderham, M.J., 1993. Quantification of the carcinogens 2-amino-3,8-dimethyl- and 2-amino-3,4,8-trimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline and 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine in food using a combined assay based on gas chromatography-negative ion mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 616(2), 211-219.
- Nagao, M., Honda, M., Seino, Y., Yahagi, T. and Sugimura, T., 1977. Mutagenicities of smoke condensates and the charred surface of fish and meat. *Cancer Letters*, 2 (4–5), 221-226.
- Nam, K.C. and Ahn, D.U., 2003. Double-packaging is effective in reducing lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey meat. *Poultry Science*, 82, 1468-1474.
- Nilsson, L., Övervik, E., Fredholm, L., Levin, Ö., Nord, C.-E. and Gustafsson, J.-Å., 1986. Influence of frying fat on mutagenic activity in lean pork meat. *Mutation Research*, 171, 115–121.
- Northcutt, J.K., Buhr, R.J. and Young, L.L., 1998. Influence of preslaughter stunning on turkey breast muscle quality. *Poultry Science*, 77, 487-492.
- O’Grady, M.N., Carpenter, R., Lynch, P.B., O’Brien, N.M. and Kerry, J.P., 2008. Addition of grape seed extract and bearberry to porcine diets: Influence on quality attributes of raw and cooked pork. *Meat Science*, 78(4), 438-446.
- O’Grady, M.N., Monahan, F.J., Bailey, J., Allen, P., Buckley, J. and Keane, M.G., 1998. Colour-stabilising effect of muscle vitamin e in minced beef stored in high oxygen packs. *Meat Science*, 50 (1), 73-80.
- 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 Çelik, T., 2015. Proximate composition, color and nutritional profile of raw and cooked goose meat with different methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, in press.

- Öz, F. and Kaya, M., 2011a. The inhibitory effect of black pepper on formation of heterocyclic aromatic amines in high-fat meatball. *Food Control*, 22(3–4), 596-600.
- Öz, F. and Kaya, M., 2011b. The inhibitory effect of red pepper on heterocyclic aromatic amines in fried beef *longissimus dorsi* muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(6), 806-812.
- Öz, F. and Kaya, M., 2011c. Heterocyclic aromatic amines in meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(6), 739-753.
- 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 Zikirov, 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., 2010. The effect of different thawing methods on heterocyclic aromatic amine contents of beef chops cooked by different methods. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17), 2327-2332.
- Öz, F., 2011. Quantitation of heterocyclic aromatic amines in ready to eat meatballs by ultra fast liquid chromatography. *Food Chemistry*, 126(4), 2010-2016.
- Öz, F., Cakmak, I.H., Zikirov, E., Kızıl, M. and Turhan, S., 2015. Heterocyclic aromatic amine contents of kavurma commercially cooked in steam and copper cauldron. *Journal of Food Processing and Preservation*, in press.
- Öz, F., Kaban, G. and Kaya, M., 2010a. Effects of cooking methods and levels on formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and fish with Oasis extraction method. *LWT - Food Science and Technology*, 43(9), 1345-1350.
- Öz, F., Kaban, G., and Kaya, M., 2010b. Heterocyclic aromatic amine contents of beef and lamb chops cooked by different methods to varying levels. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 1436-1440.
- Öz, F., Kızıl, M., Zaman, A. and Turhan, S., 2016a. 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., Kızıl, M., Cakmak, I.H. and Aksu, M.I., 2016b. 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*, in press.
- Öz, F., Kızıl, M. and Celik, T., 2016c. Effects of different cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in goose meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, in press.
- Özer, H. ve Özbey, O., 2013. Beyaz ve bronz hindilerin (*Meleagris gallopavo*) entansif ve yarı entansif şartlarda bazı verim özellikleri: ii. kesim ve karkas özellikleri. *Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 27(3), 135-140.
- Öztaş, A., 2005. Et bilimi ve teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları. 4. Baskı, Ankara.
- 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 Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 1098-1108.

