



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**BAZI ET TÜRLERİNDE POLİSİKLIK
AROMATİK HİDROKARBON OLUŞUMUNA
FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ**

Ömer Şerif AYDIN

Yüksek Lisans Tezi

**BAZI ET TÜRLERİNDE POLİSİKLIK
AROMATİK HİDROKARBON OLUŞUMUNA
FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN
ETKİSİ**

Ömer Şerif AYDIN



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ET TÜRLERİNDE POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON
OLUŞUMUNA FARKLI PİŞİRME YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ**

Ömer Şerif AYDIN

Doç. Dr. YASEMİN ŞAHAN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2016

TEZ ONAYI

Ömer Şerif AYDIN tarafından hazırlanan “Bazı Et Türlerinde Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Oluşumuna Farklı Pişirme Yöntemlerinin Etkisi”

adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Başkan: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ayşe Neslihan İNKAYA DÜNDAR
Bursa Teknik Üniversitesi
Doğal Bilimler, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü
Tarih

26/12/2016

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26.11.2016

İmza

Ömer Şerif AYDIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ET TÜRLERİNDE POLİSİKLIK AROMATİK HİDROKARBON OLUŞUMUNA FARKLI PIŞIRMA YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Ömer Şerif AYDIN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. YASEMİN ŞAHAN

Et biyolojik açıdan yüksek değerli bir protein kaynağı olmasının yanında esansiyel amino asitler, vitaminler ve eser elementlerin de önemli bir kaynağıdır ve dünya çapında pişirilerek tüketilmektedir. Etlerin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesiyle polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşikleri gibi çeşitli tehlikeli kimyasal kirleticiler oluşabilmektedir. PAH'lar iki veya daha fazla aromatik halka içeren, kimyasal olarak stabil lipofilik bileşikler olarak tanımlanmaktadır. PAH'lar mutajenik ve karsinojenik etkileri nedeniyle insan sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu çalışma, farklı et çeşitlerinde (dana, kuzu, tavuk ve hindi) pişirme esnasında oluşabilecek PAH4 (benz[a]antrasen, krisen, benzo[b]fluoranthene ve benzo[a]piren) içeriği ve bu bileşiğinin oluşumunun pişirme yöntemlerinden nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada etlere, haşlama, kızartma, fırında pişirme, elektrikli ızgara ile pişirme ve odun kömürü ile mangalda pişirme işlemleri uygulanıp oluşan PAH4 miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca çiğ etlerin bazı kimyasal özellikleri de tespit edilmiştir. PAH4 floresan dedektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, PAH4 konsantrasyonunun etin yapısına ve pişirme yöntemine göre değiştiği belirlenmiştir. Haşlama, kızartma, fırında pişirme ve elektrikli ızgara ile pişirme sırasında PAH4 oluşumuna dair herhangi bir kanıt bulunamamış, en yüksek PAH4 oluşumunun mangalda pişirme ile oluştuğu görülmüştür. Mangalda pişirilmiş etlerin toplam PAH4 seviyeleri 1.10 ve 3.30 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Mangalda pişirilmiş tavuk etlerinin PAH4 içerikleri en yüksek bulunmuş, bunu hindi eti takip etmiştir. Odun kömürü ile mangalda pişirilen tüm et örneklerinde benz[a]antrasen oluşurken, benzo[a]piren tespit edilmemiştir. Et örneklerinde belirlenen benzo[a]piren, krisen, benzo[a]antrasen ve benzo[b]fluoranthene seviyelerinin, Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği limit değerlerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : PAH4, pişirme, et, et türleri

2016, ix + 33 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

“INFLUNCE OF DIFFERENT COOKING METHODS ON POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS FORMATION IN SOME MEAT SPECIES”

