



**FIRIN TORBASI KULLANILARAK FIRINDA PİŞİRİLEN
TAVUK ETLERİNDE HETEROSİKLİK AROMATİK
AMİN OLUŞUMU VE BİSFENOL-A MİGRASYON
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

Adem SAVAŞ

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Fatih ÖZ
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FIRIN TORBASI KULLANILARAK FIRINDA PIŞİRİLEN
TAVUK ETLERİNDE HETEROSİKLİK AROMATİK
AMİN OLUŞUMU VE BİSFENOL-A MİGRASYON
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

Adem SAVAŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FIRIN TORBASI KULLANILARAK FIRINDA PIŞİRİLEN
TAVUK ETLERİNDE
HETEROSİKLİK AROMATİK
AMİN OLUŞUMU VE BİSFENOL-A MİGRASYON
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Prof. Dr. Fatih ÖZ danışmanlığında, Adem SAVAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 18/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3./0.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan :Prof.Dr.Mükerrem KAYA

İmza: 

Üye :Prof.Dr. Fatih ÖZ

İmza: 

Üye :Dr.Öğr.Üyesi İbrahim GÜLSEREN

İmza: 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 20/06/2019 tarih ve 25/58 nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2019/7075

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

FIRIN TORBASI KULLANILARAK FIRINDA PIŞİRİLEN TAVUK ETLERİNDE HETEROSİKLİK AROMATİK AMİN OLUŞUMU VE BİSFENOL-A MİGRASYON DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Adem SAVAŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatih ÖZ

Mevcut araştırmada farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının fırında pişirilen tavuk etlerinin (göğüs ve but) çeşitli kalite parametreleri ile heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumu ve bisfenol-A (BPA) migrasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin su, ham yağ içeriği ve BPA migrasyonu üzerine çok önemli ($P<0,01$), TBARS değeri ve pişirme kaybı üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu belirlenirken, et tipinin örneklerin pH değeri, ham yağ ve toplam HAA içeriği üzerine çok önemli ($P<0,01$), TBARS değeri üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Fırın torbası kullanımı firmadan bağımsız olarak örneklerin daha sulu kalmasına neden olarak pişirme kaybı değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur. Fırında pişirme neticesinde örneklerin stearik asit, toplam SFA, oleik asit, n-6 yağ asitleri, n-9 yağ asitleri ve n-6/n-3 oranının arttığı belirlenmiştir. Fırında pişirilen tavuk etlerinde analizi yapılan HAA'lardan sadece MeIQx (39,34 ng/g'a kadar), PhIP (2,60 ng/g'a kadar) ve 7,8-DiMeIQx (0,74 ng/g'a kadar) bileşikleri belirlenmiştir. Toplam HAA içeriğinin 6,53 – 42,32 ng/g arasında değiştiği ve göğüs etlerinin HAA içeriğinin but etlerinin HAA içeriğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Fırın torbası kullanımı örneklerin toplam HAA içeriğinde kontrol grubu örneklere kıyasla önemli olmayan düzeyde ($P>0,05$) azalmaya, ancak önemli düzeyde ($P<0,05$) BPA migrasyonuna neden olmuştur. Fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu örneklerde BPA tespit edilemezken, fırın torbası kullanılarak pişirilen örneklerde toplam BPA içeriğinin firmaya bağlı olarak nq – 63,78 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

2019, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fırın Torbası, Tavuk But ve Göğüs Fileto, Heterosiklik Aromatik Amin, Bisfenol-A

ABSTRACT

Ms Thesis

DETERMINATION OF THE FORMATION OF HETEROCYCLIC AROMATIC AMINES AND THE MIGRATION LEVEL OF BISPHENOL-A IN CHICKEN MEAT COOKED IN OVEN WITH OVEN BAG

Adem SAVAŞ

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

Supervisor Prof. Fatih ÖZ

In the present study, the effects of the use of oven bag from different companies on the various quality parameters, the formation of heterocyclic aromatic amine (HAA) and bisphenol-A (BPA) migration of chicken meat (breast and leg) cooked in oven were investigated. At the end of the research, it was determined that the use of oven bag of different companies significantly affected on water, crude fat content, BPA migration ($P < 0,01$), TBARS value and cooking loss ($P < 0,05$), while meat type significantly affected on pH, crude fat, total HAA content ($P < 0,01$), TBARS value ($P < 0,05$). The use of the oven bag, independent of the company, decreased the cooking loss due to the fact that it caused to formation of the sample with more water content. It was determined that stearic acid, total SFA, oleic acid, w-6 fatty acids, w-9 fatty acids and w-6/w-3 ratio of the samples increased with cooking. Only MeIQx (up to 39,34 ng/g), PhIP (up to 2,60 ng/g) and 7,8-DiMeIQx (0,74 ng/g) from analyzed HAAs in chicken meat cooked in oven were determined. The total HAA content was found to be between 6,53 and 42,32 ng/g and the HAA content of breast meat was found to be higher than that of leg meat. The use of oven bag caused a decrease the total HAA content of the samples compared to the control group, but not significantly ($P > 0,05$). On the other hand, the use of oven bag caused BPA migration to the samples at significant level ($P < 0,05$). While BPA was not detected in the control group samples oven cooked without an oven bag, BPA was determined in all of the samples cooked with oven bag and the amount of BPA ranged between nq and 63,78 ng/g depending on the company.

2019, 78 pages

Keywords: Oven Bag, Chicken Butt and Chest Fillet, Heterocyclic Aromatic Amine, Bisphenol-A

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde her türlü yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fatih ÖZ'e teőekkürü bir borç bilir saygılar sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim süresince ve tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Nurgül SAVAŞ, merhum babam Ekrem SAVAŞ'a, kardeşlerim Fatih, Ensar ve Ahmet'e sevgi ve teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını gördüğüm Halil İbrahim BİNİCİ, Elif EKİZ, Zeynep ELBİR, İdil UZUN ve Revőan BULAN'a teşekkür ederim.

Tezimin yürütülmesinde, desteklerinden dolayı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Destekleme Birimi'ne, Gıda Mühendisliği Bölümü ve DAYTAM'a teşekkür ederim.

Adem SAVAŞ

Haziran, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Tavuk eti.....	17
3.1.2. Kimyasallar	17
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin pişirilmesi	18
3.2.2. Su içeriğinin belirlenmesi.....	19
3.2.3. pH değerinin belirlenmesi	19
3.2.4. Ham yağ miktarının belirlenmesi	20
3.2.5. Yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi	20
3.2.5.a. Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması	20
3.2.5.b. Gaz kromatografi cihazı koşulları	20
3.2.6. Lipit oksidasyon düzeyinin belirlenmesi.....	21
3.2.7. HAA miktarının belirlenmesi	21
3.2.7.a. HAA ekstraksiyonu	21
3.2.7.b. HPLC analizi	22
3.2.8. Bisfenol-A migrasyon düzeyinin belirlenmesi.....	22
3.2.8.a. BPA ekstraksiyonu	22
3.2.8.b. HPLC analizi	22
3.2.9. İstatistiksel analiz	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	24

4.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin çeşitli analiz sonuçları	24
4.2. Örneklerin Su İçeriği Sonuçları.....	27
4.3. Örneklerin pH Sonuçları	30
4.4. Örneklerin Ham Yağ Sonuçları.....	32
4.5. Örneklerin Yağ Asidi Kompozisyonu Sonuçları.....	35
4.5. Örneklerin TBARS Sonuçları	41
4.6. Örneklerin Pişirme Kaybı Sonuçları	44
4.7. HAA İçeriği Sonuçları.....	46
4.7.1. Geri kazanımlar	46
4.7.2. HAA miktarları.....	47
4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri	50
4.7.4. Örneklerin IQ içerikleri	50
4.7.5. Örneklerin MeIQx içerikleri.....	51
4.7.6. Örneklerin MeIQ içerikleri.....	52
4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içerikleri	53
4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içerikleri	53
4.7.9. Örneklerin PhIP içerikleri	54
4.7.10. Örneklerin AαC içerikleri.....	55
4.7.11. Örneklerin MeAαC içerikleri	55
4.7.12. Örneklerin toplam HAA içerikleri	56
4.8. Örneklerin Bisfenol-A İçerikleri	60
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
PUFA	Çoklu doymamış yağ asidi
kg	Kilogram
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
A α C	2-amino-9H-pirido[2,3- <i>b</i>]indol
DAD	Diode Array Detector
dk	Dakika
g	Gram
mg	Miligram
HAA	Heterosiklik Aromatik Amin
BPA	Bisfenol-A
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
μ g	mikrogram
IQ	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinolin
IQx	2-amino-3-metilimidazo[4,5- <i>f</i>]kinokzalin
LOD	Tespit Edilme Sınırı
LOQ	Miktarın Tayin Edilme 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
nd	MiligramTespit Edilemedi (<LOD)
nq	Miktarı Belirlenemedi (LOD ve LOQ arasında)
ng	Nanogram
PhIP	2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5- <i>b</i>]piridin
rpm	Dakikada Dönme Hızı
s	Saniye

TBARS	Tiyobarbitürük Asit Reaktif Maddeler
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
BADGE	Bisfenol-A digliserideter
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bisfenol-A'nın kimyasal yapısı	6
Şekil 4.1. Fırın torbası kullanımı x et tipi interaksiyonunun örneklerinin ham yağ içeriği üzerine olan etkisi.....	35
Şekil 4.2. Fırın torbası kullanımı x et tipi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisi.....	44



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya tavuk eti verileri	3
Çizelge 1.2. Türkiye tavuk eti verileri	4
Çizelge 1.3. BPA'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	7
Çizelge 4.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin su, pH, ham yağ ve TBARS analiz sonuçları	24
Çizelge 4.2. Tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonları	25
Çizelge 4.3. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin su içerikleri	28
Çizelge 4.4. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.5. Fırın torbası kullanımının örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	29
Çizelge 4.6. Et tipinin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.7. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pH değerleri.....	30
Çizelge 4.8. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin pH içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.9. Fırın torbası kullanımının örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	31
Çizelge 4.10. Et tipinin örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	32
Çizelge 4.11. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin ham yağ değerleri.....	33
Çizelge 4.12. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin ham yağ içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	33

Çizelge 4.13. Fırın torbası kullanımının örneklerin ham yağ değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.14. Et tipinin örneklerin ham yağ değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.15. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin örnekler arası yağ asidi kompozisyonu varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.16. Fırın torbası kullanımının örneklerin yağ asidi kompozisyonu (%) üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.17. Et tipinin örneklerin yağ asidi kompozisyonu (%) üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.18. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin TBARS değerleri	42
Çizelge 4.19. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.20. Fırın torbası kullanımının örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.21. Et tipinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	43
Çizelge 4.22. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kaybı değerleri	45
Çizelge 4.23. Fırın torbası kullanımının göğüs ve but etlerinin pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.24. Fırın torbası kullanımının örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.25. Et tipinin örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.26. Mevcut araştırmada analizi yapılan HAA'ların LOD ve LOQ değerleri ile geri kazanım oranları	47
Çizelge 4.27. Fırında pişirilen örneklerin bireysel ve toplam HAA miktarları	49

Çizelge 4.28. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içerikleri	56
Çizelge 4.29. Fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.30. Fırın torbası kullanımının örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	57
Çizelge 4.31. Et tipinin örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	58
Çizelge 4.32. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içerikleri	60
Çizelge 4.33. Fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.34. Fırın torbası kullanımının örneklerin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	61
Çizelge 4.35. Et tipinin örneklerin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	62

1. GİRİŞ

Beslenme, insanın doğumundan ölümüne kadar sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sürdürebilmesi için gerekli olan besin öğelerini yeterli düzeylerde alarak vücudunda kullanmasıdır. Vücudun büyüme ve gelişmesinin yanı sıra bağışıklık seviyesinin yüksek olması için yeterli ve dengeli beslenmenin önemli bir etken olduğu belirtilmektedir (Anonim 2016). Nitekim yeterli ve dengeli beslenme, vücut için gerekli olan makro ve mikro bileşenleri asgari ölçütlerde karşılayarak metabolik ve fizyolojik işlevlerin devamlı olarak sürdürülmesidir (Anonim 2018). Öte yandan, yetersiz ve dengesiz beslenme ise, vücut için gerekli besin öğelerinin ya eksik alınması ya da yüksek miktarda alınması olarak tanımlanmaktadır (Harmankaya 2013). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization, FAO), en temel beslenme probleminin; kalori ve besin maddeleri gereksinimi olduğunu bildirmektedir (Anonim 2003).

Et yeterli ve dengeli düzeyde makrobileşikler (protein ve yağ) ve mikrobileşikler (minarel madde ve vitaminler) içermesinden dolayı beslenme açısından önemli bir yere sahiptir (Lawrie 1991). Etin ihtiva etmiş olduğu bazı mikrobileşiklerin bitkisel kaynaklı gıdalarda bulunmadığı veya biyoyararlılığının düşük olduğu bilinmektedir (Öz 2019). Bu sebeplerden dolayı, et, insan beslenmesinde önemli bir yer teşkil etmesinin yanı sıra ihtiyaç duyulan temel mikrobileşenlerin ve makrobileşenlerin yeterli düzeyde alınmasına da yardım etmektedir (Biesalski 2005). Ayrıca protein içeriği bakımından zengin olan etin, karbonhidrat içeriği bakımından fakir olması diyabet, obezite ve pek çok kanser hastalığına yol açan glisemik indeksin düşük kalmasına da yardım etmektedir (Biesalski 2005). Et bu fonksiyonel özelliklerinden dolayı insan sağlığı üzerine olumlu etkiye sahiptir.

Türkiye’de, besin öğeleri ve enerji ihtiyacını karşılamak için beslenme durumuna bakıldığında, enerji ihtiyacımızın büyük bir kısmının bitkisel kaynaklı gıdalardan sağlandığı görülmektedir. Protein ihtiyacımızı yeterli seviyede karşılıyor olmamıza rağmen, hayvansal kaynaklı protein tüketimimizin istenilen seviye ulaşamadığı

belirtilmektedir (Öz 2019). Yeterli ve dengeli beslenme için günlük protein ihtiyacının yaklaşık yarısının, hiç olmazsa %35–40'nın hayvansal kaynaklı gıdalardan alınması gerektiği bilinmektedir (Gökalp 1984). Ülkemizde kırmızı et maliyetlerinin ve satış fiyatının yüksek olması nedeniyle hayvansal kaynaklı protein ihtiyacı, tavuk ve diğer kanatlı hayvanlardan sağlanan protein ile dengelenmeye çalışılmaktadır (Dokuzlu vd 2013).

Kanatlı hayvanlar sınıfında yer alan tavuk (*Gallus gallus domesticus*), omurgalı hayvanlardan kuşlar sınıfının tavuksular takımının sülüngüler familyasından olup gagası kuvvetli, ayakları eşleyici, kısa veya yuvarlak evcilleştirilebilir bir kuş türüdür (Anonim 2012a; Yıldız 2014; Anonim 2019).

Tavuk eti yağ içeriğinin düşük olması, kaliteli protein içeriğinin yüksek olması, vitamin (özellikle B grubu) ve mineraller bakımından zengin olması, kısa süre içinde tüketime hazırlanması, taşınım kolaylığı ve dana eti ile kıyaslandığında fiyatının düşük olması gibi nedenlerden dolayı çok sık tüketilen hayvansal kaynaklı ürünler arasında yer almaktadır (Soyer vd 1998; Zorba 2009). Ancak demir içeriği, kasaplık sığır hayvanlarında bulunan miktardan düşüktür. Öte yandan, tavuk etleri elzem aminoasitlerin tamamını içermektedir (Anonim 2016b). Tavuk etinin yağ içeriği, kas çeşidine göre farklılık göstermekte, but etinde %3,2 olan yağ içeriğinin göğüs etinde %1,2 olduğu (Başbayraktar 2009), 100 g'ında yaklaşık olarak 21,3 g protein içerdiği belirtilmektedir (Harmankaya 2013).

Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde 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, kanatlı eti ve ürünlerine olan talebin daha da artmasına neden olmuştur (Özer ve Özbey 2013).

Ayrıca son zamanlarda toplumların en önemli sorunları arasında sürdürülebilir gıda arzı ilk sıralarda yer almaktadır. Dünya nüfusunun sürekli artmasına karşın, hayvansal üretim için ayrılan tarım arazilerinin günden güne azalması, birim alan başına daha verimli ürün elde etme 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 üretiminde ve tavuk eti üretimi ve ihracatında en büyük paya sahip ülkeler ABD, Brezilya ve Çin'dir. Tavuk eti üretiminin %42'sini bu üç ülke tarafından karşılanmaktadır. Türkiye ise yaklaşık 1,9 ton üretim ile 12. Sırada kendisine yer bulmuştur (Anonim 2018a). Çizelge 1.1'den görüldüğü gibi Dünya'da yıllara göre tavuk üretim ve tüketim miktarlarında artış belirtilmektedir.

Çizelge 1.1. Dünya tavuk eti verileri (bin ton) (Anonim 2018a)

	2013	2014	2015	2016	2017	Değişim (%)
Üretim	97,600	100,670	103,801	107,143	-	3,2
Tüketim	96,164	99,938	103,149	106,390	-	3,1
İthalat	11,305	12,385	12,084	12,339	12,924	4,7
İhracat	12,741	13,117	12,736	13,092	14,477	10,6

Ülkemizde kanatlı et ve et ürünleri üretimi ve tüketim miktarları gelişen teknoloji ile birlikte hızlı bir şekilde artmaktadır. Kanatlı et ve et ürünleri içerisinde özellikle tavuk eti önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde tüketici daha çok sığır eti tercih etse de, sığır etinin fiyatının yüksek olmasından dolayı en çok tavuk eti tüketilmektedir. Nitekim tavuk eti üretim, tüketim, ihracat, ithalat ve kişi baine tüketim miktarları Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye tavuk eti verileri (Anonim 2018a)

	2013	2014	2015	2016	2017	Değişim (%)
Üretim (ton)	1,758,363	1,894,669	1,909,276	1,879,018	2,136,734	13,7
Tüketim (ton)	1,401,146	1,498,221	1,576,157	1,564,701	1,735,755	10,9
İthalat (ton)	350	317	887	85	2,752	3,137,6
İhracat (ton)	357,567	396,765	334,006	314,402	403,731	28,4
Kişi başı tüketim (kg)	18,3	19,3	20,0	19,6	21,4	9,2

Tavuk eti insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Özellikle besin değeri açısından kırmızı et ile benzerlik göstermesinin yanısıra daha az yağ içeriğine sahip olması nedeniyle enerji değeri daha düşüktür. Bu nedenle doymuş yağ ve kolesterol içeriği de daha düşüktür (Yücecan 2014). Ayrıca doymamış yağ asitleri ve linoleik asit içeriği bakımından kırmızı ete kıyasla daha zengindir (Zorba 2009). Bu nedenle günümüzün yaygın hastalıklarından olan obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve kanserin önlenmesi için hazırlanan beslenme önerilerinde tavuk eti daha fazla yer bulmaktadır (Yücecan 2014).