- Paleari, M.A., Camisasca, S., Beretta, G., Renon, P., Corsico, P., Bertolo, G. and Crivelli, G., 1998. Ostrich meat: physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. *Meat Science*, 48, 205-210.
- Peiretti, P.G., Medana, C., Visentin, S., Dal Bello, F. and Meineri, G., 2012. Effect of cooking method on carnosine and its homologues, pentosidine and thiobarbituric acid-reactive substance contents in beef and turkey meat. *Food Chemistry*, 132(1), 80-85.
- Puangsoombat, K., Gadgil, P., Houser, T.A., Hunt, M.C. and Smith, J.S., 2012. Occurrence of heterocyclic amines in cooked meat products. *Meat Science*, 90(3), 739-746.
- Puignou, L., Casal, J., Santos, F.J. and Galceran, M.T., 1997. Determination of heterocyclic aromatic amines by capillary zone electrophoresis in a meat Extract. *Journal of Chromatography A*, 769, 293-299.
- Rao, V.K., Kowale, B.N., Babu, N.P. and Bisht, G.S., 1996. Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat. *Meat Science*, 43(2), 179-185.
- Reistad, R., Rossland, O.J., Latva-Kala, K.J., Rasmussen, T., Vikse, R., Becher, G. and Alexander, J., 1997. Heterocyclic aromatic amines in human urine following a fried meat meal. *Food and Chemical Toxicology*, 35(10-11), 945-955.
- Resurreccion, A.V.A., 2003. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66(1), 11-20.
- 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.
- Roldan, M., Antequera, T., Armenteros, M., Ruiz, J., 2014. Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. *Food Chemistry*, 149, 129-136.
- Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A.I. and Ruiz, J., 2013. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93(3), 572-578.
- Salmon, C.P., Knize, M.G., Felton, J.S., Zhao, B. and Seow, A., 2006. Heterocyclic aromatic amines in domestically prepared chicken and fish from Singapore Chinese households. *Food and Chemical Toxicology*, 44, 484-492.
- Sammel, L.M. and Claus, J.R., 2006. Citric acid and sodium citrate effects on pink color development of cooked ground turkey irradiated pre- and post-cooking. *Meat Science*, 72, 567-573.
- Sánchez del Pulgar, J., Gázquez, A., 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, 828-835.
- Serrano, A., Librelotto, J., Cofrades, S., Sánchez-Muniz, F.J. and Jiménez-Colmenero, F., 2007. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. *Meat Science*, 77(3), 304-313.

- Sickler, M.L., Claus, J.R., Marriott, N.G., Eigel, W.N. and Wang, H., 2013. Reduction in lipid oxidation by incorporation of encapsulated sodium tripolyphosphate in ground turkey. *Meat Science*, 95, 376-380.
- Sinha, R., Rothman, N., Salmon, C.P., Knize, M.G., Brown, E.D., Swanson, C.A., Rhodes, D., Rossi, S., Felton, J.S. and Levander, O.A., 1998. Heterocyclic amine content in beef cooked by different methods to varying degrees of doneness and gravy made from meat drippings. *Food and Chemical Toxicology*, 36(4), 279-287.
- Sipahi, C., 2010. Entansif hindi yetiştiriciliği işletmelerinde kârlılık ve verimlilik analizleri. (Y. L. Tezi), Ankara Üni. Sağlık Bil. Ens., Ankara.
- Skog, K. and Solyakov, A., 2002. Heterocyclic amines in poultry products: a literature review. *Food and Chemical Toxicology*, 40(8), 1213-1221.
- 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., Augustsson, K., Steineck, G., Stenberg, M. and Jägerstad, M., 1997. Polar and non-polar heterocyclic amines in cooked fish and meat products and their corresponding pan residues. *Food and Chemical Toxicology*, 35, 555-565.
- 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.
- 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.
- Solyakov, A. and Skog, K., 2002. Screening for heterocyclic amines in chicken cooked in various ways. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1205-1211.
- Sugimura, T. and Adamson, R. H., 2000. Introduction. Baffins Lane, Chichester, West Sussex, 373, England.
- Sugimura, T., 1997. Overview of carcinogenic heterocyclic amines. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 376(1-2), 211-219.
- Sugimura, T.S., 1995. History, Present and future of heterocyclic amines, cooked food Mutagens. In R.H. Adamson et al. (Eds.) *Heterocyclic Amines in Cooked Foods: Possible Human Carcinogens* (pp. 214-231). Princeton Scientific Publishing Co, Princeton, New Jersey.
- Şekeroğlu, A. ve Diktaş, M., 2012. Yavaş gelişen etlik piliçlerin karkas özelliklerine ve et kalitesine serbest yetiştirme sisteminin etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (6), 1007-1013.
- Tan, S. ve Dellal, İ., 2002. Kırmızı et üretim ve tüketim açığını kapatmak için alternatif bir yaklaşım: hindi üretimi ve sözleşmeli yetiştiricilik modeli. *Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü*, Ankara.
- Tang, X., Cronin, D.A. and Brunton, N.P., 2005. The effect of radio frequency heating on chemical, physical and sensory aspects of quality in turkey breast rolls. *Food Chemistry*, 93, 1-7.
- Thiebaud, H.P., Knize, M.G., Kuzmicky, P.A., Felton, J.S. and Hsieh, D.P., 1994. Mutagenicity and chemical analysis of fumes from cooking meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(7), 1502-1510.