Ömer Şerif AYDIN

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. YASEMİN ŞAHAN

Meats are great source of protein of high biological value. It is also a great source of essential amino acids, vitamins as well as of a number of essential trace elements and consumed cooked worldwide. When meat is cooked at high temperatures, several hazardous chemical contaminants such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) may be formed. PAHs are defined as chemically stable lipophilic compounds containing two or more aromatic rings. PAHs play an important negative role in human health on the basis of their mutagenic and carcinogenic effects. This study was conducted to determine the composition of PAH4 (benz[a]anthracene, chrysene, benzo[b]fluoranthene and benzo[a]pyrene) of different meat (veal, lamb, chicken and turkey) and how these are affected by the cooking methods. Meat is cooked used are boiling, frying, roasting/baking, grilling and barbecuing. In addition some chemical properties of the raw meats were also determined. PAH4 were analyzed by using high performance liquid chromatography (HPLC) equipped with a fluorescence detector. As a results, the concentration of PAH4 varies with meat type and method of cooking. There was no evidence of PAH4 formation during the boiling, frying, roasting/baking and grilling experiments. The total PAH4 levels were detected to be range between 1.10 and 3.34 µg/kg for barbecued meat samples. Highest PAH4 levels were detected in chicken meat samples, followed by Turkey meat. Barbecuing with charcoal resulted in the formation of benz[a]anthracene in all meat samples, while benzo[a]pyrene was not detected. Benzo[a] pyrene, chrysene, benzo[a]anthracene and benzo[b]fluoranthene levels detected in all meat samples by all cooking methods were below the Turkish Food Codex and EC limits.

Key words: PAH4, cooking, meat, types of meat

2016, ix + 33 pages.

TEŞEKKÜR

Çalıőmamda yakın ilgi ve önerilerini eksik etmeyen danışman hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalıőmalarımnda sürekli desteklerini gördüğüm Kocaeli İl Kontrol Laboratuvar Müdürü Hasan AKYILDIZ ile baőta Feridun YILMAZ olmak üzere Mehmet SUUÇURUM ve Fatih ATALAY'a

İstatistiksel analizlerin yapılmasında destek sağlayan Araç. Gör. Elif YILDIZ'a

Tez yazımında yardımlarını hiç esirgemeyen değerli arkadaşlarım Berra TÜRKOL ve Dilek DONDURAN'a

Manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim eőime ve aileme teőekkürlerimi sunarım.

Ömer Şerif AYDIN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa	
	ÖZET i
	ABSTRACT ii
	TEŞEKKÜR iii
	İÇİNDEKİLER DİZİNİ iv
	SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
	ŞEKİLLER DİZİNİviii
	ÇİZELGELER DİZİNİix
	1.GİRİŞ 1
	2. KAYNAK ÖZETLERİ 3
	2.1. Et..... 3
	2.2. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar..... 4
	2.3 PAH4'ün Genel Özellikleri 5
	2.1.1 Benzo[a]anthracene..... 6
	2.1.2.Krisen 7
	2.1.3 Benzo[a]pyrene 8
	2.1.4.Benzo[b]fluoranthene..... 9
	2.2 Kaynak Araştırmaları 9
	3. MATERYAL VE YÖNTEM 12
	3.1 Materyal 12
	3.2 Yöntem 12
	3.2.1 Haşlama 12
	3.2.2 Kızartma 12
	3.2.3 Fırında pişirme 12
	3.2.4 Odun kömürü ile mangalda pişirme 13
	3.2.5 Elektrikli ızgara ile pişirme 13
	3.3 Analizler 13
	3.3.1. Rutubet tayini 13
	3.3.2.Kül tayini 13

3.3.3. pH ve titre edilebilir asitlik tayini	14
3.3.4. Protein analizi	14
3.3.5. Yağ analizi	14
3.3.6. PAH analizi	14
3.3.6.1 HPLC koşulları	15
3.3.6.2 Kalibrasyon	15
3.3.6.3 Geri alma	17
3.3.6.4 Tespit limiti ve tayin limiti	17
3.3.6.5 İstatistiksel Analiz	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	18
4.1. PAH Analizi Performans Karakteristikleri	18
4.2. PAH Analiz Sonuçları	20
4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları	25
5. SONUÇ	28
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

HCL

L

mL

mm-Hg

NaOH

N

ppb

μ L

%

$^{\circ}$ C

Açıklama

Hidroklorikasit

Litre

Mililitre

Milimetre-Civa

Sodyum Hidroksit

Normal

Milyarda bir kısım

Mikrolitre

Yüzde

Santigrat Derece

Kısaltmalar

Ant

BaA

BaP

BbFlu

Bghip

Chr

Flu

AOAC

C18

Açıklama

Anthracene

Benzo [a] anthracene

Benzo (a) piren

Benzo [b] Fluoranthene

Benzo(g,h,I)perylene

Krisen

Fluoranthen

Amerikan Resmi Analitik Kimyacılar Birliği

Karbon18

Cas No	CAS Kayıt Numarası
DNA	Deoksiribo Nükleik asit
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu
FLD	Fluoresans Dedektör
HPLC	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PAH4	Benzo(a)piren,Benzo[a]anthresen, Benzo [b] fluoranthen, krisen toplamı
PAH8	Benzo(a)piren,Benzo[a]anthresen,Benzo[b]fluoranthen,Krisen,Benzo[ghi]perylene,Benzo[k]fluoranthene, Dibenz[a,h]anthracene ve İndeno [1,2,3-cd]pyrene toplamı
Phe	Phenanthrene
PSA	Primer Sekonder Amin
Nd	Tespit edilemedi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Ouachers1 Tuzu	Susuz Magnezyum Sülfat ve Sodyum Asetat
Ouachers2 Tuzu	Susuz Magnezyum Sülfat ve PSA ile C18
UV-Vis	Ultraviyole-Görünür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Benzo[a]anthracene'in kimyasal yapısı	6
Şekil 2.2. Krisen'in kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.3. Benzo (a) piren'in kimyasal yapısı	8
Şekil 2.4. Benzo[b]fluoranthene'in kimyasal yapısı	9
Şekil 3.1. Benzo[a]anthracene kalibrasyon grafiği	16
Şekil 3.2. Krisen kalibrasyon grafiği	16
Şekil 3.3. Benzo[b]fluoranthene kalibrasyon grafiği	16
Şekil 3.4. Benzo[a]piren kalibrasyon grafiği	17
Şekil 4.1. 0.5 ppb PAH4 kromotogramı	18
Şekil 4.2. 2 ppb PAH4 kromotogramı	19
Şekil 4.3. 10 ppb PAH4 kromotogramı	19
Şekil 4.4. Mangalda pişirilmiş dana etine PAH4 kromotogramı	21
Şekil 4.5. Mangalda pişirilmiş tavuk etine ait PAH4 kromotogramı	22
Şekil 4.6. Mangalda pişirilmiş hindi etine ait PAH4 kromogramı	22
Şekil 4.7. Mangalda pişirilmiş kuzu etine ait PAH4 kromotogramı	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. PAH4'ün IARC sınıflandırması.....	5
Çizelge 2.2. Türk Gıda Kodeksi PAH4 ve Benzo(a)piren için belirlenen bazı limit değerler.....	6
Çizelge 3.1. HPLC Pompa çalışma şartları	15
Çizelge 3.2.FLD çalışma dalga boyları	15
Çizelge 4.1. PAH4 analizi için metod performans karakteristikleri.....	18
Çizelge 4. 2. PAH4 için 2ppb geri alma oranları	20
Çizelge 4.3. Mangalda pişirme işlemi sonucunda et türlerinde belirlenen PAH4 sonuçları	21
Çizelge 4.4. Çiğ etlerdeki temel kimyasal analiz sonuçları	25

1.GİRİŞ

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) genellikle organik materyallerin eksik yanması sonucu ortaya çıkan yine organik yapıdaki bileşiklerdir. PAH'lar çok farklı kimyasal kompozisyonda ve çeşitli toksisite seviyesinde çok sayıda üyesi olan bir gruptur. Toksik etkisi hücre membranı yada hücre membranı ile bağlantılı enzim sistemlerine zarar vermesi ile ortaya çıkmaktadır. Ayrıca karsinojenik ve mutajenik özellikleri olduğu bilinmektedir.

Gıdaların PAH'lara maruz kalması hava, su, toprak gibi çevresel faktörler aracılığıyla olabileceği gibi gıdalara uygulanan ısıl işlem neticesinde de olabilmektedir (Çolak ve ark. 2013). PAH'lar oldukça lipofilik karakterde oldukları için yağ içermeyen gıdalara kontaminasyonu daha güç olmaktadır (Purcaro ve ark. 2013).

Et ve et ürünleri tüketilmeleri için ısıl işleme ihtiyaç duyulması ve yaygın olarak tüketilmeleri sebebi ile gıdalar yoluyla vücuda PAH alımında etkin taşıyıcılardan biri olarak kabul edilmektedir. PAH oluşumu üzerine; gıdanın çeşidi, yağ içeriği, uygulanan ısıl işlem metodu, sıcaklık derecesi ve süresi, kullanılan yakıt tipi, ısı kaynağına olan yakınlık ve direkt temas etmesinin etkili olduğu bilinmektedir (Alomirah ve ark. 2011).

Etin, hayvansal protein ihtiyacının karşılanması ve vücudumuzun ihtiyaç duyduğu demir, fosfor, bakır mineralleri ile A, B ve D vitaminlerini de içermesi yönüyle tüketimi elzemdir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verilerine göre 1 961 999 ton hindi ve tavuk eti, 1 149 262 ton kırmızı et üretimi gerçekleşmiştir (Anonim 2016a).

Barbekü veya tütsülenmiş et gibi yüksek PAH içerebilen gıdaların günlük PAH alımı içindeki payı; bu ürünlerin düşük tüketim oranları sebebiyle ortalama %13 düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Duan ve ark. 2016). Amerikan Toksik Maddeler ve Hastalıkları Kayıt Dairesinin (ATSDR) bildirdiğine göre; PAH molekülünün aromatik halkaları arasındaki boşluğa verilen isimden adını alan "bay teorisinde", diol epoksitler bay bölgesinde bulduklarında reaktif ve mutajenik olma düzeyleri artmakta ve diol epoksit-PAH bileşiği DNA ile reaksiyona girdiğinde mutajenik özellik göstermekte ayrıca normal hücre replikasyonunu da etkilemek suretiyle kansere sebep

olabilmektedir (Anonim 2016c). Ancak, yüksek sıcaklıkta pişmiş etlerin tüketimi ile kanser oluşumu arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu gösterecek deliller henüz yeterince mevcut değildir (Gevaart-Durkin ve Peyster 2014).

Bu çalışmada iki farklı tür kırmızı et (dana, kuzu) ile iki farklı tür beyaz etin (tavuk, hindi) çiğ halde iken PAH düzeyleri tespit edilmiş ve bu etlere; fırında pişirme, elektrikli ızgarada pişirme, suda haşlama, mangalda pişirme ve teflon tavada pişirme ısıl işlemleri uygulanmış, uygulanan ısıl işlem yöntemlerinin PAH4 bileşiklerinin (BaP, BaA, BbFlu, Chr) oluşumu üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca çiğ halde iken nem, kül, yağ, protein, pH, asitlik tayinleri yapılmak suretiyle temel bileşenleri araştırılmış ve PAH4 bileşikleri üzerine etkileri tartışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Et

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi için önemli besin öğelerinden biride proteinlerdir. Hayvansal besinler, protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yer tutmaktadır. Etler esansiyel aminoasitleri yeterli düzeyde içermektedir. Ayrıca demir, çinko gibi minerallerin biyoyararlılığı yüksek olan formlarını, B6 ve B12 vitaminlerini içermektedir. Ette yağ miktarının artması; enerji değerini yükseltirken besin değerini azaltmaktadır. Kanatlı etleri, kırmızı etlere kıyasla daha az oranda yağ, demir ve kolesterol içerirken, protein, B6, B12, riboflavin, niasin gibi vitaminler daha yüksek oranda bulunmaktadır (Köksal ve Özel, 2008).

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde; çiğ kanatlı eti; vakum ambalajlı veya kontrollü ortamda ambalajlanmış kanatlı eti dahil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmadan başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan kanatlı etini, çiğ kırmızı et ise vakum ambalajlı veya kontrollü ortamda ambalajlanmış kırmızı et dahil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmadan başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan kırmızı eti olarak tanımlanmıştır (Anonim 2012a).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2015 yılında 1.909.276 ton tavuk eti, 52.723 tonu hindi eti, 1.014.925 ton sığır ve dana eti, 100.021 ton koyun eti üretimi gerçekleşmiştir (Anonim 2016a).