Pişirme, lezzetli ve güvenilir bir ürün elde etmek için önemli bir işlemdir. Pişirme işlemi ile tüketicinin arzu ettiği tat-aroma, gevreklik gibi temel özelliklerin sağlanması istenmektedir. Et ve et ürünlerinde genellikle tüketimden hemen önce uygulanan pişirme işlemi, patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu ile etin hijyenik kalitesini artırmakta ve raf ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca pişirme işlemi boyunca gıdalarda olumlu ve olumsuz birçok reaksiyon meydana gelmektedir (García-Arias *et al.* 2003, Tornberg 2005, Gerber *et al.* 2009). Öte yandan pişirme işlemi ile gıdalarda çeşitli ağırlık kayıpları oluşmaktadır. Bu kayıpların başında su ve suda çözünen bileşenler gelmektedir (Del Pulgar *et al.* 2012). Ülkemiz için önemli bir hayvansal protein kaynağı olan tavuk etinin çeşitli kalite parametreleri, pişirme yöntemine (kızartma, ızgara, haşlama ve fırında pişirme) bağlı olarak değişmekte ve ayrıca çeşitli gıda toksikantlarının oluşumunda neden olabilmektedir. (Öz and Kaya 2011a). Oluşan bu gıda toksikantları arasında heterosiklik aromatik aminler (HAA) önemli bir yere

sahiptir. İlk kez 1977 yılında Japon bilim adamları tarafından, ızgarada kızartılan balık ve etlerde tespit edilen HAA'ların (Nagao *et al.* 1977), birçoğunun mutajenik, neredeyse tamamının ise karsinojenik olduğu tespit edilmiştir (Sugimura 1995; Skog *et al.* 1998). Günümüze kadar gıdalarda 25'ten fazla HAA'nın oluştuğu bildirilmiştir (Alaejos and Afonso 2011; Puangsombat *et al.* 2012; Öz and Kızıl 2013; Ekiz and Öz 2019). HAA'ların mutajenliği üzerine yapılan çalışmalarda aflatoksin B1'den 100 kat, benzo[a]piren'den ise 2000 kat daha fazla mutajenik oldukları belirtilmektedir (Öz and Kaya 2011a). Ayrıca Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) HAA'lardan MeIQ, MeIQx, PhIP, AαC, MeAαC, Trp-P-1, Trp-P-2 ve Glu-P-1'e "mümkün insan karsinojeni" olarak 2B sınıfta, IQ'yu ise "muhtemel insan karsinojeni" olarak 2A sınıfta yer vermektedir (IARC 1993).

HAA'lar temel olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi aminoimidazoazoarenler, ikincisi ise aminokarbolinlerdir (Puignou *et al.* 1997; Skog *et al.* 2000; Skog and Solyakov 2002). Aminoimidazoazoarenler (IQ tipi bileşikler, termik HAA'lar), genellikle 300°C'nin altındaki sıcaklıklarda, kreatin/kreatinin, serbest amino asitler ve heksozlar arasındaki reaksiyonlar sonucu meydana gelmektedir (Jägerstad *et al.* 1983; Laser-Reuterswärd *et al.* 1987a, 1987b). HAA'ların ikinci grubu olan aminokarbolinler (IQ tipi olmayan bileşikler veya pirolitik HAA'lar) 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).

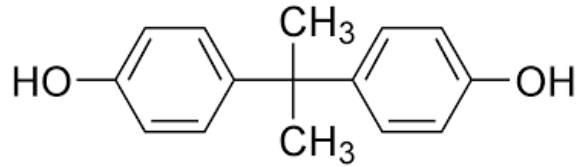
HAA'ların oluşumu ve miktarları üzerine birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörlerin başında; ısıl işlem uygulanan et tipi, pH, su aktivitesi, pişirme şartları (sıcaklık, süre, yöntem, yüzey vb.), serbest amino asitler ve kreatin gibi birçok faktör gelmektedir (Felton *et al.* 1997; Reistad *et al.* 1997; Pais *et al.* 1999; Keating and Bogen 2001; Öz *et al.* 2007 ve 2010a). Bunlara ek olarak, oluşan HAA çeşit ve konsantrasyonuna; yağların, antioksidanların, ısı ve kütle transferinin ve lipit oksidasyonunun da etki ettiği belirlenmiştir (Jägerstad *et al.* 1998; Öz 2010, 2011; Öz and Kaya 2011a, 2011b ve 2011c).

Plastikler insanoğlunun hayatının büyük kısmında maruz kaldığı kimyasal maddelerdir. Fırın torbası ise et ve et ürünlerinin pişirilmesinde yaygın olarak kullanılan plastik materyallerden birisidir. Özellikle tavuk etlerinin pişirilmesinde sıkça kullanılan fırın torbaları tüketicilere çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bunlar;

1. Gıdaları kendi suları ile pişirebilmek,
2. Gıdaları kendi buharında pişerken doğal tat, koku ve vitamin değerlerini korumak,
3. Temizliği kolaylaştırmak,
4. Gıdaların pişirme sürelerini kısaltmak,
5. Gıdaların her tarafının eşit derecede pişmesini sağlamak,
6. Pişirme kayıplarını minimize etmektir (Di Giorgio *et al.* 2018).

Bunun yanında kullanılan fırın torbalarının çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar; yemek pişirme işlemi için az da olsa bir ek maliyet getirmesi ve daha önemlisi fırın torbasından bisfenol- A gibi karsinojen maddelerin gıdaya migrasyonudur (Öz and Seyyar 2016).

Bisfenol-A (BPA, 2,2-bis-(4-hidroksifenil)propan), gıda ve içecek ambalajlamada hammadde olarak kullanılan polikarbonat plastikler ve epoksi reçinelerin monomeri olan ve endüstriyel olarak kullanılan kimyasallardan birisidir (Milic *et al.* 2015). İlk olarak 1891 yılında, Rus kimyager A.P. Dianin tarafından sentez edilen BPA (Lintelman *et al.* 2003), organik bir bileşik olup, birbirine metil köprüsü ile bağlı iki fenol halkasından oluşmaktadır.



Şekil 1.1. Bisfenol-A'nın kimyasal yapısı

BPA normal şartlar altında katı, renksiz ve kokusuz bir yapıya sahiptir. Endüstriyel olarak %99,5 saflıkta ve kristal şeklinde üretilen bisfenol-A'nın plastiklere sertlik, şeffaflık, dayanıklılık ve diğer polimerler ile uyumluluk sağlaması gibi ambalaj sanayinde önemli özellikler kazandırdığı belirtilmektedir (Staples *et al.* 1998; Cousins *et al.* 2002).

Aerobik koşullarda hızlı bir şekilde degrade olmasına karşın, gıda üretim proseslerinin bir sonucu olarak veya yüksek sıcaklıklarda polimerlerin hidrolizi ve/veya asidik/bazik koşullar nedeniyle son üründen uzaklaşması ile gıdalarda ve sulu ortamlarda bulunduğu belirtilmektedir (Milic *et al.* 2015). BPA'nın bazı özellikleri Çizelge 1.3'de verilmiştir.

Çizelge 1.3. BPA'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Cao 2010)

Genel adı	Bisfenol A
IUPAC adlandırması	2,2-bis(4-hidroksifenil)propan
Diğer isimleri	4,4'-dihidroksi-2,2-difenilpropan
CAS numarası	80-05-7
Kimyasal formülü	$C_{15}H_{16}O_2$
Yapısal formülü	$(CH_3)_2C - (C_6H_4-OH)_2$
Moleküler ağırlığı	228,29 g/mol
Özgül ağırlığı	1,060-1,195 g/cm ³
Erime sıcaklığı	155°C
Kaynama sıcaklığı	398°C (101,3 kPa)
Alevlenme sıcaklığı	270°C
Uçuculuğu	193°C (1 atm)
Sudaki çözünürlüğü (25°C)	300 g/m ³ (25°C)

BPA'nın; bebek biberonları, oyuncak, gıda ve içecek kapları, metal konserveler için koruyucu kaplamalar, termal kağıt, tutkal ve boya, elektronik aletler, bilgisayarlar, CD ve DVD'ler, spor aletleri, medikal aletler, lensler, diş tedavisinde kullanılan çeşitli materyallerde yaygın olarak kullanılması nedeniyle insanoğlunun BPA'ya her gün yüksek miktarda maruz kaldığı belirtilmektedir (Kang *et al.* 2006). Öte yandan, insanların BPA'ya en çok maruz kalma kaynağının; ambalaj malzemesinden gıdalara gerçekleşen migrasyon olduğu bildirilmektedir (Milic *et al.* 2015). Migrasyon yoluyla maruz kalma durumunda ise en önemli rolün konserve gıdalar olduğu (Bemrah *et al.* 2014) ve migrasyon düzeyinin yaklaşık 2000 µg/kg'a kadar çıkabildiği belirtilmektedir (Sungur *et al.* 2014). Öte yandan, ekmek, tahıllar, peynir ve fast food gibi konserve olmayan çeşitli gıda maddelerinde de BPA'nın bulunduğu ve bunun muhtemel nedeninin ise birim ambalaj kağıdından migrasyon veya işleme esnasında çevreden gerçekleşen kontaminasyon nedeniyle olduğu belirtilmektedir (Cao *et al.* 2011; Geens *et al.* 2012).

Dünyada üretilen BPA'nın %70'nin polikarbonat plastiklerin, %25'nin ise epoksi reçinelerinin üretiminde kullanıldığı belirtilmektedir. Polikarbonatlar; biberonlar ve su şişeleri gibi değişik plastik ürünlerin yapımında kullanılırken, epoksi reçineler ise; deniz ürünleri, sebzeler, bira, alkolsüz içecekler ve süt tozu gibi gıdaların ambalajlanmasında kullanılan metallerin iç yüzeylerinin kaplanmasında, su ve şarap gibi içeceklerin bulunduğu büyük depolama kapların ve değişik tiplerdeki gıda taşıyıcılarının yapılmasında kullanılmaktadır. Öte yandan, bu ambalaj materyallerinin yapımı esnasında, proses tam olarak uygulanmadığında BPA tipi reçineler ve farklı reaksiyon ürünlerinin gıdaya migrasyonunun gerçekleştiği, hatta bazı durumlarda bu maddeler ile gıda bileşenlerinin yeni bileşikler oluşturabildiği de belirtilmektedir (Goodson *et al.* 2002; Er 2010).

Migrasyon, plastik ambalajda bulunan bileşenlerin plastikten gıda ürününe aktarılması olarak tanımlanmaktadır (Sablani and Rahman 2007). Ambalaj materyalinden gıdaya plastik katkı maddeleri gibi pek çok madde migrasyon yoluyla geçebilmektedir (Lau and Wong 2000). Migrasyonu; gıda ile ambalaj materyalinin temas yüzeyinin alanı,

ambalaj materyalindeki migrant çeşidi ve konsantrasyonu, temas süresi, ambalaj materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sıcaklık ve gıdanın özellikleri gibi faktörlerin etkilediği belirtilmektedir (Kavas ve Kavas 2012). İlave olarak ambalaj materyalinde bulunan kimyasal maddelerin hareketlerinin; molekülün yapısı ve büyüklüğüne, gıda ile etkileşimine ve gıda maddesinin gösterdiği dirence göre değiştiği de belirtilmektedir (Castle 2007).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), BPA'ya uluslararası maruz kalma limitinin 0,4–4,2 µg/kg/vücut ağırlığı/gün arasında değiştiğini tahmin etmektedir (Anonymous 2010). Avrupa Komisyonu (European Commission) ve ABD, bebek biberonlarında ve 0–3 yaş arası çocuk oyuncaklarında BPA kullanımını tamamen yasaklamıştır (Anonymous 2012b). Öte yandan, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (The European Food Safety Authority) tarafından tolere edilebilir günlük alım miktarı; 5 µg/kg/vücut ağırlığı/gün olarak belirtilmektedir (Anonymous 2014).

BPA'nın insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin potansiyel riskleri nedeniyle, uluslararası otoriteler risk değerlendirmeleri yapmışlardır. BPA ilk kez 1986 yılında, Avrupa Birliği Bilimsel Gıda Komitesi (Scientific Committee for Food) tarafından değerlendirmeye alınmıştır. Ambalaj materyalinden gıdaya geçebilen zararlı bileşiklere karşı tüketiciyi korumak amacıyla, Avrupa Birliği'nde plastik ambalajlama materyalleri için Avrupa Komitesi tarafından çeşitli direktifler oluşturulmuştur. Avrupa Birliği'nin 90/128/EEC komisyon direktifinde toplam migrasyon limitleri belirlenmiş, BPA'nın plastik materyallerin yapımında monomer veya başlangıç maddesi olarak kullanılmasına izin verilmiş ve spesifik migrasyon limitinin 3 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Anonymous 1990). Öte yandan, yapılan çalışmalar doğrultusunda 2002 yılında, 2002/72/EC direktifi ile gıda ile temas halinde bulunan materyallerin yapımında kullanılan monomerler, başlangıç maddeleri ve katkı maddelerini içeren bir liste yayınlanmış ve spesifik migrasyon limitleri de yeniden düzenlenmiştir. Listede yer almayan maddelerin kullanımı yasaklanmış ve BPA'nın spesifik migrasyon limiti 0,6 mg/kg'a düşürülmüştür (Anonymous 2002). Ülkemizde ise BPA ile ilgili yapılan yasal

düzenlemeler, Avrupa Birliği direktifleri ile uyum içerisinde. Türk Gıda Kodeksi (TGK), Gıda Maddeleri ile Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliğ'inde (Tebliğ No: 2013/34), 13480 referans nolu BPA'nın, TGK-Bebek Formülleri ve TGK-Devam Formülleri Tebliğlerinde bebek olarak tanımlanan tüketici grubu için kullanılan, polikarbonat madde ve malzemelerin üretiminde kullanılması yasaklanmış olup, BPA'nın spesifik migrasyon limiti ise 0,6 mg/kg olarak belirtilmiştir (Anonim 2013).

Son yıllarda yapılan çalışmalar beslenmenin insan sağlığını doğrudan ilgilendirdiğini, beslenme tarzının düzenlenmesiyle bazı hastalıkların engellenebileceği, bazılarının ise iyileştirilebileceği öngörülmektedir. Yetersiz ve dengesiz beslenmenin ise birçok hastalığa neden olduğu ve insanoğlunu kaliteli yaşamdan uzaklaştırdığı yadsınamaz bir gerçektir. Dolayısıyla et ve et ürünlerinin pişirilmesi esnasında oluşan ve mutajenik ve/veya karsinojenik oldukları tespit edilen HAA'lar ve ambalaj malzemesinden gıdaya geçen BPA gibi kimyasal açıdan insan sağlığını tehdit eden bileşikler dikkatleri üzerine çekmektedir. Bu nedenle pişirilerek tüketilen et, tavuk ve balık gibi ürünlere bu gıda toksikantlarının araştırılması büyük bir önem arz etmektedir. Literatürde tavuk etinde HAA'ların araştırıldığı içinde ekibimizin de yer aldığı çalışma sayısı fazladır. Öte yandan, literatürde çeşitli gıda maddelerinde BPA'nın da araştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak yapılan literatür taramasında, fırın torbası kullanımının fırında pişirilen tavuk etlerinde HAA oluşumu ve fırın torbalarından tavuk etine geçen BPA seviyesi üzerine yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, mevcut araştırmada beş farklı firmaya ait fırın torbası kullanılarak pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinde HAA oluşumu ve pişirme esnasında bu fırın torbalarından tavuk etlerine geçen BPA seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca fırın torbası kullanımının tavuk etlerinin çeşitli kalite parametreleri (su, pH, ham yağ, yağ asidi kompozisyonu, lipit oksidasyonu ve pişirme kaybı) üzerine olan etkisi de belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Mutajen ve karsinojen olan heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumu üzerine et tipi ve etin bileşiminin önemli etki ettiği bilinmektedir (Öz and Kaya 2011a). Düşük su ve yağ içeriği, buna karşın yüksek protein ve serbest aminoasit içeriği HAA oluşumunun artmasına neden olmaktadır (Skog and Solyakov 2002). Tavuk eti, her ne kadar beyaz et grubunda değerlendirilse de kırmızı et grubundan (dana, domuz vb.) esas olarak yağ içeriğinin düşük olması nedeniyle ayrılmaktadır. Ayrıca pişmiş kırmızı et, kanatlı eti ve balık etinin HAA içerikleri karşılaştırıldığında, etin cinsine göre, öncü bileşiklerin miktarının değişmesi dolayısıyla HAA oluşumu açısından farklılıklar tespit edilmiştir. Örneğin kanatlı etinde ağırlıklı olarak PhIP ve IFP bileşikleri oluşumu görülürken, dana, domuz ve balıkta MeIQx bileşiğinin daha baskın olduğu belirtilmektedir (Borgen *et al.* 2001; Skog and Solyakov 2002).

Liao *et al.* (2010) 200°C'de 20 dk fırında pişirilen tavuk etinde IQ, IQx, MeIQ, MeIQx, 4,8-DiMeIQx ve 7,8-DiMeIQx bileşiklerini tespit edemezken, 0,04 ng/g PhIP, 0,05 ng/g AαC ve 0,05 ng/g MeAαC tespit etmişlerdir. Araştırmacılar farklı pişirme yöntemleri (tavada kızartma, derin yağda kızartma, mangal ve fırında pişirme) kullanarak pişirdikleri tavuk ve ördek göğüs etlerinde farklı düzeylerde HAA oluştuğunu bildirmişlerdir. En yüksek toplam HAA içeriğinin (112 ng/g) mangalda pişirilmiş tavuk göğüs etinde tespit edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca toplam HAA içeriğinin tavuk göğüs etinin tavada kızartılması sonucu 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 kızartma, derin yağda kızartma, mangalda pişirme ve fırında pişirme neticesinde toplam HAA içeriklerinin ise sırasıyla 53,30 ng/g, 14 ng/g, 32 ng/g ve 7 ng/g olduğu tespit edilmiştir.

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

al. (2010c) ise 200°C'lik fırında 5–20 dk pişirdikleri tavuk eti örneklerinde IQ, IQx, MeIQ, MeIQx, 4,8-DiMeIQx, 7,8-DiMeIQx, PhIP, AαC ve MeAαC bileşiklerini tespit edemediklerini bildirmişlerdir.

Chiu *et al.* (1998) yaptıkları çalışmada, derisiz tavuk butlarının derili örneklere kıyasla daha yüksek miktarda HAA içerdiğini belirtmişler ve bu sonucu derinin sıcaklığın direkt etkisini azaltmasına ve derili tavuk butlarındaki yağın HAA prekürsörlerini seyreltici etkiye sahip olmasına bağlamışlardır. Ayrıca oluşan HAA çeşit ve miktarının pişirme süresi ile arttığını bildirmişlerdir.

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

Gasperlin *et al.* (2009) 220°C'de ızgara yapılan tavuk eti örneklerinde IQ, IQx ve MeIQ bileşiklerini tespit edemezken, 1,19– 2,13 ng/g arasında MeIQx, 0,11–0,18 ng/g arasında 4,8-DiMeIQx, 1,73–2,35 ng/g arasında PhIP tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Chen and Yang (1998) 200°C'de 10 dk kızartılan tavuk eti örneklerinde 0,1 ng/g IQ, 0,17 ng/g IQx, 0,11 ng/g MeIQ, 0,13 ng/g MeIQx, 0,09 ng/g 4,8-DiMeIQx, 0,16 ng/g 7,8- DiMeIQx, 0,21 ng/g PhIP ve 0,13 ng/g AαC tespit ederlerken, MeAαC bileşimini ise tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Pais *et al.* (1999) 275°C'de 30 dk kızartılan tavuk eti örneklerinde IQ, IQx, MeIQ, AαC ve MeAαC bileşiklerini tespit edemezken, 0,02–0,5 ng/g arasında MeIQx ve 0,05- 0,2 ng/g arasında 4,8- DiMeIQx tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Wong *et al.* (2005) derin yağda kızartılan tavukta 0,36 ng/g, tavada kızartılan tavuk etinde 1,26 ng/g, ızgara yapılan sığır eti kıymasında 0,14 ng/g, rosto yapılan ördek

etinde 0,19 ng/g düzeyinde MeIQx bileşiği tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmada tavada kızartılan tavuk etinin 0,48 ng/g ve derin yağda kızartılan tavuk etinin 0,23 ng/g 4,8-DiMeIQx içerdiği, ördek ve sığır etlerinin ise 4,8-DiMeIQx bileşiğini içermediğini bildirmişlerdir. Wakabayashi *et al.* (1993) yaptıkları araştırmada kızarmış tavuk etinin PhIP içeriğinin (38,1 ng/g) kızarmış sığır etine (15,7 ng/g) kıyasla daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Hasnol *et al.* (2014) HAA oluşumu üzerine farklı şeker türlerinin etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada tavuk göğüs etlerini rafine şeker, esmer şeker ve balla marine ederek 300°C'de toplam 8 dk pişirmişlerdir. Araştırmacılar kontrol grubuna göre, marinasyon bileşimine bal ilavesinin MeIQ, 4,8-DiMeIQx, IQ, IQx, norharman ve harman bileşiklerinin oluşumunu azalttığını, esmer şeker ilavesinin norharman, harman ve AαC bileşikleri hariç diğer HAA bileşiklerinin oluşumunu artırdığı bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, en düşük HAA içeriği bal ile marine edilen örneklerde tespit edilmiştir.

Klassen *et al.* (2002), fast food merkezlerinden satın alınan 31 adet pişmiş hamburger ve 6 adet tavuk ürününün (kanat, but ve nugget) HAA içeriklerini araştırdıkları çalışmada, tavuk örneklerinde PhIP (0,1–2,1 µg/kg) ve MeIQx (0,1–1,8 µg/kg) bileşiklerini tespit ederlerken, hamburger örneklerinde IQ (0,1–3,5 µg/kg), MeIQx (0,3–6,9 µg/kg), PhIP (0,2–6 µg/kg) ve 7,8DiMeIQx (0,1–2,9 µg/kg) bileşiklerini tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Haskaraca *et al.* (2014) fast food restoranlarından alınan tavuk but eti örneklerinde toplam HAA içeriğininin 0,22–33,75 ng/g arasında, kanat eti örneklerinde ise 11,22–62,83 ng/g arasında değişim gösterdiği belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada örnek gruplarında en belirgin HAA'nın MeIQx bileşiği olduğu ve MeIQx miktarının but örneklerinde 0,22– 33,73 ng/g arasında, kanat örneklerinde ise 11,22–62,83 ng/g arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar 20 örnekten sadece beşinde PhIP bileşiğininin tespit edildiğini ve en yüksek değerin 3,15 ng/g düzeyi ile tavuk but eti örneklerinde olduğunu bulmuşlardır. Laboratuvarda farklı oranlarda yeşil çay ekstraktı ile üretilen kaplama materyali kullanılarak kaplanan tavuk kanat ve but örneklerinde ise

toplam HAA içeriğinin sırasıyla nd-1,45 ng/g ve nd-2,32 ng/g arasında değiştiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada, fast-food restoranlarından alınan tavuk but ve kanat örneklerinin toplam HAA içeriğinin laboratuarda üretimi yapılan tavuk but ve kanatlardan daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiş ve bu sonuca restoranlarda üretilen ürünlerin kontrolsüz koşullarda kızartılmasının etkili olduğu bildirilmiştir.

Fırında pişirme (180°C'de 27 dk), derin yağda kızartma (150°C'de 5 dk), ızgarada pişirme (280°C'de 20 dk) ve tavada pişirme (180°C'de 8 dk) yöntemleri kullanılarak pişirilen et ve tavuk köftelerinde nar çekirdeği ekstraktı (%0,5) kullanımının HAA oluşumuna etkisinin incelendiği bir araştırmada, nar çekirdeği ekstraktının sığır eti köftelerinde oluşan PhIP bileşiminde %68, norharman bileşiminde %24, harman bileşiminde %18, IQ bileşiminde %45 ve MeIQx bileşiminde %57 oranında azaltıcı etkisi gözlenmiştir. Tavuk eti köftelerinde ise nar çekirdeği ekstraktının PhIP bileşiminde %75, norharman bileşiminde %57, harman bileşiminde %28, IQ bileşiminde %46 ve MeIQx bileşiminde ise %49 oranında azaltıcı etkisi olmuştur. En fazla azalma ise derin yağda kızartma yönteminde tespit edilmiştir (%49) (Keşkekoğlu ve Üren 2014).

Bisfenol-A ambalaj malzemesinden gıdaya geçen tehlikeli gıda toksikantlarından birisidir. Yoshida *et al.* (2001) sebze ve meyve konservelerinin katı kısımlarındaki kalıntı BPA miktarının (<10-95,3 ng/g), konservelerin sulu kısımlarındaki BPA miktarından (<5 ng/ml) daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar mısırların konserve yapılması esnasında, BPA'nın gıdanın temas ettiği yüzeylerden sulu kısımlara, daha sonra depolama aşamasında ise sulu kısımlardan katı kısımlara doğru geçtiğini bildirmişlerdir.

Konserve edilmiş süt ürünlerinde (krema, yoğunlaştırılmış süt ve yoğunlaştırılmış tatlı süt) 21-43 µg/kg arasında, kahve ve kafein ürünleri gibi çeşitli içeceklerde 33-134 ng/ml arasında ve çeşitli konserve gıdalarda 7-380 µg/kg arasında BPA tespit edildiği rapor edilmiştir (Munguia-Lopez *et al.* 2005). Japonya'daki süpermarketlerde satılan çeşitli konserve gıdalarda ise BPA miktarının 0-842 ng/g arasında değiştiği bildirilmiştir (Sajiki *et al.* 2007).

İtalya'da yapılan başka bir çalışmada ise doğranmış domates konservelerinde BPA miktarı araştırılmış ve analizi yapılan 42 adet örneğin 22 tanesinde (%52,4) 20,5–115,3 µg/kg arasında BPA belirlenmiştir (Grumetto *et al.* 2008).

Cao *et al.* (2009) tarafından yapılan çalışmada, Kanada'da satılan 72 adet içecek örneği (kola, diyet kola, enerji içeceği, ice tea, meyveli soda vs.) BPA içeriği bakımından analiz edilmiş ve örneklerin nd–4,5 µg/l arasında BPA içerdiği tespit edilmiştir. Shao *et al.* (2007) Beijing, Çin marketlerinden temin edilen domuz, balık, tavşan, ördek ve tavuk etini kapsayan 27 adet et örneğinin 13 tanesinde 0,33–7,08 µg/kg arasında BPA saptandığını bildirmişlerdir.

Inoue *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada epoksi bazlı ambalajlarda muhafaza edilen 107 adet bal örneğinde nd–33,3 ng/g arasında BPA belirlerken, Maragou *et al.* (2006) ise metal kutuda ambalajlanmış süt örneklerinde <1,7–15,2 ng/g arasında BPA tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Kang *et al.* (2003) yaptıkları çalışmada konserve kutularında %5-10 tuz veya bitkisel yağ varlığında 121°C'de sıcaklık uygulanması durumunda, ambalaj malzemesinden gıdaya BPA migrasyonunun arttığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda BPA migrasyonunun depolama süresinden etkilendiği ve depolama sırasında gıdada BPA birikebildiği belirtilmektedir (Munguia-Lopez and Soto-Valdez 2001).

Erkan ve ark. (2005) Türkiye'deki marketlerden temin ettikleri farklı markalara ait balık örneklerinde BADGE (bisfenol-A diglisidileter) miktarlarını araştırdıkları çalışmada, sardalya ve hamsi balıklarında yüksek miktarlarda BADGE saptadıklarını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada (Er 2010) ise konserve ton balıklarının BPA içerikleri araştırılmış ve analize alınan 160 adet örneğin yaklaşık %25'inin BPA içeriğinin Türk Gıda Kodeksi'nin belirtmiş olduğu sınır değerinden (0,6 mg/kg) yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Öz and Seyyar (2016) yeni bir pişirme yöntemi olan sous-vide tekniği ile farklı sıcaklık (65°C, 75°C ve 85°C) ve sürelerde (60–150 dk) pişirilen gökkuşağı alabalığındaki BPA migrasyon düzeyinin 4,93–27,11 ng/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Tavuk eti

Araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etleri sadece kanatlı et ürünleri satan ve ülke çapında tanınan bir firmanın Erzurum'daki bayisinden taze olarak temin edilmiştir. Tavuk karkasların temininde aynı partiden ve yaklaşık olarak aynı büyüklükte olmasına özen gösterilmiştir. Soğuk zincir altında laboratuvara getirilen tavuk karkaslarından göğüs fileto ve but etleri usulüne uygun olarak çıkartılmış ve mevcut araştırmada materyal olarak kullanılmıştır.

3.1.2. Kimyasallar

Mevcut araştırmada yapılan analizlerde tiyobarbitürik asit (T-5500, Sigma), triklorasetik asit (27242, Sigma-Aldrich), etilen diamin tetra asetik asit (03620, Sigma-Aldrich), propil gallat (P-3130, Sigma) dietil eter (31700, Sigma-Aldrich), pürifiye su (SimplicityTM 185, Millipore), sodyum hidroksit (06203, Sigma-Aldrich), extrelut NT paketleme materyali (115092.1000, refill materyal, Merck), etil asetat (1.00868.2500, HPLC-grade, Merck), hidroklorik asit (30721, Riedel Haën), metanol (34885, HPLC-grade, Sigma-Aldrich), amonyak (05003, Riedel de Haën), glasiyel asetik asit (27225, Riedel Haën), asetonitril (34851, HPLC-grade, Sigma-Aldrich), aseton (1.00020, 2500, Merck), n-heptan (412602000, HPLC-grade, Carlo Erba), etanol (16368, Sigma-Aldrich), n-hekzan (104391.2500, Merck), potasyum hidroksit (06005, Sigma-Aldrich ve Merck) ve sodyum sülfat (1066491000, Merck) kullanılmıştır. Heterosiklik aromatik amin ve bisfenol-A analizleri esnasında kullanılan tüm çözeltiler (HPLC-grade olanlar hariç) 0.45µm filtreden (PTFE, Millipore) geçirildikten sonra kullanılmıştır.

HAA'ların HPLC'de yürütülmesinde Solvent A olarak; metanol:asetonitril:pürifiye su: glasiyel asetik asit (14:8:76:2, v/v, pH'sı amonyak ile 5,0'a ayarlanmış) karışımı, Solvent B olarak ise; %100 asetonitril kullanılmıştır (Messner and Murkovic 2004). Araştırmada analizi yapılan 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin (IQx), 2-amino-3-metilimidazo[4,5-*f*]kinolin (IQ), 2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin (MeIQx), 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-*f*]kinolin (MeIQ), 2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin (7,8-DiMeIQx), 2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin (4,8-DiMeIQx), 2-amino-3,4,7,8-tetrametilimidazo[4,5-*f*]kinokzalin (4,7,8-TriMeIQx), 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-*b*]piridin (PhIP), 2-amino-9*H*-pirido[2,3-*b*]indol (A α C) ve 2-amino-3-metil-9*H*-pirido[2,3-*b*]indol (MeA α C) Toronto Research Chemical (Toronto, Kanada)'dan satın alınmış ve arzu edilen konsantrasyonlara seyreltilerek kullanılmıştır (Öz 2011). 4,7,8-TriMeIQx bileşiği araştırmada internal standart olarak kullanılmıştır.

BPA'nın HPLC'de yürütülmesinde izokratik olarak asetonitril:pürifiye su (40:60, v/v) kullanılmıştır. BPA standardı ise Sigma-Aldrich firmasından (Product Number: 239658) temin edilmiş ve arzu edilen konsantrasyonlara seyreltilerek kullanılmıştır (Öz and Seyyar 2016).

3.2. Yöntem

3.2.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin pişirilmesi

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin çeşitli kalite parametreleri ile heterosiklik aromatik amin oluşumu ve bisfenol-A migrasyonu üzerine olan etkisinin belirlenmesi amacıyla fırında pişirme işlemi pişirme yöntemi olarak seçilmiştir. Tavuk karkaslarından göğüs ve but etleri çıkartıldıktan sonra örnekler yedi gruba ayrılmıştır. Birinci grup örnekler pişirme öncesi çeşitli kalite parametrelerinin belirlenmesi için çiğ olarak kullanılmıştır. İkinci grup örnekler fırın torbası kullanılmadan fırında pişirilmiştir ve bu grup kontrol grubu olarak seçilmiştir. Kalan diğer beş grup ise beş farklı firmaya ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmiştir. Etler

fırın torbalarına konulduktan sonra fırın torbasının ağızı firma tarafından verilen bir klips ile kapatılmış, bir kürdan vasıtasıyla fırın torbasında delik açılarak pişirme işlemine geçilmiştir. Fırın torbası kullanılmadan fırında pişirilen ikinci grup örnekler direk olarak fırın tepsisine konularak pişirilmiştir. Sadece fırın torbası kullanımının etkisinin belirlenmesi amacıyla fırında pişirme işlemi esnasında herhangi bir katkı maddesi ve/veya baharat kullanılmamıştır. Göğüs etleri derisiz olarak pişirilirken, but etleri ise derili olarak pişirilmiş ve derileri ayrıldıktan sonra analizlerde kullanılmıştır. Fırında pişirme işlemi ev tipi bir fırın (Arçelik) kullanılarak yapılmıştır. Fırında pişirme işleminde sıcaklık derecesi olarak fırın torbası firmalarının önerdiği sıcaklık derecesi esas alınmış ve bu nedenle pişirme sıcaklığı 200°C olarak seçilmiştir. Pişirme süresi ise bu sıcaklık derecesinde yapılan ön denemeler neticesinde 75 dk olarak belirlenmiştir. Bu sürenin seçiminde tavuk göğüs ve but etlerinin pişmesine ve tüketilebilir olmalarına dikkat edilmiştir.

3.2.2. Su içeriğinin belirlenmesi

Tavuk etlerinin su içerikleri kurutma kaplarına tartılan yaklaşık 10 g örneğin, 100±2°C'lik kurutma dolabında sabit tartım elde edilinceye kadar kurutulması ile belirlenmiştir (Gökalp vd 2010).

3.2.3. pH değerinin belirlenmesi

Tavuk etlerinin pH değerlerinin belirlenmesi için Gökalp ve arkadaşlarının (2010) yöntemi kullanılmıştır. Bunun için 10 g tavuk eti ve 100 ml saf su, ultra-turrax (IKA Werk T 25, 18-10 20.000 UpM Germany) ile homojenize edildikten sonra pH metre probu daldırılarak pH metrede okuma işlemi ile yapılmıştır. pH metre kullanılmadan 15 dk önce açılmış ve et örnekleri için uygun tampon çözeltiler (pH 4,0 ve pH 7,0) kullanılarak kalibre edildikten edilmiştir.

3.2.4. Ham yağ miktarının belirlenmesi

Tavuk etlerinin ham yağ miktarlarının belirlenmesinde Gökalp ve arkadaşlarının (2010) yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin su içeriklerinin belirlenmesinden arta kalan kurutulmuş örnek, 8 saat süre ile soxhlet ekstraksiyon düzeneğinde dietil eter kullanılarak ekstrakte edilmiş ve ekstrakte olan yağ gravimetrik olarak hesaplanmıştır (Gökalp vd 2010).

3.2.5. Yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi

3.2.5.a. Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması

Tavuk etlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesinde, Satchithanandam ve arkadaşlarının (2001) uyguladığı yağ asidi metil ester metodu (AOAC 996.01) kullanılmıştır. Yönteme göre; etlerin kurutulması ve eter ekstraksiyon yöntemi ile yağlarının ekstrakte edilmesi neticesinde elde edilen 0,1 g yağ, 10 ml n-hekzan ile çalkalanarak, 0,5 ml 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile karıştırılmış ve yaklaşık 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Ardından üst fazdan numune alınarak gaz kromatografi cihazında okuma işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.b. Gaz kromatografi cihazı koşulları

Yağlarda yağ asidi metil ester (FAME) kompozisyonu; alev iyonizasyon dedektörlü (FID) gaz kromatografi (GC, Shimadzu, QP2010 Plus) cihazında, yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için uygun bir kapiler kolon (Restek RTX-2330, 60 m, 0.25 mm i.d., 0.1µm film kalınlığı, Bellefonte, PA, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Kolon fırın sıcaklığı 100°C'de 3dk tutulduktan sonra, dakikada 4°C'lik artışla 240°C'ye ulaşmış ve 18 dk bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250°C ve 255°C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak yüksek saflıkta helyumun kullanıldığı analizde, akış hızı dakikada 0,64 ml olarak ayarlanmış ve enjeksiyon 1:80 oranında split edilmiştir. GC/FID sisteminin kontrolü için LabSolution

bilgisayar programı, yağ asidi standardı olarak ise yağ asitleri metil ester (FAME) mix 37 standardı (Supelco) kullanılmıştır. FAME pikleri; alıkonma zamanları ve FAME standartta belirtilen zincir uzunlukları kıyaslanarak teşhis edilmiş ve kromatogramlarda % alan olarak ifade edilen değerler sonuç olarak verilmiştir.

3.2.6. Lipit oksidasyon düzeyinin belirlenmesi

Tavuk etlerinin lipit oksidasyon düzeylerinin belirlenmesi için, et ve et ürünlerinin lipit oksidasyonunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan tiyobarbütirik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi seçilmiş ve yöntem olarak Kılıç and Richards (2003) belirttiği yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla 2 g et örneği, 12 ml TCA solüsyonu ile ultra-turraxta 30 sn homojenize edilmiş ve Whatman 1 filtre kağıdından süzildükten sonra 2 ml süzüntü üzerine 2 ml TBA solüsyonu ilave edilmiştir. Bu karışım 95°C'lik su banyosunda 40 dk bekletilmiş, ardından soğutulmuş ve 3500 rpm'de 6 dk santrifüj edildikten sonra spektrofotometrede 532 nm'de kör numuneye karşı absorbands değerleri belirlenmiştir. TBARS değerleri mg MDA/kg olarak verilmiştir.

3.2.7. HAA miktarının belirlenmesi

3.2.7.a. HAA ekstraksiyonu

HAA'ların ekstraksiyonu Messner and Murkovic (2004)'in metodunda, bazı modifikasyonlar yapılarak (Ekiz and Öz 2019) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 1 g et örneği, 12 ml 1 M NaOH ile 1 h 500 rpm devirde karıştırılmıştır. Ardından 10 g Extrelut NT paketleme materyali konularak vakum manifold sistemine bağlanmış Oasis MCX kartujlarda etil asetat, hidroklorik asit ve metanol ile muamele edilmiştir. Örneklerdeki HAA'lar metanol:amonyak (95:5, v/v) çözeltisi ile elüe edilmiştir. Örnekler yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC) analiz edilinceye kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. HPLC analizinden 1 gün önce örnekler 45°C'lik etüvde kurutulmuştur. Ardından vial üzerine 100 µl metanol ilave edilerek HPLC analizine geçilmiştir.

3.2.7.b. HPLC analizi

Tavuk etlerindeki HAA'ların belirlenmesi için; Diode Array Dedektör'lü (DAD-3000) HPLC (Thermo Ultimate 3000, Thermo Scientific, USA) cihazında ters fazlı analitik kolon (Acclaim™ 120 C18, 3µm, 4.6x150 mm, Tosoh Bioscience GmbH, Stuttgart, Germany) kullanılmıştır. HAA'ların ayırma işlemi 35°C'de ve dakikada 0,7 ml akış hızında gerçekleştirilmiştir (Nuray and Öz 2019).

3.2.8. Bisfenol-A migrasyon düzeyinin belirlenmesi

3.2.8.a. BPA ekstraksiyonu

Tavuk etlerinin bisfenol-A (BPA) analizi; Kang and Kondo (2002)'nin metodunda, bazı modifikasyonlar yapılarak (Öz and Seyyar 2016) sadece pişirilmiş örneklerde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 1 g et örneği, 10 ml asetonitril ve 2 g susuz sodyum sülfat ile manyetik karıştırıcıda karıştırılmış ve filtre edilmiştir. Ardından filtrat 6 ml asetonitril ile yıkanarak bu filtrata 6 ml asetonitril ile doyurulmuş n-hekzan eklenmiş, 5 dk karıştırma işleminden sonra fazların ayrılması için 15 dk bekletilmiştir. Daha sonra iki tabakaya ayrılan filtrattan, asetonitril tabakası (alttaki tabaka) bir santrifüj tüpüne transfer edilmiş, sonrasında n-hekzan tabakası yeniden 10 ml asetonitril ile muamele edilmiş ayrılan asetonitril tabakası, diğer asetonitril tabakası ile birleştirilmiştir. Bu iki asetonitril tabakası 40°C'de azot gazı altında kurutulmuştur. Elde edilen kalıntı Seppak florisil kartujda; aseton:n-heptan ile ekstrakte edilmiş, ardından solvent, azot gazı ile evapore edilmiş ve 1ml asetonitril:distile su (40:60, v/v) karışımı eklenerek HPLC-FLD ile analiz edilmiştir.

3.2.8.b. HPLC analizi

BPA'ların miktar tayinleri; Floresan Dedektörlü (FD-3000) HPLC (Thermo Ultimate 3000, Thermo Scientific, USA) cihazı kullanılarak BPA analizi için uygun bir kolon

(Pursuit RPC18, 150×4.6 mm, 5µm, Varian, Part no: A3000150×046) ile yapılmıştır. Ayırma işlemi 40°C’de ve dakikada 1 ml akış hızında gerçekleştirilmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analiz

Araştırma Şansa Bağlı deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak kurulup yürütülmüştür. Elde edilen veriler, varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarının ortalama değerleri için Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanmıştır (Yıldız ve Bircan 1991). Analizler için SPSS 20.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin çeşitli analiz sonuçları

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin su, pH, ham yağ ve TBARS sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi tavuk göğüs etinin su içeriği, but etinin su içeriğinden istatistiksel olarak yüksek bulunurken, ham yağ ve TBARS değerleri düşük bulunmuştur. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafında da belirlenmiştir. Nitekim kanatlı göğüs etinin su içeriğinin but etinin su içeriğinden yüksek olduğu (Lesiow and Xiong 2004), but etinin yağ içeriğinin ise göğüs etinin yağ içeriğinden yüksek olduğu (Öz *et al.* 2010; Öz and Yüzer 2017) belirtilmektedir. Öte yandan, but etinin pH değerinin göğüs etinin pH değerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun göğüs ve but etlerinin kas lifleri farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira but etinin kırmızı kas, göğüs etinin ise beyaz kas olduğu bilinmektedir. Beyaz/açık renkli kasların, kırmızı/koyu renkli kaslara kıyasla daha az myogloblin içermesine karşın, daha fazla glikojen ve dolayısıyla glikolitik faaliyet gösterdiği bilinmektedir (Aberle *et al.* 2001). Kanatlı eti ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Barbut 2002; Karwoska 2010; Çelik 2015; Öz and Yüzer 2016).

Çizelge 4.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin su, pH, ham yağ ve TBARS analiz sonuçları

Et tipi	n	Su (%)	pH	Ham Yağ (%)	TBARS (mg MDA/kg)
Göğüs	2	75,26±0,13b	6,14±0,01b	1,74±0,00b	0,130±0,014b
But	2	73,39±0,60a	6,58±0,01a	7,31±0,75a	0,180±0,009a
Önem		*	*	**	*

Ortalama değer ± Standart Sapma, n: Örnek sayısı

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tavuk göğüs ve but etlerinde beklenildiği gibi major doymuş yağ asitlerinin palmitik asit ve stearik asit; majör tekli doymamış yağ asidinin oleik asit ve majör çoklu doymamış yağ asidinin ise linoleik asit olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	n	Göğüs	But	Önem
Palmitik asit (C16:0)	2	23,05 ± 0,17a	22,92 ± 0,07a	ns
Stearik asit (C18:0)	2	7,68 ± 0,13a	6,63 ± 0,020b	**
ΣSFA	2	32,41 ± 0,20a	31,13 ± 0,11b	*
Oleik asit (C18:1n9c)	2	34,27 ± 0,16b	35,66 ± 0,06a	**
ΣMUFA	2	39,77 ± 0,62b	42,16 ± 0,03a	*
Linoleik asit (C18:2n6c)	2	27,02 ± 0,42a	26,01 ± 0,16a	ns
ΣPUFA	2	27,33 ± 0,52a	26,71 ± 0,13a	ns
n-3	2	0,60 ± 0,03a	0,47 ± 0,03 b	*
n-6	2	26,53 ± 0,42a	26,01 ± 0,16a	ns
n-9	2	35,17 ± 0,26b	36,34 ± 0,02a	*
n-6/n-3	2	44,29 ± 2,79a	55,45 ± 3,66a	ns
ΣMUFA/ΣSFA	2	1,23 ± 0,01 b	1,36 ± 0,010a	**
ΣPUFA/ΣSFA	2	0,85 ± 0,02a	0,86 ± 0,010a	ns

Mevcut araştırmada tavuk göğüs etinin ΣSFA içeriğinin %32,41, ΣMUFA içeriğinin %39,77 ve ΣPUFA içeriğinin ise %27,33 olduğu belirlenmiştir. Göğüs etinin ΣSFA içeriğinin büyük bir kısmının (yaklaşık %71) palmitik asit (C16:0) olduğu ve bu yağ asidini takiben stearik asidin (C18:0) (yaklaşık %24) geldiği, diğer doymuş yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %5) oluşturduğu; ΣMUFA içeriğinin büyük bir kısmının (yaklaşık %86) oleik asit (C18:1) olduğu ve diğer tekli doymamış yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %14) oluşturduğu; ΣPUFA içeriğinin ise büyük bir

kısımının (yaklaşık %97) linoleik asit (C18:2) olduğu ve diğer çoklu doymamış yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %3) oluşturduğu tespit edilmiştir.

Mevcut araştırmada tavuk but etinin Σ SFA içeriğinin %31,13, Σ MUFA içeriğinin %42,16 ve Σ PUFA içeriğinin ise %26,71 olduğu belirlenmiştir. But etinin Σ SFA içeriğinin büyük bir kısmının (yaklaşık %74) palmitik asit (C16:0) olduğu ve bu yağ asidini takiben stearik asidin (C18:0) (yaklaşık %21) geldiği, diğer doymuş yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %5) oluşturduğu; Σ MUFA içeriğinin büyük bir kısmının (yaklaşık %85) oleik asit (C18:1) olduğu ve diğer tekli doymamış yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %15) oluşturduğu; Σ PUFA içeriğinin ise büyük bir kısmının (yaklaşık %97) linoleik asit (C18:2) olduğu ve diğer çoklu doymamış yağ asitlerinin kalan kısmı (yaklaşık %3) oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tavuk göğüs etinin n-3, n-6 ve n-9 yağ asitleri toplamının sırasıyla %0,60, %26,53 ve %35,17 olduğu, n-6/n-3, Σ MUFA/ Σ SFA ve Σ PUFA/ Σ SFA oranlarının ise sırasıyla %44, %29, % 1,23 ve %0,85 olduğu tespit edilmiştir. Tavuk but etinin ise n-3, n-6 ve n-9 yağ asitleri toplamının sırasıyla %0,47, %26,01 ve %36,34 olduğu, n-6/n-3, Σ MUFA/ Σ SFA ve Σ PUFA/ Σ SFA oranlarının ise sırasıyla 55,45, 1,36 ve 0,86 olduğu belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonlarının literatürdeki verilere benzer olduğu görülmektedir. Nitekim Lesiow and Xiong (2004) tavuk göğüs etinin Σ SFA içeriğinin %33,12, Σ MUFA içeriğinin %36,95 ve Σ PUFA içeriğinin %28,41 olduğunu, tavuk but etinin ise Σ SFA içeriğinin %31,07, Σ MUFA içeriğinin %41,08 ve Σ PUFA içeriğinin %26,41 olduğunu bildirmiştir.

Beslenme açısından n-6/n-3 ile Σ PUFA/ Σ SFA oranlarının önemli olduğu belirtilmektedir (Raes *et al.* 2003). n-6/n-3 oranının 5 veya daha düşük, Σ PUFA/ Σ SFA oranının ise 0,4'ün üzerinde (Wood *et al.* 2003) hatta 0,7 olması (Raes *et al.* 2003) gerektiği önerilmektedir. Mevcut araştırmamızda materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin n-6/n-3 oranlarının (sırasıyla 44,29 ve 55,45) tavsiye edilen n-

6/n-3 oranının çok üzerinde, Σ PUFA/ Σ SFA oranlarının ise (sırasıyla 0,85 ve 0,86) tavsiye edilen Σ PUFA/ Σ SFA oranının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Johan *et al.* (2004) tavuk etinin yağ asidi kompozisyonu üzerine yaptıkları araştırmada Σ SFA içeriğini %27,26, içeriğini %47,40 ve çeriğini ise %25,21 olarak belirlemişlerdir. Öte yandan, tavuk etinin Σ SFA %27,53, Σ MUFA miktarının %35,80 ve Σ PUFA ise %22,81 olduğu belirtilmektedir (USDA 1990).

Mevcut çalışma ile literatürde yer alan çalışmalar arasındaki yağ asidi kompozisyonun genellikle benzerlik gösterdiği, görülen farklılıkların ise kullanılan kas ve ürün çeşidi ile besleme ve cinsiyet farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Raes *et al.* 2003; Webb and O'Neill 2008).

4.2. Örneklerin Su İçeriği Sonuçları

Mevcut araştırmada tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu belirlenen su içerikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Isıl işlem görmemiş göğüs etinde %75,26 olarak belirlenen su içeriği, fırında pişirme işlemi sonucu beklenildiği gibi azalarak %55,26–60,73 arasında, ısıl işlem görmemiş but etinde %73,39 olarak belirlenen su içeriği ise fırında pişirme işlemi sonucu yine beklenildiği gibi azalarak %55,79–62,03 arasında değişiklik göstermiştir. del Pulgar *et al.* (2012) pişirme işlemi esnasında, etteki serbest suyun uzaklaşması, myofibriler proteinlerdeki şirinkin su tutma kapasitesini düşürmesi ve perimisyal bağ dokuda görülen büzülme nedeniyle etin su içeriğinde azalma olduğunu rapor etmiştir.

Çizelge 4.3. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin su içerikleri (%)

Muamele	n	Su (%) ± SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	55,26 ± 1,74	55,79 ± 3,05
A	2	60,73 ± 0,10	61,15 ± 1,80
B	2	59,69 ± 0,92	61,49 ± 0,75
C	2	59,17 ± 1,32	60,26 ± 0,92
D	2	58,71 ± 0,97	59,05 ± 0,23
E	2	59,08 ± 0,68	62,03 ± 1,50

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarından sadece fırın torbası kullanımının örneklerin su içeriği üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin su içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	16,405	4,236**
Et tipi (ET)	1	8,461	2,185
FTK x ET	5	1,044	0,270
Hata	12	3,873	

SD: serbestlik derecesi, KO: kareler ortalaması, *: $p<0,05$

Fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin tavuk göğüs ve but etlerinin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanımı firmadan bağımsız olarak, fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu örneklerle kıyasla su içeriğinin daha yüksek ($P<0,05$) kalmasına neden olmuştur. Bu sonuç fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanımının, serbest suyun etten uzaklaşarak fırın

torbasında kalmasının kuru pişirmeye kıyasla daha nemli bir pişirme ortamı sağlamasına bağlanmaktadır. Fırın torbası kullanılmadan pişirilen örneklerde, etten uzaklaşan su fırın tepsisine yayılmakta ve büyük kısmı buharlaşmaktadır. Öte yandan, fırın torbası kullanılması durumunda, etten uzaklaşan su fırın torbasında kalmakta ve bu dar alanda biriken su pişirme ortamının daha nemli olmasına ve neticede nemli pişirmeye neden olmaktadır. Kuru ortamda pişirme işlemi, nemli ortamda pişirmeye kıyasla etlerin daha da kurumasına neden olmaktadır. Yapılan bu değerlendirmeler, pişirme kaybı değerleri ile de örtüşmektedir.

Çizelge 4.5. Fırın torbası kullanımının örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	n	Su İçeriği (%) ± SD
Kontrol	4	56,53 ± 2,77b
A	4	60,94 ± 1,70a
B	4	60,59 ± 1,42a
C	4	59,72 ± 1,46a
D	4	58,88 ± 0,83a
E	4	60,56 ± 2,17a

Araştırmada materyal olarak kullanılan et tipinin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, çığ örneklerin aksine pişirilen but etlerinin su içeriklerinin (%59,96) göğüs etlerinin su içeriklerinden (%58,78) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun but etinin kemikli olarak pişirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Et tipinin örneklerin su içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et Tipi	n	Su İçeriği (%) ± SD
Göğüs	12	58,78 ± 2,10a
But	12	59,96 ± 2,78a

4.3. Örneklerin pH Sonuçları

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu belirlenen pH değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş göğüs etinde 6,14 olarak belirlenen pH değeri, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen göğüs etlerinde artarak 6,23–6,41 arasında, ısıl işlem görmemiş but etinde 6,58 olarak belirlenen pH değeri ise fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen but etlerinde yine artarak 6,64–6,81 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.7. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pH değerleri

Muamele	n	pH ± SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	6,41 ± 0,13	6,81 ± 0,03
A	2	6,30 ± 0,13	6,77 ± 0,03
B	2	6,35 ± 0,01	6,79 ± 0,02
C	2	6,23 ± 0,04	6,76 ± 0,00
D	2	6,35 ± 0,03	6,64 ± 0,10
E	2	6,32 ± 0,07	6,75 ± 0,18

Mevcut araştırmada tavuk göğüs ve but etlerinin fırında pişirilmesi sonucu pH değerlerinin çığ örneklere kıyasla arttığı tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar farklı et tipleri için diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Öz 2014; Nasrin *et al.* 2016; Tengilimoğlu-Metin *et al.* 2017; Zeng *et al.* 2017a; Khan *et al.* 2019). Girard (1992) pişirme işleminin etin bünyesindeki imidazol, sülfidril ve hidroksil gruplarını içeren bağların serbest hale gelmesine yol açtığı için etin pH değerini artırdığını rapor etmiştir.

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarından sadece et

tipinin örneklerin pH değeri üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin pH içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	0,008	1,089
Et tipi (ET)	1	1,101	151,837**
FTK x ET	5	0,007	0,928
Hata	12	0,007	

Fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi örneklerin pH değerlerinin 6,49–6,61 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Fırın torbası kullanımının örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	n	pH ± SD
Kontrol	4	6,61 ± 0,24a
A	4	6,53 ± 0,29a
B	4	6,57 ± 0,25a
C	4	6,49 ± 0,31a
D	4	6,50 ± 0,18a
E	4	6,54 ± 0,27a

Et tipinin örneklerin pH değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, çiğ göğüs ve but etlerinde olduğu gibi, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen but etlerinin pH değerinin (6,75) göğüs etlerinin pH değerinden (6,32) önemli seviyede ($P<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir.

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

Et	n	pH ± SD
Göğüs	12	6,32 ± 0,09b
But	12	6,75 ± 0,09a

4.4. Örneklerin Ham Yağ Sonuçları

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu belirlenen ham yağ değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş göğüs etinde %1,74 olarak belirlenen ham yağ değeri, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen göğüs etlerinde %2,89–4,59 arasında, ısıl işlem görmemiş but etinde %7,31 olarak belirlenen ham yağ değeri ise fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen but etlerinde %8,96–11,56 arasında değişiklik göstermiştir. Mevcut araştırmada tavuk göğüs ve but etlerinin pişirilmesi sonucu yağ içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Öte yandan, pişirme işlemi ile birlikte et örneklerinin serbest sularını kaybetmeleri nedeniyle toplam yağ içeriğinde oransal bir artış görüldüğü, fakat orijinal ağırlıklarıyla kıyaslanmaları durumunda ise et örneklerinin yağ kaybettiği bilinmektedir (Gerber *et al.* 2009). Pişirme işlemi ile denatüre olarak katı ve kıvamlı hale gelip ete daha sıkı bir şekilde tutunan proteinlerin aksine, yağların bir kısmı eriyerek etten uzaklaşmaktadır. Yağ kaybı etin derin yağda kızartılmasında dahi olmaktadır. Çünkü etin kırmızı kas dokusu lipofobik olup, sıcaklık ile eriyen yağı çekerek bünyesinde tutamamaktadır (Gökçalp 1984; Ekiz and Öz 2019).

Çizelge 4.11. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin ham yağ değerleri

Muamele	n	Ham Yağ (%) ± SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	4,06 ± 0,66	8,96 ± 2,67
A	2	2,89 ± 0,04	9,97 ± 1,10
B	2	3,86 ± 0,04	9,71 ± 1,46
C	2	4,59 ± 1,74	11,14 ± 0,81
D	2	4,09 ± 0,49	10,61 ± 0,83
E	2	4,51 ± 0,29	11,56 ± 2,04

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin ham yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarının tamamının ham yağ değeri üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin ham yağ içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	30,562	18,584**
Et tipi (ET)	1	29,040	17,659**
FTK x ET	5	14,240	8,659**
Hata	12	1,645	

Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin ham yağ değerleri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, A ve B firmalarının fırın torbaları kullanılarak pişirilen örneklerin ham yağ içeriklerinin en yüksek, D ve E firmalarının fırın torbaları kullanılarak pişirilen örneklerin ham yağ içeriklerinin ise en düşük yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, fırında pişirilmiş örneklerin ham yağ içeriklerinin %4,22–10,87 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Liao *et al.* (2010) yaptıkları çalışmada çığ tavuk göğüs etlerinde %3,07 olarak belirledikleri yağ içeriğinin, farklı yöntemlerle (tavada kızartma, derin yağda

kızartma ve mangalda pişirme) pişirilmesi neticesinde % 1,37–4,62 arasında değiştiğini, çığ ördek göğüs etlerinde %3,11 olarak belirledikleri yağ içeriğinin ise farklı yöntemlerle (tavada kızartma, derin yağda kızartma ve mangalda pişirme) pişirilmesi neticesinde %1,23–5,23 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.13. Fırın torbası kullanımının örneklerin ham yağ değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

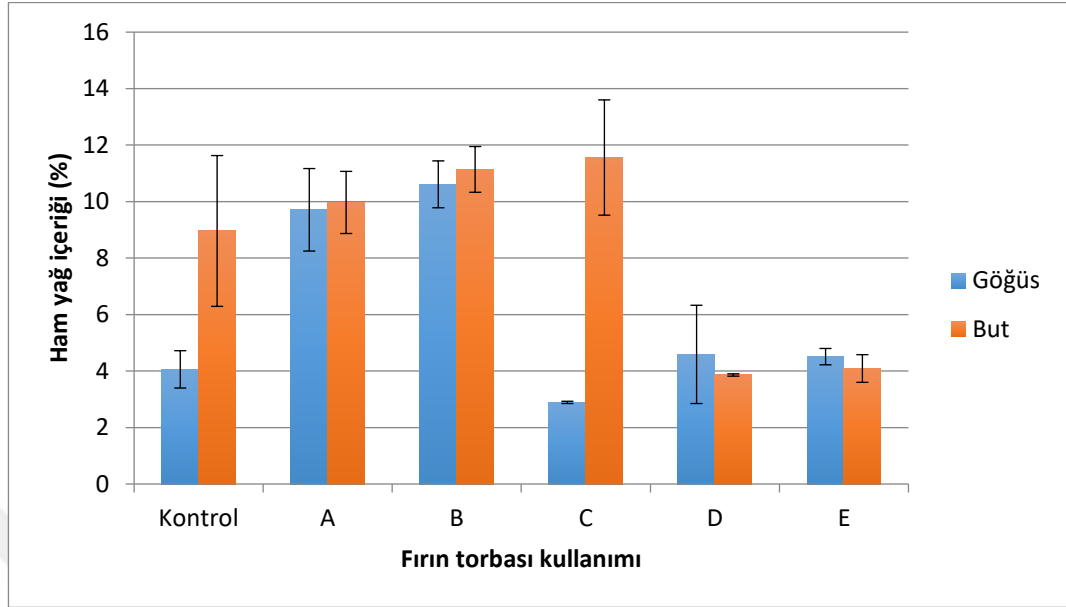
Muamele	n	Ham Yağ (%) ± SD
Kontrol	4	6,51 ± 3,24b
A	4	9,84 ± 1,06a
B	4	10,87 ± 0,74a
C	4	7,22 ± 5,14b
D	4	4,22 ± 1,09c
E	4	4,30 ± 0,41c

Et tipinin örneklerin ham yağ içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, çığ göğüs ve but etlerinde olduğu gibi fırın torbası kullanılmadan veya farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen but etlerinin ham yağ içeriğinin (%8,26) göğüs etlerinin ham yağ içeriğinden (%6,06) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Et tipinin örneklerin ham yağ değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et	n	Ham Yağ (%) ±SD
Göğüs	12	6,06 ± 3,19b
But	12	8,26 ± 3,47a

Fırın torbası kullanımını x et tipi interaksyonunun örneklerinin ham yağ içeriği üzerine olan etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, C firmasının fırın torbası hariç diğer firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen tavuk göğüs etlerinin yağ içeriği kontrol grubu göğüs etlerine kıyasla arttığı belirtilmiştir. Öte yandan, D ve E firmasının fırın torbası hariç diğer firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen tavuk but etlerinin yağ içeriği kontrol grubu but etlerine kıyasla arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Fırın torbası kullanımı x et tipi interaksiyonunun örneklerinin ham yağ içeriği üzerine olan etkisi

4.5. Örneklerin Yağ Asidi Kompozisyonu Sonuçları

Yağların özellikleri bünyesindeki yağ asitlerinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Güleç 2011). Etin yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonu, sadece etin kalitesini değil aynı zamanda besin değerini ve tüketici sağlığını da yakından ilgilendirmektedir. Esansiyel yağ asitlerinin beyin gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, koroner kalp hastalıklarının önlenmesi gibi fonksiyonları bulunurken, yetersizliklerinde ise insanlarda deri hastalıkları, astım, şeker ve çeşitli kanser türlerinin oluştuğu belirtilmektedir (Lewis *et al.* 2000).

Doymuş yağ asitleri ve trans yağlar uluslararası otoriteler tarafından diyetle azaltılması gereken asıl bileşenler olarak tanımlanmaktadır (WHO 2003). Diyetle çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içeriğinin özellikle de n-6'ya kıyasla n-3 PUFA'daki artışın halk sağlığını geliştirmek için kümülatif etkiye sahip olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca ruminant hayvan etlerinin insan diyeti için önemli miktarda PUFA sağladığı, buna karşın bazı etlerin düşük PUFA/SFA ve yüksek n-6/n-3 oranına sahip olmasının yağ asidi alımında problemlere neden olabileceği belirtilmektedir (Wood *et al.* 2004).

Piştirme işleminin etin yağ asidi kompozisyonu üzerine farklı etkilerinin olduğu literatüre yansımıştır. Bazı araştırmacılar (Dal Bosco *et al.* 2001; Badiani *et al.* 2002; Echarte *et al.* 2003; Gerber *et al.* 2009) piştirme işleminin etin yağ asidi kompozisyonunu önemli oranda etkilediğini belirtirken, bazıları (Smith *et al.* 1989; Harris *et al.* 1992; Johnson *et al.* 1994) ise önemli etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Bu farklılığa toplam lipit ekstraktlarında bazı varyasyonların göz ardı edilmesi, kastaki PUFA içeriğinin düşük olması durumunda ihmal edilmesi ve etteki fosfolipid seviyesinin çok düşük olması durumunda ihmal edilmiş olmasının neden olduğu belirtilmektedir (Duckett and Wagner 1998; Dal Bosco *et al.* 2001). Ancak ısıl işlem esnasında gerçekleşen enzim inaktivasyonu, uçucu yağ asitlerinin kaybı, yağ asitlerinin kas içinden diğer kısımlara göçü ve termal hidrolizin yağ asidi kompozisyonunda değişimlere neden olabileceği belirtilmektedir (Juárez *et al.* 2010). Yapılan araştırmalar, piştirme işleminin, lipid oksidasyonu nedeniyle özellikle de esansiyel yağ asidi içeriğini azaltarak, etin besin değerinde arzu edilmeyen değişikliklere neden olabileceğini göstermiştir (Rodriguez-Estrada *et al.* 1997; Badiani *et al.* 2002).

Fırın torbası kullanmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin örnekler arası yağ asidi kompozisyonu varyans analiz sonuçları Çizelge 15’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarından sadece et tipinin palmitik asit, n-3 ve Σ MUFA/ Σ SFA üzerine önemli ($P<0,05$), stearik asit, Σ SFA, linoleik asit, Σ PUFA, n-6, n-6/n-3 ve Σ PUFA/ Σ SFA üzerine ise çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin örnekler arası yağ asidi kompozisyonu varyans analiz sonuçları

ÖRNEK		SD	KO	F
Palmitik asit	Muamele	5	0,184	0,360
	ET	1	3,435	6,717*
	MxE	5	0,531	1,038
	Hata	12	0,511	
Stearik asit	Muamele	5	0,087	0,352
	ET	1	3,912	15,905**
	MxE	5	0,145	0,590
	Hata	12	0,246	
Toplam SFA	Muamele	5	0,438	0,460
	ET	1	15,958	16,780**
	MxE	5	0,598	0,629
	Hata	12	0,951	
Oleik	Muamele	5	0,762	0,628
	ET	1	0,069	0,057
	MxE	5	1,448	1,193
	Hata	12	1,214	
Toplam MUFA	Muamele	5	0,642	0,353
	ET	1	0,093	0,051
	MxE	5	1,390	0,763
	Hata	12	1,821	
Linoleik	Muamele	5	1,084	0,770
	ET	1	16,583	11,779**
	MxE	5	0,580	0,412
	Hata	12	1,408	
Toplam PUFA	Muamele	5	1,131	0,756
	ET	1	13,635	9,109**
	MxE	5	0,654	0,437
	Hata	12	1,497	
n3	Muamele	5	0,002	0,299
	ET	1	0,033	6,352*
	MxE	5	0,002	0,465
	Hata	12	0,005	
n6	Muamele	5	1,081	0,768
	ET	1	16,600	11,798**
	MxE	5	0,578	0,411
	Hata	12	1,407	
n9	Muamele	5	0,618	0,546
	ET	1	0,552	0,438
	MxE	5	1,251	1,105
	Hata	12	1,132	
n6/n3	Muamele	5	20,005	0,354
	ET	1	653,127	11,548**
	MxE	5	16,854	0,298
	Hata	12	56,557	
MUFA/SFA	Muamele	5	0,001	0,210
	ET	1	0,028	5,961*
	MxE	5	0,004	0,759
	Hata	12	0,005	
PUFA/SFA	Muamele	5	0,002	0,801
	ET	1	0,047	17,892**
	MxE	5	0,001	0,293
	Hata	12	0,003	

Fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 16'da verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi fırın torbası kullanılmadan pişirilen ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonları ve bu kompozisyonlar kullanılarak hesaplanan çeşitli değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanılmaması ve kullanılması durumunun firmadan bağımsız olarak örneklerin yağ asidi kompozisyonu üzerine önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Çiğ tavuk etlerinde ortalama %22,99 olarak belirlenen palmitik asit içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %22,81–23,41 arasında, %7,16 olarak belirlenen stearik asit içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %7,41–7,79 arasında, %31,77 olarak belirlenen Σ SFA içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %31,85–32,76 arasında, %34,97 olarak belirlenen oleik asit içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %35,12–36,42 arasında, %40,97 olarak belirlenen Σ MUFA içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %41,08–42,22 arasında, %26,52 olarak belirlenen linoleik asit içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %24,94–26,21 arasında, %27,27 olarak belirlenen Σ PUFA içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %25,89–27,05 arasında, %0,54 olarak belirlenen n-3 içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %0,50–0,54 arasında, %26,27 olarak belirlenen n-6 içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %24,94–26,21 arasında, %35,76 olarak belirlenen n-9 içeriğinin fırında pişirilen ürünlerde ortalama %36,02–3,14 arasında, 49,87 olarak belirlenen n-6/n-3 oranının fırında pişirilen ürünlerde ortalama 48,34–53,97 arasında, 1,30 olarak belirlenen Σ MUFA/ Σ SFA oranının fırında pişirilen ürünlerde ortalama 1,28–1,32 arasında, 0,86 olarak belirlenen Σ PUFA/ Σ SFA oranının fırında pişirilen ürünlerde ortalama 0,79–0,85 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Fırın torbası kullanımının örneklerin yağ asidi kompozisyonu (%) üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Palmitik Asit	Stearik Asit	Toplam SFA	Oleik Asit	Toplam MUFA	Linoleik Asit	Toplam PUFA	n3	n6	n9	n6/n3	MUFA/SFA	PUFA/SFA
Muamele													
K	23,01±0,73a	7,69±0,94a	32,24±1,32a	35,85±0,75a	41,76±1,15a	25,23±1,04a	25,99±1,01a	0,54±0,01a	25,24±1,04a	36,67±0,51a	48,34±9,34a	1,30±0,08a	0,81±0,06a
A	22,81±0,34a	7,46±0,32a	31,85±0,64a	35,12±0,89a	41,08±0,91a	26,21±1,41a	27,05±1,37a	0,54±0,04a	26,21±1,41a	36,02±0,92a	48,76±5,93a	1,29±0,03a	0,85±0,06a
B	23,41±1,19a	7,79±0,68a	32,76±1,75a	35,90±1,24a	41,58±1,58a	24,94±1,33a	25,66±1,28a	0,51±0,03a	24,94±1,33a	36,69±1,16a	49,51±3,56a	1,28±0,11a	0,79±0,07a
C	22,86±0,76a	7,68±0,61a	32,13±1,27a	35,86±1,12a	41,42±1,22a	25,70±1,95a	26,45±1,83a	0,50±0,10a	25,70±1,95a	36,60±1,11a	53,97±14,74a	1,29±0,06a	0,82±0,08a
D	23,05±1,18a	7,58±0,58a	32,03±1,75a	35,49±0,69a	41,28±1,12a	26,04±1,36a	26,69±1,38a	0,50±0,08a	26,04±1,36a	36,23±0,60a	52,54±6,97a	1,29±0,09a	0,84±0,08a
E	22,94±0,22a	7,41±0,61a	31,89±0,50a	36,42±1,63a	42,22±1,50a	25,11±1,28a	25,89±1,36a	0,51±0,08a	25,11±1,28a	37,14±1,66a	50,12±8,40a	1,32±0,06a	0,81±0,05a
Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Çizelge 4.17. Et tipinin örneklerin yağ asidi kompozisyonu (%) üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

	Palmitik Asit	Stearik Asit	Toplam SFA	Oleik Asit	Toplam MUFA	Linoleik Asit	Toplam PUFA	n3	n6	n9	n6/n3	MUFA/SFA	PUFA/SFA
Et													
Göğüs	23,39±0,80a	8,00±0,45a	32,96±1,16a	35,83±1,19a	41,50±1,23a	24,71±0,93b	25,53±0,98b	0,55±0,07a	24,71±0,93a	36,71±1,14a	45,32±5,18b	1,26±0,73b	0,77±0,49b
But	22,63±0,50b	7,20±0,41b	31,33±0,41b	35,72±0,95a	41,62±1,18a	26,37±1,20a	27,04±1,22a	0,48±0,05b	26,37±1,19b	36,41±0,89a	55,76±7,19a	1,33±0,43a	0,86±0,42a
Sign.	*	**	**	ns	ns	**	**	*	**	ns	**	*	**

Et tipinin tavuk göğüs ve but etlerinin yağ asidi kompozisyonu üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 17’de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi tavuk göğüs etinin palmitik asit, stearik asit, Σ SFA ve n-3 yağ asidi içeriklerinin but etinden istatistiksel olarak yüksek olduğu belirlenirken, tavuk but etinin ise linoleik asit, Σ PUFA, n-6, n-6/n-3, Σ MUFA/ Σ SFA ve Σ PUFA/ Σ SFA içeriklerinin göğüs etinden istatistiksel olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan oleik asit, Σ MUFA ve n-9 yağ asitleri bakımından tavuk göğüs ve but eti arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Çiğ tavuk göğüs etlerinde %23,05 olarak belirlenen palmitik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %23,39 olduğu, %7,68 olarak belirlenen stearik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %8 olduğu, %31,41 olarak belirlenen Σ SFA içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %32,96, %34,27 olarak belirlenen oleik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %35,83 olduğu, %39,77 olarak belirlenen Σ MUFA içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %41,50 olduğu, %27,02 olarak belirlenen linoleik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %24,71 olduğu, %27,33 olarak belirlenen Σ PUFA içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %25,53 olduğu, %0,60 olarak belirlenen n-3 içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %0,55 olduğu, %26,53 olarak belirlenen n-6 içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %24,71 olduğu, %35,17 olarak belirlenen n-9 içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %36,71 olduğu, 44,29 olarak belirlenen n-6/n-3 oranının fırında pişirme sonucu artarak 45,32 olduğu, 1,23 olarak belirlenen Σ MUFA/ Σ SFA oranının fırında pişirme sonucu artarak 1,26 olduğu, 0,85 olarak belirlenen Σ PUFA/ Σ SFA oranının ise fırında pişirme sonucu azalarak 0,77 olduğu belirlenmiştir.

Çiğ tavuk but etlerinde %22,92 olarak belirlenen palmitik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %22,63 olduğu, %6,63 olarak belirlenen stearik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %7,20 olduğu, %31,13 olarak belirlenen Σ SFA içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %31,33 olduğu, %35,66 olarak belirlenen oleik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %35,72 olduğu, %42,16 olarak belirlenen Σ MUFA içeriğinin fırında pişirme sonucu azalarak %41,62 olduğu, %26,01 olarak belirlenen

linoleik asit içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %26,37 olduğu, %26,71 olarak belirlenen Σ PUFA içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %27,04 olduğu, %0,47 olarak belirlenen n-3 içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %0,48 olduğu, %26,01 olarak belirlenen n-6 içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %26,37 olduğu, %36,34 olarak belirlenen n-9 içeriğinin fırında pişirme sonucu artarak %36,41 olduğu, 55,45 olarak belirlenen n-6/n-3 oranının fırında pişirme sonucu artarak 55,76 olduğu, 1,36 olarak belirlenen Σ MUFA/ Σ SFA oranının fırında pişirme sonucu azalarak 1,33 olduğu, 0,86 olarak belirlenen Σ PUFA/ Σ SFA oranının ise fırında pişirme sonucu yine 0,86 olarak kaldığı belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada tavuk göğüs etlerinin fırında pişirilmesi sonucu Σ SFA içeriği ve Σ MUFA içeriğinin arttığı, Σ PUFA içeriğinin ise azaldığı, tavuk but etlerinin ise fırında pişirilmesi sonucu Σ SFA içeriği ve Σ PUFA içeriğinin arttığı, Σ MUFA içeriğinin ise azaldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda sığır ve tavuk etlerinin pişirilmesi SFA içeriklerinin azaldığı, MUFA ve PUFA içeriklerinin ise arttığı belirlenmiştir (Igene and Pearson 1979; Ono *et al.* 1985; Rodriguez-Estrada *et al.* 1997; Scheeder *et al.* 2001). Aradaki farklılıkların et çeşidi, kas tipi, pişirme yöntemi, pişirme esnasında kullanılan çeşitli katkı maddeleri, pişirme sıcaklığı ve süresi gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. Örneklerin TBARS Sonuçları

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Isıl işlem görmemiş göğüs etinde 0,130 mg MDA/kg olarak belirlenen TBARS değerinin, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu artarak 0,198–0,374 mg MDA/kg arasında, ısıl işlem görmemiş but etinde 0,180 mg MDA/kg olarak belirlenen TBARS değerinin ise fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu artarak 0,215–0,444 mg MDA/kg arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin TBARS değerleri

Muamele	n	TBARS (mg MDA/kg) \pm SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	0,358 \pm 0,040	0,444 \pm 0,120
A	2	0,374 \pm 0,089	0,215 \pm 0,022
B	2	0,198 \pm 0,002	0,355 \pm 0,010
C	2	0,228 \pm 0,006	0,313 \pm 0,011
D	2	0,240 \pm 0,011	0,405 \pm 0,119
E	2	0,345 \pm 0,097	0,328 \pm 0,121

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi örneklerin TBARS değeri üzerine varyasyon kaynaklarının tamamının önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımını (FTK)	5	0,013	2,013*
Et tipi (ET)	1	0,008	1,154*
FTK x ET	5	0,026	3,949*
Hata	12	0,006	

Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanımını TBARS değerinde azalmaya neden olmuş, ancak sadece A firmasının fırın torbası ile pişirilen örneklerin TBARS değerlerinin fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu örneklerin TBARS değerlerine kıyasla önemli derecede ($P<0,05$) düşük olduğu, fırında pişirilen diğer

örneklerin TBARS değerleri arasında ise önemli bir farklılık olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir. Aradaki farklılığın fırın torbalarının özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fırında pişirilmiş örneklerin TBARS değerlerinin 0,243–0,401 mg MDA/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Fırın torbası kullanımının örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

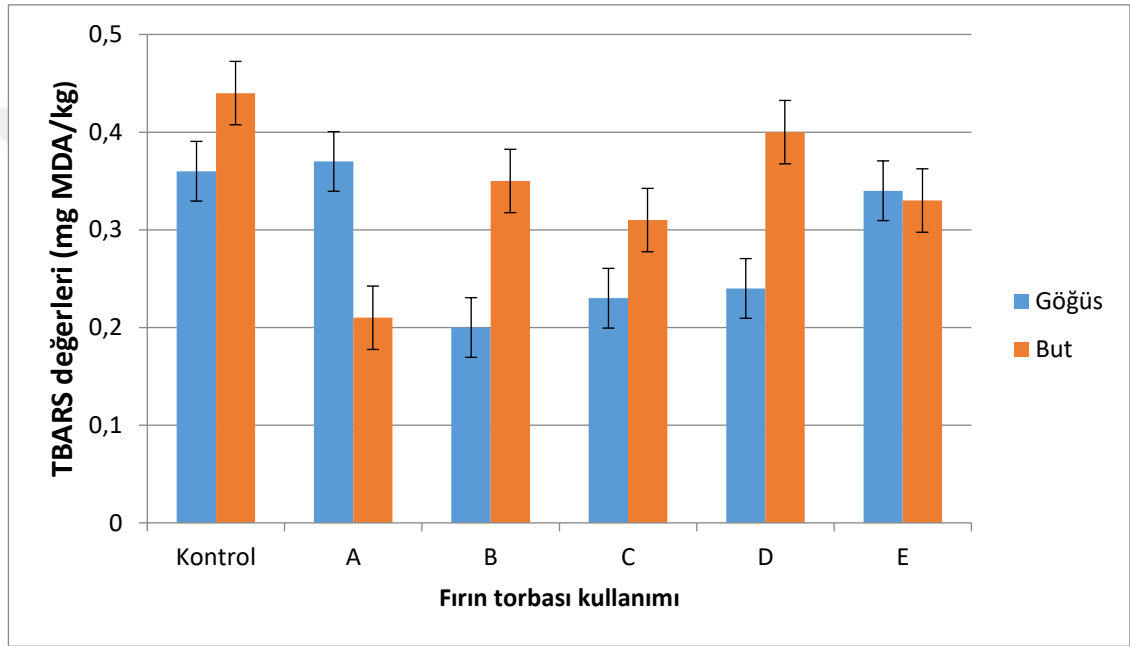
Muamale	n	TBARS (mg MDA/kg) \pm SD
Kontrol	4	0,401 \pm 0,088a
A	4	0,243 \pm 0,176b
B	4	0,276 \pm 0,091ab
C	4	0,271 \pm 0,049ab
D	4	0,322 \pm 0,121ab
E	4	0,336 \pm 0,090ab

Et tipinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çiğ göğüs ve but etlerinde olduğu gibi, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen but etlerinin TBARS değerinin (0,291 mg MDA/kg) de göğüs etlerinin TBARS değerinden (0,326 mg MDA/kg) önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca örneklerin yağ içeriklerinin ve yağ asidi kompozisyonlarının etki ettiği düşünülmektedir. Nitekim mevcut araştırmada but etinin yağ içeriğinin göğüs etinin yağ içeriğinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca but etlerinin linoleik asit ve toplam PUFA içeriklerinin de göğüs etlerinin linoleik asit ve toplam PUFA içeriklerinden önemli ($P<0,05$) düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Et tipinin örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et	n	TBARS (mg MDA/kg) \pm SD
Göğüs	12	0,291 \pm 0,133b
But	12	0,326 \pm 0,084a

Fırın torbası kullanımı x et tipi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, tavuk göğüs etinin fırın torbası kullanılarak pişirilmesi bir firma hariç (A firması) TBARS değerini kontrol grubu örneklerinin TBARS değerine kıyasla düşürmüştür. Öte yandan, tavuk but etlerinin fırın torbası kullanılarak pişirilmesi firmadan bağımsız olarak TBARS değerini kontrol grubu örneklerinin TBARS değerine kıyasla düşürmüştür.



Şekil 4.2. Fırın torbası kullanımı x et tipi interaksiyonunun örneklerin TBARS değeri üzerine olan etkisi

4.6. Örneklerin Pişirme Kaybı Sonuçları

Mevcut araştırmada materyal olarak kullanılan tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilmesi sonucu hesaplanan pişirme kaybı değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen göğüs etlerinde pişirme kaybı değerleri %40,88–47,24 arasında değişirken, but etlerinde ise pişirme kaybı değerleri %38,94–46,53 arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.22. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kaybı değerleri

Muamele	n	Pişirme Kaybı (%) \pm SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	47,24 \pm 1,80	46,53 \pm 1,81
A	2	40,88 \pm 0,48	39,41 \pm 2,33
B	2	42,73 \pm 1,66	41,15 \pm 1,30
C	2	42,94 \pm 1,16	38,94 \pm 0,99
D	2	42,70 \pm 1,20	40,54 \pm 0,02
E	2	42,69 \pm 0,51	42,75 \pm 0,23

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, varyasyon kaynaklarından sadece muamele işleminin örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Fırın torbası kullanımının göğüs ve but etlerinin pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	22,581	3,275*
Et tipi (ET)	1	16,269	2,359
FTK x ET	5	1,950	0,283
Hata	12	6,896	

Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, fırında pişirme işlemi esnasında firmadan bağımsız olarak fırın torbası kullanımı, kontrol grubu örneklere kıyasla pişirme kaybı değerlerinin istatistiksel olarak önemli seviyede düşük kalmasına neden olmuştur. Bu sonuca fırın torbası kullanımının fırında pişirme esnasında et örneklerinden uzaklaşan suyu tutması nedeniyle nemli bir pişirme

ortamı sağlamlasının etki ettiği düşünülmektedir. Aynı sonuç mevcut araştırmada örneklerin su içeriklerinde de tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Fırın torbası kullanımının örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamale	n	Pişirme Kaybı (%) \pm SD
Kontrol	4	46,88 \pm 2,97a
A	4	40,14 \pm 2,88b
B	4	41,94 \pm 2,60b
C	4	40,95 \pm 2,91b
D	4	41,62 \pm 1,87b
E	4	42,72 \pm 0,65b

Et tipinin örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak pişirilen göğüs etlerinin pişirme kaybı değerinin (%43,20) but etinin pişirme kaybı değerinden (%41,55) istatistiksel olarak önemsiz düzeyde ($P>0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Et tipinin örneklerin pişirme kaybı değeri üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et	n	Pişirme Kaybı (%) \pm SD
Göğüs	12	43,20 \pm 2,73a
But	12	41,55 \pm 3,35a

4.7. HAA İçeriği Sonuçları

4.7.1. Geri kazanımlar

Mevcut araştırmada heterosiklik aromatik aminlerin geri kazanım miktarlarını belirlemek için standart ilave metodu kullanılmış ve örneklere ekstraksiyon öncesinde bilinen konsantrasyonlarda (10, 7,5, 5, 2,5, 1 ve 0,5 ng/g) HAA mix stok solüsyonu eklenmiştir. Ardından yapılan ekstraksiyon ve analiz sonrası geri kazanım miktarları

belirlenmiştir. HAA'ların LOD (limit of detection, tespit edilme limiti) ve LOQ (limit of quantification, tayin edilme limiti) değerleri ile geri kazanım oranları Çizelge 4.26'de verilmiştir. Mevcut araştırmada HAA bileşiklerinin belirlenen LOD ve LOQ değerleri ile geri kazanım oranları literatürdeki veriler ile uyum içerisindedir (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).

Çizelge 4.26. Mevcut araştırmada analizi yapılan HAA'ların LOD ve LOQ değerleri ile geri kazanım oranları

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

4.7.2. HAA miktarları

Mevcut araştırmada fırın torbaları kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen örneklerin HAA içerikleri, iki tekerrürün ortalaması alınarak Çizelge 4.27'de verilmiştir. Mevcut araştırmada analizi yapılan örneklerin hiçbirinde IQ, MeIQ, IQx, 4,8-DiMeIQx, AαC ve MeAαC bileşikleri belirlenememiştir. Öte yandan, örneklerin tamamında MeIQx bileşiği 39,34 ng/g'a kadar belirlenirken, 7,8-

DiMeIQx bileşigi sadece bir örnekte 0,74 ng/g, PhIP bileşigi ise altı örnekte 2,60 ng/g'a kadar belirlenmiştir. Her bir bileşik aşağıda detaylı olarak tartışılmıştır.



Çizelge 4.27. Fırında pişirilen örneklerin bireysel ve toplam HAA miktarları (ng/g)

Muamele	Et tipi	IQx	IQ	MeIQx	MeIQ	7,8-DiMeIQx	4,8-DiMeIOx	PhIP	AaC	MeAaC
Kontrol	Göğüs	nd	nd	39,34	nd	0,74	nd	2,24	nd	nd
	But	nd	nd	18,34	nd	nd	nd	2,60	nd	nd
A	Göğüs	nd	nd	31,04	nd	nd	nd	0,09	nd	nd
	But	nd	nd	10,06	nd	nd	nd	nd	nd	nd
B	Göğüs	nd	nd	26,43	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	But	nd	nd	16,43	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C	Göğüs	nd	nd	36,85	nd	nd	nd	0,39	nd	nd
	But	nd	nd	6,53	nd	nd	nd	nd	nd	nd
D	Göğüs	nd	nd	31,51	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	But	nd	nd	16,48	nd	nd	nd	nd	nd	nd
E	Göğüs	nd	nd	32,99	nd	nd	nd	0,07	nd	nd
	But	nd	nd	16,91	nd	nd	nd	0,08	nd	nd

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

4.7.3. Örneklerin IQx içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinin hiçbirinde IQx bileşiği tespit edilememiştir. Literatürde IQx bileşiğinin farklı yöntemlerle pişirilen kanatlı etlerinde tespit edilemediğini gösteren başka araştırmalar da bulunmaktadır. Nitekim Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 5–15 dk pişirilen tavuk etinde, Pais *et al.* (1999) 275°C’de 30 dk kızartılan hindi göğüs ve tavuk etinde, Gasperlin *et al.* (2009) 220°C’de 82°C merkez sıcaklığa gelinceye kadar ızgara yapılan tavuk etinde, Liao *et al.* (2010) 10–20 dk farklı yöntemlerle (tavada yağsız, derin yağ, mangal ve fırın) 180–200°C’de pişirilen tavuk ve ördek etlerinde IQx bileşiğini tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Öte yandan, Chen and Yang (1998) 200°C’de 10 dk kızartılan tavuk etinde 0,17 ng/g IQx bileşiği tespit ederken, Öz *et al.* (2010a) mikrodalgada 3–12 dk pişirilen tavuk pirzolarında IQx bileşiğini tespit edemezken, 200°C’lik fırında 5–20 dk pişirilen tavuk pirzolarında 0,30 ng/g’a kadar, aynı sıcaklık ve sürede ısıtıcı plaka üzerinde kızartılan tavuk pirzolarında 0,29 ng/g’a kadar, yine aynı sıcaklık ve sürelerde kızartılan tavuk pirzolarında 0,33 ng/g’a kadar ve 3–12 dk mangalda pişirilen tavuk pirzolarında ise 0,49 ng/g’a kadar, Chiu *et al.* (1998) 100-200°C’de 5–15 dk kızartılan tavuk etinde 0,51 ng/g’a kadar IQx tespit etmişlerdir. Öte yandan Öz *et al.* (2016c) ısıtıcı plaka ve mikrodalga kullanılarak pişirilen kaz göğüs etinde sırasıyla 0,05 ve 0,07 ng/g, mikrodalga kullanılarak pişirilen kaz but spesiyal etinde ise 0,08 ng/g IQx tespit etmişlerdir.

4.7.4. Örneklerin IQ içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinin hiçbirinde IQ bileşiği tespit edilememiştir. Literatürde IQ bileşiğinin farklı yöntemlerle pişirilen kanatlı etlerinde tespit edilemediğini gösteren başka araştırmalar da bulunmaktadır. Nitekim farklı yöntemlerle pişirilen tavuk etlerinde (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), ördek etinde (Wong *et al.* 2005; Liao *et al.* 2010) ve hindi etinde (Pais *et al.* 1999) IQ bileşiğinin tespit edilememiştir. Ancak Turesky *et al.* (2005) ise mangalda 20 dk pişirilen tavuk etinde 0,12 ng/g seviyesinde tespit ederken, Chiu *et al.* (1998) 200°C’de 5–15 dk kızartılan tavuk etinin 0,10–0,51 ng/g arasında değiştiğini IQ belirlemişlerdir. Liao *et al.* (2010) 180°C’de 10 dk tavada yağsız olarak kızartılan tavuk etinde 1,76 ng/g seviyesinde IQ bulduklarını belirtmişlerdir. Öte yandan, Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde IQ miktarının 5 ng/g’a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir.

4.7.5. Örneklerin MeIQx içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinin tamamında MeIQx bileşiği tespit edilmiştir. 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 fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen örneklerin hepsinde MeIQx içeriğinin belirlenmiş ve miktarı 6,53–39,34 ng/g arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs etlerinde but spesiye etlerine kıyasla daha fazla MeIQx bileşiğinin oluştuğu tespit edilmiştir. Murray *et al.* (1993) mangalda pişirilen tavuk etinde 0,3 ng/g, Turesky *et al.* (2005) mangalda 20 dk pişirilen tavuk etinde 0,34 ng/g, Wong *et al.* (2005) derin yağda kızartılan tavuk etinde 0,36 ng/g, tavada kızartılan tavuk etinde 1,26 ng/g, rosto yapılan ördek etinde 0,19 ng/g, Warzecha *et al.* (2004) 30 dk mangalda pişirilen tavuk etinde 1,8 ng/g, Knize *et al.* (1997a) 14–26 dk ızgara yapılan tavuk etinde 6,1 ng/g’a kadar, ve MeIQx bileşiği tespit etmişlerdir. Liao *et al.* (2010) MeIQx içeriğini 180°C’de 10 dk tavada kızartılan tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 1,83 ve 3,44 ng/g olarak, aynı sıcaklık ve sürede derin yağda kızartılan tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 0,77 ve 0,68 ng/g olarak ve 200°C’de 20 dk mangalda kızartılan tavuk ve ördek etlerinde ise sırasıyla 1,16 ve 2,40 ng/g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca

literatürde pişirilmiş kanatlı etlerinde daha yüksek seviyelerde MeIOx bileşiğinin bulunduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Nitekim Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde MeIQx miktarının 270 ng/g'a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir. Öte yandan literatürde kanatlı etinde MeIQx tespit edilemediğini gösteren araştırmalar da bulunmaktadır. MeIQx bileşiğinin mikrodalgada 5–15 dk pişirilen tavuk etinde (Chiu *et al.*, 1998), 175–200°C'de 12 dk kızartılan tavuk etinde (Busquets *et al.* 2004) ve 200°C'de 20 dk rosto yapılan tavuk ve ördek etlerinde (Liao *et al.* 2010) tespit edilemediği bildirilmiştir.

4.7.6. Örneklerin MeIQ içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerin hiçbirinde MeIQ bileşiği tespit edilememiştir. 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 ulaşınca kadar ızgara yapılan 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 Öz *et al.* (2010a) mikrodalgada (3–12 dk) ve 200°C'lik fırında (5–20 dk) pişirilen tavuk pizolalarında MeIQ bileşiğini tespit edemezken, 200°C'lik ızgarada (5–20 dk) pişirilen tavuk pizolalarında 0,43 ng/g'a kadar, aynı sıcaklık ve sürelerde kızartılan tavuk pizolalarında 0,96 ng/g'a kadar ve mangalda (3–12 dk) pişirilen tavuk pizolalarında ise 1,06 ng/g'a kadar MeIQ bileşiği tespit etmişlerdir.

4.7.7. Örneklerin 7,8-DiMeIQx içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinden sadece kontrol grubu göğüs etinde 0,74 ng/g seviyesinde 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda 7,8-DiMeIQx bileşiği, 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 10–20 dk farklı yöntemlerle (tavada yağsız, derin yağ, mangal ve fırın) 180–200°C’de pişirilen tavuk ve ördek etlerinde (Liao *et al.* 2010) tespit edilememiştir. Öte yandan, Salmon *et al.* (2006) kızartılmış tavuk etinde 0,015 ng/g, Chen and Yang (1998) 200°C’de 10 dk kızartılan tavuk etinde 0,16 ng/g, Chiu *et al.* (1998) 200°C’de 15 dk kızartılan tavuk etinde 0,87 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 pişirilen tavuk pirzolarında 7,8-DiMeIQx bileşiğini tespit edemezken, 5–20 dk 200°C’lik ızgarada pişirilen tavuk pirzolarında 0,42 ng/g’a kadar, aynı sıcaklık ve sürelerde kızartılan tavuk pirzolarında 1,11 ng/g’a kadar ve 3–12 dk mangalda pişirilen tavuk pirzolarında ise 0,78 ng/g’a kadar 7,8-DiMeIQx bileşiğini belirlemişlerdir. Öte yandan, Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde 7,8-DiMeIQx miktarının 5 ng/g’a kadar çıkabildiğini belirtmişlerdir.

4.7.8. Örneklerin 4,8-DiMeIQx içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinden hiçbirinde 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir. En çok araştırılan bileşiklerden olan 4,8-DiMeIQx bileşiğinin, kanatlı etlerinin farklı yöntemlerle pişirilmesi sonucu belirlenemediğini gösteren araştırmalar literatürde bulunmaktadır. Nitekim Chiu *et al.* (1998) 5–15 dk mikrodalgada pişirilen tavuk etinde ve Liao *et al.* (2010) 200°C’de 20 dk rosto yapılan tavuk ve ördek etlerinde 4,8-DiMeIQx bileşiğini belirleyemediklerini bildirmişlerdir. Solyakov and Skog (2002) tavuk etinin haşlanması sonucu (100°C’de 23 dk) 4,8-DiMeIQx oluşmadığını belirtmişlerdir. Öte yandan, 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), 220°C'de 82°C iç sıcaklığa ulaşmıncaya kadar pişirilen tavuk etinde ise 0,18 ng/g'a kadar (Gasperlin *et al.* 2009), 200°C'de 5–15 dk kızartılan tavuk etinde 0,78 ng/g'a kadar (Chiu *et al.* 1998), Gibis and Weiss (2010) 200°C'de 20 dk. tavada pişirilen tavuk etinde 3,55 ng/g, ızgarada 180°C'de 5dk pişirilen tavuk etinde 1,05 ng/g ve Iwasaki *et al.* (2010) 180°C'de 24,1 dk'ya kadar tavada kızartılan tavuk etinde 2,85 ng/g 4,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilmiştir. Wong *et al.* (2005) yaptıkları araştırmada tavada kızartılan tavuk etinin 0,48 ng/g, derin yağda kızartılan tavuk etinin ise 0,23 ng/g, 4,8-DiMeIQx içerdiğini bildirmiştir. Öte yandan, Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde 4,8-DiMeIQx miktarının 4 ng/g'a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir.

4.7.9. Örneklerin PhIP içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinde PhIP bileşiği nd–2,60 ng/g arasında değişen miktarda tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulanmış etlerde en yaygın olarak bulunan HAA'lardan birisinin de PhIP bileşiği 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). Öte yandan farklı yöntemlerle pişirilen kanatlı etlerinde PhIP bileşiğinin belirlenemediğini gösteren başka çalışmalar da bulunmaktadır. Nitekim Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 5–15 dk pişirilen tavuk etinde PhIP bileşiğini belirleyemediklerini rapor etmişlerdir. İlaveten farklı pişirme yöntemleri ile pişirilen tavuk eti (Öz *et al.* 2010a) ve kaz etinde (Öz *et al.* 2016c) de PhIP bileşiğinin belirlenemediği bildirilmiştir. Öte yandan literatürde ısıl işlem görmüş etlerde çok yüksek seviyelerde PhIP bileşiğinin oluştuğunu gösteren araştırmalar da mevcuttur. Nitekim 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), 275°C'de 30 dk'ya kadar kızartılan tavuk etinde 37,5 ng/g seviyesinde (Pais *et al.* 1999), Wakabayashi *et al.* (1993) yaptıkları araştırmada kızartılan tavuk etinin PhIP içeriğini

38,1 ng/g, 175–200°C’de 12 dk’ya kadar kızartılan tavuk etinde 46,9 ng/g’a kadar (Busquets *et al.* 2004), ızgara yapılan tavuk etinde 270 ng/g’a kadar (Knize *et al.* 1997b), 26 dk’ya kadar ızgara yapılan tavuk etinde 315 ng/g’a kadar (Knize *et al.* 1997a), PhIP bileşiği tespit edilmiştir. Ayrıca literatürde pişirilmiş kanatlı etlerinde daha yüksek seviyelerde PhIP bileşiğinin bulunduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Nitekim Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde PhIP miktarının 480 ng/g’a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir.

4.7.10. Örneklerin AαC içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerin hiçbirinde AαC bileşiği tespit edilememiştir. Literatürde az çalışılan HAA’lardan olan AαC bileşiğinin ısı işlem görmüş çeşitli kanatlı etlerinde tespit edilemediğini gösteren başka çalışmalar da bulunmaktadır. Knize *et al.* (1997a) piyasadan satın aldıkları pişmiş tavuk eti örneklerinde, Öz *et al.* (2010a) fırın, mikrodalga, ızgara ve kızartma gibi farklı pişirme yöntemleri ile 200°C’de 3–20 dk pişirilmiş tavuk etinde AαC bileşiğini tespit edememişlerdir. Öte yandan 175-200°C’de 13 dk ızgara yapılan tavuk etinde 0,2ng/g (Busquets *et al.* 2004), 180°C’de 10 dk tavada kızartılan tavuk ve ördek etlerinde sırasıyla 0,23 ng/g ve 1,26 ng/g (Liao *et al.* 2010), 230–300°C’de 30-90 dk ızgara yapılan tavuk etinde ise 1,77 ng/g (Viegas *et al.* 2012) ve mangalda 20 dk boyunca pişirilen tavuk etinde 8,70 ng/g (Turesky *et al.* 2005) AαC bileşiği belirlendiği bildirilmiştir. Ayrıca literatürde pişirilmiş kanatlı etlerinde daha yüksek seviyelerde AαC bileşiğinin bulunduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Nitekim Pais and Knize (2000) kızartılan tavuk etinde PhIP miktarının 100 ng/g’a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir.

4.7.11. Örneklerin MeAαC içerikleri

Mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilen göğüs ve but eti örneklerinin hiçbirinde MeAαC bileşiği tespit

edilememiştir. MeAαC bileşiği de literatürde az çalışılan HAA'lerden biridir. Benzer şekilde çeşitli kanatlı etlerinde MeAαC bileşiğinin tespit edilemediğini gösteren başka araştırmalar da 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) ise 175–200°C'de 12 dk kızartılan tavuk etinde MeAαC bileşiğini tespit edememişlerdir. Öte yandan Chiu *et al.* (1998) mikrodalgada 15 dk'a kadar pişirilen tavuk etinde 0,14 ng/g'a kadar, Turesky *et al.* (2005) 20 dk mangalda pişirilen 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

Mevcut araştırmada tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilmesi sonucu belirlenen toplam HAA içeriklerinin Çizelge 4.27'de verilmiştir. Göğüs etlerinin toplam HAA içerikleri 26,43–42,32 ng/g arasında değişirken, but etlerinin toplam HAA içeriklerinin ise 6,53–20,94 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içerikleri (ng/g)

Muamele	n	Toplam HAA (ng/g) ± SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	42,32 ± 6,39	20,94 ± 6,26
A	2	31,13 ± 5,29	10,06 ± 5,30
B	2	26,43 ± 2,76	16,43 ± 5,73
C	2	37,24 ± 20,70	6,53 ± 7,71
D	2	31,51 ± 7,47	16,48 ± 3,47
E	2	32,99 ± 7,47	16,91 ± 7,58

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi toplam HAA içeriği

üzerine varyasyon kaynaklarından sadece et tipinin çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. Fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	24,858	0,353
Et tipi (ET)	1	2170,562	30,802**
FTK x ET	5	50,314	0,714
Hata	12	70,469	

Fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi fırın torbası kullanımı tavuk etlerinin toplam HAA içeriğinde azalmaya neden olmuş, ancak bu azalmanın istatistiksel olarak önemli seviyede olmadığı ($P>0,05$) tespit edilmiştir. Fırın torbası kullanımının daha nemli bir pişirme ortamı sağlaması nedeniyle toplam HAA içeriğinin düşük olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Zira yapılan çalışmalarda PhIP gibi bazı HAA'ların kuru pişirme ortamlarında daha çok oluştuğu belirtilmektedir (Robbana-Barnat *et al.* 1996; Öz and Kaya 2011a).

Çizelge 4.30. Fırın torbası kullanımının örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	n	Toplam HAA (ng/g) \pm SD
Kontrol	4	27,16 \pm 13,33a
A	4	20,57 \pm 12,88a
B	4	21,43 \pm 6,85a
C	4	21,88 \pm 21,84a
D	4	23,99 \pm 9,90a
E	4	24,95 \pm 11,13a

Literatürde yapılan çalışmalarda fırında pişirme işleminin genellikle düşük veya orta seviyede HAA oluşumuna neden olduğu belirtilmekte (Skog *et al.* 1997; Öz *et al.* 2016c) ve nedeni ise ısı transferinin hava akımı yoluyla taşınması (Solyakov and Skog 2002) ve ısı transferini etkileyen ve ürünün yüzey sıcaklığını düşüren buhar varlığına bağlanmaktadır (Skog *et al.* 1998). Geleneksel bir pişirme yöntemi olan fırında pişirme esnasında, fırın içerisinde konveksiyonel ısınma dolayısıyla ürün yüzeyinde eşit ısı dağılımı sağlandığı ve aşırı ısınmanın önlendiği bu nedenle fırında pişirilen etlerde HAA düzeyinde azalma olduğu belirtilmektedir (Skog and Jagerstad 1991).

Et tipinin örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, göğüs etlerinin toplam HAA içeriğinin, but etlerinin toplam HAA içeriğinden önemli seviyede ($P<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun but etinin derili olarak pişirilip derisi uzaklaştırıldıktan sonra HAA analizine tabi tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira tavuk derisi, tavuk eti için HAA oluşumu bakımında koruma kalkanı görevi üstlenmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bir kere daha göstermektedir ki; tavuk but eti gibi ürünlerin derileri ile pişirilip, derileri uzaklaştırıldıktan sonra tüketilmeleri toplam HAA içeriğinin azaltılması açısından oldukça pratik bir yöntemdir. Bu ve benzeri öneriler diğer araştırmacılar tarafından da yapılmıştır (Adamson 1997; Öz and Kaya 2011a).

Çizelge 4.31. Et tipinin örneklerin toplam HAA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et Tipi	n	Toplam HAA (ng/g) \pm SD
Göğüs	12	32,84 \pm 8,51 a
But	12	13,82 \pm 6,22 b

Öz and Yüzer (2016) haşlama, kızartma, derin yağda kızartma, ısıtıcı plaka, mikrodalga ve fırın gibi farklı pişirme yöntemleri kullanarak pişirilen hindi göğüs etinde toplam HAA içeriğinin 2,90–52,34 ng/g arasında değiştiğini tespit ederken, aynı yöntemlerde pişirilen hindi but etinde ise toplam HAA içeriğinin 2,38–21,35 ng/g arasında

değiştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca fırında pişirilen hindi göğüs etinde 44,58 ng/g ve but etinde ise 58,57 ng/g MeIQx tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Kaz göğüs ve but etinin farklı pişirme metotları kullanılarak (haşlama, ızgara, tavada yağsız kızartma, tavada yağlı kızartma, derin yağda kızartma, mikrodalga ve fırın) pişirilmesi neticesinde toplam HAA içeriğinin kaz göğüs etinde 2,20 ng/g, kaz but etinde ise 2,42 ng/g olduğu belirlenmiştir (Öz *et al.* 2015). Tengilimoğlu-Metin and Kızıl (2017) yaptıkları çalışmada fırında farklı sıcaklık derecelerinde pişirilen kontrol grubu tavuk göğüs etlerinde toplam HAA içeriğini 150°C’de pişirilen örneklerde 0,92 ng/g, 200°C’de pişirilen örneklerde 0,52 ng/g ve 250°C’de pişirilen örneklerde ise 83,06 ng/g olarak tespit etmişlerdir.

Liao *et al.* (2010) tavuk göğüs etinde toplam HAA içeriğini 200°C’de 20 dk fırında pişirilen örneklerde 4 ng/g, derin yağda kızartılan örneklerde 21,30 ng/g, tavada kızartılan örneklerde 27,4 ng/g ve mangalda pişirilen örneklerde 112 ng/g olarak belirlemişlerdir. Öz *et al.* (2010a), tavuk but etinin ısıtıcı plaka üzerinde, tavada, ızgarada, fırında ve mikrodalgada pişirilmesi sonucu en yüksek toplam HAA içeriğinin 5,10 ng/g ile mikrodalgada pişirilen örneklerde olduğunu belirlemişlerdir.

Analiz edilen HAA sayısı, hammadde olarak kullanılan et ve kas çeşidi, ürün çeşidi, ürünün boyutları, pişirme yöntemi, pişirme sıcaklığı, pişirme süresi, analiz teknikleri vb. pek çok faktörün HAA’ların oluşumu ve toplam HAA içeriği üzerine etki ettiği bilinmektedir. Bu bağlamda mevcut araştırmada fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinde tespit edilen HAA sayı ve toplam HAA içeriği sonuçlarının literatürdeki veriler ile genellikle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

İnsanoğlunun HAA’ları alımı gıda çeşidi ve pişirme metotlarının yanısıra porsiyon büyüklüğü ve tüketim sıklığı da etkili faktörler arasında yer almaktadır. HAA’ların günlük alım miktarları yapılan çeşitli araştırmalara göre 60–1820 ng arasında değiştiğini (Chiu *et al.* 1998; Nowell *et al.* 2002; Butler *et al.* 2003) ve maksimum alım miktarının

5000 ng olduğu bildirilirken Skog (2002) HAA'ların kişi başı günlük alım miktarının 0-15µg arasında değiştiğini tahmin etmektedir. Miktarlar arasındaki farklılığın tüketicilerde diyet alışkanlıkları ve analiz yöntem farklılıklarından kaynaklı olduğu belirtilmektedir. Mevcut araştırmada en yüksek toplam HAA içeriğine (42,32 ng/g) sahip kontrol grubu tavuk göğüs etlerinden 100 g tüketilmesi durumunda bile toplam alım miktarının 5 µg'ın altında olduğu görülmektedir.

4.8. Örneklerin Bisfenol-A İçerikleri

Mevcut araştırmada tavuk göğüs ve but etlerinin fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak pişirilmesi sonucu belirlenen bisfenol-A (BPA) içerikleri Çizelge 4.31'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi BPA, fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu göğüs ve but etlerinde belirlenemezken, fırın torbası kullanılarak pişirilen örneklerin tamamında belirlenmiş, ancak bazı örneklerde miktarı tayin edilebilir sınırın altında (nq, LOD < ... <LOQ) kalmıştır. Fırın torbası kullanılarak pişirilen göğüs etlerinin BPA içeriklerinin nq-66,80 ng/g arasında değişirken, but etlerinin BPA içeriklerinin ise nq-60,70 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbaları kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içerikleri (ng/g)

Muamele	n	BPA (ng/g) ± SD	
		Göğüs	But
Kontrol	2	nd	nd
A	2	16 ± 3,11	nq
B	2	nq	nq
C	2	nq	nq
D	2	nq	nq
E	2	66,80 ± 23,10	60,70 ± 17,11

Fırın torbası kullanılmadan ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi varyasyon kaynaklarından

sadece fırın torbası kullanımının BPA içeriği üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu, diğer varyasyon kaynaklarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. Fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Fırın torbası kullanımı (FTK)	5	2584,257	37,087**
Et tipi (ET)	1	84,113	1,207
FTK x ET	5	43,917	0,630
Hata	12	69,680	

Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanılmaması ve farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının tavuk göğüs ve but etlerinin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanımı, fırın torbasından tavuk etlerine BPA migrasyonuna neden olmuş, bu migrasyon düzeyi B, C ve D firmalarının fırın torbalarında kantitatif ölçme sınırının (LOQ) altında kalmıştır. Öte yandan, E firmasının fırın torbasından tavuk etlerine geçen BPA miktarının (63,78 ng/g) A firmasının fırın torbasından tavuk etlerine geçen BPA miktarından (8,65 ng/g) önemli düzeyde ($P<0,05$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırmada BPA içeriği ile ilgili elde edilen sonuçlar, firmaların fırın torbası yapımında kullandıkları plastik materyallerin özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.34. Fırın torbası kullanımının örneklerin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muamele	n	BPA (ng/g) \pm SD
Kontrol	4	nd
A	4	8,65 \pm 9,58 b
B	4	nq
C	4	nq
D	4	nq
E	4	63,78 \pm 16,98 a

Et tipinin örneklerin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.35’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, göğüs etlerinin BPA içeriğinin, but etlerinin BPA içeriğinden yüksek olduğu, ancak aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı ($P>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. Et tipinin örneklerin BPA içeriği üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Et Tipi	n	BPA (ng/g) \pm SD
Göğüs	12	14,21 \pm 26,33 a
But	12	10,47 \pm 24,03 a

Mevcut araştırmada elde edilen BPA sonuçlarını literatürdeki veriler ile karşılaştırmak oldukça zordur. Çünkü mevcut araştırma, bilindiği kadarıyla, fırın torbası kullanılarak fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinde BPA migrasyonunun araştırıldığı ilk çalışmadır. Bu nedenle, mevcut araştırmada elde edilen BPA sonuçları diğer gıda maddelerinde belirlenen BPA migrasyon düzeyleri ile yapılmıştır.

Sungur *et al.* (2014) yerel marketlerden temin ettikleri 36 adet konserve gıda (fasulye, mısır, garnitür, bezelye, salça ve ton balığı), 24 adet karton ambalajlı gıda (krema, meyve suyu, süt ve puding) ve 18 adet cam ambalajlı gıdada (mantar, biber salçası ve turşu) BPA içeriğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, konserve ton balığının 102–550 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında ve konserve gıdalarda 21,86–1858 $\mu\text{g}/\text{kg}$, karton ambalajlı gıdalarda 36,48–554 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve cam ambalajlı gıdalarda ise nd–399 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında BPA tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Shao *et al.* (2007) Çin marketlerinden temin edilen farklı etlerin (domuz, koyun, tavuk, sığır, ördek ve balık eti) BPA içeriğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, 27 adet et örneğinin 13’ünde 0,33–7,08 $\mu\text{g}/\text{kg}$ arasında değişen düzeylerde BPA içerdiğini rapor etmişlerdir.

Dünder (2014) Ankara’da satışa sunulan içme suyu örnekleri, pet şişe ve damacana suları ile şehir şebeke sularının BPA içeriklerini araştırdığı çalışmada, su numunelerini 30°C’de yaklaşık olarak 3 ay bekleterek BPA miktarının zaman ve sıcaklıkla değişimini incelemiştir. Araştırmacı pet şişe su örneklerinde 0,101–0,028 ppb arasında, damacana su örneklerinde 0,044 –0,450 ppb arasında, şebeke suyu örneklerinde ise 0,021–0,111 ppb arasında BPA belirlediğini bildirmiştir. Aynı çalışmada, güneşte bekletilen pet şişelerin BPA içeriklerinin gölgede bekletilen pet şişelerin BPA içeriklerinden daha yüksek olduğu ve sıcaklık ve bekleme süresinin pet şişelerdeki plastik malzemelerden suya BPA migrasyonunu artırdığı belirlenmiştir.

Podlipna and Markl (2007) Avusturya marketlerinden temin edilen konserve ton balığı, uskumru ve sardalya örneklerinde BPA düzeylerini araştırdıkları çalışmada, konserve uskumru balığında 2–4 ng/g, yağda ve suda muhafaza edilen ton balıklarında 12–43 ng/g ve 6–59 ng/g düzeylerinde BPA tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Basheer *et al.* (2004) Singapur’da süpermarketlerden temin edilen çeşitli deniz ürünlerinin BPA miktarlarını inceledikleri çalışmada, karides örneklerinde 13,3 ng/g, yengeç örneklerinde 213,1 ng/g, kalamar örneklerinde 118,9 ng/g ve balık eti örneklerinde 65,6 ng/g düzeyinde BPA tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Konserve etlerde yapılan başka bir çalışmada ise 98 µg/kg’a kadar BPA belirlenmiştir (Thomson and Grounds 2005).

Cunha and Fernandes (2013) analiz ettikleri 39 konserve gıda maddesinin 34’ünde (%87), 3,7–265 µg/kg arasında değişen düzeylerde BPA saptamışlardır. Niu *et al.* (2015) yaptıkları çalışmada, analizini yaptıkları 144 gıda örneğinin 72’sinde (%50) 0,02–260 µg/kg arasında değişen düzeylerde BPA belirlediklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar et örneklerinde ise 57 µg/kg’a kadar BPA tespit etmişlerdir.

Yoshida *et al.* (2001), Japonya’daki süpermarketlerden temin edilen 14 adet konserve gıdada (mısır, mantar, kuşkonmaz, portakal, şeftali, armut ve ananas) kalıntı BPA miktarının <10–95,3 ng/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Braunrath *et al.* (2005)

Avusturya süpermarketlerinde satılan konserve içecek, meyve, sebze ve yağ içeren çeşitli gıdaların BPA içeriklerini araştırdıkları çalışmada, içeceklerde $nd-3,4$ ng/ml arasında, sebzelerde $8,5-35$ ng/g arasında ve meyvelerde $5-24$ ng/g arasında BPA tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Öte yandan, araştırmacılar, yağ içerisinde satılan sardalya balığında $2,1$ ng/g BPA tespit ederken, yağ içerisinde satılan ton balığının BPA içeriğini ise 43 ng/g olarak belirlemişlerdir. Yoshida *et al.* (2001) ve Braunrath *et al.* (2005) yaptıkları çalışmada, BPA içeren örneklerin tamamında BPA migrasyonunun asıl kaynağının reçine kaplamalar olduğunu belirtmişlerdir.

BPA ile ilgili ülkemizde yürürlükte olan yasal düzenlemede, ambalaj malzemesinden gıdaya olan BPA migrasyonu için tolerans limit $0,6$ mg/kg olarak belirlenmiştir (Anonim 2011). Mevcut araştırmada en yüksek BPA içeriğine ($63,78$ ng/g) sahip E firmasının fırın torbası ile pişirilen tavuk etinden 100 g tüketilmesi durumunda bile toplam alım miktarının bu değerin altında olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin çeşitli kalite parametreleri ile heterosiklik aromatik amin (HAA) oluşumu ve bisfenol-A (BPA) migrasyonu üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar maddeler halinde verilmiştir.

1. Çiğ tavuk göğüs etinin su içeriği, but etinin su içeriğinden önemli seviyede ($P<0,05$) yüksek bulunurken, pH değeri, ham yağ içeriği ve TBARS değerleri daha düşük ($P<0,05$) bulunmuştur.
2. Farklı firmalara ait fırın torbası kullanımının örneklerin su, ham yağ içeriği ve BPA migrasyonu üzerine çok önemli ($P<0,01$), TBARS değeri ve pişirme kaybı üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu belirlenmiştir.
3. Et tipinin örneklerin pH değeri, ham yağ ve toplam HAA içeriği üzerine çok önemli ($P<0,01$), TBARS değeri üzerine ise önemli ($P<0,05$) etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
4. Fırında pişirme işlemi esnasında fırın torbası kullanımını firmadan bağımsız olarak, fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu örneklerle kıyasla su içeriğinin daha yüksek ($P<0,05$) kalmasına ve dolayısıyla pişirme kaybı değerinin düşük çıkmasına ($P<0,05$) neden olmuştur.
5. Fırında pişirilmiş but etlerinin su içerikleri, ham yağ içerikleri, pH ve TBARS değerlerinin göğüs etlerinden daha yüksek ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir.
6. Çiğ ve fırında pişirilen tavuk göğüs ve but etlerinin majör doymuş yağ asitlerinin palmitik asit ve stearik asit, majör tekli doymamış yağ asidinin oleik asit ve majör çoklu doymamış yağ asidinin ise linoleik asit olduğu belirlenmiştir.
7. Fırında pişirme neticesinde örneklerin stearik asit, toplam SFA, oleik asit, n-6 yağ asitleri, n-9 yağ asitleri ve n-6/n-3 oranının arttığı belirlenmiştir.
8. Fırında pişirme esnasında fırın torbası kullanımını TBARS değerinde azalmaya neden olmuş, ancak bu azalmanın sadece B ve C firmalarının fırın torbaları ile pişirilen örneklerde önemli düzeyde ($P<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

9. Fırında pişirilen tavuk etlerinde analizi yapılan HAA'lerden sadece MeIQx (39,34 ng/g'a kadar), PhIP (2,60 ng/g'a kadar) ve 7,8-DiMeIQx (0,74 ng/g'a kadar) bileşikleri belirlenmiştir.
10. Toplam HAA içeriği 6,53–42,32 ng/g arasında değişirken, göğüs etlerinin HAA içeriğinin but etlerinin HAA içeriğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
11. Fırın torbası kullanımı örneklerin toplam HAA içeriğinde kontrol grubu örneklerle kıyasla önemli olmayan düzeyde ($P>0,05$) azalmaya neden olurken, istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0,05$) BPA migrasyonuna neden olmuştur.
12. Fırın torbası kullanılmadan pişirilen kontrol grubu örneklerde BPA tespit edilemezken, fırın torbası kullanılarak pişirilen örneklerin tamamında BPA tespit edilmiş ve miktarının firmaya bağlı olarak nç–63,78 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

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.
- Adamson, R.H. 1997. Sixth international conference on carcinogenic/mutagenic N-substituted aryl compounds: Conclusions and perspectives. Mutat. Res. 376, 3–6.
- 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.
- Anonim 2003, FAO, Food technical workshop rome, 3-6 December 2002. Food nutrition paper 77.87.p.
- Anonim 2012a, <https://www.nkfu.com/tavuk-hakkinda-bilgi/>
- Anonim 2013. <http://www.haber3.com/kutu-icecekteki-buyuk-tehlike-2149480h.htm> (Erişim tarihi 13.11.2015).
- Anonim 2016, <https://www.sabah.com.tr/saglik/2016/01/21/saglikli-beslenme-nedir-nasil-beslenmeliyiz>.
- Anonim 2018a, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar./2018-Ocak.pdf>.
- Anonim 2019, <https://www.turkcebilgi.com/tavuk>.
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddeleri İle Temasta Bulunan Plastik Madde Ve Malzemeler Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2011/29.
- Anonim, 2012. Türkiye Üretim, Tüketim, <http://www.besdbir.org>.
- Anonim 2016a http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Et%20ve%20Et%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Teknolojisi.pdf
- Anonim 2018, https://yemektedenge.org/img/newasset/hizmetici2018sunum/1b_Saglik_Korunma_Yeterli_Dengeli_Beslenme_Hareketli_Yasam_Esaslar.pdf.
- Anonymous 2010, WHO, Joint FAO/WHO Expert meeting to review toxicological and health aspects of bisphenol a. summary report (Erişim Tarihi 25.04.15.). http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/97892141564274_eng.pdf.
- Anonymous 2012. FAO <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf> (Erişim tarihi 01.09.2015).
- Anonymous 2014, Bisphenol A: EFSA consults on assessment of risks to human health, <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/140117> (Erişim Tarihi 15.11.15).
- Anonymous, 1990. European parliament and council directive No 90/ 128 /EEC. Relating to plastics materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Erişim: [http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/leg_files/90_128_en.pdf].
- Anonymous, 2002. European parliament and council directive No 2002/72/EC. Relating to plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Erişim: [<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:220:0018:0058:EN:PDF>].
- Anonymous, 2012b. U.S. Food and Drug Administration FDA, 2012. Bisphenol A (BPA): Use in food contact application. available from:

- <http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm064437.htm> (Erişim tarihi: 25.04.15).
- Badiani, A., Stipa, S., Bitossi, F., Gatta, P.P., Vignola, G. and Chizzolini, R., 2002. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science*, 60, 169-186.
- Balogh, Z., Gray, J.I., Gomaa, E.A., 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.
- Başbayraktar, V., 2009. Soğutma ve radurizasyonun tavuk eti kalitesine etkisinin DNA comet assay yöntemi ile belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Basheer, C., Lee, H.K., Tan, K.S., 2004. Endocrine disrupting alkylphenols and bisphenol a in coastal waters and supermarket seafood from singapore. *Marine Pollution Bulletin*. 48,1145-67.
- Bemrah, N., Jean, J., Rivi_ere, G., Sanaa, M., Leconte, S., Bachelot, M., Deceuninck, Y., 2014. assessment of dietary exposure to bisphenol a in the french population with a special focus on risk characterisation for pregnant french women. *Food Chemistry Toxicology*, 72, 90-97.
- 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.
- Borgen, E., Solyakov, A., Skog, S. 2001. Effects of precursor composition and water on on the formation of heterocyclic amines in meat model systems. *Food Chemistry*,74,1, 11–9.
- Braunrath, R., Podlipna, D., Padlesak, S., Cichna-Markl, M., 2005. Determination of bisphenol a in canned foods by immunoaffinity chromatography, HPLC, and fluorescence detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8911-8917.
- 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.
- 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.
- Cao, X., Corriveau, J., Popovic, S., 2009. Levels of bisphenol a in canned soft drink products in canadian markets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1307-1311.
- Cao, X.L., 2010. Chemistry and analytical methods for determination of bisphenol a in food and biological samples. FAO/WHO expert meeting on bisphenol a (BPA), 2-5 November 2010: 2-4, Ottawa.
- Cao, X.L., Perez-Locas, C., Dufresne, G., Clement, G., Popovica, S., Beraldin, F., Dabeke, R.W., Feeley, M., 2011. Concentrations of bisphenol a in the composite food samples from the 2008 canadian total diet study in quebec city and dietary intake estimates. *Food Additives Contaminants Part A*, 28, 791-798.
- Castle, L., 2007. Chemical migration into food: an overview. *Chemical Migration and Food Contact Materials*. CRC pres. 1-12.

- Çelik, T., 2013. Farklı pişirme yöntemlerinin kaz etinde heterosiklik aromatik amin oluşumu ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikler üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Chen, B.H. and Yang, D.J., 1998. An improved analytical method for determination of heterocyclic amines in chicken legs. *Chromatography*, 48, 223–230.
- 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.
- Cousins, I.T., Staples, C.A., Klecka, G.M., Mackay, D., 2002. A multimedia assessment of the environmental fate of bisphenol a. *Human & Ecological Risk Assessment*. 8 (5), 1107-1135.
- Cunha, S.C. and Fernandes, J.O., 2013. Assessment of bisphenol a and bisphenol b in canned vegetables and fruits by gas chromatography-mass spectrometry after quechers and dispersive liquid -liquid microextraction. *Food Control*, 33, 549-555.
- 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.
- Di Giorgio, L., Salgado, R.P., and Mauri, N.A., 2018. Flavored oven bags for cooking meat based on proteins. *LWT - Food Science and Technology*, 2018.
- Dokuzlu, S., Barış, O., Hecer, C., ve Metin, G. 2013. Türkiye’de tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve marka tercihleri. *U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ*, 2013, Cilt 27, Sayı 2, 83-92.
- Duckett, S.K. and Wagner, D.G., 1998. Effect of cooking on the fatty acid composition of beef intramuscular Lipid. *J. of Food Comp. and Anal.*, 11, 357-362.
- Dündar, B.S., 2014. İçme sularında bisfenol-A araştırması: Ankara örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Echarte, M., Ansorena, D., and Astiasarán, I., 2003. Consequences of microwave heating and frying on the lipid fraction of chicken and beef patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5941-5945.
- Ekiz, E. and ÖZ, F. 2019. The effects of different frying oils on the formation of heterocyclic aromatic amines in meatballs and the changes in fatty acid compositions of meatballs and frying oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99, 1509-1518.
- Er, B., 2010. Ton balığı konservelerinde katı faz ekstraksiyon ve hplc metodu ile bisfenol a varlığının incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Erkan, N., Helle, N., Ozden, O., 2005. Determination of bisphenol a diglycidyl ether (badge) in canned fish in oil from the turkish market. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 101(7), 301-305.
- 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.
- 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.
- Geens, T., Aerts, D., Berthot, C., Bourguignon, J.P., Goeyens, L., Lecomte, P., Maghuin- Rogister, G., Pironnet, A.M., Pussemier, L., Scippo, M.L., Van Loco, J., Covaci, A., 2012. A Review of dietary and non-dietary exposure to bisphenol-a. *Food Chemmistry Toxicology*, 50 (10), 3725-3740.
- Gerber, N., Scheeder, M.R.L. and Wenk, C., 2009. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat Science*, 81(1), 148-154.
- Gibis, M., Weiss, J. 2010. Inhibitory effect of marinades with hibiscus extract on formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality of fried beef patties. *Meat Science*, 85, 735–742.
- Girard, P.J., 1992., *Cooking. Technology of Meat and Meat Products*. France, 32-83.
- Gökalp, H.Y., 1984. Genel et bilimi ve teknolojisi. Ders teksiri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknoloji Bölümü, Erzurum.
- 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.
- Goodson, A., Summerfield, W., Cooper, I., 2002. Survey of bisphenol a and bisphenol f in canned foods. *Food Additives and Contaminants*. 19,796-802.
- Grumetto, L., Montesano, D., Seccia, S., Albrizio, S., Barbato, F., 2008. Determination of bisphenol a and bisphenol b residues in canned peeled tomatoes by reversed-phase liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 10633-10637.
- Gülbaz, G., 2004. Kaz etinden deneysel sucuk yapımı ve kalite niteliklerinin belirlenmesi. Y.L. Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Güleç, H.A., 2011. Lipidler. Ders notu, Tekirdağ Üniversitesi. Tekirdağ.
- Harmankaya, S. 2013. Tavuk eti raf ömrü üzerine biberiye ve karanfil uçucu yağlarının etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Kafkas Üni., Sağlık Bil. Enst.
- Harris, K.B., Harberson, T.J., Savell, J.W., Cross, H.R., and Smith, S.B., 1992. Influences of quality grade, external fat level, and degree of doneness on beef steak fatty acids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 84-89.
- Haskaraca, G., Demirok, E., Kolsarıcı, N., Öz, F., Öz Saraç, N. 2014. Effect of green tea extract and microwave pre-cooking on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried chicken meat products. *Food Research International*, 63, 373-381.
- Hasnol, N. D. S., Jinap, S., Sanny, M. 2014. Effect of different types of sugars in a a
- Igene, J.O. and Pearson, A.M., 1979. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. *Institute of Food Technologists*, 44, 1285-1290.
- Inoue H, Tsuruta A, Kudo S, Ishi, T, FukushimaY, Iwano H, Yokota H, Kato S (2004): Bisphenol A glucuronidation and excretion in liver of pregnant and nonpregnant female rats. *Drug Metab Dispos*, 33, 55–59.
- 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.
- Jägerstad, M., Laser-Reuterswård, 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.
- Johan K., Paterson, A., 2004. Corinne M. Spickett Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes. *International Journal of Food Science and Technology* , 39, 443–453.
- 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.
- 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.
- Kang, J.H. and Kondo F., 2002. Determination of bisphenol a in canned pet foods. *Research in Veterinary Science*, 73, 177-182.
- Kang, J.H., Kito, K., Kondo, F., 2003. Factors influencing the migration of bisphenol a from cans. *Journal of Food Protection*, 66, 1444-1447.
- Kang, J.H., Kondo, F., Katayama, Y., 2006. Human exposure to bisphenol a. *Toxicology* 226 (2-3), 79-89.
- 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.
- Kavas, G. ve Kavas, N., 2012. Bisfenol A: gıda ve sağlık. *Gıda Dergisi*, Kasım, 28-30.
- 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.
- Keşkekoğlu, H., Üren, A. 2014. Inhibitory effects of pomegranate seed extract on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef and chicken meatballs after cooking by four different methods. *Meat Science*, 96, 1446-1451.
- Khan, I.A., Liu, D., Yao, M., Memon, A., Huang, J. and Huang, M., 2019. Inhibitory effect of *Chrysanthemum morifolium* flower extract on the formation of heterocyclic amines in goat meat patties cooked by various cooking methods and temperatures. *Meat Science*, 147,70-81.
- Kılıç Ekici Ö., 2011. Yapay et geleceğin hayvansal gıdası olabilir mi? *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, 118.

- 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.
- 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., 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., 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., 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.
- 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.
- Lau, O.W. and Wong, S.K., 2000. Contamination in food from packaging material. *Journal of Chromatography*, 882, 255-270.
- Lawrie, R., 1991. *Developments in meat science*. Applied Sci., London, England.
- Lesiów, T. and Xiong Y.L. 2004. Up-to-date knowledge on the nutritional composition of poultry meat. 50th International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, Finland.
- Lewis, N.M., Seburg, S. and Flanagan, N.L., 2000. Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans, Partially Funded By The University of Nebraska Agricultural Research Division (J. Series No 12898).
- 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.

- Lintelmann, J., Katayama, A., Kurihara, N., Shore, L., Wenzel, A., 2003. Endocrine disruptors in the environment (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 75 (5), 631-681
- Maragou, N.C., Lampi, E.N., Thomaidis, N.S., Koupparis, M.A., 2006. Determination of bisphenol a in milk by solid phase extraction and liquid chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1129, 165-173.
- marinating formulation on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. *Food Chemistry*, 145, 514-521.
- 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, N., Cetojevic-Simin, D., Milanovic, M., Sudji, J., Milosevic, N., Curic, N., Ludovico, A., Medic-Stojanoska, M., 2015. Estimation of in vivo and in vitro exposure to bisphenol a as food contaminant. *Food and Chemical Toxicology*, 83, 268-274.
- Munguia-Lopez, E.M., Gerardo-Lugo, S., Peralta, E., Bolumen, S., Soto-Valdez, H., 2005. Migration of bisphenol a from can coatings into a fatty-food simulant and tuna fish. *Food Additives and Contaminants*, 22, 892–898.
- Munguia-Lopez, E.M., Soto-Valdez, H., 2001. Effect of heat processing and storage time on migration of bisphenol a (BPA) and bisphenol adiglycidyl ether (BADGE) to aqueous food simulant from mexican can coatings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3666-3671.
- 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., 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.
- Nasrin, S., Kabir, M.H., Hossain, M.A., Hossain, M.M. and Hashem, M.A. 2016. Formulation of value added beef meatballs using bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) leaf extracts and wheat flour. *International Journal of Applied Research*, 2(3), 164-171.
- Niu, Y., Zhang, J., Duan, H., Wu, Y., Shao, B., 2015. Bisphenol a and nonylphenol in foodstuffs: chinese dietary exposure from the 2007 total diet study and infant health risk from formulas. *Food Chemistry*, 167, 320-325.
- Nowell, S., Coles, B., Sinha, R., Macleod, S., Luke Ratnasinghe, D. and Stotts, C., 2002. Analysis of total meat intake and exposure to individual heterocyclic amines in a case-control study of colorectal cancer: Contribution of metabolic variation to risk. *Mutation Research*, 506-507(C), 175.

- Nuray, M. and ÖZ, F. 2019. The effect of using different types and rates of onion-water extract in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, in press.
- Ono, K., Berry, B. W. and Paroczay, E., 1985. Contents and Retention of Nutrients in Extra Lean, Lean, and Regular Ground Beef. *Journal of Food Science*, 50, 701-706.
- 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 Seyyar E., 2016. Formation of heterocyclic aromatic amines and migration level of bisphenol-A in sous-vide-cooked trout fillets at different cooking temperatures and cooking levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Öz, F. and Yüzer, M.O. 2017. The effects of different cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in turkey meat. *Journal of Processing and Preservation*, 41 (5), 1-9.
- Öz, F. and Yüzer, M.O., 2016. The effects of cooking on wire and stone barbecue at different cooking levels on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in beef steak. *Food Chemistry* 203, 59-66.
- Öz, F. and 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. ve Kaya M., 2007. Et ve et ürünlerinde heterosiklik aromatik amin oluşumunun engellenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 121,126.
- 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., 2019. Yüksek Lisans Ders Notları, Atatürk Üniversitesi; Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Öz, F., Cakmak, I.H., Zikirov, E., Kizil, 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., Kızıllı, 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.
- Öz, F., Kızıllı, 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., Kızıllı, 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.
- 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.
- Pais, P. and Knize, M.G. 2000. Chromatographic and related techniques for the determination of aromatic heterocyclic amines in foods. *J. Chromatogr. B.* 747, 139-169.
- 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.
- 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. *J. Chrom. A*, 769, 293-299.
- Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., De Winne, A., Claeys, E., Demeyer, D. and De Smet, S., 2003. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat Science*, 65, 1237-1246.
- 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.
- Robbana-Barnat, S., Rabache, M., Rialland, E. and Fradin, J., 1996. Heterocyclic amines: occurrence and prevention in cooked food. *Envir. Health Persp.*, 104(3), 280-288.
- 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.
- Sablani, S.S. and Rahman M.S. (2007). Food packaging interaction. In: *Handbook of food preservation*, Chapter 40, Eds. M.S. Rahman, CRC Press, pp.939,941-943, 945, 950.

- Sajiki, J., Miyamoto, F., Fukata, H., Mori, C., Yonekubo, J., Hayakawa, K., 2007. Bisphenol A (BPA) and its source in foods in Japanese markets. *Food Additives And Contaminants*, 24(1), 103-112.
- Salmon, C.P., Knize, M.G., Felton, J.S., Zhao, B., Seow, A., 2006. Heterocyclic aromatic amines in domestically prepared chicken and fish from Singapore Chinese households. *Food and Chemical Toxicology*, 44, 484-92.
- 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.
- Satchithanandam, S., Fritsche, J., and Rader, J.I., 2001. Extension of AOAC official method 996.01 to the analysis of standard reference material (SRM) 1846 and infant formulas. *Journal of AOAC International*, 84, 805–813.
- Scheeder, M. R. L., Casutt, M. M., Roulin, M., Escher, F., Dufey, P.-A., Kreuzer, M., 2001. Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. *Meat Science*, 58, 321-328.
- Shao, B., Han, H., Li, D., Ma, Y., Tu, X., Wu, Y., 2007. Analysis of alkylphenol and bisphenol a in meat by accelerated solvent extraction and liquid chromatography with tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 105, 1236-1241.
- 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., Jägerstad, M. 1991. Effects of glucose on the formation of PhIP in a model extract and microwave pre-cooking on the formation of heterocyclic aromatic chicken. *Food Chemistry*, 145, 514-521.
- Skog, K., Solyakov, A. and Jägerstad, M., 2000. Effects of heating conditions and additives on the formation of heterocyclic amines with reference to aminocarbols in a meat juice model system. *Food Chemistry*, 68, 299-308.
- Skog, K.I., Johansson, M.A.E. and Jägerstad, M.I., 1998. Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: A Review on formation, occurrence and intake. *Food and Chemical Toxicology*, 36(9–10), 879-896.
- Smith, D.R., Savell, J.W., Smith, S.B. and Cross, H.R., 1989. Fatty acid and proximate composition of raw and cooked retail cuts of beef trimmed to different external fat level. *Meat Science*, 26, 295-311.

- Solyakov, A. and Skog, K., 2002. Screening for heterocyclic amines in chicken cooked in various ways. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1205-1211.
- Soyer, A., Kolsarıcı, N. and Candoğan, K. 1998. Tavuk etlerinin bazı kalite özellikleri ve besin öğelerine geleneksel ve mikrodalga ile pişirme yöntemlerinin etkisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölüm, Ankara-TÜRKİYE.
- Staples, C.A., Dorn, P.B., Klecka, G.M., O'Block, S.T. And Harris, L.R., 1998. A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol a. *Chemosphere*, 36 (10), 2149-2173.
- 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.
- Sungur, Ş., Köroğlu, M., Özkan, A., 2014. Determination of bisphenol a migrating from canned food and beverages in markets. *Food Chemistry*, 142, 87-91. *System. Journal of Carcinogenesis*, 12, 2297-2300.
- Tengilimoğlu-Metin, M.M. and Kizil, M., 2017. Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. Meat the formation of heterocyclic amines in meat model systems. *Food Chemistry*, 74,1, 11-9.
- 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.
- Tornberg, E., 2005. Effects of heat on meat proteins – implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70(3), 493-508.
- 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.
- USDA, 1990. Composition of foods-raw, processed, prepared. Agriculture Handbook 8 series (8-15), Washington DC.
- 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 (HAAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled muscle foods. *Food and Chemical Toxicology*, 50(6), 2128-2134.
- Wakayabashi, K., Ushiyama, H., Takahashi, M., Nukaya, H., Kim, S.B., Hirose, M., Ochiai, M., Sugimura, T. and Nagao, M. 1993. Exposure to heterocyclic amines, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 99, pp. 129-133, 1993.
- Warzecha, L., Janoszka, B., Błaszczuk, U., Stróżyk, M., Bodzek, D. and Dobosz, C., 2004. Determination of heterocyclic aromatic amines (HAAs) content in samples of household-prepared meat dishes. *Journal of Chromatography B*, 802(1), 95-106.

- Weebb, E.C. and O'Neill, H.A., 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 28-36.
- 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.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Richardson, R.I., Whittington, F.M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., Da Costa, N. and Chang, K.C., 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*, 67, 651-667.
- World Health Organization (WHO), 2003. Population nutrient intake goals for preventing diet-related chronic diseases. Geneva, 916, 54-132.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991. Uygulamalı istatistik. Atatürk Üniversitesi Yay., No: 704-308- 60.
- Yıldız, T. 2014. Tavuk etinde antibiyotik kalıntılarının HPLC yöntemiyle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Yoshida, T., Horie M., Hoshino, Y., Nakazawa H., 2001. Determination of bisphenol a in canned vegetables and fruit by high performance liquid chromatography. *Food Additives and Contaminants*, 18 (1), 69-75
- Yücecan, S., 2014. Tavuk etinin optimal beslenmedeki yeri ve önemi.
- Zeng, M., Zhang, M., He, Z., Qin, F., Tao, G., Zhang, S., Gao, Y. and Chen, J., 2017a. Inhibitory profiles of chilli pepper and capsaicin on heterocyclic amine formation in roast beef patties. *Food Chemistry*, 221, 404-411.
- Zorba, A.M, 2009. Tavuk eti ürünlerine (sosis, burger, köfte) uygulanan gama ışınlamanın yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisinin belirlenmesi The effects of gamma irradiation on fatty acids composition on chicken meat products (sausage, burger and meatball). Yüksek Lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Adem SAVAŞ
Doğum Tarihi : 30.07.1993
Doğum Yeri : Aziziye/ERZURUM
Eğitim :
Lisans 2012-2016 : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum
Yüksek Lisans 2017- : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Savaş A., Öz F.2019. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences. 16-18 Nisan/ Trabzon.

Savaş A., Ekiz E., Elbir Z., Fencioğlu H., Öz F., 2019. Bisfenol–A İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences. 16-18 Nisan/ Trabzon.

Ekiz E., Savaş A., Elbir Z., Bulan R., Öz F., 2019. Zeytinyağında Yapılan Taklit ve Tağşişler. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences. 16-18 Nisan/ Trabzon.

Fencioğlu H., Savaş A., Öz F., 2019. Çevresel Kirleticiler: Dioksin. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences. 16-18 Nisan/ Trabzon.

Elbir Z., Ekiz E., Savaş A., Fencioğlu H., Öz F., 2019. Türkiye’de Toplu Beslenme Endüstrisi Ve Gıda Güvenliği. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences. 16-18 Nisan/ Trabzon.

PROJELER

1. Fırın Torbası Kullanılarak Fırında Pişirilen Tavuk Etlerinde Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu ve Bisfenol-A Migrasyon Düzeyinin Belirlenmesi, 2019. Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, 2019/7075.