- Thiebaud, H.P., Knize, M.G., Kuzmicky, P.A., Hsieh, D.P. and Felton, J.S., 1995. Airborne mutagens produced by frying beef, pork and a soy-based food. *Food and Chemical Toxicology*, 33(10), 821-828.
- Toribio, F., Moyano, E., Puignou, L. and Galceran, M. T., 2002. Ion-trap tandem mass spectrometry for the determination of heterocyclic amines in food. *Journal of Chromatography A*, 948, 267–281.
- Tsai, S. J., Jenq, S. N., and Lee, H., 1996. Naturally occurring diallyl disulfide inhibits the formation of carcinogenic heterocyclic aromatic amines in boiled pork juice. *Mutagenesis*, 11(3), 235-240.
- Turesky, R.J., Forster, C.M., Aeschbacher, H.U., Wurzner, H.P., Skipper, P.L., Trudel, L.J. and Tannenbaum, S.R., 1989. Purification of the food-borne carcinogens 2-amino-3-methylimidazo [4,5-f]quinoline and 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline in heated meat products by immunoaffinity chromatography. *Carcinogenesis*, 10(1), 151-156.
- Turesky, R.J., Taylor, J., Schnackenberg, L., Freeman, J.P. and Holland, R.D., 2005. Quantitation of carcinogenic heterocyclic aromatic amines and detection of novel heterocyclic aromatic amines in cooked meats and grill scrapings by HPLC/ESI-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 3248-3258.
- Viegas O., Novo P. and Pinto O., Ferreira I.M.P.L.V.O., 2012. 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(6), 2128-2134.
- Warzecha, L., Janoszka, B., Błaszczuk, U., Stróżyk, M., Bodzek, D. and Dobosz, C., 2004. Determination of heterocyclic aromatic amines (HAs) content in samples of household-prepared meat dishes. *Journal of Chromatography B*, 802(1), 95-106.
- Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victório, A.d.M. and Emanuelli, T., 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*, 106(1), 140-146.
- Wong, K.-Y., Su, J., Knize, M.G., Koh, W.-P. and Seow, A., 2005. Dietary exposure to heterocyclic amines in a chinese population. *Nutrition and Cancer*, 52(2), 147-155.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991. Uygulamalı istatistik. Atatürk Üniversitesi Yay., No: 704-308- 60.
- Yoshida, H., Hirakawa, Y., Tomiyama, Y., Nagamizu, T. and Mizushima, Y., 2005. Fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.) following microwave treatment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 3–14.
- Zell, M., Lyng, J.G., Cronin, D.A. and Morgan, D.J., 2010. Ohmic cooking of whole turkey meat – Effect of rapid ohmic heating on selected product parameters. *Food Chemistry*, 120, 724-729.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa Onur YÜZER
Doğum Tarihi : 07.09.1991
Doğum Yeri : Sivas
Eğitim :
 Lisans 2009-2013 : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum
 Yüksek Lisans 2013- : Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum

AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Erkaya, T., Şengül, M., **Yüzer, M.O.**, Ülker, U., Altan, N.B., 2012. Peskütanın Bazı Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri, 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Konya.

Yüzer, M.O., Seyyar, E., Zikirov, E., Kotan, G., Öz, F., 2014. Çorum Sungurlu Tandır Kebabı, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana.

Seyyar, E., **Yüzer, M.O.**, Zikirov, E., Kotan, G., Öz, F., 2014. Hamsi Tuzlama, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana.

Kotan, G., **Yüzer, M.O.**, Seyyar, E., Öz, F., 2014. Hamsi Köftesi, 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana.