

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ SOMON BALIĞINDA
HETEROSİKLİK AROMATİK AMİNLERİN OLUŞUMU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Dyt. Arife MACİT

**Toplu Beslenme Sistemleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2018

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ SOMON BALIĞINDA
HETEROSİKLİK AROMATİK AMİNLERİN OLUŞUMU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Dyt. Arife MACİT

**Toplu Beslenme Sistemleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mevlüde KIZIL**

**ANKARA
2018**

ONAY SAYFASI**ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ SOMON BALIĞINDA
HETEROSİKLİK AROMATİK AMİNLERİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ****Arife MACİT****Danışman: Doç. Dr. Mevlüde KIZIL**

Bu çalışma 06.09.2018 tarihinde, jürimiz tarafından “Toplu Beslenme Sistemleri Programı”nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Aydan ERCAN
(Başkent Üniversitesi)



Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mevlüde KIZIL
(Hacettepe Üniversitesi)



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİSUNOĞLU
(Hacettepe Üniversitesi)



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

10 Eylül 2018

Prof. Dr. Diclehan ORHAN
Enstitü Müdürü



YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

06.09.2018



Arife MACİT

1

¹“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1: Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Mevlüde KIZIL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.



Dyt. Arife MACİT

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana hep yol göstererek desteğini, sabrını ve bilgisini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan mutluluk ve onur duyduğum değerli danışman hocam Doç. Dr. Mevlüde KIZIL'a,

Çalışma süresince yardımlarını esirgemeyerek verdiği her türlü destek için değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi M. Merve TENGİLİMOĞLU METİN'e,

Araştırmanın her aşamasında yanımda olan, güler yüzünü ve sabrını hiç eksik etmeyen, çalışma arkadaşım sevgili Diyetisyen Bengü GÜZEL'e,

Tüm zor zamanlarımda desteğini her zaman hissettiğim, üniversite yıllarının bana kattığı, ve her daim motivasyon kaynağım olan canım dostum Uzman Diyetisyen Büşra TURAN DEMİRCİ'ye,

Aramızda mesafeler olsa da her daim manevi desteğini esik etmeyen, yüzümü güldüren, mutluluk kaynağım canım dostlarım Sümeyra BUKAN ve Büşra HATİPOĞLU'na,

Güzel ve huzurlu bir ev ortamı sağlayan ve desteklerini her zaman hissettiğim değerli arkadaşlarım Hazal KÜÇÜKKARACA ve Hacer YALÇİMİN'e

Son olarak, hayatımdaki her başarıda en büyük paya sahip, her zaman desteğini ve sevgisini hissettiren canım annem, babam ve kardeşlerime,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Macit, A., Zeytin Yaprağı Ekstraktının Somon Balığında Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumu Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Toplu Beslenme Sistemleri Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2018. Heterosiklik aromatik aminler (HAA), et ve balık gibi protein açısından zengin olan besinlerin pişirilmesi ile düşük seviyelerde (ng/g) oluşan mutajenik ve karsinojenik bileşiklerdir. Bu bileşikler, insan kanser etiyolojisinde önemli rol oynamaktadır, bu yüzden araştırmacılar HAA'ların oluşumunu en aza indirmeyi önermektedir. Antioksidanların, HAA oluşum mekanizması ve Maillard reaksiyonunda oluşan serbest radikalleri tutarak HAA oluşumunu azaltabileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada, zeytin yaprağı ekstraktının içerdiği antioksidan bileşikler sayesinde HAA oluşumunu önleyici etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Farklı seviyelerde (%0, %0,25, %0,5, %1 ve %2) zeytin yaprağı ekstraktının somon balığına eklenerek, iki farklı pişirme sıcaklığında (180°C ve 220°C), yağsız tavada pişirme yöntemi uygulanarak HAA oluşumunu azaltıcı etkisi incelenmiştir. Pişmiş somon örneklerinde 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-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-f]kinokzalin (4,8-DiMeIQx), 2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5-f]kinokzalin (7,8-DiMeIQx), 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridin (PhIP), 2-amino-9H-pirido[2,3-b]indol (AαC), 2-amino-3-metil-9H-pirido[2,3-b]indol (MeAαC) ve 3-amino-1-metil-5H-pirido[4,3-b]-indol (Trp-P-2) olmak üzere toplam 10 HAA analizi yapılmıştır. Örneklerde PhIP, AαC ve MeAαC tespit edilemezken, IQx 0,06 ng/g, IQ 0,41 ng/g, MeIQx 0,83 ng/g, MeIQ 2,98 ng/g, 7,8-DiMeIQx 0,29 ng/g, 4,8-DiMeIQx 0,16 ng/g, Trp-P-2 2,40 ng/g düzeylerine kadar saptanmıştır. Somon örneklerindeki toplam HAA miktarları ise 0,81-4,03 ng/g arasında bulunmuştur. Zeytin yaprağı ekstraktının toplam HAA oluşumunu azaltıcı etkisi somon örneklerinde %3,87-77,69 olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, %0,25 ve %1 konsantrasyonlarında zeytin yaprağı ekstraktının 180°C ve 220°C'de pişirilen somon örneklerinde HAA oluşumunu azalttığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Heterosiklik aromatik amin, zeytin yaprağı ekstraktı, somon

ABSTRACT

Macit, A., The Effect of Olive Leaf Extract on the Formation of Heterocyclic Aromatic Amines in Salmon, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Master of Sciences Thesis in Food Service Systems Programme, Ankara, 2018. Heterocyclic aromatic amines (HCA) are mutagenic and carcinogenic compounds that are formed at low levels (ng / g) by cooking protein-rich foods such as meat and fish. These compounds play an important role in the etiology of human cancer, so researchers suggest that the formation of HCAs should be minimized. It has been reported that antioxidants can reduce HCA formation by retaining the free radicals formed in HCA formation mechanism and Maillard reaction. In this study, it is aimed to investigate the preventive effects of the olive leaf extract on the formation of HCAs. In different levels (0%, 0.25%, 0.5%, 1% and 2%) olive leaf extract was added to the salmon fish and the reducing effect of HAA formation was investigated by applying cooking method in two different temperatures (180°C and 220°C) and in oil free pan. In all salmon samples were analyzed 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoxaline (IQx), 2-amino-3-methylimidazo[4,5-f] quinoline (IQ), 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (MeIQx), 2-amino-3,4-dimethylimidazo[4,5-f]quinoline (MeIQ), 2-amino-3,4,8-trimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (4,8-DiMeIQx), 2-amino-3,7,8-trimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (7,8-DiMeIQx), 2-amino-1-metil-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP), 2-amino-9H-pyrido[2,3-b]indole (AαC), 2-amino-3-methyl-9H-pyrido[2,3-b]indole (MeAαC) and 3-amino-1-methyl-5H-pyrido [4,3-b] -indole (Trp-P-2). PhIP, AαC and MeAαC did not be detected in the samples. IQx, IQ, MeIQx, MeIQ, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx, Trp-P-2 were determined respectively up to 0.06 ng/g, 0.41 ng/g, 0.83 ng/g, 2.98 ng/g, 0.29 ng/g, 0.16 ng/g, 2.40 ng/g. The total amount of HAA in the salmon samples was found to be between 0.81 and 4.03 ng / g. The reducing effect of olive leaf extract on total HAA formation was determined as 3.87-77.69% in salmon samples. This study showed that olive leaf extract at concentrations of 0.25% and 1% reduced the formation of HAA in salmon samples cooked at 180°C and 220°C.

Key words: Heterocyclic aromatic amines, olive leaf extract, salmon

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xv
TABLolar	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal Yaklaşımlar ve Kapsam	1
1.2. Amaç ve Varsayım	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumu	3
2.2. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumunu Etkileyen Faktörler	7
2.2.1 Öncü madde düzeyleri	7
2.2.2. Pişirme Sıcaklığı ve Süresi	9
2.2.3. Pişirme Yöntemi	10
2.2.4. Yağ İçeriği ve Lipit Oksidasyonu	11
2.2.5. Marinasyon	12
2.2.6. Antioksidanlar	13
2.3. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Metabolizması ve Karsinogenitesi	16
2.4. Somon Balığı ve Besin Ögesi İçeriği	17
2.5. Zeytin Yaprağı Ekstraktı ve Sağlık İlişkisi	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1. Örneklerin Hazırlanması	22
3.2. Pişirme süreci	22
3.3. Materyal	23
3.4. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Protein Tayini	23
3.5. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Yağ Tayini	24

3.6. Pişirme Kaybının Belirlenmesi	24
3.7. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Kül Analizi	24
3.8. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Nem Tayini	25
3.9. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde pH Analizi	25
3.10. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde TBARS Analizi	25
3.11. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Ekstraksiyonu	25
3.12. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Analizi	26
3.13. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi	27
4. BULGULAR	28
4.1. Çiğ Somonda Proksimet, pH ve TBARS Analiz Sonuçları	28
4.2. Pişmiş Somon Örneklerinin Total Protein, Total Yağ, Nem ve Kül İçerikleri	28
4.3. Pişmiş Somon Örneklerinin Pişirme ile Oluşan Ağırlık Kaybı, pH ve İç Sıcaklık Değerleri	31
4.4. Pişmiş Somon Örneklerinin TBARS Değerleri	32
4.5. Somon Örneklerinin Heterosiklik Aromatik Amin İçerikleri	33
4.6. Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunu Etkileyen Parametreler	37
5. TARTIŞMA	41
5.1. Somon Örneklerinin Proksimet Analiz Sonuçları	41
5.2. Somon Örneklerinin pH, Ağırlık Kaybı ve İç Sıcaklık Değerleri	43
5.3. Somon Örneklerinin TBARS Değerleri	44
5.4. Somon Örneklerinin HAA İçeriği Sonuçları	45
5.4.1. Somon Örneklerinin IQx İçerikleri	45
5.4.2. Somon Örneklerinin IQ İçerikleri	46
5.4.3. Somon Örneklerinin MeIQx İçerikleri	46
5.4.4. Somon Örneklerinin MeIQ İçerikleri	47
5.4.5. Somon Örneklerinin 7,8-DiMeIQx İçerikleri	48
5.4.6. Somon Örneklerinin 4,8-DiMeIQx İçerikleri	48
5.4.7. Somon Örneklerinin Trp-P-2 İçerikleri	49
5.4.8. Somon Örneklerinin PhIP İçerikleri	50
5.4.9. Somon Örneklerinin AαC İçerikleri	51
5.4.10. Somon Örneklerinin MeAαC İçerikleri	51
5.4.11. Somon Örneklerinin Toplam HAA İçerikleri	52
5.5. Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunu Etkileyen Parametreler	53

6. SONUÇ ve ÖNERİLER	55
6.1. Sonuçlar	55
6.2. Öneriler	56
7. KAYNAKLAR	57
8. EKLER	
EK 1. Orijinallik Ekran Çıktısı	
9. ÖZGEÇMİŞ	



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
1,5,6-TMIP	2-amino-1,5,6-trimetilimidazo[4,5-b]- pridin
3,5,6-TMIP	2-amino-3,5,6-trimetilimidazo[4,5-b]-pridin
4,8-DiMeIQx	2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-f]kinokzalin
4'-OH-PhIP	2-amino-1-metil-6-(4'-hidroksifenil)- imidazo[4,5-b]-pridin
4-CH₂OH-8- MeIQx	2-amino-4-hidroksimetil-3,8- dimetilimidazo[4,5-f]-kinokzalin
4-MeIQx	2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin
7,8-DiMeIQx	2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5-f]kinokzalin
7,9-DiMeIgQx	2-amino-1,7,9-trimetilimidazo[4,5-g]- kinokzalin
7-MeIgQx	2-amino-1,7-dimetilimidazo[4,5-g]- kinokzalin
8-MeIQx	2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin
AIA	Aminoimidazoazoarenler
Al	Aleminyum
AaC	2-amino-9H-prido[2,3-b]indol
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
dG	Deoksiguanosin
DMIP	2-amino-1,6-dimetilimidazo [4,5-b]-piridin
EGCG	Epigallokateşingallat
Fe	Demir
g	Gram
Glu-P-1	2-amino-6-metilprido-[1,2-α:30,20- d]imidazol
Glu-P-2	2-aminodiprido-[1,2-α:30,20-d]imidazol
H₂SO₄	Sülfirik asit
HAA	Heterosiklik Aromatik Aminler
Harman	1-metil-9H-prido[3,4-b]indol
HCl	Hidroklorik asit

HT	Hidroksitirozol
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu
IFP	2-amino-1,6-dimetil-furo[3,2-e] imidazo[4,5-b]-pridin
IQ	2-amino-3-metilimidazo[4,5-f]kinolin
IQx	2-amino-3-metilimidazo[4,5-f]kinokzalin
Iso-IQ	2-amino-1-metilimidazo[4,5-f]-kinolin
K	Potasyum
kg	Kilogram
kkal	Kilokalori
KLA	Konjuge linoleik asit
LOD	Tespit Edilebilme Sınırı
LOQ	Miktarın Belirlenebilme Sınırı
Lys-P-1	3,4-siklopenten-prido[3,2- α]karbazol
MDA	Malondialdehit
MeAαC	2-amino-3-metil-9H-pyrido[2,3-b]indol
MeIQ	2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]kinolin
MeIQx	2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-f]kinokzalin
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
Na₂SO₄	Sodyum sülfat
NaOH	Sodyum hidroksit
NAT	N-asetiltransferaz
nd	Tespit edilemedi
ng	Nanogram
Norharman	9H-prido[3,4-b]indol
Orn-P-1	4-amino-6-metil-1H-2,5,10,10b-tetraazafluoranthene
P	Fosfor
Phe-P-1	2-amino-5-fenilpridin
PhIP	2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridin
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
rpm	Dakikada dönme hızı
S	Kükürt

SULT1A1	Sülfotransferaz 1A1
TBARS	Titobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
TriMeIQx	2-amino-3,4,7,8-tetrametilimidazo[4,5-f]- kinokzalin
Trp-P-1	3-amino-1,4-dimetil-5H-prido[4,3-b]- indol
Trp-P-2	3-amino-1-metil-5H-prido[4,3-b]- indol
UGT	UDP-glukronosil transferaz
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı



ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
4.1.	Somon örneklerinin zeytin yaprağı ekstraktının farklı konsantrasyonlarına göre toplam HAA içerikleri.	36
4.2.	Ağırlık kaybı ile IQx düzeyleri arasında saçılım grafiği.	39
4.3.	Zeytin yaprağı ekstraktı yüzdesi ile MeIQ düzeyleri arasında saçılım grafiği.	40
4.4.	TBARS değerleri ile IQ düzeyleri arasında saçılım grafiği.	40
4.5.	Protein yüzdesi ile total HAA arasında saçılım grafiği.	40



TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Heterosiklik aromatik aminlerin yapısı, kimyasal adı ve moleköl ağırlığı.	4
2.2. Çiğ somon balığının 100 gramındaki besin ögesi içerikleri.	18
3.1. Analiz yapılan HAA'ların LOD ve LOQ değerleri.	26
4.1. Çiğ somonda proksimet, pH ve TBARS analiz sonuçları.	28
4.2. Pişmiş somon örneklerinin total protein, total yağ, nem ve kül içerikleri.	30
4.3. Pişmiş somon örneklerinin pişirme ile oluşan pH, ağırlık kaybı ve iç sıcaklık değerleri.	32
4.4. Pişmiş somon örneklerinin TBARS değerleri.	33
4.5. Farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu oluşan heterosiklik aromatik amin miktarları.	35
4.6. Somon örneklerinin yağ, protein, nem ve kül içeriği, pH değeri, ağırlık kaybı, pişirme sıcaklığı, ekstrakt yüzdesi, TBARS değeri ve iç sıcaklık ile heterosiklik aromatik amin düzeyleri arasındaki ilişki.	38

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Yaklaşımlar ve Kapsam

Epidemiyolojik çalışmalarda, pişirme yöntemleri ile etin yüksek miktarda alınmasının meme, prostat, kolon ve pankreatik dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerinin artan riski ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (1-3). Heterosiklik aromatik aminler (HAA), et ve balık gibi protein açısından zengin besinlerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ile doğal olarak oluşan (4) ve ilk olarak 1977 yılında et ve balığın pişirilmesi ile oluşan kömürleşmiş kısımlarda tespit edilen bileşiklerdir (5).

Yiyeceklerde HAA oluşumunu etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörler bulunmaktadır. Fiziksel faktörler; yiyeceğin türü, miktarı, pişirme süresi, pişirme sıcaklığı, pişirme metodu, pişirme kabı, pH ve su aktivitesidir. Kimyasal faktörler ise; karbonhidratlar, serbest aminoasitler ve kreatin gibi öncü maddelerdir. Bunlara ek olarak, lipit, lipit oksidasyonu ve antioksidanlarda HAA'ların konsantrasyonunu etkilemektedir (6).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Merkezi (IARC), 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]kinolin (MeIQ), 2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-f]kinoksalin (MeIQx), 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridin (PhIP), 2-amino-9H-prido[2,3-b]indol (AαC), 2-amino-3-metil-9H-pyrido[2,3-b]indol (MeAαC), 3-amino-1,4-dimetil-5H-prido[4,3-b]-indol (Trp-P-1), 3-amino-1-metil-5H-prido[4,3-b]-indol (Trp-P-2) ve 2-amino-6-metilprido-[1,2-α:30,20-d]imidazol (Glu-P-1) “mümkün insan karsinojeni” olarak 2B sınıfında, 2-amino-3-metilimidazo[4,5-f]kinolin (IQ)’in ise “muhtemel insan karsinojeni” olarak 2A sınıfında yer aldığını bildirmiştir (7). Harman ve norharmanın mutajenik olmadığı, ancak mutajenik olan HAA’ların genotoksitesini arttırdığından dolayı ko-mutajenik olduklarını belirtilmiştir (8).

Heterosiklik aromatik aminlere maruziyetin en aza indirilmesi ve inhibitörlerinin belirlenmesinin önemli olduğu belirtilmiştir (9). Antioksidan içeriği nedeniyle üzüm çekirdeği (10), elma kabuğu polifenoller (11), yeşil çay (12), karabiber (13), kırmızıbiber (14), nar çekirdeği (15), zencefil ve zerdeçal (16) gibi bileşenlerin besinlerde HAA düzeylerini azalttığı yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir.

Koyu kahverengi bir renge sahip olan zeytin yaprağı ekstraktı, zeytin ağacının yapraklarından elde edilmektedir (17). Zeytin yaprağında yüksek miktarda linolenik asit ve yüksek konsantrasyonlarda Al, Ca, Fe, Cu, K, Mg, P ve S elementleri olduğu belirtilmiştir (18). Ayrıca, zeytin yaprağının antioksidan, antihipertansif, anti-aterojenik, anti-inflamatuar, hipoglisemik ve hiperkolesterolemik gibi özellikleri olduğu bildirilmiştir (19). Zeytin yaprakları başlıca oleuropein olmak üzere çok çeşitli fenolik türevlerini içermektedir. Oleuropein hidrolizi ile oleuropein aglycone, elenolik asit, hidroksitirozol (HT) ve bir glikoz molekülü oluşur. HT zeytin yaprağında en bol bulunan ikinci fenolik asittir (19, 20).

1.2. Amaç ve Varsayım

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstraktı (%0, %0,25, %0,5,%1, %2) eklemenin somon balığında HAA oluşumu üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Hipotez 1: Zeytin yaprağı ekstraktı ekleme somon balığında HAA'ların oluşumunu azaltır.

Hipotez 2: Pişirme sıcaklığı arttıkça somon örneklerinde HAA miktarı artar.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumu

Heterosiklik aromatik aminler (HAA) pişmiş et ve et ürünlerinde yaklaşık 40 yıl önce Japon bilim adamları tarafından keşfedilen (5) ve düşük seviyelerde (ng/g) bulunan bir grup mutajenik bileşiklerdir (3). İlk kez 1977’de tanımlanmış ve izole edilmiş 25’den fazla mutajenik/karsinojenik HAA bulunmaktadır (2, 21).

Heterosiklik aromatik aminlerin aminoimidazoazoarenler (AIA) ve aminokarbolinler olmak üzere iki temel yapısı bulunmaktadır. Aminoimidazoazoarenler 100-300°C arasındaki sıcaklıklarda besinlerin pişirilmesi esnasında oluşmaktadır ve bunlar aynı zamanda IQ tipi bileşikler veya termik HAA’lar olarak da adlandırılmaktadır. Aminokarbolinler ise 300°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda oluşmaktadır ve IQ tipi olmayan bileşikler ya da pirolitik HAA’lar olarak adlandırılmaktadır (22). Aynı zamanda AIA’lar HAA’ların polar gruplarıdır ve kreatin, aminoasit ve karbonhidrat reaksiyonlarından oluşur. Aminokarbolinler ise apolar gruplarıdır ve aminoasitlerin prolizi ile yüksek sıcaklıklarda oluşmaktadır (23). HAA’ların yapısı, kimyasal adı ve molekül ağırlığı tablo 2.1.’de verilmiştir. Ette en sık görülen HAA’lar PhIP, MeIQx, 4,8-DiMeIQx, IQ, MeIQ ve AαC olduğu belirtilmiştir (22).

Kızarmış etlerdeki mutajenik aktivitenin çoğunun, MeIQx, DiMeIQx ve IQ tarafından kaynaklandığı ve PhIP’in mutajenik aktivitesinin de daha yüksek pişirme sıcaklığında daha yüksek olduğu belirtilmiştir (24). Model sistem çalışmalarında fenilasetaldehit ve kreatininin PhIP molekülünün bir parçası olduğu gösterilmiştir. Fenilasetaldehit ve kreatinin karışımına formaldehit eklenmesi PhIP oluşumu on dokuz kat arttırdığı, formaldehit ve amonyanın aynı anda eklenmesiyle PhIP oluşumu elli kat arttırdığı bildirilmiştir (25).

Tahmin edilen HAA’lara maruz kalma düzeylerinde, et tüketimi, pişirme yöntemleri tercihleri ve bu gıdalarda belirlenen HAA seviyeleri göz önünde bulundurularak, günde kişi başına alımın 160-1800 ng arasında değiştiği bildirilmiştir (26).

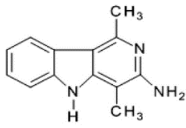
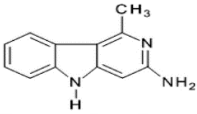
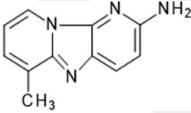
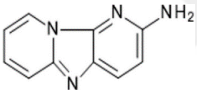
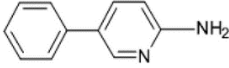
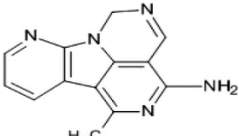
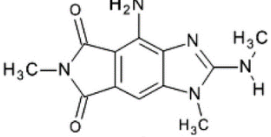
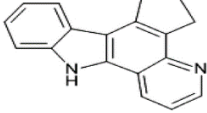
Tablo 2.1. Heterosiklik aromatik aminlerin yapısı, kimyasal adı ve molekül ağırlığı (22).

Yapısı	Kısaltması/Kimyasal adı	Molekül ağırlığı (g/mol) ve özelliği
2-Amino-imidazokinolinler		
	IQ 2-amino-3-metilimidazo[4,5-f]-kinolin	192.2 polar pKa 5.86 ± 0.40 ^c
	Iso-IQ 2-amino-1-metilimidazo[4,5-f]-kinolin	192.2 polar pKa 5.99 ± 0.40 ^c
	MeIQ 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]-kinolin	212.3 polar pKa 6.22 ± 0.40 ^c
2-Amino-İmidazokinokzalinler		
	IQx 2-amino-3-metilimidazo[4,5-f]-kinokzalin	199.3 polar pKa 1.96 ± 0.50 ^c
	8-MeIQx 2-amino-3,8-dimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin	213.3 polar pKa 2.20 ± 0.50 ^c
	4-MeIQx 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin	213.3 polar pKa 2.32 ± 0.50 ^c
	4,8-DiMeIQx 2-amino-3,4,8-trimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin	227.3 polar pKa 2.56 ± 0.50 ^c
	7,8- DiMeIQx 2-amino-3,7,8-trimetilimidazo[4,5-f]- kinokzalin	227.3 polar pKa 2.49 ± 0.50 ^c
	TriMeIQx 2-amino-3,4,7,8-tetrametilimidazo[4,5-f]- kinokzalin	241.3 polar pKa 2.85 ± 0.50 ^c
	4-CH2OH-8- MeIQx 2-amino-4-hidroksimetil-3,8- dimetilimidazo[4,5-f]-kinokzalin	243.3 polar pKa 2.17 ± 0.50 ^c 13.52 ± 0.50 ^d
	7-MeIgQx 2-amino-1,7-dimetilimidazo[4,5-g]- kinokzalin	213.2 polar pKa 3.95 ± 0.50 ^c
	7,9-DiMeIgQx 2-amino-1,7,9-trimetilimidazo[4,5-g]- kinokzalin	227.3 polar pKa 4.65 ± 0.50 ^c

Tablo 2.1. (Devamı) Heterosiklik aromatik aminlerin yapısı, kimyasal adı ve molekül ağırlığı.

Yapısı	Kısaltması/Kimyasal adı	Molekül ağırlığı (g/mol) ve özelliği
2-Amino-İmidazopridinler		
	PhIP 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]- pidin	224.3 polar pKa 7.72 ± 0.30 ^c
	4'-OH-PhIP 2-amino-1-metil-6-(4'-hidroksifenil)- imidazo[4,5-b]-pidin	240.6 polar pKa 7.79 ± 0.30 ^c 8.27 ± 0.15 ^d
	DMIP 2-amino-1,6-dimetilimidazo [4,5-b]-pidin	162.2 polar pKa 8.16 ± 0.30 ^c
	1,5,6-TMIP 2-amino-1,5,6-trimetillimidazo[4,5-b]- pidin	176.2 polar pKa 8.66 ± 0.30 ^c
	3,5,6-TMIP 2-amino-3,5,6-trimetilimidazo[4,5-b]-pidin	176.2 polar pKa 8.36 ± 0.30 ^c
	IFP 2-amino-1,6-dimetil-furo[3,2-e] imidazo[4,5- b]-pidin	202.3 polar pKa 7.52 ± 0.40 ^c
α-Karboniller		
	AαC 2-amino-9H-prido[2,3-b]indol	183.2 nonpolar pKa 6.79 ± 0.30 ^c 14.87 ± 0.40 ^d
	Me AαC 2-amino-3-metil-9H-prido[2,3-b]indol	197.2 nonpolar pKa 7.08 ± 0.30 ^c 15.25 ± 0.40 ^d
β-Karboniller		
	Harman 1-metil-9H-prido[3,4-b]indol	182.2 nonpolar pKa 8.62 ± 0.30 ^c 15.87 ± 0.40 ^d
	Nor-harman 9H-prido[3,4-b]indol	168.2 nonpolar pKa 7.85 ± 0.10 ^c 15.44 ± 0.30 ^d

Tablo 2.1. (Devamı) Heterosiklik aromatik aminlerin yapısı, kimyasal adı ve molekül ağırlığı.

Yapısı	Kısaltması/Kimyasal adı	Molekül ağırlığı (g/mol) ve özelliği
<i>γ-Karboniller</i>		
	Trp-P-1 3-amino-1,4-dimetil-5H-prido[4,3-b]-indol	211.3 nonpolar pKa 10.88 ± 0.10^c 16.02 ± 0.40^d
	Trp-P-2 3-amino-1-metil-5H-prido[4,3-b]indol	197.2 nonpolar pKa 10.59 ± 0.30^c 15.59 ± 0.40^d
<i>δ-Karboniller</i>		
	Glu-P-1 2-amino-6-metildiprido-[1,2-α:30,20-d]imidazol	198.2 nonpolar pKa 6.33 ± 0.30^c
	Glu-P-2 2-aminodiprido-[1,2-α:30,20-d]imidazol	184.3 nonpolar pKa 5.80 ± 0.30^c
<i>Diğer pirolitik HAA'lar</i>		
	Phe-P-1 2-amino-5-fenilpridin	170.2 nonpolar pKa 6.32 ± 0.13^c
	Orn-P-1 4-amino-6-metil-1H-2,5,10,10b-tetraazafluoranthene	237.3 nonpolar pKa 9.52 ± 0.20^c
	Cre-P-1 4-amino-1,6-dimetil-2-metilamino-1H,6H-pirrol- [3,4-f]benzimidazol-5,7-dion	259.3 nonpolar pKa 4.83 ± 0.20^c
	Lys-P-1 3,4-siklopenten-prido[3,2-α]karbazol	258.3 nonpolar pKa 6.87 ± 0.20^c 15.83 ± 0.20^d

2.2. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Heterosiklik aromatik aminlerin oluşumuna ve miktarına öncü maddeler (karbonhidratlar, serbest aminoasitler, kreatin), pişirme sıcaklığı, pişirme yöntemi, pişirme süresi, yağ içeriği ve lipid oksidasyonu, marinasyon ve antioksidanlar etki etmektedir (4, 13, 27).

2.2.1 Öncü madde düzeyleri

Heterosiklik aromatik aminlerin her iki grubunun da oluşumu için, aminoasit, şeker ve kreatin gibi öncü maddelerin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu öncü maddelerin miktarlarındaki değişmelerin, proteinli yiyeceklerde HAA oluşumunu azaltmada etkili bir rol oynadığı düşünülmektedir (28).

Ete uygulanan ısı işlem sırasında eklenen kreatin / kreatinin miktarı ne kadar yüksekse, HAA oluşumunun o kadar yüksek olduğu bildirilmiştir (22). Şeker seviyeleri kreatin seviyelerinden fazla olduğu zaman, şekerin HAA oluşumu üzerine inhibe edici etkisi olduğu belirtilmiştir (29). Şeker olmayan model sistemlerde PhIP oluşumunun en fazla olduğu gözlemlenmiştir (30). Farklı et türleriyle yapılan bir çalışmada, kreatin/glukoz oranının PhIP seviyeleriyle doğrusal olarak korelasyonda bulunduğunu ve marinasyonda kullanılan glukozun eklenmesi ızgara etlerde özellikle tavukta PhIP oluşumunu önlediği bildirilmiştir (31). Kuru model sistemlerinde de glukozun yüksek miktarları, IQx ve MeIQx oluşumunu azalttığı bildirilmiştir (32). Tavuk göğüs eti örneklerinin, sofr şeker, kahverengi şeker ve bal ile 4 ° C'de 24 saat süreyle marine edildikten sonra sofr şeker ile marine edilen örneklerde, kahverengi şeker ile marine edilene göre daha fazla HAA oluşumu gözlenmiştir. Glukoz ve früktozdan zengin olan balın, HAA oluşumunu önlemede en etkili indirgen şeker olduğu sonucuna varılmıştır (1). Pirinç nişastas ve kısa zincirli amilozun, model sistemde PhIP oluşumunu azalttığı ve bu etkinin amilozda mısır nişastasına göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu azalma, nişastanın glukoz kalıntılarının kreatinin amino grubu ile yoğunlaşp N-glikosil konjüгат oluşturmasıyla açıklanmıştır (33). Farklı oligosakkaritler ile yapılan bir çalışmada, oligosakkaritlerin pişmiş et ürünlerinde HAA oluşumunu azalttığı rapor edilmiştir (34).

Öncü maddelerin konsantrasyonu, su yüzdesi, şeker miktarı ve şekerin türünün HAA oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, %5 su içeren model sisteme laktoz eklemenin MeIQx miktarını arttırdığı bulunmuştur. HAA oluşumunun arttırılmasının nedeni, şekerlerin karamelizasyona uğraması ve ayrıca treonin ile reaksiyona girerek, model sistemde HAA oluşumunu daha da arttırması olduğu bildirilmiştir (35).

Serbest aminoasitler de kreatinin gibi HAA oluşumu için gereklidir. Serbest aminoasitler, kreatinin ve glukoz içeren model sistemlerde ısıtıldığında mutajenik aktivite gösterirler (22). Et ekstraktlarına eklenen kreatin, glukoz ve glisin, alanin, fenilalanin gibi aminoasitlerin etkisi 200°C'de 30 dakika ısıtılarak test edilmiştir ve HAA oluşum miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir (36). Aminoasitlerin model sistemlerde HAA'lar ile birlikte katım (DNA ile birleşmesi sonucu oluşan kompleks) oluşturduğu rapor edilmiştir. Glisinin PhIP ile 200 ° C'de 5 dakika içinde katım oluşturduğu, prolinin HAA'lar ile katım oluşturduğu ve serin, sistein ve lizinin ise katım oluşturmalarının zor olduğu gözlemlenmiştir. Bu katımların HAA'ların kanserojenik riskini değerlendirmede önemli bir faktör olabildiği rapor edilmiştir (37).

Fenilalanin ve kreatin reaksiyonları ile PhIP'in oluştuğu bildirilmiştir. Fenilalanin reaktif karbonillerin varlığında kolayca fenilasetaldehite dönüşerek PhIP oluşumundaki ara basamağı oluşturur (38, 39). Reaktif karboniller karbonhidratlardan (40), lipidlerden (41) ve aminoasitlerden (42) oluşmaktadır. Yağ oksidasyonunun bir bileşiği olan 4-oxo-2-nonenal varlığında, metionin, serin ve glisin eklenmesi PhIP oluşumunu arttırdığı, ancak sistein, lizin, triptofan, histidin, tirozin ve alanin eklenmesi PhIP oluşumunu azalttığı bildirilmiştir (41). HAA miktarının serbest aminoasitlerin içeriği ile korelasyon gösterdiği (43) ve serbest aminoasitler (özellikle löysin, izolöysin, fenilalanin ve tirozin) ile kreatinin artması PhIP oluşumunu arttırdığı rapor edilmiştir (44). Azotlu bazlar ve nükleosidlerde, serbest aminoasitlerden daha fazla HAA oluştuğu belirtilmiştir (45). Triptofanın, harman ve norharman için önemli bir öncü madde olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda kuru model sistemlerde eklenen triptofanın PhIP oluşumunu azalttığı ve IQx bileşiklerinin oluşumunu arttırdığı rapor edilmiştir (32).

Kreatinin ve fenilasetaldehit model sisteminde bazı katyonların (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} ve Fe^{+3}) PhIP oluşumu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; Ca^{+2}

ve Mg^{+2} PhIP oluşumunu arttırdığı, Fe^{+2} ve Fe^{+3} ise PhIP oluşumunu azalttığı gözlemlenmiştir ve Fe^{+3} kreatinin ile kompleks oluşturarak, fenilasetaldehitte reaksiyonuna engel olduğundan PhIP oluşumunu baskıladığı bildirilmiştir (46). Kreatinin, glisin ve glukoz içeren başka bir model sistem çalışmasında ise demirin eklenmesi ile MeIQx, IQx ve 7,8-DiMeIQx oluşumunda artış gözlemlenmiştir (47).

Heterosiklik aromatik amin oluşumunu etkileyen diğer bir faktörde su içeriğidir. Kuru ortamlarda PhIP oluşumu gerçekleşirken, MeIQx oluşumu sulu ortamlarda gerçekleşmektedir (44). Yapılan bir çalışmada, %12 tuz/fosfat, %12 su enjekte ettikleri domuz fletolarıyla hiçbir şey enjekte edilmeyen domuz fletolarının HAA oluşumları araştırılmıştır. Tuz/fosfat enjekte edilen domuz fletolarında PhIP (%42.7), MeIQx (%79) ve DiMeIQx (%75) seviyelerinin önemli ölçüde azaldığı, ancak su enjekte edilen örneklerde HAA miktarında azalma olmadığı bildirilmiştir (48).

Polak ve ark. (49) yaptığı çalışmada, etin olgunlaşması ile öncü maddelerin miktarında değişimler olduğunu ve kreatin önemli ölçüde azalırken, kreatinin ve toplam serbest aminoasitlerin miktarı arttığını böylece olgunlaşma ile HAA miktarının arttığını bildirilmiştir.

2.2.2. Pişirme Sıcaklığı ve Süresi

Pişirme süresi ve sıcaklığı HAA oluşumu için önemli faktörlerdir ve diğer faktörlerden daha büyük etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (36, 50, 51). Yüksek sıcaklıklar ve pişirme süresinin uzaması HAA oluşumunu arttırmaktadır (52, 53). Sıcaklık ve sürenin HAA oluşumu üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada farklı sıcaklık (160°C, 180°C, 200°C ve 220°C) ve sürelerde (5-20 dk) pişirilen et örneklerinde 160°C'de 5 dk pişirilen örneklerde HAA oluşumu çok az miktarda olduğu ve 180°C, 200°C ve 220°C'de 20 dk sonra polar ve polar olmayan HAA'ların oluştuğu belirtilmiştir. MeIQx'in en yüksek miktarı (23.93 ng/g) 220° C'de 20 dk pişirilen sığır etinde gözlemlenmiştir. Mutajenik maddelerin oluşması için gereken sıcaklık aralığına yaklaşık 5 dakika sonra ulaşıldığı bildirilmiştir. Sadece pişirme sıcaklığının ve süresinin artmasının HAA oluşumunu arttırdığı gösterilmiştir (50). Yapılan benzer bir çalışmada da farklı sıcaklık ve sürelerde etler pişirilmiş ve 200°C'de 30 dk pişirilen etlerde en fazla PhIP oluşumu gözlemlendiğini bildirilmiştir (36).

Treonin, glukoz ve kreatin içeren model sistemde MeIQx ve DiMeIQx oluşumu üzerine sıcaklık ve sürenin etkisine bakıldığı bir çalışmada, 125° C-250° C'de 2 saat süre ile işlem görmüş ve 150° C'nin altındaki sıcaklıklarda MeIQx ve DiMeIQx oluşumu gözlenmediği, ancak 150 ile 200°C arasındaki sıcaklıklarda, AIA konsantrasyonlarının işlem süresi ile arttığı rapor edilmiştir (54).

2.2.3. Pişirme Yöntemi

Pişirme yöntemi, mutajenik aktivitenin oluşumu üzerinde önemli bir etkiye sahip bir diğer faktör olduğu belirtilmiştir (2). Pişirme yöntemleri araştırıldığında, derin yağda kızartma, haşlama, fırında pişirme ve mikrodalgada pişirme yöntemlerinin, tavada pişirme ve ızgarada pişirme yöntemlerine göre daha az HAA oluşumu gözlemlenmiştir (55). HAA oluşumunun, tavada kızartma ile özellikle 225°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda oluştuğu bildirilmiştir (21).

Tavukta HAA oluşumu üzerine farklı pişirme yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, tavada kızartma, derin yağda kızartma, kavurma ve ızgara yöntemleri uygulanmıştır. Kömür ızgaraları ve tavada kızartma yöntemlerinin, diğer yöntemlere göre daha yüksek miktarda HAA ürettiği belirlenmiştir (56). Hindi etiyle yapılan başka bir çalışmada da yağda kızartma ve fırında pişirme yöntemlerinde daha yüksek miktarda HAA saptanmıştır (57).

Pişirmeden önce mikrodalga fırınlarla yapılan ön işlemlerin, yağ, su ve HAA öncülerini azalttığı için bazı IQ ve IQx türlerinin oluşumunu azalttığı gözlemlenmiştir (58). Jinap ve ark. (59) tavuk ve sığır etine ızgara ve mikrodalga ön işleminden sonra ızgara yöntemlerini uygulamış ve mikrodalga ön işlemi yaptıktan sonra yapılan ızgara ile tavuk ve sığır etindeki HAA oluşumunun daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Öz ve ark. (60) kızartılmış balıkların en yüksek HAA miktarı içerdiğini ve mikrodalga ile pişirilen balıklarda HAA saptanmadığını belirtmiştir. Buna benzer başka bir çalışma da mikrodalgada pişirilen tavuk ve balıkların en düşük toplam HAA miktarına sahip olduğu bildirilmiştir (4).

Sous-vide pişirme yönteminin sığır pirzolarındaki HAA oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sous-vide yöntemiyle 75°C, 85°C ve 95°C 'de 2

ve 4 saat süreyle örnekler pişirilmiştir. Bu yöntem ile çok uzun süre pişirilen etlerde dahi HAA oluşumunun çok düşük seviyelerde olduğu belirtilmiştir (61).

Farklı tür etlerin (sığır, tavuk, domuz eti) farklı pişirme yöntemleriyle (tavada kızartma, fırında kızartma ve fırında pişirme) pişirilmesi sonucu oluşan HAA konsantrasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada, pişmiş etteki HAA'ların içeriği ve türü pişirme koşullarına göre değişmektedir. İyi pişmiş etlerde oluşan HAA miktarının az pişmiş etlere göre 3.5 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (62).

Çeşitli balıklarda (Somon, uskumru, sardalya, mezgit, alabalık ve levrek), farklı pişirme yöntemlerinin (mikrodalga, kuru ısıda pişirme, fırında pişirme ve barbekü) HAA oluşumu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, balık türlerinin HAA içeriği üzerine etkisi olmadığı ve barbekü yapılan örneklerde en yüksek HAA miktarı gözlemlendiği belirtilmiştir (63).

Üç farklı türdeki ette (sığır eti, tavuk eti, koyun eti), farklı pişirme yöntemlerinin (tavada kızartma, derin yağda kızartma, kömür ızgara, fırında pişirme gibi) HAA oluşumu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Kömür ızgara ve derin kızartma yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha fazla HAA içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Pişmiş etteki HAA'ların türü ve miktarı pişirme yöntemine ve şartlarına göre değişmektedir (64).

2.2.4. Yağ İçeriği ve Lipit Oksidasyonu

Yağ içeriği HAA oluşumunda önemli bir diğer etmendir. HAA öncü maddeleri olan kreatin/kreatinin, karbonhidratlar ve serbest aminoasitler yağ içeriği düşük ette daha çok bulunmaktadır. Yağ içeriği artması ile öncü maddelerin düzeyi azalacağından Ames testindeki mutajenik aktivitede de azalma gözlenmektedir (22). Yağ içeriğinin artmasıyla HAA konsantrasyonu azalmaktadır (65, 66). Farklı oranda yağ içeren köftelerle (%5, %15) yapılan bir çalışmada, %5 yağ içeren köftelerde daha fazla HAA oluşumu gözlemlenmiştir (66).

Yapılan bir çalışmada, farklı yağlarla (tereyağı, margarin, sıvı margarin, kolza tohumu yağı ve ayçiçek yağı) kızartılmış etlerdeki HAA içeriğinin analizi ve kızartma yağlarının HAA oluşumuna etkisi incelenmiştir. Kullanılan kızartma yağlarının HAA oluşumu üzerine az bir etkiye sahip olduğu ve diğer yağlara göre ayçiçek yağı veya margarin de kızartılan etlerde HAA oluşumunun daha düşük olduğu belirtilmiştir (67).

Kreatinin, fenilalanin ve yağları içeren bir model sistemde PhIP oluşumunu gözlemleyebilmek için 200°C'de 1 saat ısıtılmıştır ve lipit oksidasyonu sonucu oluşan birçok bileşiğin PhIP oluşumunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Oksitlenmiş lipidlerin, model sistemlerde PhIP oluşumuna olan katkısı, birçok karbonhidratinkine benzer şekilde olduğu rapor edilmiştir (68).

Başka bir çalışmada da, domuz köftesinin yağının %40'ı sırasıyla zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve üzüm çekirdeği yağı ile değiştirilip 180°C ve 220 ° C'de pişirildikten sonra HAA içerikleri karşılaştırılmıştır. Üzüm çekirdeği yağı, köftede MeIQx, 4,8-DiMeIQx ve PhIP'i tamamen inhibe ederken, zeytinyağı ve ayçiçek yağı değişimi MeIQ oluşumunu tamamen engellediği gözlemlenmiştir. Üzüm çekirdeği yağının, ayçiçek yağı ve zeytinyağı ile karşılaştırıldığında en yüksek inhibisyon kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir (69).

Farklı sıcaklıklarda (150, 200 ve 250°C) pişirilen köfte örneklerine farklı oranlarda (%0, %0.05, %0.1, %0.25 ve %0.5) konjuge linoleik asit eklenerek HAA oluşumunun gözlemlendiği bir çalışmada, 250°C'de pişirilen köfte örneklerine %0.25 oranında konjuge linoleik asit (KLA) kullanımının total HAA miktarını büyük ölçüde azalttığı bildirilmiştir (70).

2.2.5. Marinasyon

Marinasyon etlerde pişirme öncesi uygulanan yaygın bir işlemdir. Birçok araştırmacı HAA oluşumu üzerine marinasyonun etkisini araştırmıştır. Yapılan bir çalışmada, kahverengi şeker, zeytinyağı, elma sirkesi, sarımsak, hardal, limon suyu ve tuzdan oluşan karışımla tavuk etini marine ederek marine edilmeyen örneklerle HAA içeriği açısından karşılaştırılmıştır. Marine edilen örneklerde marine edilmeyen örneklere göre PhIP de %92-99 oranında azalma olduğu bildirilmiştir (71). Yapılan başka bir çalışmada, soya sosu, susam yağı, şeker, sarımsak ve soğan tozu ile marine edilen tavuk etinde ızgara yapıldıktan sonra HAA oluşumunun azaldığı gösterilmiştir (72).

Antioksidanlardan zengin baharat veya bitkilerle marine edilen sığır eti ızgara da pişirildikten sonra total HAA miktarının yaklaşık %88 oranında azaldığı gözlemlenmiştir (73). Marinasyon işlemi ile HAA oluşumu azalmaktadır (74), ancak

marinasyon süresinin artması pişmiş etlerde HAA oluşumu üzerine herhangi bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (75).

2.2.6. Antioksidanlar

Antioksidanlar, HAA oluşum mekanizması ve Maillard reaksiyonunda oluşan serbest radikalleri tutarak HAA oluşumunu azaltabilmektedir (29, 76). Ayrıca antioksidanlar, HAA'ların metabolik sürecinde metabolik aktivasyonu inhibe ederek, detoksifikasyon enzimlerini uyararak, reaktif molekülleri temizleyerek ve DNA tamir mekanizmalarında ve tümör gelişim sürecinde yer alan hücre içi süreçleri modüle eden baskılayıcı ajanlar olarak görev almaktadır (76). Antioksidanlar olduğu bilinen çeşitli katkı maddelerinin inhibitör etkisini değerlendirmek için çok fazla araştırma yapılmıştır. Bu katkı maddelerinin çoğunlukla marinasyonda kullanıldığı ve bunların çoğunlukla bitki özleri, baharatlar, yağlar ve otlardan oluştuğu bildirilmiştir (28).

Ete eklenen bazı katkı maddeleri flavonoid bileşimleri nedeniyle HAA oluşumunu önleyici etki göstermektedir. Çoğunlukla flavonoidden oluşan üzüm çekirdeğinin (0.6g/100g) inhibitör etkisi araştırılmış ve kızarmış dana köftesinde PhIP içeriğinde %90, MeIQx içeriğinde %68 azalmanın olduğu gözlemlenmiştir (77). Yapılan başka bir çalışmada, üzüm çekirdeği AIA'ları inhibe ederken, harman ve norharman gibi prolitik HAA'lara etki etmediği gözlemlenmiştir. Üzüm çekirdeği ekstraktı (%0.1) ve üzüm çekirdeği içeren lipozomlar (%1 ve %5) ile marine edilerek kızartılmış sığır etinden yapılan köftelerde PhIP ve MeIQx içeriğinin anlamlı bir şekilde azaldığı rapor edilmiştir (78).

Flavonoidler ve fenoliklerden zengin olan ebegümeci ekstraktları (0.8g/100g) ile marine edilmiş sığır etinde MeIQx değerinin yaklaşık olarak %50 azaldığı bildirilmiştir (79). Flavonoidler açısından zengin olan elma kabuğu ekstraktı, MeIQx (%76.1) ve PhIP (%82.1) oluşumunu azalttığı belirtilmiştir (80). Yapılan başka bir çalışmada, elma kabuğu ekstraktının tavada kızartılmış sığır eti köftelerinde (%0.3), MeIQx i %68, PhIP i %83 ve DiMeIQx i %56 oranında azalttığı gözlemlenmiştir (11).

Yapılan bir çalışmada 191 °C ile 204 °C'lerde pişirilen sığır köftelerinde kullanılan biberiye ekstraktı MeIQx (%92) ve PhIP(%85)'in seviyesini önemli derecede azalttığı görülmüştür (81). Başka bir çalışmada eklenen biberiye ekstraktı

(1.5 g/kg) 230 °C’de kızartılan dana köftesinde MeIQx (%57) seviyesini önemli derecede azalttığı rapor edilmiştir (77). Biberiye, mercanköşk, kekik, fesleğen ve kişniş gibi çeşitli baharat türlerinin sığır eti numunelerine eklenmesi ile HAA oluşumu arasındaki ilişki incelendiğinde kekik ve mercanköşkün PhIP oluşumunu azalttığı, fesleğenin PhIP oluşumunu arttırdığı ve Trp-P-2 oluşumunu azalttığı bildirilmiştir (82).

Sekiz farklı diyet flavonoidinin total HAA ve PhIP oluşumunu önemli ölçüde azalttığı ve bu flavonoidlerden florizin ve epigallokateşingallat (EGCG)’ın en güçlü inhibitör özellik gösterdiği bildirilmiştir (83). Kreatin ve fenilalanin model sistemlerinde PhIP oluşumu üzerine 10 flavonoidin inhibitör etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bazı flavonoidlerin serbest radikalleri tutarak PhIP oluşumunu engellediği gözlemlenmiştir (84). Kreatin ve fenilalanin içeren başka bir model sistem çalışmasında, naringenin flavonoidinin eklenmesiyle PhIP oluşumunda azalma gözlemlenmiştir (38). Fenilalanin, kreatin ve okside lipit model sistemlerinde PhIP oluşumu üzerine 25 fenolik bileşiğin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, fenolik bileşiklerin meta dihidroksi türlerinin PhIP oluşumunu önleme de en etkili inhibitör olduğu bulunmuştur (85).

Marinasyonda yaygın olarak kullanılan ve yaygın olarak tüketilen şarap ve bira, flavonoidlerin önemli bir kaynağıdır. 100 g biftek 350 ml bira ya da kırmızı şarap ile 6 saat boyunca marine edilmesiyle kızartma sonrası biftekte PhIP miktarında %88 oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir (86). Bira ile marinasyon yapılan başka bir çalışmada, biranın domuz etinde ızgara işlemi sonrası HAA oluşumunu azalttığı gözlemlenmiştir (87).

Epigallokateşingallatın PhIP oluşum mekanizmasının ara ürünü olan fenilasetaldehiti engelleyerek PhIP oluşumunu inhibe ettiği gösterilmiştir. Fenilasetaldehit oluşumu, kontrollere kıyasla yaklaşık %90 oranında bastırılmış ve böylece PhIP oluşumunun inhibisyonu açıklanmıştır. Epigallokateşingallatın en etkili PhIP inhibitörlerinden biri olduğu rapor edilmiştir (88). Yeşil çay solüsyonunda (1g/125ml) 6 saatlik marine edilen sığır etinde HAA oluşumunu yaklaşık %70 oranında azaltıldığı bildirilmiştir (89). Yeşil çay ekstraktı ve zeytinyağı eklenmiş yeşil çay ekstraktının HAA oluşumu üzerindeki etkisinin incelendiği başka bir çalışmada,

zeytinyağı eklenen yeşil çay ekstraktının bulunduğu örneklerde, sadece yeşil çay ekstraktının bulunduğu örneklerle göre daha az miktarda total HAA oluşumu gözlenmiştir (12).

Karabiber, yüksek miktarda antioksidan içerir ve HAA oluşumu sırasında oluşan serbest radikaller antioksidanlar tarafından tutulmaktadır. %1 oranında eklenen karabiberin, 225 ° C'de kızartılmış köftelerde PhIP oluşumunu %100 engellediği ve total HAA oluşumunu da %12-100 arasında engellediği bildirilmiştir (13). Kırmızıbiber çoğunlukla quercetin ve luteolin gibi flavonoidlerden oluşur. Antioksidan özelliklerine dayanılarak yapılan bir çalışmada, sığır etine kızartılmadan önce %1 oranında kırmızıbiber eklenilmiş ve kırmızıbiberin 225 ° C'de kızartılmış ette total HAA oluşumunun %75-100 arasında engellediği rapor edilmiştir (14).

Yapılan bir çalışmada, soğan, sarımsak ve limon suyunun sığır etinden yapılmış köftelerin yüzeyine eklenmesi ile HAA arasındaki ilişki incelendiğinde sarımsağın köftedeki MeIQx içeriğini yaklaşık %70 oranında azalttığı, soğan ve sarımsağın MeIQx için güçlü bir inhibitör olduğu gösterilmiştir. HAA oluşumunu azaltma yüzdeleri soğan, sarımsak ve limon suyu için sırasıyla %31.2, %28.6 ve %14.6 olarak bulunmuştur (90).

Yerel baharatlar (zerdeçal, zencefil, limon otu ve köri yaprakları) ile sığır etini marine ederek HAA oluşumunu azaltmaya yönelik yapılan bir çalışmada, zerdeçalın (4g/100g) sığır eti ile marinasyonunda en fazla IQ seviyelerini azalttığı gözlenmiştir. Farklı HAA seviyelerini azaltmada zerdeçalın en etkili konsantrasyonu %4 iken, zencefil, limon otu ve köri yapraklarının en etkili konsantrasyonu %10 olduğu belirlenmiştir. Kullanılan baharatların ızgara etlerde HAA oluşumunu önemli ölçüde düşürdüğü gözlenmiştir (91).

Enginar ekstraktı (92), kiraz ekstraktı (93), şeker kamışı melasının fenolik bileşikleri (94), nar çekirdeği ekstraktı(15), çin biberi (95), niasin ve askorbik asit (40), E vitamini (96, 97), zerdeçal ve zencefil (98), karanfil ve tarçın (99), çay ekstraktı (100), selüloz lifleri (101), alıç ekstraktı (102), bambu yapraklarının antioksidanları (103) gibi bileşenlerin besinlerde HAA düzeylerini azalttığı çalışmalarla rapor edilmiştir.

2.3. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Metabolizması ve Karsinojenitesi

Heterosiklik aromatik aminler organizmada metabolize olduktan sonra genotoksik etkilerini gösterebilmektedirler. Heterosiklik aromatik aminlerin mutajenitesi, kimyasal yapıya ve HAA'ların reaktif nitrenium iyonunu oluşturmak için N-oksidasyona girme kabiliyetine bağlı olduğu belirtilmektedir (104). Nitrenium iyonu DNA ile birleşebilir ve mutasyonlara neden olabilir. Bu mutasyonlar daha sonra tümörlere neden olabilmektedir (22). HAA'ların metabolik aktivasyonu, sitokrom P450'lerin genotoksik N-hidroksi-HAA metabolitlerini üretmek için HAA'ların ekzosiklik amin gruplarının oksidasyonunu katalize etmesiyle başlamaktadır. Hepatik P450 1A2 ve ekstrahepatik P450 1A1 ve 1B1, bu reaksiyonu katalize eden başlıca P450'ler olduğu belirtilmiştir (104). N-hidroksi-HAA metabolitleri, doğrudan DNA ile reaksiyona girebilir, ancak sırasıyla N-hidroksilasyon basamağını, genellikle sülfotransferaz 1A1 (SULT1A1) tarafından katalizlenen sülfasyon ve N-asetiltransferaz (NAT) tarafından katalizlenen asetilasyon basamaklarını takip edebileceği bildirilmiştir (2). İleri transformasyona uğrayarak kararsız ester ve DNA ile etkileşime girerek katım oluşturabildiği ya da proteinlerle veya diğer hücrel öğelerle etkileşime geçebileceği bildirilmiştir (105).

N-hidroksi-HAA'lar ayrıca stabil glukuronid konjugatlarını oluşturmak için UDP-glukuronosil transferazlar (UGT'ler) ile detoksikasyona uğrarlar (106). UDP-glukuronosil transferaz tarafından oluşturulan polar bileşiklerin reaktif olmadığı belirtilmiştir. Bu reaktif olmayan bileşiklerin de safra ya da idrarla vücuttan atıldığı bildirilmiştir (107).

Heterosiklik aromatik aminlerden, IQ, MeIQ, MeIQx, PhIP, Trp - P - 2, Glu - P - 1 ve MeAaC'nin DNA'da meydana gelen guanidin bazları ile katım oluşturabildiği belirtilmiştir (22). N-hidroksi-HAA türevlerinin DNA ile tepkimesi, deoksiganosin (dG) üzerinde gerçekleşir. Bağ oluşumu, dG'nin C-8 atomu ve HAA'nın oksitlenmiş, ekzosiklik amin grubu arasında meydana geldiği ve dG-C8-HAA katımı olduğu belirtilmektedir. DNA eklentileri aynı zamanda dG'nin N2 atomunda ve IQ ve MeIQx'in heterosiklik halka yapılarının C-5 atomunda da oluşabildiği belirtilmektedir (104).

Hayvan deneylerinde HAA'ların sıçan ve farelerde kanserojen etki gösterdiği belirtilmiştir (22). Hayvan deneylerine dayanarak, Uluslararası Kanser Araştırmaları

Merkezi (IARC), MeIQ, MeIQx, PhIP, AαC, MeAαC, Trp-P-1, Trp-P-2 ve Glu-P-1 “mümkün insan karsinojeni” olarak 2B sınıfında, IQ’yu ise “muhtemel insan karsinojeni” olarak 2A sınıfında yer aldığı bildirmiştir (7).

İnsanlar üzerinde yapılan epidemiyolojik çalışmalar iyi pişmiş etin yüksek miktarda tüketiminin çeşitli kanser riskleri ile ilişkilendirmiştir (108). Yapılan bir çok vaka-kontrol çalışmasında iyi pişmiş et tüketiminin kolorektal kanser riskinin artmasıyla anlamlı ilişkili olduğu belirtilmiştir (109-111). Başka çalışmalarda da iyi pişmiş et tüketiminin akciğer, prostat ve meme kanserlerinin riskini arttırdığı bildirilmiştir (112-114). Ancak iyi pişmiş et tüketimi ile meme kanseri riski arasında anlamlı bir ilişki olmadığını saptayan çalışmalar da mevcuttur (115, 116).

Bununla birlikte, HAA alımı ve insanlarda farklı tümör türlerinin gelişimi arasında bir bağlantı olduğunu kanıtlamak zordur. İnsanlar tarafından alınan HAA'ların miktarı, deney hayvanlarının aldığı miktarlardan çok daha küçüktür. Uzun süreli hayvan çalışmalarının mevcut sonuçları, HAA'ların insanlarda alımları için belirli bir eşik değeri belirlemek için kullanılamaz (22).

2.4. Somon Balığı ve Besin Ögesi İçeriği

Somon balığı yüksek protein, çoklu doymamış yağ asitleri, özel karotenoid pigmenti olan astaksantin ve D vitamini içeriği nedeniyle sağlıklı bir balıktır (117). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'na (USDA) göre çiğ somon balığının 100 gramında bulunan besin ögesi içerikleri tablo 2’de verilmiştir.

Somon yağı ana bileşen olarak % 75 oranında trigliseritleri, % 17 oranında digliseritleri ve küçük bileşenler olarak monogliseritleri içerir. Somon yağında bulunan baskın yağ asitleri olan oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve α-linolenik asitin oranları sırasıyla % 39, % 17, % 11 ve % 5 olarak bildirilmiştir. Genel olarak, tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) sırasıyla % 44 ve % 34 olduğu belirtilmiştir (118).

Bir karotenoid olan astaksantin antioksidan, anti-inflamatuar, anti-diyabetik, antihipertansif, antikanser gibi aktiviteleri bulunmaktadır (119). Karotenoidlerdeki okso fonksiyonel grup sayesinde pro-oksidatif etki göstermediği ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Astaksantin antioksidan

aktivitesinin, zeaksantin, lutein, β -karoten ve α -tokoferolden 100 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir (119).

Tablo 2.2. Çiğ somon balığının 100 gramındaki besin ögesi içerikleri (120).

Besin Ögesi	100 g için
Su (g)	68,5
Enerji (kkal)	142
Protein (g)	19,84
Total yağ (g)	6,34
Karbonhidrat (g)	0
Lif (g)	0
Kalsiyum, Ca (mg)	12
Demir, Fe (mg)	0,8
Magnezyum, Mg (mg)	29
Fosfor, P (mg)	200
Potasyum, K (mg)	490
Sodyum, Na (mg)	44
Çinko, Zn (mg)	0,64
C vitamini (mg)	0
Tiamin (mg)	0,226
Riboflavin (mg)	0,38
Niasin (mg)	7,86
B ₆ vitamini (mg)	0,818
Folat (μ g)	25
B ₁₂ vitamini (μ g)	3,18
A vitamini (IU)	40
Doymuş yağ asitleri (g)	0,981
Tekli doymamış yağ asitleri (g)	2,103
Çoklu doymamış yağ asitleri (g)	2,539
Kolesterol (mg)	55

Astaksantinin günlük maksimum alımı 4 mg olarak belirtilmiştir (121). Yapılan bir çalışmada yetişkin insanlarda astaksantin (6 mg / gün) uygulanması ile

herhangi bir yan etki olmadığı bildirilmiştir (122). Astaksantin genotoksik olmadığı ve yüksek alımlarda güvenle tüketilebileceği belirtilmiştir (123).

2.5. Zeytin Yaprağı Ekstraktı ve Sağlık İlişkisi

Zeytin yaprağı ekstraktı, zeytin ağacının yapraklarından elde edilen koyu kahverengi bir renge ve acı bir tada sahiptir (17). Zeytin yaprakları çok çeşitli fenolik türevlerini içerir ve basit fenollerden (en yaygın ve önemli düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşikler), flavonoidlerden (flavonlar, flavanonlar, flavonoller, 3-flavanoller) ve secoiridoidlerden oluşur. Secoiridoidler, zeytin yaprağı polifenollerinin yaklaşık %85'ini oluşturur. Zeytin yaprağındaki secoiridoidlerde en çok bulunan oleuropein'dir. Oleuropein hidrolizi ile oleuropein aglycone, elenolik asit, hidroksitirozol (HT) ve bir glikoz molekülü oluşur. HT zeytin yaprağında en bol bulunan ikinci fenolik asittir (19, 20). Zeytin yaprağında linolenik asit yüksek olmak üzere oleik asit ve linoleik asit de bulunmaktadır (18). Zeytin yapraklarında yüksek konsantrasyonlarda bulunan elementler Al, Ca, Fe, Cu, K, Mg, P ve S olduğu belirtilmiştir (18). Zeytin yaprağının antioksidan, antitoksik ve antikanser gibi önemli etkileri vardır. Ayrıca antimikrobiyal ve antiviral etkileri olduğu kadar sinir sistemi, endokrin sistemi, gastrointestinal sistem ve kardiyovasküler sistem üzerine de etkileri vardır. Geleneksel tıpta zeytin yaprağı ekstraktı hipertansiyon, diyabet ve aterosklerozun önlenmesi ve tedavisinde de kullanılmaktadır (19).

Diyabetik ratlarda zeytin yaprağı ekstraktı böbrek ve karaciğer fonksiyonunu iyileştirerek ve hipoglisemik bir etki göstererek diyabetik durum üzerine iyileştirici bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (124). Orta yaşlı erkek bireylerde yapılan bir çalışmada da zeytin yaprağı ekstraktının insülin duyarlılığında %15'lik ve pankreatik β -hücre duyarlılığında ise %28'lik bir iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir (125).

Zeytin yaprağı ekstraktının, proinflatuar sitokinlerin mRNA ekspresyonunu baskılayarak ve insülin reseptör substratı 1 ekspresyonunu yükselterek insülin direncini azaltabileceği gösterilmiştir (126).

Prehipertensif orta yaşlı 60 erkek birey ile yapılan randomize kontrollü bir çalışma da altı hafta boyunca bir grup hastaya zeytin yaprağı ekstraktı verilirken diğer grupta bulunan hastalara da polifenol içermeyen bir diyet uygulanmıştır. Zeytin yaprağı ekstraktının kan basıncını ve plazma lipid profillerini olumlu yönde etkilediği

gösterilmiştir (127). Yapılan başka bir çalışmada, hipertensif sıçanlarda oleuropeinin günlük 60 mg/kg düzeyinde sekiz hafta boyunca verilmesi kan basıncını düşürdüğü belirtilmiştir (128).

Yapılan bir çalışmada miyokard infarktüsü geçiren sıçanlarda oleuropeinin kardiyoprotektif etkisi değerlendirilmiştir. Oleuropein ile yapılan ön tedavinin oksidatif stresi azaltarak ve proinflamatuvar sitokinlerin salınımını azaltarak kardiyak bozukluğu kısmen önlediği gösterilmiştir (129).

Zeytin yaprağı ekstraktındaki fenoliklerin ayrı ve birleşik olarak antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, hem oleuropein hem de kafeik asit, mikroorganizmalara karşı inhibisyon etkileri gösterdiği, ancak birleşik fenoliklerin antimikrobiyal etkisinin bireysel fenoliklerden anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu belirtilmiştir (130). Yapılan başka bir çalışmada da, oleuropeinin, 20 µg/mL konsantrasyonda anti-inflamatuvar etki gösteren zeytin yaprağı ekstraktının tek bileşeni olduğu belirtilmiştir (131).

Sekiz haftalık yüksek yağlı bir diyet veya %0.15 zeytin yaprağı ekstraktı içeren bir diyetle beslenen farelerde, zeytin yaprağı ekstraktı içeren grupta diğer gruba göre vücut ağırlığında azalma, plazma lipid seviyelerinde önemli ölçüde düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, zeytin yaprağı ekstraktının yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerin visseral adipoz dokularında adipogenez ve termogenezde rol oynayan genlerin ekspresyonunu düzenleyerek obeziteye karşı yararlı etkiler gösterdiğine işaret etmektedir (132).

Zeytin yaprağı polifenollerinin çeşitli biyoaktif özelliklerinin, kanserlerin ilerlemesi ve gelişiminin engellenmesinde önemli rolü vardır. Bu biyoaktif bileşenlerin etkileri aynı zamanda bir fitoöstrojen olan etkilerinden de kaynaklanabilmektedir. Zeytin yaprağı polifenollerinin östrojenlere benzer yapısı nedeniyle, bunların östrojen reseptörleri ile etkileşime girdiği ve hormona bağlı kanserlerin prevalansını ve ilerlemesini azalttığı varsayılmıştır. Ayrıca zeytin yaprağı polifenollerinin, pankreas, lösemi, göğüs, prostat ve kolorektal gibi birkaç kanser hücre hattının proliferasyonunu inhibe edebildiği de bildirilmiştir. Ancak bu bilgilerin henüz kanıt düzeyinde olmadığı belirtilmiştir (19).

Zeytin yaprağı ekstraktı kullanımının meme tümörü boyutunu ve antioksidan enzimlerin aktivitesini etkileyip etkilemediğini araştırmak amacıyla farelerde yapılan bir çalışmada, tümör transplantasyonu sonrası zeytin yaprağı ekstraktı tüketiminin (150 ve 225 mg / kg / gün) tümör büyümesini azalttığı ve tümör dokusundaki katalaz ve süperoksit dismutaz aktivitelerini arttırdığı belirtilmiştir (133).

Sığır ve domuz kası içeren bir model sisteme zeytin yaprağı ekstraktı eklenmesi sonucu oksimiyoglobin oksidasyonunun ve lipid oksidasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir (134). Yapılan başka bir çalışmada, n-3 yağ asitleriyle zenginleştirilmiş ve uzun süreli dondurulmuş domuz köftelerinin protein ve lipid oksidasyonu üzerine zeytin yaprağı ekstraktının etkisi incelenmiştir. Uzun süreli dondurmayla lipid oksidasyonunun arttığı ancak zeytin yaprağı eklenen örneklerde lipid oksidasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir (135).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Araştırmada kullanılan Norveç somonu Ankara da bulunan yerel bir marketten temin edilmiştir. Norveç somonu laboratuvarında 1 cm kalınlığında 100g olacak şekilde parçalara ayrılmıştır.

Zeytin yaprağı ekstraktı Balen firmasından temin edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktı %0 (kontrol), %0.25, %0.5, %1, %2 oranlarında Norveç somonuna eklenmiştir. Ekstrakt 10 ml distile suda çözündürülüp 5 ml bir yüzeyine 5 ml diğer yüzeyine olacak şekilde somon balığına eklenmiştir. Ekstraktın somon balığının içine nüfuz etmesi için 4 °C'de 1 gece boyunca (16-18 saat) bekletilmiştir. Ağzı kapalı bir kapta bekletilerek hava ile teması engellenmiştir.

3.2. Pişirme süreci

Somon örneklerine 180°C ve 220 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta yağsız tavada pişirme (Kuru ısıda pişirme) işlemi uygulanmıştır. Tavanın sıcaklığı yüzey termometresi (Testo 905-T2) ile ölçülmüştür. Pişirme süresi ön denemelerle 5 dk bir yüzeyi 5 dk diğer yüzeyi olacak şekilde 10 dk olarak belirlenmiştir İki farklı sıcaklıkta ve beş farklı konsantrasyonda ekstrakt eklenerek pişirildiğinden dolayı on farklı grup oluşturulmuştur. Örnekler üç tekrarlı olarak pişirilmiştir. Altı kontrol grubu olmak üzere toplamda 30 örnek grubu oluşturulmuştur.

Pişmiş örneklerin iç sıcaklığı probe termometre (Testo 905-T1) ile ölçülmüştür. Pişmiş ve pişmemiş örneklerdeki ağırlıklar hassas terazi ile ölçülerek pişirme ile oluşan ağırlık kaybı % olarak değerlendirilmiştir. Somonlar derili olarak pişirilmiş ve pişirme sonrası derileri alınmıştır.

Örnekler pişirme işlemini takiben oda sıcaklığında 30 dk soğutulduktan sonra mutfak robotu (Tefal, Fransa) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler alüminyum folyoya sarılıp analizi yapılana kadar -20°C'de depolanmıştır. Örnekler analizden bir gün önce 4 °C'de çözündürülmüştür.

3.3. Materyal

Propil gallat (PG), etilendiamintetraasetik asit disodyum (EDTA), tetraetoksipropan (TEP), trikloroasetik asit (TCA), tiyobarbitürik asit (TBA) Merck'ten (Darmstadt, Almanya) temin edilmiştir. Etil asetat, metanol, aseton, sodyum hidroksit, hidroklorik asit, glasiyal asetik asit, asetonitril ve amonyum hidroksit çözeltisi (% 25) dahil olmak üzere HAA analizi için kimyasallar Merck'ten alınmıştır. Katı faz ekstraksiyonu için, Extrelut NT ambalaj malzemesi (Merck, Darmstadt, Almanya), Bond Elut rezervuarı (Varian, Harbor City, California, ABD), Oasis MCX kartuşu (Waters, Milford, Massachusetts, ABD), SPE manifold (Supelco Visiprep, Louis, Missouri, ABD), Oasis HLB kartuşu (Waters, Milford, Massachusetts, ABD) kullanılmıştır. Heterosiklik aromatik amin standartları, Toronto Research Chemicals'dan (Downsview, Ontario, Kanada) satın alınmıştır: IQ (CAS no: 76180-96-6, 2-amino-3-metilimidazo [4,5-f] kinolin), IQx (CAS no: 108354-47-8, 2-amino-3-metilimidazo [4,5-f] kinoksalin), MeIQ (CAS no: 77094-11-2, 2-amino-3,4-dimetilimidazo [4,5-f] kinolin), MeIQx (CAS no: 77500-04-0, 2-amino-3,8-dimetilimidazo [4,5-f] kinoksalin), 4,8-DiMeIQx (CAS no: 95896-78-9, 2 -amino-3,4,8-trimetilimidazo [4,5-f] kinoksalin), 7,8-DiMeIQx (CAS no: 92180-79-5, 2-amino-3,7,8-trimetilimidazo [4,5 -f] kinoksalin), PhIP (CAS no: 105650-23-5, 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo [4,5-f] piridin), AαC (CAS no: 26148-68- 5, 2-amino-9H-pirido [2,3-b] indol), MeAαC (CAS no: 68006-83-7, 2-amino-3-metil-9H-pirido [2,3-b] indol) Trp-P-2 (CAS no: 72254-58-1, 3-amino-1-metil-5H-pirido [4,3-b] indol) ve 4,7,8-TriMeIQx (CAS no: 132898-) 07-8, 2-amino-3,4, 7,8-tetrametilimidazo [4,5-f] kinoksalin). Araştırmada internal standart olarak 4,7,8-TriMeIQx kullanılmıştır. HPLC analizinde kullanılan bütün çözeltiler 0.45 mikron filtreden (Millipore, Billerica, Massachusetts, ABD) geçirildikten sonra kullanılmıştır.

3.4. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Protein Tayini

Protein tayini Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (136). Bu yönteme göre; örneklerin protein içeriğinin belirlenmesinde Kjeldahl balonları içerisinde 1,5 g homojenize edilmiş örnek, 20 ml %96'lık H₂SO₄ ve 2 adet kjeldahl tableti ilave edilerek Kjeldahl yaş yakma ünitesinde yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işlemi sonrasında Kjeldahl balonlarına 175 ml distile su, 2 adet çinko parçası ve 10 ml

sodyum tiosülfat eklenip ve 50 ml doymuş borik asit çözeltisi eklenen erlenler ile beraber distilasyonu kısmına yerleştirilmiştir. Balonlara 60 ml doymuş NaOH eklenerek ocağın altı açılmıştır. Erlenlerde 150 ml destilat toplanıncaya kadar devam etmiştir. Elde edilen destilat 0,1 N'lik HCl ile titre edilir ve protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Azot} = \left[\frac{((T_0 - T_k) \text{ ml } H_2SO_4 \times N_{H_2SO_4} \times 0,014)}{g \text{ (örnek)}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times 6,25$$

T₀: örnek için titrasyonda harcanan miktar, T_k: kör örneğin titrasyonunda harcanan miktar

3.5. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Yağ Tayini

Örneklerde yağ tayini soxhlet yöntemine göre yapılmıştır (136). Bu yönteme göre; örneklerin yağ içeriğinin belirlenmesinde kartuşlara 2 g homojenize edilmiş örnek, 2 g Na₂SO₄ konulup üzeri cam pamukla kapatılmıştır. Kartuşlar soxhlet aletinin kolonlarına yerleştirilmiş ve alttan cam balonla üstten soğutucu kısım ile bağlanmıştır. 150-200 ml petrol eteri eklenip alttan ısıtılmış ve 6 saat boyunca ısıtma devam etmiştir. Eter uçurulduktan sonra 105°C'de etüvde kurutulup tartılmıştır. Yağ oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ} = \left[\frac{(B_s - B_i)}{g \text{ örnek}} \right] \times 100$$

B_s: içerisinde yağ bulunan balonun son ağırlığı, B_i: balonun sabitlenmiş ilk ağırlığı

3.6. Pişirme Kaybının Belirlenmesi

Örneklerin pişirme öncesi ve pişirme sonrası oda sıcaklığına soğutulduktan sonraki ağırlıkları belirlenerek pişirme kayıpları % olarak hesaplanmıştır.

3.7. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Kül Analizi

Kül tayini için; analiz öncesinde porselen krezeller 600°C'de 3 saat süre bekletilmiş ve desikatörde soğutularak hassas terazide daraları alınmıştır. Darası alınan krezelere 2 g homojenize olan örnek konulmuştur. Hazırlanan krezeler kül fırınına yerleştirilerek 600°C'de yaklaşık 5-6 saat tutulmuştur. Yakma işlemi sonrasında krezeler kül fırınından alınarak soğutulmak üzere desikatöre yerleştirilmiş

ve daha sonra hassas terazide tartımları yapılmıştır (136). Kül miktarı için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

$$\% \text{ Kül} = [(T_s - T_i) / g (\text{örnek})] \times 100$$

T_s: son tartım, T_i: ilk tartım

3.8. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde Nem Tayini

Çiğ ve pişmiş somon örneklerinin nem tayini Sartorius ® MA150 nem tayini cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

3.9. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde pH Analizi

Homojen hale getirilmiş örnekten 10 g tartıldıktan sonra üzerine 100 ml saf su eklenmiş ve karıştırıcı (Ultra Turrax) ile homojenize edilmiştir. Homojenat Whatman 1 nolu filtre kağıdı yardımıyla süzildikten sonra pH 4 ve pH 7 ile kalibre edilmiş pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

3.10. Çiğ ve Pişmiş Örneklerde TBARS Analizi

Lipit oksidasyonu tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesiyle ölçülmüştür. TBARS, bir mikroparka okuyucusu (Synergy HT Multi-Mode Mikroparka Okuyucu, Biotek, Winooski, Vermont, ABD) kullanılarak Kerth ve Rowe (137) tarafından rapor edilen prosedürün değiştirilmiş bir versiyonu ile belirlenmiştir. TBARS değerleri mg malondialdehit eşdeğer (MDA) / kg et olarak ifade edilmiştir. TBARS analizi dublike olarak gerçekleştirilmiştir.

3.11. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Ekstraksiyonu

Örneklerin HAA içeriği, Messner ve Murkovic (23) tarafından tanımlanan ve Öz ve ark. (138) tarafından modifiye edilen metotla belirlenmiştir. Yönteme göre, 1 g örnek 12 mL 1 M NaOH içinde 500 rpm devirde 1 saat manyetik karıştırma kullanılarak homojenleştirilmiştir. Üzerine 10 g paketleme materyali (Extrelut NT Packaging Material, Merck, Darmstadt, Almanya) ile karıştırılmış ve daha sonra boş Extrelut kolonlarına dökülmüştür. Oasis MCX kartuşları vakum sistemine bağlandıktan sonra 2 mL etil asetat ile yıkanmıştır. Ardından ekstraksiyon kartuşları sisteme takılarak paketleme yapılmıştır ve etil asetat ile yıkanmıştır. Oasis kartuşları

önce 2 mL 0.1 M HCl ile sonra 2 mL metanol ile tekrar yıkayıp 4 mL'lik viallere 2 mL metanol: NH₃ (%25) (19:1) ile elue edilmiştir. Analiz öncesinde bu karışım 50°C'lik etüvde kurutulmuştur. Analizden hemen önce 100 µL MeOH ilave edilerek çözdürülmüştür.

3.12. Heterosiklik Aromatik Aminlerin Analizi

Katı faz ekstraksiyonundan sonra, HAA'lar HPLC ile analiz edilmiştir. Ayırışma, Tosoh Bioscience GmbH (Stuttgart, Almanya) 'dan ters fazlı bir analitik kolon (Semi Mikro ODS-80 TS kolonu) (5 µm, 250 mm x 2 mm i.d.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayırım Solvent A (Methanol/Asetonitril/Su/Glasiyel asetik asit'in 14/8/76/2 oranında karıştırılması ile elde edilen çözeltinin %25'lik NH₃ ile pH'sının 5'e ayarlanması ile elde edilmiştir) ve Solvent B (Asetonitril) gradient elüsyon ile 0,3 mL/dk akış hızında gerçekleştirilmiştir. Enjeksiyon hacmi 5 µL ve gradient programı, 0–12 dk, %0 B; 12–20 dk, %0–30 B; 20–35 dk, %30 B olarak ayarlanmıştır.

Numunelerdeki farklı HAA'lar için geri kazanım oranları, standart ekleme yöntemi ile belirlenmiştir (139), böylece belirli HAA konsantrasyonları (0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 ng / g) ham numuneye eklenmiştir. Ekstraksiyon ve analizden sonra geri kazanım oranları belirlenmiştir. HAA'ların geri kazanım oranları IQx için %78, IQ için %65, MeIQx için %76, MeIQ için %79, 7,8-DiMeIQx için %73, 4,8-DiMeIQx için %78, PhIP için %98, AαC için %62, MeAαC için %68 ve Trp-P-2 için %64 olarak bulunmuştur. Analizi yapılan HAA'ların LOD (limit of detection=3) ve LOQ (limit of quantification=10) değerleri ise Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Analiz yapılan HAA'ların LOD ve LOQ değerleri.

HAA	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)
IQx	0,003	0,01
IQ	0,002	0,01
MeIQx	0,006	0,02
MeIQ	0,005	0,02
7,8-DiMeIQx	0,003	0,01
4,8-DiMeIQx	0,005	0,02
PhIP	0,005	0,02
AαC	0,008	0,03
MeAαC	0,008	0,03
Trp-P-2	0,005	0,02

3.13. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS 23.0 paket programı kullanılmıştır. Şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Varyans analizi yapılmıştır ve farklı bulunan ortalamalar için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Çiğ Somonda Proksimet, pH ve TBARS Analiz Sonuçları

Araştırmada materyal olarak kullanılan somon balığına ait proksimet, pH ve TBARS analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Tabloda gösterildiği gibi, çiğ somon balığının proksimet analiz sonuçları sırasıyla total protein %13,35, total lipit %10,15, nem %63,88 ve kül %1,20 olarak belirlenmiştir. Çiğ somon balığının pH ve TBARS analiz sonuçları ise sırasıyla 6,55 ve 1,99 mg MDA/kg olarak bulunmuştur.

Tablo 4.1. Çiğ somonda proksimet, pH ve TBARS analiz sonuçları.

Et türü	Total Protein (%)	Total Yağ (%)	Nem (%)	Kül (%)	pH	TBARS (mg MDA/kg)
Çiğ somon	13,35±0,15	10,15±1,01	63,88	1,20	6,55	1,99±0,24

Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

4.2. Pişmiş Somon Örneklerinin Total Protein, Total Yağ, Nem ve Kül İçerikleri

Pişmiş somon örneklerinde total protein, total yağ, nem ve kül analizleri “Gereç ve Yöntemler” bölümünde belirtilen yöntemlere göre yapılmış ve ölçümler dublike olarak gerçekleştirilmiştir. Yağsız tavada pişirme yöntemi uygulanmış somon örneklerinin ekstrakt yüzdesi ve pişirme sıcaklığına göre protein, yağ, nem ve kül yüzdelерinin ortalamaları Tablo 4.2.’de gösterilmiştir. Somon örneklerinin %19,88 ile %32,54 arasında değişen yağ içeriklerine sahip olduğu saptanmıştır (Bu değerler tabloda belirtilmemiştir.). Somon örneklerinin ortalama yağ yüzdeleri incelendiğinde zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerin yağ yüzdelерinde kontollere kıyasla artış olduğu belirlenmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının %0,5 oranında eklendiği örneklerin yağ yüzdesi (27,78±1,45) en yüksek oranda bulunmuştur. Zeytin yaprağı ekstraktı, yağ yüzdesi ile anlamlı bir ilişki göstermiştir (p<0,05). Farklı sıcaklıklarda (180 ve 220°C) pişirilen somon örneklerinin ortalama yağ yüzdeleri sırasıyla 25,71±2,86 ve

25,76±3,36 olarak bulunmuştur ve bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Somon örneklerinin ortalama protein yüzdeleri ile pişirme sıcaklığı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Zeytin yaprağı ekstraktının yüzdesi arttıkça protein içeriğinde genel olarak azalma gözlenmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının %2 oranında eklendiği örneklerde protein yüzdesi (15,95±2,13) en düşük, %0,25 oranında eklendiği örneklerde ise protein yüzdesi (19,17±2,26) en yüksek oranda bulunmuştur. Protein içeriği ile ekstrakt yüzdesi arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerin kontrollere kıyasla daha az nem içeriğine sahip olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Nem içeriği, %0,25 oranında zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerde 43,85±4,65 olarak bulunmuştur ve en düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Somon örneklerinin su içeriği, pişirme sıcaklığı (180 ve 220°C) ile anlamlı bir ilişki göstermemiştir ($P >0.05$).

Örneklerin kül içeriği, 180°C’de ortalama 2,01±0,29 iken, 220°C’de ortalama 2,15±0,26 olarak hesaplanmıştır. Örneklerin kül içerikleri üzerine pişirme sıcaklığının önemli bir etkisi olmadığı ($p>0,05$) görülürken, zeytin yaprağı ekstraktının ise anlamlı bir etkisi olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Pişmiş somon örneklerinin total protein, total yağ, nem ve kül içerikleri.

	Total protein (%)	Total yağ (%)	Nem (%)	Kül (%)
Zeytin yaprağı ekstraktı (%)				
Kontrol	18,37 ± 1,44	23,21 ± 2,17	49,58 ± 1,87 ^a	2,07 ± 0,44
0,25	19,17 ± 2,26	26,26 ± 2,22	43,85 ± 4,65 ^b	1,91 ± 0,21
0,5	17,51 ± 1,40	27,78 ± 1,45	45,70 ± 1,28 ^{ab}	1,94 ± 0,18
1	17,62 ± 1,59	27,05 ± 4,44	45,18 ± 3,70 ^{ab}	2,31 ± 0,24
2	15,95 ± 2,13	24,38 ± 2,34	48,20 ± 1,15 ^{ab}	2,18 ± 0,10
p değeri	0,058	0,041*	0,013*	0,073
Pişirme sıcaklığı (°C)				
180	17,64 ± 1,63	25,71 ± 2,86	46,47 ± 3,97	2,01 ± 0,29
220	17,81 ± 2,36	25,76 ± 3,36	46,54 ± 2,91	2,15 ± 0,26
p değeri	0,818	0,970	0,957	0,167

Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütunda ve aynı harflere (a-b) sahip gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

*p<0.05

4.3. Pişmiş Somon Örneklerinin Pişirme ile Oluşan Ağırlık Kaybı, pH ve İç Sıcaklık Değerleri

Pişmiş somon örneklerinin pişirme sıcaklığı ve zeytin yaprağı ekstraktı yüzdesine göre pişirme ile oluşan ağırlık kaybı, pH ve iç sıcaklık değerlerinin ortalamaları Tablo 4.3.'de gösterilmiştir. Pişirme sıcaklığının artması ile pH değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerin, kontrollere kıyasla pH değerleri daha düşük bulunmuştur ve bu farklılığın önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,01$).

Kontrol grubu ve farklı seviyelerde zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin farklı sıcaklıklarda (180°C ve 220°C) pişirilmesi sonucu pişirme kayıpları ortalaması sırasıyla $\%25,32\pm2,91$ ve $\%26,09\pm3,34$ olarak bulunmuştur. Pişirme sıcaklığının ağırlık kaybı üzerine anlamlı bir etkisi bulunmazken ($p>0,05$), zeytin yaprağı ekstraktının ağırlık kaybı üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$).

Somon örneklerinde iç sıcaklık değerleri 180°C 'de $80,76\pm1,81$ iken 220°C 'de ise $83,68\pm2,07$ olarak saptanmıştır ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$). Zeytin yaprağı ekstraktının iç sıcaklık üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Pişmiş somon örneklerinin pişirme ile oluşan pH, ağırlık kaybı ve iç sıcaklık değerleri.

	pH	Ağırlık kaybı (%)	İç Sıcaklık(°C)
Zeytin yaprağı ekstraktı (%)			
Kontrol	6,71 ± 0,02 ^a	26,42 ± 3,03 ^b	81,97 ± 2,44
0,25	6,64 ± 0,03 ^{ab}	28,20 ± 3,02 ^b	82,20 ± 2,94
0,5	6,30 ± 0,24 ^b	25,05 ± 1,24 ^{ab}	84,13 ± 2,56
1	6,30 ± 0,42 ^b	26,71 ± 3,11 ^b	81,37 ± 1,34
2	6,58 ± 0,03 ^{ab}	22,14 ± 1,15 ^a	81,43 ± 2,23
p değeri	0,005*	0,004*	0,276
Piştirme sıcaklığı (°C)			
180	6,47 ± 0,31	25,32 ± 2,91	80,76 ± 1,81 ^a
220	6,54 ± 0,21	26,09 ± 3,34	83,68 ± 2,07 ^b
p değeri	0,444	0,508	0,00*

Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütunda ve aynı harflere (a-b) sahip gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

*p<0.01

4.4. Pişmiş Somon Örneklerinin TBARS Değerleri

Kontrol grubu ve farklı seviyelerde zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu elde edilen TBARS değerleri Tablo 4.4’de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, örneklerin TBARS değerleri üzerine sıcaklığın anlamlı bir etkisi olmadığı ($p>0,05$) görülürken, zeytin yaprağı ekstraktının anlamlı bir etkisi saptanmıştır ($p<0,01$).

Tablo 4.4. Pişmiş somon örneklerinin TBARS değerleri.

	TBARS (mg MDA/kg)
Zeytin yaprağı ekstraktı (%)	
Kontrol	1,37 ± 0,02 ^a
0,25	1,37 ± 0,00 ^a
0,5	1,47 ± 0,00 ^b
1	1,90 ± 0,01 ^c
2	1,44 ± 0,00 ^d
p değeri	0,00*
Pişirme Sıcaklığı (°C)	
180	1,51 ± 0,21
220	1,51 ± 0,20
p değeri	0,957

Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütunda ve aynı harflere (a-d) sahip gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

*p<0.01

4.5. Somon Örneklerinin Heterosiklik Aromatik Amin İçerikleri

Araştırmada zeytin yaprağı ekstraktı içeren (%0,25, %0,5, %0,1 ve %2), içermeyen (kontrol) ve iki farklı sıcaklık derecesinde (180°C ve 220°C) pişirilen somon örneklerinin HAA içerikleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Analizi yapılan örneklerin hiçbirinde PhIP, AαC ve MeAαC bileşikler tespit edilemezken, 7,8-DiMeIQx ve Trp-P-2 sadece 180°C kontrol grubundaki örneklerde tespit edilmiştir. Diğer HAA’lar, pişirme sıcaklığı ve zeytin yaprağı ekstraktı konsantrasyonuna bağlı olarak değişen miktarlarda tespit edilmiştir.

Analiz sonucunda elde edilen verilere göre somon örneklerinin 3’ünde IQx saptanmış ve örneklerin IQx düzeyleri saptanabilir sınırın altında ile 0,06 ng/g düzeyleri arasında bulunmuştur. Belirlenen en yüksek IQx değeri 220°C kontrol grubu örneğinde tespit edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının %0,25 oranında eklendiği 180°C’de pişirilen örnekte 0,05 ng/g düzeyinde IQx saptanmış ve zeytin yaprağı ekstraktının eklendiği diğer örneklerde IQx tespit edilememiştir.

Araştırmada 180°C sıcaklıkta pişirilen somon örneklerinde, 220°C sıcaklıkta pişirilen somon örneklerine göre daha az IQ tespit edilmiştir. Sadece 180°C sıcaklıkta

%2 zeytin yaprağı ekstraktı içeren örnekte IQ saptanamamıştır. Örneklerin IQ içerikleri saptanabilir sınırın altında ile 0,41 ng/g düzeyleri arasında belirlenmiştir.

Analizi yapılan örneklerin tümünde MeIQx bileşiği tespit edilmiş ve düzeyinin 0,24-0,83 ng/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Saptanan en yüksek MeIQx düzeyinin (0,83 ng/g) 220°C’de pişirilen ve %0,5 oranında zeytin yaprağı ekstraktı eklenen somon örneğinde belirlenmiştir. Kontrol grupları arasında 220°C’de pişirilen örneklerde (0,36 ng/g), 180°C’de pişirilen örneklere (0,28 ng/g) göre daha fazla miktarda MeIQx düzeyi saptanmıştır.

Farklı seviyelerde zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu en yaygın oluşan HAA’lardan birinin MeIQ bileşiği olduğu tespit edilmiştir. Örneklerde 0,33-2,98 ng/g arasında MeIQ bileşiği olduğu belirlenmiştir. 180°C’de pişirilen kontrol grubu örneklerde 0,33 ng/g düzeyinde MeIQ bileşiği saptanırken, aynı sıcaklıkta pişirilen örneklerde zeytin yaprağı ekstraktı kullanımı MeIQ içeriğini artırmıştır. Örneklerin MeIQ içeriği 220°C’de pişirilen kontrol grubunda 2,04 ng/g düzeyinde tespit edilirken, aynı sıcaklıkta pişirilen somon örneklerinde %0,25 ve %1 oranlarında zeytin yaprağı ekstraktı kullanımı MeIQ içeriğini sırasıyla %0,98 ve %38,24 oranında azaltmıştır (Tabloda gösterilmemiştir). Ancak 220°C’de pişirilen somon örneklerinde, %0,5 ve %2 oranlarında Zeytin yaprağı ekstraktı kullanımı MeIQ içeriğini sırasıyla %46,08 ve %37,25 oranlarında arttırmıştır (Tabloda gösterilmemiştir).

Araştırmada 7,8-DiMeIQx bileşiği 180°C’de pişirilen somon örneklerinde 0,29 ng/g seviyesinde tespit edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının kullanımı ile inhibisyon gerçekleşmiş ve 7,8-DiMeIQx bileşiğinin oluşumu engellenmiştir. Ayrıca 220°C’de de pişirilen örneklerde 7,8-DiMeIQx bileşiği tespit edilememiştir.

Analizi yapılan örneklerde 4,8-DiMeIQx bileşiği sadece 180 ve 220°C’de pişirilen örneklerin kontrol grubunda tespit edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının eklenmesi 4,8-DiMeIQx bileşiğini kontrollere kıyasla %100 azalttığı tespit edilmiştir.

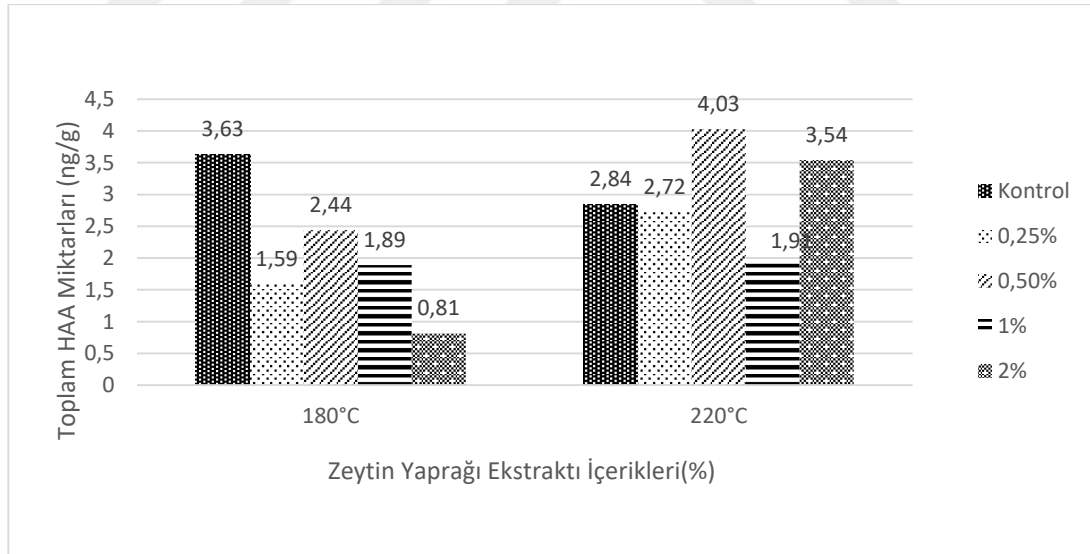
Tablo 4.5. Farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin farklı sıcaklıklarda pişirilmesinde sonucu oluşan heterosiklik aromatik amin miktarları (ng/g).

Piştirme Sıcaklığı (°C)	ZYE miktarı (%)	IQx	IQ	MeIQx	MeIQ	7,8 DiMeIQx	4,8 DiMeIQx	Trp-P-2	Toplam HAA	%Önleme
180	Kontrol	0,02	0,16	0,28	0,33±0,14	0,29±0,21	0,14	2,40±0,23	3,63	
	0,25	0,05	0,15±0,04	0,4	0,98	nd	nd	nd	1,59	(-) 56,2
	0,5	nd	0,18	0,54±0,39	1,72±1,09	nd	nd	nd	2,44	(-) 32,78
	1	nd	0,16	0,27±0,22	1,46±1,28	nd	nd	nd	1,89	(-) 47,93
	2	nd	nd	0,28	0,53	nd	nd	nd	0,81	(-) 77,69
220	Kontrol	0,06±0,06	0,22±0,09	0,36±0,48	2,04±1,66	nd	0,16	nd	2,84	
	0,25	nd	0,18	0,52±0,24	2,02±1,34	nd	nd	nd	2,72	(-) 3,87
	0,5	nd	0,23±0,12	0,83±0,07	2,98±0,86	nd	nd	nd	4,03	(+) 41,90
	1	nd	0,41±0,01	0,24±0,02	1,26±0,31	nd	nd	nd	1,91	(-) 32,75
	2	nd	0,24±0,03	0,51±0,16	2,80±1,12	nd	nd	nd	3,54	(+) 24,65

Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Bazı gruplarda üç örnek arasından sadece bir örnekte saptandığı için saptanan miktar verilmiştir.
nd: Tespit edilemedi.

Somon örneklerinin Trp-P-2 içerikleri incelendiğinde sadece 180°C’de pişirilen kontrol grubunda 2,40 ng/g oranında tespit edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının konsantrasyonunun artması ile Trp-P-2 bileşiğinin oluşumu önlenmiştir.

Somon örneklerinin zeytin yaprağı ekstraktının konsantrasyonlarına göre (%0, %0,25, %0,5, %1 ve %2) toplam HAA içerikleri ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktının kullanımı (%0,25, %0,5, %1, %2) 180°C’de pişirilen somon örneklerinde toplam HAA içeriğini sırasıyla %56,20, %32,78, %47,93 ve %77,69 oranında azaltmıştır. Toplam HAA içeriği 220°C’de pişirilen örneklerde ise %0,25 ve %1 seviyelerinde zeytin yaprağı ekstraktı kullanımında sırasıyla %3,87 ve %32,75 oranında azalma gözlenirken, %0,5 ve %2 seviyelerinde zeytin yaprağı ekstraktı kullanımında sırasıyla %41,90 ve %24,65 oranında artış tespit edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, zeytin yaprağı ekstraktı içeren somon örneklerinin toplam HAA içerikleri pişirme sıcaklığındaki (180-220°C) artışa paralel olarak artış gösterirken, kontrol grubunda ise toplam HAA içeriğinde bir azalma gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Somon örneklerinin zeytin yaprağı ekstraktının farklı konsantrasyonlarına göre toplam HAA içerikleri.

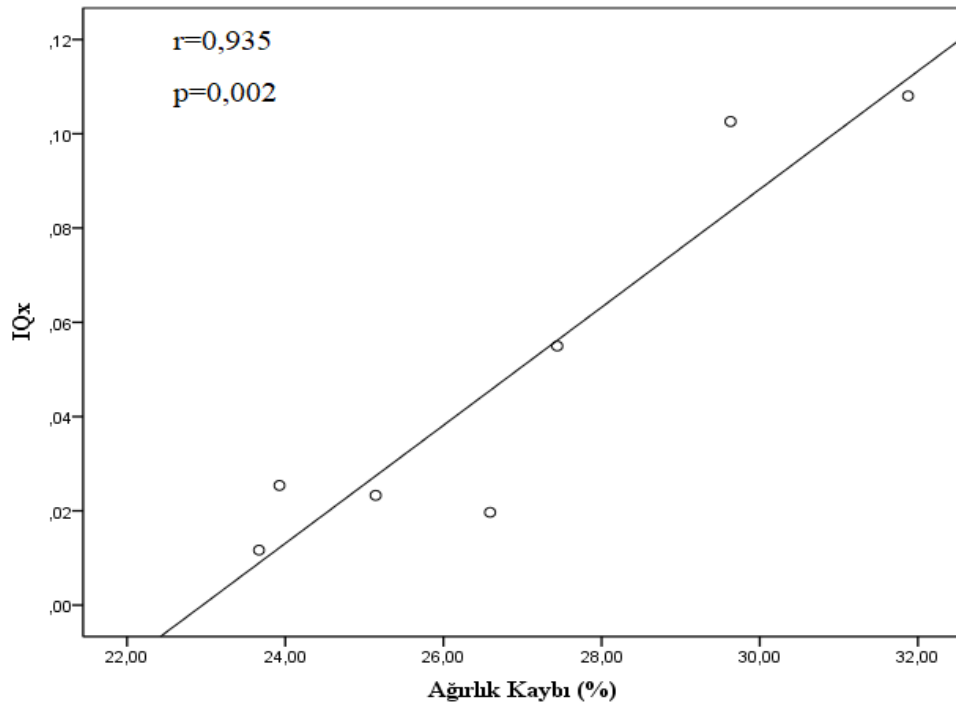
4.6. Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunu Etkileyen Parametreler

Bu araştırmada HAA oluşumunu etkileyen parametreler olarak yağ, protein, nem, kül, pH değeri, ağırlık kaybı, pişirme sıcaklığı, ekstrakt yüzdesi, TBARS değeri ve iç sıcaklık ile HAA düzeyleri arasındaki ilişki incelenmiş ve Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Pişmiş somon örneklerinin protein yüzdesi ile toplam HAA düzeyi ($r=-0,365$ $p<0,05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Somon örneklerinin yağ, nem, kül, pH, pişirme sıcaklığı ve iç sıcaklık içerikleriyle HAA düzeyleri arasında bir ilişki saptanmamıştır. Fakat pişirme ile oluşan ağırlık kayıpları ile IQx düzeylerinin pozitif ilişkili olduğu saptanmıştır ($r=0,935$ $p<0,01$). Ayrıca TBARS değerleri ile IQ düzeylerinin arasında ($r=0,415$ $p<0,05$) ve ekstrakt yüzdesi ile MeIQ düzeyleri arasında ($r=0,411$ $p<0,05$) pozitif bir ilişki bulunmuştur. Heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunu etkileyen parametrelerden anlamlı ilişki bulunanların saçılım grafiği Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

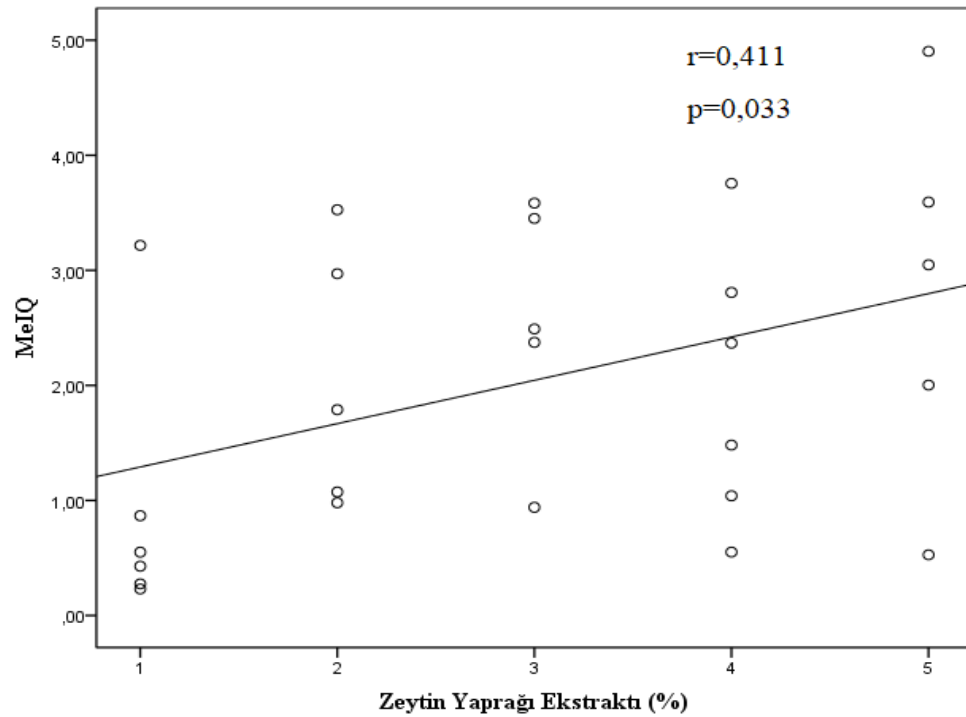
Tablo 4.6. Somon örneklerinin yağ, protein, nem ve kül içeriği, pH değeri, ağırlık kaybı, pişirme sıcaklığı, ekstrakt yüzdesi, TBARS değeri ve iç sıcaklık ile heterosiklik aromatik amin düzeyleri arasındaki ilişki.

Değişkenler	Heterosiklik Aromatik Aminler					
	IQx	IQ	MeIQx	MeIQ	7,8 DiMeIQx	Toplam HAA
Yağ (%)	0,679	0,203	0,351	0,335	-0,118	0,261
Protein (%)	0,230	0,082	-0,185	-0,262	0,837	-0,365*
Nem (%)	-0,446	-0,213	-0,271	-0,210	-0,692	-0,192
Kül (%)	0,219	0,285	-0,024	0,137	0,992	0,143
pH	-0,298	-0,070	-0,339	-0,314	-0,659	-0,246
Ağırlık Kaybı (%)	0,935**	0,351	0,249	0,201	0,977	0,261
Pişirme Sıcaklığı	0,038	0,380	0,092	0,315	-	0,270
Ekstrakt yüzdesi	0,496	0,297	0,265	0,411*	-	0,217
TBARS	0,720	0,415*	-0,034	0,075	0,956	0,086
İç Sıcaklık	-0,441	0,072	0,090	0,174	-0,224	0,016

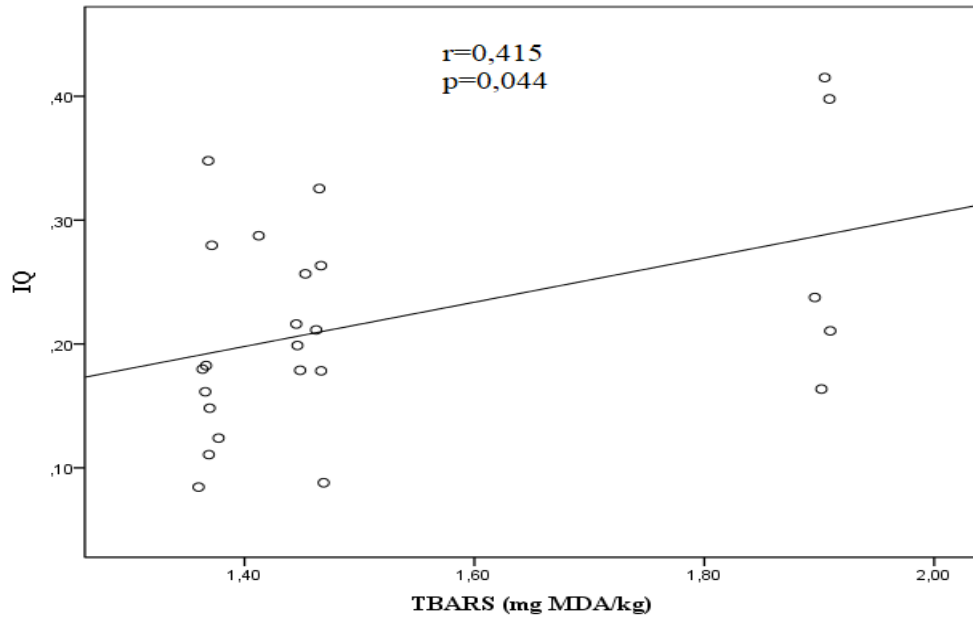
*p<0.05, **p<0.01



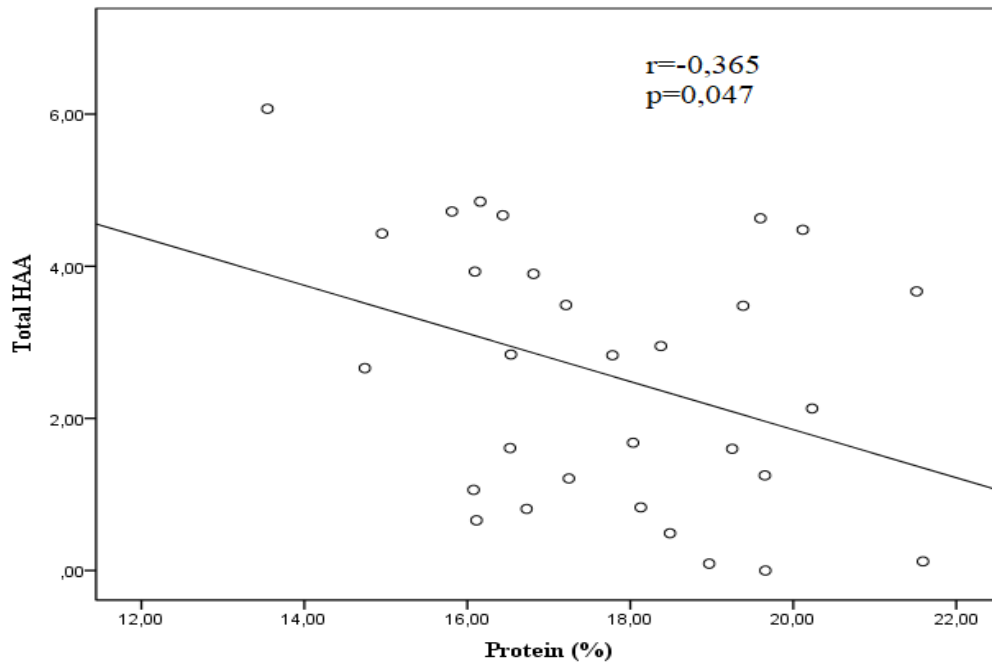
Şekil 4.2. Ağırlık kaybı ile IQx düzeyleri arasında saçılım grafiği.



Şekil 4.3. Zeytin yaprağı ekstraktı yüzdesi ile MeIQ düzeyleri arasında saçılım grafiği



Şekil 4.4. TBARS değerleri ile IQ düzeyleri arasında saçılım grafiği.



Şekil 4.5. Protein yüzdesi ile total HAA arasında saçılım grafiği.

5. TARTIŞMA

5.1. Somon Örneklerinin Proksimet Analiz Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan somon balığının ham protein, ham yağ, nem ve kül değerleri sırasıyla %13,35, %10,15, %63,88 ve %1,20 olarak belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.1). Öz ve Kotan (63), farklı balık türleriyle yaptıkları bir çalışmada somon balığında nem ve yağ değerlerini sırasıyla %72,02 ve %5,41 olarak belirlemişlerdir. Oberholtzer ve ark. (140) somonda nem içeriğini %59,02, ham yağ içeriğini %8,30, ham protein içeriğini %13,94 ve kül içeriğini %3,7 olarak belirlemişlerdir. Montero ve ark. (141) balık çiftliğinde yetiştirilen somon balığında ham protein, ham yağ, nem ve kül değerlerini sırasıyla %20,7, %8,2, %69,9, %1,2 olarak tespit ederken, okyanusta yetişen balıkta ise bu değerleri sırasıyla %21,6, %6,0, %72,5 ve %1,1 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada çiğ somonda yağ ve nem içeriği sırasıyla %15,6 ve %64,4 olarak bulunmuştur (142). Somon örneklerinin proksimet analiz sonuçlarıyla aralarındaki farklılıkların; balığın olgunluk durumu, yaşadığı ortam, çevre sıcaklığı, beslenme koşulları, avlanma mevsimi ve avlanma şekli nedeniyle olduğu düşünülmektedir (143).

Bu çalışmada yağsız tavada pişirme yöntemi uygulanmış somon örneklerinin çiğ halde nem içeriği %63,88, pişmiş halde ise nem içeriklerinin %43,85-49,58 arasında değiştiği görülmektedir (Bkz. Tablo 4.1 ve 4.2). Benzer şekilde Al-Saghir ve ark. (142) çiğ somonun nem içeriğini %64,4 olarak belirlerken, yağsız tavada 180°C'de 6 dakika pişirilen somon örneklerinin nem içeriğini %59 oranında tespit etmişlerdir. Candela ve ark. (144) çiğ somonun nem içeriğini %69,3 olarak belirlerken, derin yağda kızarttıkları somonun nem içeriğini %56,3 oranında belirlemişlerdir. Echarte ve ark. (145) çiğ somonun nem içeriğini %65,49 olarak belirlerken, derin yağda kızarttıkları somonun nem içeriğini %55,57 oranında belirlemişlerdir. Beklendiği gibi, pişirme işlemleri somon balığının nem içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Bu nedenle somonun protein ve yağ içeriği pişirme sırasında artış göstermiştir. Pişirme sıcaklıkları ile nem içeriği arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bunun nedeni pişirme sıcaklıkları arasındaki farkın az

olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Zeytin yaprağı ekstraktı ile nem içeriği arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$).

Bu çalışmada pişirme sonrası somon örneklerinin yağ içerikleri incelendiğinde %23,21-27,78 arasında değiştiği ve çiğ somon örneklerinin yağ içeriğine (%10,15) göre artış olduğu gözlenmiştir (Bkz. Tablo 4.1 ve 4.2). Literatürde benzer şekilde yapılan çalışmalarda da yağ içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Echarte ve ark. (145) çiğ somondaki yağ içeriği %9,76, derin yağda kızartılmış örneklerde %19,54 olarak belirlemiştir. Candela ve ark. (144) çiğ somondaki yağ içeriğini %12, derin yağda kızartılmış örneklerde ise %14,8 olarak belirlemiştir. Al-Saghir ve ark. (142) çiğ somondaki yağ içeriği %15,6 iken, yağsız tavada pişirilmiş örneklerde %19 olarak belirlemiştir. Pişirme sıcaklıkları ile yağ içeriği arasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken ($p>0,05$), Zeytin yaprağı ekstraktı ile yağ içeriği arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Zeytin yaprağı ekstraktı eklenen somon örneklerinin kontrollere kıyasla yağ içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Bunun nedeni zeytin yaprağının yağ asit içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Pişirme ile yağ içeriğinde olduğu gibi, protein ve kül içeriğinde de artış gözlenmiştir. Bu artışın sebebi, nem içeriği ve diğer besin bileşenleri arasında ters ilişki olması, nem içeriğinin azalmasıyla artış gözlemlendiği belirtilmiştir (146). Bu çalışmada çiğ somondaki protein ve kül içeriği sırasıyla %13,35 ve %1,20 olarak belirlenirken, pişirme ile protein içeriği %15,95-19,17 arasında, kül içeriği de %1,91-2,31 arasında değişmektedir. Benzer şekilde Bastias ve ark. (147) çiğ somondaki protein ve kül içeriğini sırasıyla %18,66 ve %1,23 olarak belirlerken, fırında pişirme işlemi uyguladıkları somon örneklerinde ise sırasıyla %22,09 ve %1,29 olarak belirlemişlerdir. Farklı tür balıkta yapılan bir çalışmada da farklı pişirme yöntemleri uygulandıktan sonra protein ve kül içeriğinde artışlar gözlenmiştir (148). Pişirme sıcaklığı ile protein ve kül arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$). Zeytin yaprağı ekstraktı ile protein ve kül içeriği arasında da anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir ($p>0,05$).

5.2. Somon Örneklerinin pH, Ağırlık Kaybı ve İç Sıcaklık Değerleri

Piştirme işleminin esas olarak nem kaybından dolayı et ürünlerinin ağırlıklarında azalmaya yol açtığı bildirilmiştir (149). Bu araştırmada, somonların farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu piştirme kayıpları %22,14-28,20 arasında değişmiştir (Bkz. Tablo 4.3). Piştirme sıcaklıklarının artması ile ağırlık kaybının arttığı bildirilmiştir (102). Bu çalışmada piştirme sıcaklığının artması ile çok az bir artış gözlenmiştir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Piştirme sıcaklıkları arasındaki farkın az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Iwasaki ve ark. (74) yaptıkları çalışmada somon balığının pişme derecesi ile ağırlık kaybı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve barbekü yapılan somonda pişme derecesi az, orta derece ve iyi pişmiş olanlarda piştirme ile ağırlık kaybını sırasıyla %24, %33 ve %37 olarak bulmuştur. Piştirme süresinin uzaması ile ağırlık kaybının arttığı belirtilmiştir.

Zeytin yaprağı ekstraktı ile ağırlık kaybı arasında da anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($p<0,01$). Zeytin yaprağı ekstraktının %0,25 ve %1 oranında eklendiği örneklerin ağırlık kaybı kontrol grubuna göre artmıştır. Yapılan bir çalışmada, Baublits ve ark. (150) sığır etine toz şekline konjuge linoleik asit eklemişler ve konjuge linoleik asit eklenen örneklerin piştirme sonrası oluşan ağırlık kayıplarının kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada piştirme işleminin somon örneklerinin pH değerlerinde artışa neden olduğu gözlenmiştir. Çiğ somondaki pH değeri 6,55 iken, piştirme sonucu kontrol grubundaki pH değeri 6,71 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Öz ve Kotan (63) çiğ somondaki pH değerini 6,29, pişmiş somondaki pH değerini ise 6,42 olarak belirlemişlerdir. Piştirme sıcaklıkları ile pH arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken ($pH>0,05$), zeytin yaprağı ekstraktı ile pH arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($pH<0,01$). Zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerin pH değerleri kontrol grubuna göre azalmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Besin Güvenliği ve Denetim Servisi (USDA-FSIS) 2015 yılında et ve balığın güvenli hazırlama ve pişirilmesi için

hazırladıkları rehberde, besin güvenliğinin sağlanabilmesi için en düşük iç sıcaklık kırmızı et, domuz eti ve balık için 62,8°C, tavuk için 73,9°C ve kıyma için 71,1°C olarak verilmiştir (151). Bu çalışmada pişirilen somon örneklerinin iç sıcaklığı 80,76-84,13 arasında değişmektedir (Bkz. Tablo 4.3). Puangsombat ve ark. (62) 204°C'de 6 dk pişirdikleri somon balığının iç sıcaklığını 63°C olarak belirlemiştir. Iwasaki ve ark. (74) yaptıkları çalışmada somon balığının pişme derecesi ile iç sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve tavada kızartılan somonda pişme derecesi az, orta derece ve iyi pişmiş olanlarda pişirme ile iç sıcaklığını sırasıyla 67°C, 83°C ve 102°C olarak bulmuştur. Pişirme sıcaklığının artması ile iç sıcaklık artış göstermektedir. Pişirme sıcaklığı ile iç sıcaklık arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($p<0,01$).

5.3. Somon Örneklerinin TBARS Değerleri

TBARS içeriği, et kalitesinde bozulma ve potansiyel olarak toksik bileşikler ile bağlantılı olan lipit oksidasyonunu belirlemek için yaygın olarak değerlendirilmektedir (152). Araştırmada kullanılan somon örneklerinin ısıtma işlemi görmemiş somonlarda 1,99 mg MDA/kg TBARS değeri, pişmiş somonlarda 1,37-1,90 mg MDA/kg arasında değişmektedir (Bkz. Tablo 4.4). Pişirme işlemi ile somon örneklerinin TBARS değerlerinin azaldığı görülmüştür. Benzer şekilde, Tavares ve ark. (153) kızarttıkları balık fletolarının TBARS değerini çiğ örneklerle göre daha düşük bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada da ısıtma işlemi sonrası kızartılmış sığır etinde TBARS değerinde azalış gözlenmiştir (154). Bu durum, TBARS testi ile ölçülen maddelerin uçucu bileşikler olmasından dolayı ısıtma işlemi sırasında su ile uzaklaşması veya degradasyon/kondensasyon reaksiyonlarında kayıp olmaları ile açıklanabileceği belirtilmiştir (153, 154). Ayrıca ısıtma işlemi sonrası balık ve etlerde TBARS değerlerinde çiğ örneklerle göre artış olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (148, 155, 156).

Hayes ve ark. (157) domuz etine farklı miktarlarda zeytin yaprağı ekstraktının (100, 200 µg/g) eklendiği örneklerde kontrollere kıyasla daha düşük TBARS içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak bu çalışmada farklı oranlarda zeytin yaprağı ekstraktı eklenen örneklerin TBARS değerleri kontrollere kıyasla artış göstermiştir (Bkz. Tablo 4.4). Bunun nedeni, antioksidan özellikteki maddelerin konsantrasyonuna,

kullanılan test ve substrata bağılı olarak prooksidan aktiviteye sahip olabileceği düşünülmektedir (158).

5.4. Somon Örneklerinin HAA İçeriği Sonuçları

5.4.1. Somon Örneklerinin IQx İçerikleri

Heterosiklik aromatik aminler arasında en az çalışılan bileşiklerden biri IQx'dir. Puangsombat ve ark. (62) yağsız tavada 204°C'de 6 dakika boyunca kızartılan somonda IQx tespit edemezken, fırında pişirilen somonda 0,38 ng/g düzeyinde IQx tespit etmişlerdir. Öz ve Kotan (63), 180°C'de 8 dakika boyunca tavada kızartma yöntemiyle pişirdikleri somonda IQx belirleyemezken, barbekü yapılan somon örneklerinde 0,09 ng/g düzeyinde IQx belirlemişlerdir. Bu çalışmada, 180°C ve 220°C'de 10 dakika yağsız tavada pişirilen somon balığının kontrol gruplarında sırasıyla 0,02 ve 0,06 ng/g düzeylerinde IQx bileşiği saptanmıştır (Bkz. Tablo 4.5). Literatürde yapılan çalışmalarda tavada pişirme yönteminde IQx değerleri saptanamazken bizim çalışmamızda saptanmasının nedeni, pişirme süresinin daha uzun olması ve sıcaklıkların farklı olması ile açıklanabilmektedir.

Mevcut araştırmayı literatürle karşılaştırmak oldukça zordur, çünkü literatürde somon balığına antioksidan bir maddenin eklenmesiyle HAA'lar üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yüzden antioksidanların HAA'ların üzerine etkisinin araştırıldığı diğer et türleri ile yapılan çalışmalarla karşılaştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, zeytin yaprağı ekstraktı, pişirme sıcaklığına bağılı olarak IQx seviyelerini %100 oranında azaltmıştır (Tabloda gösterilmemiştir). Yapılan bir çalışmada, alıç ekstraktının tavuk göğüs etine eklenmesi sıcaklığa ve pişirme yöntemine bağılı olarak IQx seviyelerini %6-100 oranında azalttığı bildirilmiştir (102). Başka bir çalışmada, 250°C'de pişirilmiş sığır pirzolarında uygulanan kitosanın moleküler ağırlığındaki artış ile IQx seviyelerinde %20-100 oranında azaltmış olduğu bulunmuştur (138). Örneklerin IQx bileşiğinin oluşum miktarlarından yola çıkarak, zeytin yaprağı ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla IQx bileşiği oluşum seviyesinin azaldığını belirtmek mümkündür.

5.4.2. Somon Örneklerinin IQ İçerikleri

Bu çalışmada, örneklerin IQ içerikleri saptanabilir sınırın altında ile 0,41 ng/g düzeyleri arasında bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.5). Yapılan bir çalışmaya göre, tavada pişirme yönteminin uygulandığı somon balığında IQ bileşiği saptanamazken, barbekü yapılan somon balığında IQ bileşiği 0,28 ng/g düzeyinde saptanırken (63), başka bir çalışmada da, barbekü yöntemi uygulanan somonlarda IQ bileşiği saptanamamıştır (159). Benzer şekilde diğer balık türleriyle yapılan çalışmalarda da IQ bileşiği tespit edilememiştir (160-162). Ancak diğer balık türlerinde IQ bileşiğinin tespit edildiği çalışmalarda mevcuttur. Öz ve ark. (4) 200°C sıcaklıkta tavada 2-8 dk boyunca kızarttıkları örneklerde IQ bileşiğini nd-5,57 ng/g arasında, Costa ve ark. (163) 280-300°C'de 10-14 dk boyunca mangalda pişirilen sardalya örneklerinde IQ bileşiğini nd-1,9 ng/g arasında tespit etmişlerdir.

Antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerin eklenmesiyle çeşitli pişmiş etlerde IQ düzeylerinin azaldığı tespit edilmiştir (14-16). Bu çalışmada 180°C'de %2 zeytin yaprağı ekstraktı içeren örneklerde IQ düzeyinde %100 azalma bulunmuştur (Tabloda gösterilmemiştir). Ayrıca %0,25 oranında zeytin yaprağı ekstraktının eklendiği örneklerde de IQ düzeyinde azalma gözlenmiştir.

5.4.3. Somon Örneklerinin MeIQx İçerikleri

Pişmiş et ve et ürünlerinde en fazla bulunan HAA'lerden birinin MeIQx olduğu belirtilmiştir (164). Bu çalışmada MeIQx bütün örneklerde saptanmıştır. Pişirme sıcaklığının artması ile artış göstermiştir (Bkz. Tablo 4.5). Gross ve Grüter (165), analiz ettikleri bütün örneklerde MeIQx tespit etmişler ve tavada 200°C'de 6-24 dakika boyunca pişirdikleri somonda 5 ng/g'ye kadar, fırında 200°C'de 20-40 dakika boyunca pişirdikleri somonda ise 4,6 ng/g'ye kadar MeIQx saptamışlardır. Costa ve ark. (163), 180-200°C'de 20 dakika boyunca ızgara yöntemiyle pişirdikleri somonda 1,3 ng/g düzeyinde MeIQx tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Viages ve ark. (159) barbekü ile pişirdikleri somonda 0,99-4,01 ng/g düzeyinde MeIQx tespit etmişlerdir. Pişirme süresinin artmasıyla somon balığında HAA düzeylerinde artış gözlenmiştir (74).

Zeytin yaprağı ekstraktının somon balığına %1 oranında eklenmesi MeIQx'i %3-33 oranında azaltırken, %0,25, %0,5 ve %2 oranında eklenmesi MeIQx'i sırasıyla

%42-44, %92-130, %0-41 oranında arttırdığı saptanmıştır (Tabloda gösterilmemiştir). Iwasaki ve ark. (74), tavada kızartma yöntemiyle pişirilen sarımsak, tuz, karabiber ve limon suyu eklenerek marine edilmiş somon örneklerinde marine edilmeyenlere göre MeIQx düzeyinin %62 ile %115 oranında artırdığını saptamıştır.

5.4.4. Somon Örneklerinin MeIQ İçerikleri

Yapılan çalışmalarda, Öz ve Kotan (63) barbekü yöntemiyle pişirilmiş somonda 0,42 ng/g MeIQ tespit ederken, Johansson ve Jagerstad (166) tavada kızartma yöntemiyle pişirdikleri somonda 1,3 ng/g MeIQ tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise MeIQ yağsız tavada pişirilen tüm örneklerde saptanmış ve somon örneklerinin MeIQ değerleri 0,33-2,98 ng/g düzeyinde bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.5). Somonda yapılan çalışmalar sınırlı olduğundan diğer balık ve et türleriyle yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, Öz ve ark. (4) tavada kızartma ve barbekü yöntemiyle pişirdikleri alabalıkta 0,64 ng/g'a kadar, Rivera ve ark. (167) barbekü yöntemiyle pişirilmiş sığır etinde 8 ng/g'a kadar, Öz ve ark. (55) mangalda pişirdikleri sığır etinde 0,31 ng/g'a kadar MeIQ bileşiğini tespit etmişlerdir. Buna karşın tavada, mikrodalgada ve fırında pişirilen somonda (63), tavada, derin yağda kızartma, mangalda ve fırında pişirilen tavukta (56), kızartma işlemi uygulanmış sığır etinde (168) MeIQ bileşiği tespit edilememiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre HAA'lar arasında en yüksek düzeyde bulunan MeIQ bileşiğidir.

Piştirme sıcaklığının HAA üretiminde en önemli parametre olduğu belirtilmiştir (164). Sıcaklığın artması ile kontrol grubunda MeIQ düzeyinde artış olmuştur (Bkz. Tablo 4.5). Somon örneklerinde %0,5 ile %2 oranında zeytin yaprağı ekstraktının eklenmesi MeIQ seviyesini %37-421 arasında arttırmıştır (Tabloda gösterilmemiştir). Yapılan bir çalışmada, 150°C'de tavada pişirilen tavuk göğüs eti ve dana etinin kontrol gruplarında sırasıyla 0,85 ng/g ve 2,02 ng/g seviyesinde, %1 oranında enginar ekstraktı eklenen örneklerde ise sırasıyla 1,58 ng/g ve 2,38 ng/g seviyesinde MeIQ bileşiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla %1 oranında enginar ekstraktı içeren tavuk göğüs ve dana etlerinde MeIQ seviyelerinde sırasıyla %85,88 ve %17,82 oranında artış olduğu bulunmuştur (92). Bu sonuçlar antioksidanların prooksidan etkilerinden dolayı HAA oluşumunu artırabileceği ile açıklanabilmektedir (47).

5.4.5. Somon Örneklerinin 7,8-DiMeIQx İçerikleri

Literatürde yaygın olarak çalışılmayan HAA'lerden biri de 7,8-DiMeIQx bileşiğidir. Bu çalışmada 7,8-DiMeIQx bileşiği sadece 180°C'de yağsız tavada pişirilen kontrol grubundaki 0,29 ng/g düzeyinde bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.5). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada 7,8-DiMeIQx bileşiği tavada kızartma yöntemiyle pişirilen alabalıkta nd-0,4 ng/g, barbekü yöntemiyle pişirilen alabalık örneklerinde ise 0,21-0,42 ng/g düzeylerinde tespit edilmiştir (4). Öz ve Kotan (63) 180°C'de 8 dakika boyunca tavada pişirdikleri somon örneklerinde 7,8-DiMeIQx bileşiğini saptayamazken, mikrodalga ve barbekü ile pişirdikleri somon örneklerinde sırasıyla 0,04 ve 0,06 ng/g düzeyinde 7,8-DiMeIQx saptamışlardır. Öz ve Kotan (63) 180°C'de 8 dakika boyunca tavada pişirdikleri sardalya ve alabalıkta sırasıyla 0,04 ve 0,03 ng/g düzeyinde 7,8-DiMeIQx tespit etmişlerdir.

Zeytin yaprağı ekstraktının somon örneklerine eklenmesi ile %100 oranında 7,8-DiMeIQx düzeylerinde azalma gözlenmiştir (Tabloda gösterilmemiştir). Benzer şekilde alıç ekstraktının eklendiği tavuk göğüs ve dana eti örneklerinde %16-100 oranında 7,8-DiMeIQx düzeylerinin azaldığı belirlenmiştir (102). Ayrıca, sığır eti köftelerine çay ekstraktının eklenmesinin (100) ve sığır eti pirzolarına farklı seviyelerde düşük ve orta moleküler ağırlıklı kitosan eklenmesinin (138) 7,8-DiMeIQx düzeylerini azalttığı gösterilmiştir.

5.4.6. Somon Örneklerinin 4,8-DiMeIQx İçerikleri

Literatürde, pişmiş et ürünlerinde en sık araştırılan HAA'lerden biri de 4,8-DiMeIQx bileşiğidir. Ancak, bu çalışmada sadece iki somon örneğinde tespit edilmiş ve bu değerler sırasıyla 0,14 ng/g ve 0,16 ng/g düzeyindedir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda, tavada pişirilen alabalık örneklerinde nd-0,24 ng/g (4), 204°C'de 6 dakika boyunca kızartılan somonda 1,93 ng/g (62) ve tavada pişirilen somonda 0,2 ng/g (166) düzeylerinde 4,8-DiMeIQx saptanmıştır. Ayrıca, Iwasaki ve ark. (74) tavada kızartılan somonda 0,26 ng/g ve mangalda pişirilen somonda 0,42 ng/g 4,8-DiMeIQx saptamışlardır. Başka bir çalışmada da, farklı pişirme yöntemleri uygulanan (mikrodalga, yağsız tava, fırın, barbekü) somon örneklerinde sadece barbekü yapılan örneklerde 0,06 ng/g düzeyinde 4,8-DiMeIQx saptanmıştır (63). Buna karşın Viages

ve ark. (159) barbekü yapılan somon örneklerinde 4,8-DiMeIQx bileşiğini tespit edememiştir. Benzer şekilde başka bir çalışmada da pişmiş balıkta 4,8-DiMeIQx saptanamamıştır (160).

Öz ve Kaya (13, 14) karabiberin ve kırmızıbiberin kızartılmış köftelere ve sığır etine eklenmesinin 4,8-DiMeIQx seviyesini sırasıyla %100 ve %69 oranında azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Sabally ve ark. (11) de elma kabuğu polifenolleri ekstraktı ekledikleri köftelerde 4,8-DiMeIQx seviyesini %42-56 oranında azalttığını belirtmiştir. Bu çalışmada da zeytin yaprağı ekstraktı eklenen somon örneklerinde %100 oranında 4,8-DiMeIQx seviyelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu araştırma literatürde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

5.4.7. Somon Örneklerinin Trp-P-2 İçerikleri

Literatürde Trp-P-2 yaygın olarak saptanan bir HAA değildir. Viages ve ark. (159) barbekü yapılan somon balığında Trp-P-2 bileşiğini saptayamamıştır. Benzer şekilde, Bermudo ve ark. (169) kızartılmış ve ızgara yapılmış tavukta Trp-P-2'yi tespit edememiştir. Jamali ve ark. (100) 160°C'de pişirdikleri köftelerde Trp-P-2 saptayamazken, 220°C'de pişirdikleri köftelerde 1,09 ng/g düzeyinde Trp-P-2 tespit etmişlerdir. Bu çalışmada Trp-P-2 sadece 180°C'de pişirilen kontrol grubunda saptanmıştır (Bkz. Tablo 4.5). Yapılan çalışmalar bu sonuçları desteklemektedir. Buna karşın, Trp-P-2'nin yüksek oranda saptandığı çalışmalarda mevcuttur. Yamaizumi ve ark. (170) ızgara yaptıkları sardalyada 13,1 ng/g düzeyinde Trp-P-2 tespit etmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, tavuk göğsü ve sığır eti örneklerinde Trp-P-2 en fazla bulunan HAA olarak tespit edilmiş ve tavuk göğsü örneklerinde 12,88 ng/g'a kadar saptandığı belirtilmiştir (102). Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada da, tavuk göğsü ve sığır eti örneklerinde saptanamayan değerler ile 37,80 ng/g arasında Trp-P-2 saptandığı bildirilmiştir (92).

Bu çalışmada, Trp-P-2 düzeylerinde zeytin yaprağı ekstraktı ilavesiyle %100 azalma görülmüştür. Benzer şekilde, Jamali ve ark. (100) sığır eti köftelerinde çay ekstraktının ilavesiyle Trp-P-2 düzeyinin %75 oranında azaldığını, Tengilimoğlu-Metin ve ark. (102) sığır eti ve tavuk göğsü örneklerine alıç ekstraktı ilavesiyle Trp-P-2 düzeyinin %85'e kadar azaldığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada da,

fesleğen ve kekik ekstraktının eklendiği sığır eti örneklerinde Trp-P-2 düzeylerinin sırasıyla %39 ile %13'e kadar azaldığı belirtilmiştir (171).

5.4.8. Somon Örneklerinin PhIP İçerikleri

Yapılan çalışmalarda, ısıtma işlemi uygulanmış etlerde en yaygın olarak bulunan HAA'lerden birinin PhIP bileşiği olduğu belirtilmektedir (56, 74, 159). Mevcut araştırmada PhIP bileşiği somon örneklerinde tespit edilememiştir. Isıtma işlemi uygulanmış et ürünlerinde yaygın olarak bulunmasına karşın PhIP bileşiğinin balık ve et ürünlerinde ısıtma işlemi sonucu belirlenemediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Nitekim Öz ve Kotan (63), mikrodalga(4 dakika), tavada (180°C, 8 dakika), fırında pişirme (180°C, 10 dakika) yöntemleriyle pişirdikleri somon, levrek ve mezgit balığında PhIP tespit edilememiştir. İlaveten 150-250°C'de fırında pişirilen tavuk göğüs etinde (102), 200°C'de rostit yapılan ördek etinde (56) ve farklı pişirme yöntemlerinin (mikrodalga, fırında, tavada, barbekü) tavuk pirzolarında (4) HAA oluşumu üzerine etkisini incelemek için yapılan çalışmalarda örneklerin hiçbirinde PhIP bileşiği tespit edilememiştir.

Bu çalışmada örneklerin PhIP içerikleri literatürdeki veriler ile benzerlik göstermektedir. Ancak yapılan çalışmalarda ısıtma işlemi görmüş etlerde çok yüksek seviyelerde PhIP bileşiğinin olduğu gösterilmiştir. Nitekim Öz ve Kotan (63) barbekü yaptıkları somonda 2,67 ng/g seviyesinde, Viages ve ark. (159) barbekü (230-300°C'de) yapılan somon balığında 3,03-7,76 ng/g düzeyinde, Johansson ve Jagerstad (166) tavada kızarttıkları somonda 3 ng/g düzeyinde, Iwasaki ve ark. (74) iç sıcaklığı 90°C olan tavada pişirdikleri ve barbekü yaptıkları somonda sırasıyla 7,37 ng/g ve 28,80 ng/g'a kadar PhIP bileşiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Puangsombat ve ark. (62) 204°C'de 6 dakika boyunca tavada kızarttıkları somonda 9,11 ng/g düzeyinde PhIP saptarken, fırında 177°C'de 14 dakika pişirdikleri somon örneklerinde ise 4,34 ng/g düzeyinde PhIP tespit etmişlerdir.

Costa ve ark. (163) 280-300°C'de 6 dakika ızgara yapılan somonda 13 ng/g düzeyinde, 180-200°C'de 20 dakika ızgara yapılan somonda ise 4,3 ng/g düzeyinde PhIP belirlemişlerdir. Gross ve Grüter (165) tavada 200°C'de 6-24 dakika boyunca

pişirdikleri somonda 1,7-23 ng/g, fırında 200°C'de 20-40 dakika boyunca pişirdikleri somonda ise saptanamayan değerden 18 ng/g' kadar PhIP saptamışlardır.

Literatürde antioksidan bileşiklerin et ve balık ürünlerine eklenmesiyle PhIP düzeyinde azalmalar gözlenmiştir. Öz ve Kaya (13, 14) %1 oranında karabiberin ve kırmızıbiberin kızartılmış köftelere eklenmesinin PhIP seviyelerini %100 oranında azalttığını bildirmiştir. Ayrıca Iwasaki ve ark. (74) baharatlarla marinasyon yapılmış tavada kızartılmış somonda PhIP düzeyini %16 oranında azalttığını bildirmiştir.

5.4.9. Somon Örneklerinin AαC İçerikleri

Literatürde AαC bileşiği az çalışılan HAA bileşiklerinden biridir. Bu çalışmada AαC bileşiği analizi yapılan örneklerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada, farklı pişirme yöntemlerinin uygulandığı somon, uskumru, sardalya, alabalık ve levrekte AαC bileşiği belirlenememiştir (63). Ayrıca farklı pişirme yöntemlerinin uygulandığı başka bir çalışmada da alabalık ve tavuk pirzolarında AαC bileşiği tespit edilememiştir (4).

Pişmiş et ve balıkta AαC düzeylerinin analiz edildiği çalışmalarda Costa ve ark. (163) 180-200°C'de ızgara yapılmış somonda 0,37 ng/g düzeyinde, Viages ve ark. (159) barbekü yapılan somonda 0,62 ng/g'a kadar, Gross ve Grüter (165) tavada 200°C'de 6-24 dakika boyunca tavada pişirdikleri somonda 9 ng/g'a kadar, Öz ve Kotan (63) barbekü yapılan mezgitte 0,03 ng/g, Öz ve ark. (138) sıcak plakalarda pişirdikleri pirzolada 0,68 ng/g'a kadar AαC bileşiğini belirlemişlerdir.

Jamali ve ark. (100) 160-220°C'de kızartılan köftelere çay ekstraktının eklenmesiyle AαC düzeyinde sırasıyla %100 ve %12 oranında bir azalmanın olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde enginar ekstraktının eklendiği ve farklı sıcaklıklarda (150°C, 200°C, 250°C) fırında pişirilen sığır eti örneklerinde AαC düzeyinin %29-100 oranında azaldığı belirtilmiştir (92).

5.4.10. Somon Örneklerinin MeAαC İçerikleri

Literatürde AαC bileşiği gibi az çalışılan HAA'lardan biri de MeAαC bileşiğidir. Öz ve Kotan (63) farklı pişirme yöntemlerinin uygulandığı somon, uskumru, sardalya, alabalık ve levrekte, Öz ve ark. (4) farklı pişirme yöntemlerinin

uygulandığı alabalık ve tavuk pirzolarında, Costa ve ark. (163) 180-200°C'de ızgara yapılmış somonda MeAαC bileşiğini belirleyememişlerdir. Mevcut araştırmada MeAαC bileşiği analizi yapılan örneklerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Ancak MeAαC bileşiğinin balıkta belirlendiği çalışmalarda bulunmaktadır. Viages ve ark. (159) barbekü yapılan somonda MeAαC düzeyini 0,50 ng/g'a kadar tespit etmişlerdir. Costa ve ark. (163) 280-300°C'de 6 dakika boyunca ızgara yaptıkları somonda 2,7 ng/g'a kadar, 280-300°C'de 7 dakika boyunca ızgara yaptıkları sardalyada ise 10,6 ng/g MeAαC bileşiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada 160°C'de kızartılan köftelere çay ekstraktının eklenmesiyle MeAαC düzeyinde %100 azalma olduğu belirtilmiştir (100).

5.4.11. Somon Örneklerinin Toplam HAA İçerikleri

Kontrol grubu ve farklı seviyelerde zeytin yaprağı ekstraktı içeren somonların farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu elde edilen toplam HAA değerleri 0,81-4,03 ng/g arasında değişmektedir (Bkz. Tablo 4.5). Literatürde benzer şekilde somon balığında yapılan çalışmalarda, Johansson ve Jagerstad (166) tavada pişirilen somonda 5,7 ng/g düzeyinde toplam HAA tespit etmişlerdir. Puangsombat ve ark. (62) 204°C'de 6 dakika boyunca kızarttıkları somonda toplam HAA düzeyini 13,09 ng/g seviyesinde saptarken, 177°C'de 14 dakika boyunca fırında pişirdikleri somonda ise 8,41 ng/g seviyesinde saptamışlardır. Öz ve Kotan (63) barbekü yaptıkları somonda 5,72 ng/g düzeyinde toplam HAA saptamışlardır.

Elde ettiğimiz sonuçlar, zeytin yaprağı ekstraktının somon örneklerinde toplam HAA seviyelerinin iyi bir inhibitörü olduğunu ve %3,87 ile 77,69 arasında değişen inhibitör etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 4.5). Doğal ekstraktların inhibisyon etkisinin farklı mekanizmalara bağlı olduğuna inanılmakla birlikte, HAA inhibisyonu ve fenolik antioksidanlar arasında bir ilişki olduğu belirtilmiştir (102).

Bu çalışmada kullanılan zeytin yaprağı ekstraktının toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenol içeriği sırasıyla 300,40 mmol TE / kg ve 202000 mg GAE/kg olarak bulunmuştur. Buna göre, HAA inhibisyonu, antioksidan özelliğinin yanı sıra yüksek fenol içeriğiyle sağlanabilmektedir.

5.5. Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumunu Etkileyen Parametreler

Bu araştırmada yağsız tavada pişirme uygulanmış somonlarda pişirme sıcaklığı ve iç sıcaklık ile HAA düzeyi arasında ilişki saptanmamıştır. Ancak yapılan birçok çalışmada pişirme sıcaklığının ve iç sıcaklığının artması ile HAA düzeylerinde anlamlı ilişki belirlenmiştir (74, 92, 172). Bunun nedeni olarak sıcaklıklar arasındaki farkın az olması gösterilebilmektedir.

Somon örneklerinin pişirme sonrası ağırlık kayıpları ile IQx düzeylerinin pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir ($r=0,935$ $p<0,01$). Pişirme sırasında su kaybı ile suda çözünebilen öncü maddelerde su ile etin yüzeyine taşınmaktadır ve böylece öncü madde miktarında artış olmaktadır. Bu nedenle ağırlık kaybı ile HAA düzeyleri arasında bir ilişki bulunduğu belirtilmiştir (172).

Yağ içeriği HAA oluşumunda önemli bir etmendir. Yağ içeriği düşük ette HAA öncü madde düzeyleri daha çok bulunurken, yağ içeriğinin artması ile öncü maddelerin düzeyi azalacağından HAA oluşumunda da azalma olduğu belirtilmiştir (22). Yağ içeriğinin artmasıyla HAA konsantrasyonu azalmaktadır (65, 66). Ancak bu çalışmada yağ yüzdesi ile HAA düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Heterosiklik aromatik aminler (HAA), et ve balık gibi protein açısından zengin besinlerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ile doğal olarak oluşan bileşikleridir (4). HAA'ların iki türü de aminoasit varlığında oluşmaktadır (23). HAA miktarının serbest aminoasitlerin içeriği ile korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir (43). Bu çalışmada pişmiş somon örneklerinin protein yüzdesi ile toplam HAA düzeyi ($r= -0,365$ $p<0,05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Ayrıca TBARS değerleri ile IQ düzeylerinin arasında ($r=0,415$ $p<0,05$) pozitif bir ilişki bulunmuştur. Lipit oksidasyonu sonucu oluşan birçok bileşiğin HAA oluşumunu arttırdığı belirtilmiştir (68).

Antioksidanlar, HAA oluşum mekanizması ve Maillard reaksiyonunda oluşan serbest radikalleri tutarak HAA oluşumunu azaltabilmektedir (29, 76). Antioksidan içeriği yüksek olan bileşiklerin et ürünlerine pişirilmeden önce eklenmesiyle HAA oluşumunu azalttığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (13, 77, 90). Ancak ekstrakt yüzdesi ile MeIQ düzeyleri arasında ($r=0,411$ $p<0,05$) pozitif bir ilişki

bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, %1 oranında enginar ekstraktı içeren tavuk göğüs ve dana etlerinde MeIQ seviyelerinde sırasıyla %85,88 ve %17,82 oranında artış olduğu bulunmuştur (92). Bunun antioksidanların prooksidan etkilerinden dolayı HAA oluşumunu artırabileceği ile açıklanabilmektedir (47).



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Somon balığının pişirilmesinde zeytin yaprağı ekstraktı kullanımının HAA oluşumu üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir;

1. Araştırmada materyal olarak kullanılan somonların nem içeriklerinin %63,88, ham yağ içeriğinin %10,15, protein içeriğinin %13,35 ve kül içeriğinin %1,20 olduğu belirlenmiştir.
2. Pişirme ile protein, yağ ve kül içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir.
3. Farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstraktı içeren somonların farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu nem içeriklerinin çiğ örneklerle kıyasla azaldığı ve pişirilmiş örneklerin nem içeriğinin %43,85-49,58 arasında değiştiği belirlenmiştir.
4. Örneklerin farklı sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu pişirme kaybının %22,14-28,20 arasında değiştiği tespit edilmiştir.
5. Çiğ somonda 6,55 olarak belirlenen pH değerinin, ısıtma işlem sonrası artarak kontrol grubundaki örneklerde 6,71 olarak arttığı tespit edilmiştir.
6. Materyal olarak kullanılan somonların TBARS değeri 1,99 mg MDA/kg iken, farklı sıcaklıklarda pişirilmiş örneklerin TBARS değerleri 1,37-1,90 mg MDA/kg arasında değişmiştir.
7. Farklı sıcaklıklarda pişirilen somon örneklerinin hiçbirinde PhIP, AαC ve MeAαC belirlenmemiştir. Öte yandan araştırmada en yaygın olarak tespit edilen HAA'ların; MeIQx ve MeIQ olduğu tespit edilmiştir.
8. Farklı sıcaklıklarda pişirilen somon örneklerinde değişen miktarlarda, IQx (0,06 ng/g'a kadar), IQ (0,41 ng/g'a kadar), MeIQx (0,83 ng/g'a kadar), MeIQ (2,98 ng/g'a kadar), 7,8-DiMeIQx (0,29 ng/g'a kadar), 4,8-DiMeIQx (0,16 ng/g'a kadar), Trp-P-2 (2,40 ng/g'a kadar) içerdiği saptanmıştır.
9. Pişirilen somon örneklerinin toplam HAA içeriği 0,81-4,03 ng/g arasında değişiklik göstermiştir.
10. Somonların pişirilmesinde, pişirme sıcaklığının artırılması toplam HAA içeriğini artırmıştır.

11. Zeytin yaprağı ekstraktının HAA içerikleri üzerine azaltıcı veya artırıcı etkisi pişirme sıcaklığına ve ilave edilen zeytin yaprağı ekstraktının miktarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir.
12. Pişirme sıcaklığı 180°C olan somon örneklerinde zeytin yaprağı ekstraktının kullanımı toplam HAA içeriğini %32,78-77,69 oranında azaltmıştır.
13. Pişirme sıcaklığı 220°C olan somon örneklerinde %0,25 ve %1 zeytin yaprağı ekstraktı kullanımı toplam HAA içeriğini sırasıyla %3,87 ve %32,75 oranlarında azaltmıştır.
14. Heterosiklik aromatik aminlerin günlük kabul edilen tüketim miktarı kişi başı 0-15µg/gün arasında olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırmada toplam HAA içeriğinin en yüksek miktarda bulunduğu somon örneklerinin 100'er g tüketilmesi durumunda bile üst sınırın aşılmadığı görülmektedir.

6.2. Öneriler

Karsinogenik HAA'ların oluşum seviyelerini minimum düzeyde tutulması için somon örneklerinin düşük sıcaklıkta pişirilmesi gerektiği söylenebilir. Pişirme süresinin artmasıyla HAA oluşumunda artış gözlemlendiğinden iyi pişmiş et tüketiminin azaltılması önerilmektedir. Pişirmeden önce zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilmesi, başlıca oleuropein olmak üzere polifenolik bileşiklerle ilgili antioksidan aktiviteleri nedeniyle HAA oluşumunu azaltmada etkili olabilmektedir. Toplu beslenme yapılan kurumlarda ve evde pişirme işlemi sırasında HAA oluşumunu azaltmak için antioksidan bileşiklerin eklenmesi önerilmektedir. Bu yöndeki çalışmalara yol göstermektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Hasnol N, Jinap S, Sanny M. Effect of different types of sugars in a marinating formulation on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. *Food chemistry*. 2014;145:514-21.
2. Alaejos MS, González V, Afonso AM. Exposure to heterocyclic aromatic amines from the consumption of cooked red meat and its effect on human cancer risk: a review. *Food Additives and Contaminants*. 2008;25(1):2-24.
3. Sugimura T. Food and cancer. *Toxicology*. 2002;181:17-21.
4. Oz F, Kaban G, Kaya M. 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*. 2010;43(9):1345-50.
5. Nagao M, Honda M, Seino Y, Yahagi T, Sugimura T. Mutagenicities of smoke condensates and the charred surface of fish and meat. *Cancer Letters*. 1977;2(4):221-6.
6. Jägerstad M, Skog K, Arvidsson P, Solyakov A. Chemistry, formation and occurrence of genotoxic heterocyclic amines identified in model systems and cooked foods. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*. 1998;207(6):419-27.
7. Organization WH, Cancer IAfRo. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. 1993;56.
8. Kizil M, Oz F, Besler H. A review on the formation of carcinogenic/mutagenic heterocyclic aromatic amines. *J Food Process Technol*. 2011;2(5):1-5.
9. Dong A, Lee J, Shin H-S. Influence of natural food ingredients on the formation of heterocyclic amines in fried beef patties and chicken breasts. *Food Science and Biotechnology*. 2011;20(2):359-65.
10. Gibis M, Weiss J. Antioxidant capacity and inhibitory effect of grape seed and rosemary extract in marinades on the formation of heterocyclic amines in fried beef patties. *Food chemistry*. 2012;134(2):766-74.
11. Sabally K, Sleno L, Jauffrit J-A, Iskandar MM, Kubow S. Inhibitory effects of apple peel polyphenol extract on the formation of heterocyclic amines in pan fried beef patties. *Meat science*. 2016;117:57-62.
12. Awney H. The effect of green tea and olive oil on the mutagenic activity of heterocyclic amines extracted from common food consumed in Saudi Arabia. *International journal of food sciences and nutrition*. 2011;62(3):295-302.
13. Oz F, Kaya M. The inhibitory effect of black pepper on formation of heterocyclic aromatic amines in high-fat meatball. *Food Control*. 2011;22(3-4):596-600.
14. Oz F, Kaya M. The inhibitory effect of red pepper on heterocyclic aromatic amines in fried beef Longissimus dorsi muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2011;35(6):806-12.

15. Keşkekoğlu H, Üren A. 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*. 2014;96(4):1446-51.
16. Jinap S, Iqbal SZ, Selvam RM. Effect of selected local spices marinades on the reduction of heterocyclic amines in grilled beef (satay). *LWT-Food Science and Technology*. 2015;63(2):919-26.
17. Sarica S, Ürkmez D. The use of grape seed-, olive leaf-and pomegranate peel-extracts as alternative natural antimicrobial feed additives in broiler diets. *European Poultry Science*. 2016;80:1-13.
18. Cavaleiro CV, Picoloto RS, Cichoski AJ, Wagner R, de Menezes CR, Zepka LQ, et al. Olive leaves offer more than phenolic compounds–Fatty acids and mineral composition of varieties from Southern Brazil. *Industrial Crops and Products*. 2015;71:122-7.
19. Mosleh G, Mohagheghzadeh A, Faridi P. Olive Leaf: From Tradition to Clinic. *Trends in Pharmaceutical Sciences*. 2016;2(4):241-52.
20. Talhaoui N, Taamalli A, Gómez-Caravaca AM, Fernández-Gutiérrez A, Segura-Carretero A. Phenolic compounds in olive leaves: Analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. *Food Research International*. 2015;77:92-108.
21. Oz F, Zikarov E. The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. *LWT-Food Science and Technology*. 2015;64(1):120-5.
22. Gibis M. Heterocyclic aromatic amines in cooked meat products: causes, formation, occurrence, and risk assessment. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2016;15(2):269-302.
23. Messner C, Murkovic M. Evaluation of a new model system for studying the formation of heterocyclic amines. *Journal of Chromatography B*. 2004;802(1):19-26.
24. Knize MG, Dolbeare FA, Cunningham PL, Felton J. Mutagenic activity and heterocyclic amine content of the human diet. Lawrence Livermore National Lab., CA (United States); 1993.
25. Zamora R, Alcón E, Hidalgo FJ. Ammonia and formaldehyde participate in the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in addition to creatine and phenylacetaldehyde. *Food chemistry*. 2014;155:74-80.
26. Seidel A, Pfau W. Heat-Generated Toxicants in Food II: Heterocyclic Aromatic Amines. *Chemical Contaminants and Residues in Food (Second Edition)*: Elsevier; 2017. p. 197-207.
27. Oz F. The Effect of Different Thawing Methods on Heterocyclic Aromatic Amine. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010;9(17):2327-32.
28. Meurillon M, Engel E. Mitigation strategies to reduce the impact of heterocyclic aromatic amines in proteinaceous foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2016;50:70-84.

29. Alaejos MS, Afonso AM. Factors That Affect the Content of Heterocyclic Aromatic Amines in Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011;10(2):52-108.
30. Moon S-E, Shin H-S. Inhibition of mutagenic 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) formation using various food ingredients in a model systems. *Food Science and Biotechnology*. 2013;22(2):323-9.
31. Gibis M, Weiss J. Impact of Precursors Creatine, Creatinine, and Glucose on the Formation of Heterocyclic Aromatic Amines in Grilled Patties of Various Animal Species. *J Food Sci*. 2015;80(11):C2430-9.
32. Skog K, Solyakov A, Jägerstad M. Effects of heating conditions and additives on the formation of heterocyclic amines with reference to amino-carbolines in a meat juice model system. *Food Chemistry*. 2000;68(3):299-308.
33. Yu D, Yu SJ. Effects of waxy rice starch and short chain amylose (SCA) on the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP) in a model system. *Food Funct*. 2016;7(3):1339-44.
34. Shin H-S, Park H, Park D. Influence of different oligosaccharides and inulin on heterocyclic aromatic amine formation and overall mutagenicity in fried ground beef patties. *J Agric Food Chem*. 2003;51(23):6726-30.
35. Dennis C, Karim F, Smith JS. Evaluation of maillard reaction variables and their effect on heterocyclic amine formation in chemical model systems. *J Food Sci*. 2015;80(2):T472-8.
36. Bordas M, Moyano E, Puignou L, Galceran M. Formation and stability of heterocyclic amines in a meat flavour model system: Effect of temperature, time and precursors. *Journal of Chromatography B*. 2004;802(1):11-7.
37. Kataoka H, Miyake M, Saito K, Mitani K. Formation of heterocyclic amine–amino acid adducts by heating in a model system. *Food chemistry*. 2012;130(3):725-9.
38. Cheng K-W, Wong CC, Cho CK, Chu IK, Sze KH, Lo C, et al. Trapping of phenylacetaldehyde as a key mechanism responsible for naringenin's inhibitory activity in mutagenic 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine formation. *Chemical research in toxicology*. 2008;21(10):2026-34.
39. Zöchling S, Murkovic M. Formation of the heterocyclic aromatic amine PhIP: identification of precursors and intermediates. *Food chemistry*. 2002;79(1):125-34.
40. Wong D, Cheng K-W, Wang M. Inhibition of heterocyclic amine formation by water-soluble vitamins in Maillard reaction model systems and beef patties. *Food Chemistry*. 2012;133(3):760-6.
41. Zamora R, Alcón E, Hidalgo FJ. Comparative formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in creatinine/phenylalanine and creatinine/phenylalanine/4-oxo-2-nonenal reaction mixtures. *Food chemistry*. 2013;138(1):180-5.
42. Zamora R, Alcón E, Hidalgo FJ. Effect of amino acids on the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in

- creatinine/phenylalanine and creatinine/phenylalanine/4-oxo-2-nonenal reaction mixtures. *Food chemistry*. 2013;141(4):4240-5.
43. Szterk A, Waszkiewicz-Robak B. Influence of selected quality factors of beef on the profile and the quantity of heterocyclic aromatic amines during processing at high temperature. *Meat science*. 2014;96(3):1177-84.
 44. Borgen E, Solyakov A, Skog K. Effects of precursor composition and water on the formation of heterocyclic amines in meat model systems. *Food Chemistry*. 2001;74(1):11-9.
 45. Szterk A. Heterocyclic aromatic amines in grilled beef: The influence of free amino acids, nitrogenous bases, nucleosides, protein and glucose on HAAs content. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015;40:39-46.
 46. Yu D, Yu S-J. Effects of some cations on the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in a model system. *Food chemistry*. 2016;201:46-51.
 47. Johansson M, Jägerstad M. Influence of pro-and antioxidants on the formation of mutagenic-carcinogenic heterocyclic amines in a model system. *Food Chemistry*. 1996;56(1):69-75.
 48. Vangnai K, Houser TA, Hunt MC, Smith JS. Effect of enhancement on the formation of heterocyclic amines in cooked pork loins: Preliminary studies. *Meat science*. 2014;98(2):88-93.
 49. Polak T, Andrenšek S, Žlender B, Gašperlin L. Effects of ageing and low internal temperature of grilling on the formation of heterocyclic amines in beef *Longissimus dorsi* muscle. *LWT-Food Science and Technology*. 2009;42(1):256-64.
 50. Ahn J, Grün IU. Heterocyclic amines: 1. Kinetics of formation of polar and nonpolar heterocyclic amines as a function of time and temperature. *Journal of food science*. 2005;70(2):C173-C9.
 51. Skog K, Johansson M, Jägerstad M. Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake. *Food and Chemical Toxicology*. 1998;36(9):879-96.
 52. Gibis M, Kruwinnus M, Weiss J. Impact of different pan-frying conditions on the formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality in fried bacon. *Food chemistry*. 2015;168:383-9.
 53. Wang Y, Hui T, Zhang Y, Liu B, Wang F, Li J, et al. Effects of frying conditions on the formation of heterocyclic amines and trans fatty acids in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Food chemistry*. 2015;167:251-7.
 54. Jackson LS, Hargraves WA. Effects of time and temperature on the formation of MeIQx and DiMeIQx in a model system containing threonine, glucose, and creatine. *J Agric Food Chem*. 1995;43(6):1678-84.
 55. Oz F, Kaban G, Kaya M. Heterocyclic aromatic amine contents of beef and lamb chops cooked by different methods to varying levels. *J Anim Vet Adv*. 2010;9:1436-40.

56. Liao G, Wang G, Xu X, Zhou G. Effect of cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and duck breast. *Meat science*. 2010;85(1):149-54.
57. Oz F, Yuzer MO. The effects of different cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines in turkey meat. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017;41(5).
58. Felton J, Fultz E, Dolbeare F, Knize M. Reduction of heterocyclic aromatic amine mutagens/carcinogens in fried beef patties by microwave pretreatment. *Food Chem Toxicol*. 1994;32(397.9):3.
59. Jinap S, Mohd-Mokhtar M, Farhadian A, Hasnol N, Jaafar S, Hajeb P. Effects of varying degrees of doneness on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and beef satay. *Meat science*. 2013;94(2):202-7.
60. Oz F, Kaban G, Kaya M. Effects of cooking techniques and levels on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken and fish. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010;9(8):1259-64.
61. Oz F, Zikirov E. The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. *LWT - Food Science and Technology*. 2015;64(1):120-5.
62. Puangsombat K, Gadgil P, Houser TA, Hunt MC, Smith JS. Occurrence of heterocyclic amines in cooked meat products. *Meat science*. 2012;90(3):739-46.
63. Oz F, Kotan G. Effects of different cooking methods and fat levels on the formation of heterocyclic aromatic amines in various fishes. *Food Control*. 2016;67:216-24.
64. Raza A, Shabbir M, Khan M, Suleria H, Sultan S. Effect of thermal treatments on the formation of heterocyclic aromatic amines in various meats. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015;39(4):376-83.
65. Persson E, Oroszvári BK, Tornberg E, Sjöholm I, Skog K. Heterocyclic amine formation during frying of frozen beefburgers. *International journal of food science & technology*. 2008;43(1):62-8.
66. Abdulkarim BG, Smith JS. Heterocyclic amines in fresh and processed meat products. *J Agric Food Chem*. 1998;46(11):4680-7.
67. Johansson M, Fredholm L, Bjerne I, Jägerstad M. Influence of frying fat on the formation of heterocyclic amines in fried beefburgers and pan residues. *Food and Chemical Toxicology*. 1995;33(12):993-1004.
68. Zamora R, Alcón E, Hidalgo FJ. Effect of lipid oxidation products on the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in model systems. *Food chemistry*. 2012;135(4):2569-74.
69. Lu F, Kuhnle GK, Cheng Q. Vegetable oil as fat replacer inhibits formation of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in reduced fat pork patties. *Food Control*. 2017.

70. Oz F, Cakmak IH. The effects of conjugated linoleic acid usage in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *LWT - Food Science and Technology*. 2016;65:1031-7.
71. Salmon C, Knize M, Felton J. Effects of marinating on heterocyclic amine carcinogen formation in grilled chicken. *Food and Chemical Toxicology*. 1997;35(5):433-41.
72. Gu YS, Kim IS, Park JH, LEE SH, PARK DC, YEUM DM, et al. Effects of seasoning and heating device on mutagenicity and heterocyclic amines in cooked beef. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 2001;65(10):2284-7.
73. Smith J, Ameri F, Gadgil P. Effect of marinades on the formation of heterocyclic amines in grilled beef steaks. *Journal of Food Science*. 2008;73(6):T100-T5.
74. Iwasaki M, Kataoka H, Ishihara J, Takachi R, Hamada GS, Sharma S, et al. Heterocyclic amines content of meat and fish cooked by Brazilian methods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010;23(1):61-9.
75. Shin H, Ustunol Z. Influence of Honey-containing Marinades on Heterocyclic Aromatic Amine Formation and Overall Mutagenicity in Fried Beef Steak and Chicken Breast. *Journal of food science*. 2004;69(3):FCT147-FCT53.
76. Vitaglione P, Fogliano V. Use of antioxidants to minimize the human health risk associated to mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in food. *Journal of Chromatography B*. 2004;802(1):189-99.
77. Gibis M, Weiss J. Antioxidant capacity and inhibitory effect of grape seed and rosemary extract in marinades on the formation of heterocyclic amines in fried beef patties. *Food Chem*. 2012;134(2):766-74.
78. Natale D, Gibis M, Rodriguez-Estrada MT, Weiss J. Inhibitory effect of liposomal solutions of grape seed extract on the formation of heterocyclic aromatic amines. *J Agric Food Chem*. 2014;62(1):279-87.
79. Gibis M, Weiss J. Inhibitory effect of marinades with hibiscus extract on formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality of fried beef patties. *Meat Sci*. 2010;85(4):735-42.
80. Rounds L, Havens CM, Feinstein Y, Friedman M, Ravishankar S. Plant extracts, spices, and essential oils inactivate *Escherichia coli* O157: H7 and reduce formation of potentially carcinogenic heterocyclic amines in cooked beef patties. *J Agric Food Chem*. 2012;60(14):3792-9.
81. Puangsombat K, Smith JS. Inhibition of heterocyclic amine formation in beef patties by ethanolic extracts of rosemary. *J Food Sci*. 2010;75(2):T40-7.
82. Damašius J, Venskutonis PR, Ferracane R, Fogliano V. Assessment of the influence of some spice extracts on the formation of heterocyclic amines in meat. *Food Chemistry*. 2011;126(1):149-56.
83. Zhu Q, Zhang S, Wang M, Chen J, Zheng ZP. Inhibitory effects of selected dietary flavonoids on the formation of total heterocyclic amines and 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP) in roast beef patties and in chemical models. *Food Funct*. 2016;7(2):1057-66.

84. Yu C, Shao Z, Liu B, Zhang Y, Wang S. Inhibition of 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4,5-b]pyridine (PhIP) Formation by Alkoxy Radical Scavenging of Flavonoids and Their Quantitative Structure-Activity Relationship in a Model System. *J Food Sci.* 2016;81(8):C1908-13.
85. Salazar R, Arambula-Villa G, Hidalgo FJ, Zamora R. Structural characteristics that determine the inhibitory role of phenolic compounds on 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP) formation. *Food Chem.* 2014;151:480-6.
86. Melo A, Viegas O, Petisca C, Pinho Ov, Ferreira IM. Effect of beer/red wine marinades on the formation of heterocyclic aromatic amines in pan-fried beef. *J Agric Food Chem.* 2008;56(22):10625-32.
87. Viegas O, Moreira PS, Ferreira IM. Influence of beer marinades on the reduction of carcinogenic heterocyclic aromatic amines in charcoal-grilled pork meat. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2015;32(3):315-23.
88. Cheng KW, Wong CC, Chao J, Lo C, Chen F, Chu IK, et al. Inhibition of mutagenic PhIP formation by epigallocatechin gallate via scavenging of phenylacetaldehyde. *Molecular nutrition & food research.* 2009;53(6):716-25.
89. Quelhas I, Petisca C, Viegas O, Melo A, Pinho O, Ferreira IMPLVO. Effect of green tea marinades on the formation of heterocyclic aromatic amines and sensory quality of pan-fried beef. *Food Chemistry.* 2010;122(1):98-104.
90. Gibis M. Effect of oil marinades with garlic, onion, and lemon juice on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried beef patties. *J Agric Food Chem.* 2007;55(25):10240-7.
91. Jinap S, Iqbal SZ, Selvam RMP. Effect of selected local spices marinades on the reduction of heterocyclic amines in grilled beef (satay). *LWT - Food Science and Technology.* 2015;63(2):919-26.
92. Tengilimoglu-Metin MM, Kizil M. Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Meat science.* 2017;134:68-75.
93. Britt C, Gomaa EA, Gray JJ, Booren AM. Influence of cherry tissue on lipid oxidation and heterocyclic aromatic amine formation in ground beef patties. *J Agric Food Chem.* 1998;46(12):4891-7.
94. Yu D, Chen M-S, Yu S-J. Effect of sugarcane molasses extract on the formation of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) in a model system. *Food chemistry.* 2016;197:924-9.
95. Zeng M, Wang J, Zhang M, Chen J, He Z, Qin F, et al. Inhibitory effects of Sichuan pepper (*Zanthoxylum bungeanum*) and sanshoamide extract on heterocyclic amine formation in grilled ground beef patties. *Food chemistry.* 2018;239:111-8.
96. Liao G, Xu X, Zhou G. Effects of cooked temperatures and addition of antioxidants on formation of heterocyclic aromatic amines in pork floss. *Journal of food processing and preservation.* 2009;33(2):159-75.

97. Ruan E, Juárez M, Thacker R, Yang X, Dugan M, Aalhus J. Dietary vitamin E effects on the formation of heterocyclic amines in grilled lean beef. *Meat science*. 2014;96(2):849-53.
98. Puangsombat K, Jirapakkul W, Smith JS. Inhibitory activity of Asian spices on heterocyclic amines formation in cooked beef patties. *Journal of food science*. 2011;76(8).
99. Ünal K, Karakaya M, Öz F. The effects of different spices and fat types on the formation of heterocyclic aromatic amines in barbecued sucuk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017.
100. Jamali MA, Zhang Y, Teng H, Li S, Wang F, Peng Z. Inhibitory effect of *Rosa rugosa* tea extract on the formation of heterocyclic amines in meat patties at different temperatures. *Molecules*. 2016;21(2):173.
101. Gibis M, Weiss J. Inhibitory effect of cellulose fibers on the formation of heterocyclic aromatic amines in grilled beef patties. *Food Chem*. 2017;229:828-36.
102. Tengilimoglu-Metin MM, Hamzalioglu A, Gokmen V, Kizil M. Inhibitory effect of hawthorn extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Food Research International*. 2017;99:586-95.
103. Zhang Y, Luo Z, Shao Z, Yu C, Wang S. Effects of antioxidants of bamboo leaves and flavonoids on 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4, 5-b] pyridine (PhIP) formation in chemical model systems. *J Agric Food Chem*. 2014;62(20):4798-802.
104. Turesky RJ. Heterocyclic aromatic amines: potential human carcinogens. *Advances in Molecular Toxicology*. 4: Elsevier; 2010. p. 37-83.
105. Wang H, Iwasaki M, Haiman CA, Kono S, Wilkens LR, Keku TO, et al. Interaction between red meat intake and NAT2 genotype in increasing the risk of colorectal cancer in Japanese and African Americans. *PloS one*. 2015;10(12):e0144955.
106. Turesky RJ. Formation and biochemistry of carcinogenic heterocyclic aromatic amines in cooked meats. *Toxicology letters*. 2007;168(3):219-27.
107. Alaejos MS, Pino V, Afonso AM. Metabolism and toxicology of heterocyclic aromatic amines when consumed in diet: influence of the genetic susceptibility to develop human cancer. A review. *Food Research International*. 2008;41(4):327-40.
108. Zheng W, Lee S-A. Well-done meat intake, heterocyclic amine exposure, and cancer risk. *Nutrition and cancer*. 2009;61(4):437-46.
109. Voutsinas J, Wilkens LR, Franke A, Vogt TM, Yokochi LA, Decker R, et al. Heterocyclic amine intake, smoking, cytochrome P450 1A2 and N-acetylation phenotypes, and risk of colorectal adenoma in a multiethnic population. *Gut*. 2012;gutjnl-2011-300665.
110. Helmus DS, Thompson CL, Zelenskiy S, Tucker TC, Li L. Red meat-derived heterocyclic amines increase risk of colon cancer: a population-based case-control study. *Nutrition and cancer*. 2013;65(8):1141-50.

111. Gilsing AM, Berndt SI, Ruder EH, Graubard BI, Ferrucci LM, Burdett L, et al. Meat-related mutagen exposure, xenobiotic metabolizing gene polymorphisms and the risk of advanced colorectal adenoma and cancer. *Carcinogenesis*. 2012;33(7):1332-9.
112. Lam TK, Cross AJ, Consonni D, Randi G, Bagnardi V, Bertazzi PA, et al. Intakes of red meat, processed meat, and meat mutagens increase lung cancer risk. *Cancer research*. 2009;69(3):932-9.
113. John EM, Stern MC, Sinha R, Koo J. Meat consumption, cooking practices, meat mutagens, and risk of prostate cancer. *Nutrition and cancer*. 2011;63(4):525-37.
114. Mourouti N, Kontogianni MD, Papavagelis C, Plytzanopoulou P, Vassilakou T, Psaltopoulou T, et al. Meat consumption and breast cancer: a case–control study in women. *Meat science*. 2015;100:195-201.
115. Mignone LI, Giovannucci E, Newcomb PA, Titus-Ernstoff L, Trentham-Dietz A, Hampton JM, et al. Meat consumption, heterocyclic amines, NAT2, and the risk of breast cancer. *Nutrition and cancer*. 2008;61(1):36-46.
116. Kabat GC, Cross AJ, Park Y, Schatzkin A, Hollenbeck AR, Rohan TE, et al. Meat intake and meat preparation in relation to risk of postmenopausal breast cancer in the NIH-AARP diet and health study. *International journal of cancer*. 2009;124(10):2430-5.
117. Haq M, Getachew AT, Saravana PS, Cho Y-J, Park S-K, Kim M-J, et al. Effects of process parameters on EPA and DHA concentrate production from Atlantic salmon by-product oil: Optimization and characterization. *Korean Journal of Chemical Engineering*. 2017;34(8):2255-64.
118. Cascant MM, Breil C, Fabiano-Tixier AS, Chemat F, Garrigues S, de la Guardia M. Determination of fatty acids and lipid classes in salmon oil by near infrared spectroscopy. *Food chemistry*. 2018;239:865-71.
119. Ambati RR, Phang S-M, Ravi S, Aswathanarayana RG. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications—a review. *Marine drugs*. 2014;12(1):128-52.
120. U.S. Department of Agriculture (USDA). [Erişim Tarihi 11 Temmuz 2018].
Erişim adresi:
<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/15076?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=salmon&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=ing>.
121. EFSA Panel on Dietetic Products N, Allergies. Scientific Opinion on the safety of astaxanthin-rich ingredients (AstaREAL A1010 and AstaREAL L10) as novel food ingredients. *EFSA Journal*. 2014;12(7):3757.
122. Spiller GA, Dewell A. Safety of an astaxanthin-rich *Haematococcus pluvialis* algal extract: a randomized clinical trial. *Journal of medicinal food*. 2003;6(1):51-6.

123. Edwards JA, Bellion P, Beilstein P, Rumbeli R, Schierle J. Review of genotoxicity and rat carcinogenicity investigations with astaxanthin. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016;75:5-19.
124. Afify AE-MM, El-Beltagi HS, Fayed SA, El-Ansary AE. Beneficial and Potent Effect of Olive Leaves Extract On Hyperglycemic State, Kidney and Liver Function In Stz-Induced Type 2 Diabetes Mellitus. 2018.
125. de Bock M, Derraik JG, Brennan CM, Biggs JB, Morgan PE, Hodgkinson SC, et al. Olive (*Olea europaea* L.) leaf polyphenols improve insulin sensitivity in middle-aged overweight men: a randomized, placebo-controlled, crossover trial. *PloS one*. 2013;8(3):e57622.
126. Liu Y-N, Jung J-H, Park H, Kim H. Olive leaf extract suppresses messenger RNA expression of proinflammatory cytokines and enhances insulin receptor substrate 1 expression in the rats with streptozotocin and high-fat diet-induced diabetes. *Nutrition Research*. 2014;34(5):450-7.
127. Lockyer S, Rowland I, Spencer JPE, Yaqoob P, Stonehouse W. Impact of phenolic-rich olive leaf extract on blood pressure, plasma lipids and inflammatory markers: a randomised controlled trial. *European journal of nutrition*. 2017;56(4):1421-32.
128. Sun W, Wang X, Hou C, Yang L, Li H, Guo J, et al. Oleuropein improves mitochondrial function to attenuate oxidative stress by activating the Nrf2 pathway in the hypothalamic paraventricular nucleus of spontaneously hypertensive rats. *Neuropharmacology*. 2017;113:556-66.
129. Janahmadi Z, Nekooeian AA, Moaref AR, Emamghoreishi M. Oleuropein offers cardioprotection in rats with acute myocardial infarction. *Cardiovascular toxicology*. 2015;15(1):61-8.
130. Lee O-H, Lee B-Y. Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Bioresource technology*. 2010;101(10):3751-4.
131. Qabaha K, AL-Rimawi F, Qasem A, Naser SA. Oleuropein is responsible for the major anti-inflammatory effects of olive leaf extract. *Journal of medicinal food*. 2018;21(3):302-5.
132. Shen Y, Song SJ, Keum N, Park T. Olive leaf extract attenuates obesity in high-fat diet-fed mice by modulating the expression of molecules involved in adipogenesis and thermogenesis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014;2014.
133. Milanizadeh S, Bigdeli MR, Rasoulilian B, Amani D. The effects of olive leaf extract on antioxidant enzymes activity and tumor growth in breast cancer. *Thrita*. 2014;3(1).
134. Hayes J, Stepanyan V, Allen P, O'Grady M, O'Brien N, Kerry J. The effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems. *Meat Science*. 2009;83(2):201-8.

135. Botsoglou E, Govaris A, Ambrosiadis I, Fletouris D, Botsoglou N. Effect of olive leaf (*Olea europea* L.) extracts on protein and lipid oxidation of long-term frozen n-3 fatty acids-enriched pork patties. *Meat science*. 2014;98(2):150-7.
136. Howitz e. Official methods of analysis of AOAC International: AOAC International; 2000.
137. Kerth C, Rowe C. Improved sensitivity for determining thiobarbituric acid reactive substances in ground beef. *Meat science*. 2016;117:85-8.
138. Oz F, Kızıl M, Zaman A, Turhan S. 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*. 2016;65:861-7.
139. Kizil M, Oz F, Dikmen D, Uyar MF, Besler HT. Determination of heterocyclic aromatic amine content in Turkish meatball dishes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2013;12(6):705-11.
140. Oberholtzer AS, Dougherty MP, Camire ME. Characteristics of formed Atlantic Salmon jerky. *Journal of food science*. 2011;76(6):S396-S400.
141. Montero P, Gómez-Guillén M, Borderías AJ. Influence of salmon provenance and smoking process on muscle functional characteristics. *Journal of food science*. 2003;68(4):1155-60.
142. Al-Saghir S, Thurner K, Wagner K-H, Frisch G, Luf W, Razzazi-Fazeli E, et al. Effects of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish (*Salmo salar*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52(16):5290-6.
143. Hassoun A, Karoui R. Front-face fluorescence spectroscopy coupled with chemometric tools for monitoring fish freshness stored under different refrigerated conditions. *Food Control*. 2015;54:240-9.
144. Candela M, Astiasaran I, Bello J. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1998;46(7):2793-6.
145. Echarte M, Zulet MA, Astiasaran I. Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fried and roasted salmon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(11):5662-7.
146. Ersoy B, Özeren A. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chemistry*. 2009;115(2):419-22.
147. Bastías JM, Balladares P, Acuña S, Quevedo R, Muñoz O. Determining the effect of different cooking methods on the nutritional composition of salmon (*Salmo salar*) and chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) fillets. *PloS one*. 2017;12(7):e0180993.
148. Weber J, Bochi VC, Ribeiro CP, Victório AdM, Emanuelli T. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*. 2008;106(1):140-6.
149. Rodriguez-Estrada M, Penazzi G, Caboni M, Bertacco G, Lercker G. Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. *Meat science*. 1997;45(3):365-75.

150. Baublits R, Pohlman F, Brown Jr A, Johnson Z, Proctor A, Sawyer J, et al. Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins. *Meat science*. 2007;75(1):84-93.
151. Safe Minimum Internal Temperature Chart: United States Department of Agriculture (USDA), 2015. [Erişim Tarihi 11 Temmuz 2018] Erişim adresi: https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/safe-minimum-internal-temperature-chart/ct_index.
152. Juárez M, Failla S, Ficco A, Peña F, Avilés C, Polvillo O. Buffalo meat composition as affected by different cooking methods. *Food and Bioprocess Processing*. 2010;88(2-3):145-8.
153. Tavares WPS, Dong S, Jin W, Yang Y, Han K, Zha F, et al. Effect of different cooking conditions on the profiles of Maillard reaction products and nutrient composition of hairtail (*Thichiurus lepturus*) filets. *Food Research International*. 2018;103:390-7.
154. Ferioli F, Caboni MF, Dutta PC. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. *Meat science*. 2008;80(3):681-5.
155. Domínguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat science*. 2014;97(2):223-30.
156. Alfaia CM, Alves SP, Lopes AF, Fernandes MJ, Costa AS, Fontes CM, et al. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*. 2010;84(4):769-77.
157. Hayes J, Stepanyan V, O'grady M, Allen P, Kerry J. Evaluation of the effects of selected phytochemicals on quality indices and sensorial properties of raw and cooked pork stored in different packaging systems. *Meat science*. 2010;85(2):289-96.
158. Maurya DK, Devasagayam TPA. Antioxidant and prooxidant nature of hydroxycinnamic acid derivatives ferulic and caffeic acids. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(12):3369-73.
159. Viegas O, Novo P, Pinto E, Pinho O, Ferreira I. 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*. 2012;50(6):2128-34.
160. Richling E, Häring D, Herderich M, Schreier P. Determination of heterocyclic aromatic amines (HAA) in commercially available meat products and fish by high performance liquid chromatography—Electrospray tandem mass spectrometry (HPLC-ESI-MS-MS). *Chromatographia*. 1998;48(3-4):258-62.
161. Wong K-Y, Su J, Knize MG, Koh W-P, Seow A. Dietary exposure to heterocyclic amines in a Chinese population. *Nutrition and cancer*. 2005;52(2):147-55.

162. Oz F, Kaban G, Kaya M. Effects of cooking methods on the formation of heterocyclic aromatic amines of two different species trout. *Food chemistry*. 2007;104(1):67-72.
163. Costa M, Viegas O, Melo A, Petisca C, Pinho O, Ferreira IM. Heterocyclic aromatic amine formation in barbecued sardines (*Sardina pilchardus*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009;57(8):3173-9.
164. Oz F, Kaya M. Heterocyclic aromatic amines in meat. *Journal of food processing and preservation*. 2011;35(6):739-53.
165. Gross G, Grüter A. Quantitation of mutagenic/carcinogenic heterocyclic aromatic amines in food products. *Journal of Chromatography A*. 1992;592(1-2):271-8.
166. Johansson MA, Jägerstad M. Occurrence of mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in meat and fish products, including pan residues, prepared under domestic conditions. *Carcinogenesis*. 1994;15(8):1511-8.
167. Rivera L, Curto M, Pais P, Galceran M, Puignou L. Solid-phase extraction for the selective isolation of polycyclic aromatic hydrocarbons, azaarenes and heterocyclic aromatic amines in charcoal-grilled meat. *Journal of Chromatography A*. 1996;731(1-2):85-94.
168. Busquets R, Bordas M, Toribio F, Puignou L, Galceran MT. Occurrence of heterocyclic amines in several home-cooked meat dishes of the Spanish diet. *Journal of Chromatography B*. 2004;802(1):79-86.
169. Bermudo E, Ruiz-Calero V, Puignou L, Galceran M. Analysis of heterocyclic amines in chicken by liquid chromatography with electrochemical detection. *Analytica chimica acta*. 2005;536(1-2):83-90.
170. Yamaizumi Z, Shiomi T, Kasai H, Nishimura S, Takahashi Y, Nagao M, et al. Detection of potent mutagens, Trp-P-1 and Trp-P-2, in broiled fish. *Cancer letters*. 1980;9(2):75-83.
171. Damašius J, Venskutonis P, Ferracane R, Fogliano V. Assessment of the influence of some spice extracts on the formation of heterocyclic amines in meat. *Food Chemistry*. 2011;126(1):149-56.
172. Persson E, Sjöholm I, Skog K. Effect of high water-holding capacity on the formation of heterocyclic amines in fried beefburgers. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2003;51(15):4472-7.

8. EKLER

EK 1. Orijinallik Ekran Çıktısı



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Arife Macit
Ödev başlığı: Yüksek Lisans Tez
Gönderi Başlığı: ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ ...
Dosya adı: AR_FE_MAC_T-TEZ-SON-08.09.2...
Dosya boyutu: 508.03K
Sayfa sayısı: 73
Kelime sayısı: 17,675
Karakter sayısı: 117,887
Gönderim Tarihi: 09-Eyl-2018 10:56AM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 998848445

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ SOMON BALIĞINDA
HETEROSİKLİK AROMATİK AMİNLERİN OLUŞUMU
ÜZERİNE ETKİSİ

Dyt. Arife MACİT

Toplu Beslenme Sistemleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA
2018

ZEYTİN YAPRAĞI EKSTRAKTININ SOMON BALIĞINDA HETEROSİKLİK AROMATİK AMİNLERİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

ORIJINALLIK RAPORU

% **11**
BENZERLİK ENDEKSİ

% **8**
İNTERNET
KAYNAKLARI

% **9**
YAYINLAR

%
ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

- 1** KIZIL, Mevlüde and BESLER, Tanju. "Köfte Örneklerinin Pişirme Süreci, Kimyasal Bileşimi ve İçeriğinin Heterosiklik Aromatik Amin Oluşumu Üzerine Etkisi", Türkiye Diyetisyenler Derneği, 2013. **%2**
Yayın
- 2** acikerisim.selcuk.edu.tr:8080 **%1**
İnternet Kaynağı
- 3** Fatih Oz, Ali Zaman, Mükerrerem Kaya. "Effect of Chitosan on the Formation of Heterocyclic Aromatic Amines and Some Quality Properties of Meatball", Journal of Food Processing and Preservation, 2017 **%1**
Yayın
- 4** e-dergi.atauni.edu.tr **%1**
İnternet Kaynağı
- 5** fbe.erciyes.edu.tr **<%1**
İnternet Kaynağı

9. ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

- Adı-Soyadı: Arife MACİT
- Doğum Yeri ve Tarihi: BİNGÖL-20.10.1991
- Uyuşu: Türkiye Cumhuriyeti
- İletişim Adresi/Telefon: arife.macit@hacettepe.edu.tr
+90 (539) 3838006

II. Eğitim Bilgileri

- Yüksek Lisans (2016-halen): Hacettepe Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü/Toplu Beslenme Sistemleri
- Lisans (2010-2014): Hacettepe Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi/Beslenme ve Diyetetik Bölümü
- Lise (2005-2009): Bingöl Anadolu Lisesi

III. Mesleki Deneyimi

- Araştırma Görevlisi (Haziran 2016-halen): Hacettepe Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi/Beslenme ve Diyetetik Bölümü
- Araştırma Görevlisi (Şubat 2015-Haziran 2016): Munzur Üniversitesi/Sağlık Yüksekokulu/Beslenme ve Diyetetik Bölümü

IV. Bilimsel Faaliyetleri

- Tengilimoğlu-Metin, M. M., Gumus, D., Sevim, S., Topal, G. G., Macit, A., Kizil, M. ASSESSMENT OF FOOD SAFETY ATTITUDES OF TURKISH CONSUMERS. European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Congress. 1-4 Eylül 2018 (Poster)
- Gumus, D., Tengilimoğlu-Metin, M. M., Sevim, S., Topal, G. G., Macit, A., Kizil, M. ATTITUDES AND BEHAVIORS RELATED TO FOOD WASTE IN TURKEY. European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Congress. 1-4 Eylül 2018 (Poster)
- Gumus, D., Tengilimoğlu-Metin, M. M., Sevim, S., Topal, G. G., Macit, A., Kizil, M. ASSOCIATION BETWEEN BODY MASS INDEX AND FOOD

SHOPPING BEHAVIORS IN TERMS OF EXCESS FOOD WASTE.
European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Congress.
1-4 Eylül 2018 (Poster)

- Gumus, D., Tengilimoglu-Metin, M. M., Sevim, S., Topal, G. G., Macit, A., Kizil, M. FOOD PREPARATION PRACTICES REGARDING FOOD WASTE AND REASONS OF DISCARDING FOOD. European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) Congress. 1-4 Eylül 2018 (Poster)
- Macit, A., Guzel, B., Tuyben, E. E., Kizil, M. ÇİRİŞ HERB (ASPHODELUS AESTIVUS): HEALTH EFFECTS AND USAGE AREAS. The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” 19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus. (Poster)
- Tuyben, E. E., Guzel, B., Macit, A., Kizil, M. DIFFERENT AND SATISFYING DESSERT WITH UNIQUE CREAM FOAM: KEREBIC. The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” 19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus. (Oral)
- Tuyben, E. E., Guzel, B., Macit, A., Kizil, M. THE DOCTOR OF ANDIRIN: TIRSIK (SNAKE BEET) SOUP. The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” 19-21 April 2018 Kyrenia / Northern Cyprus. (Poster)