2013 yılında ülkemizdeki kişi başı kırmızı et tüketimi 13 kg, kanatlı et tüketimi ise 19 kg olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar ABD'de kırmızı et için 31 kg, kanatlı eti için 47 kg iken AB'de kırmızı et için 20 kg kanatlı eti için ise 23 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2013). Bu veriler göz önüne alındığında ülkemizdeki et tüketiminin ABD ve AB ortalamalarının oldukça altında olduğu görülmektedir. Kişi başı tüketim miktarları; hayvansal ürünlerin üretim miktarları, nüfus miktarı, nüfusun yaş ve cinsiyete göre dağılımı, gelir düzeyi ve dağılımı, ürün fiyatları gibi faktörlere bağlıdır (Anonim 2000).

2.2. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH); selüloz, pektin, malik asit, steroller gibi organik materyallerin eksik yanması sonucu ortaya çıkan, uzun süre çevrede kalmaları ve birikmeleri sonucunda çevre kirliliğine neden olabilen ve biyolojik dengeyi bozabilen toksik ve karsinojenik etkiye sahip, yine organik yapıdaki bileşiklerdir (Demir ve Demirbağ 1998, Alver ve ark. 2012, Babür ve Gürbüz 2015).

PAH'lar, endüstriyel prosesler, araç emisyonları, fosil yakıtlar, evsel yakıt tüketiminin yanısıra; volkanik patlamalar, yangınlar, asfalt yapılması, ağaç işlenmesi ve karbonlaştırma ile sigara dumanı gibi sebeplerle de oluşmaktadır (Ceylan ve Şengör 2015). Farklı şekillerde oluşan PAH'lar atmosferde asılı olarak bulunabilmektedir. Rüzgarlar ve doğa olayları ile atmosferde taşınmakta ve solunum yolu ile vücuda alınmaktadırlar. Ayrıca yağmur, sis ve kar gibi atmosferik olaylar sonucunda da topırağa bulaşmaktadırlar (Abdel-Shafy ve Mansour 2016).

PAH'lar yapısında bulunan benzen halkalarına göre sınıflandırılmaktadır. Hafif PAH'lar dörtten az benzen halkası bulunduruyorken, ağır PAH'lar dört veya daha fazla benzen halkası bulundurmaktadır (Alver ve ark. 2012).

Pek çok PAH'ın toksik, mutajenik ve/veya karsinojenik özellikleri bulunmaktadır. PAH'lar lipitlerde oldukça iyi çözündükleri için memelilerin gastrointestinal bölgelerinden kolaylıkla emilmektedirler (Abdel-Shafy ve Mansour 2016). Molekül ağırlıkları 216 g/mol'den az olan PAH'ların karsinojenik özelliklerinin olmadığı, 216 g/mol'den çok olanların ise karsinojenik özelliğe sahip oldukları bildirilmektedir (Palamutoğlu ve ark. 2014). Önemli potansiyel PAH karsinojenlerine dair yapılan çalışmalarda; canlılarda bağışıklık sistemini baskılama, lenfoid hücrelerde apoptoz, deri lezyonları, ve akciğer, pankreas gibi çeşitli kanser vakaları görülmüş olup hayvan deneyi çalışmalarında ise farelerde dil, özofagus, akciğer ve midede tümörlere, ayrıca lösemiye de sebep olabileceği rapor edilmiştir (Keskin ve Kaya 2004, Cross ve Sinha 2014).

Çevre kirleticisi olan PAH'ları uzaklaştırmak için pekçok yöntem bulunmaktadır (Abdel-Shafy ve Mansour 2016). Fotooksidasyon ve kimyasal oksidasyon bunlardan

birkaçı olmakla birlikte bioremidasyon en güvenilir ve uygun maliyetli olanıdır (Abdel-Shafy ve Mansour 2016; Demir ve Demirbağ 1998).

2.3 PAH4'ün Genel Özellikleri

Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) insanlar için Benzo[a]piren'i (BaP) karsinojenik, Dibenz[a,h]anthracene'i (DBahA) büyük olasılıkla karsinojenik, Naphthalene (Nap), Benz[a]anthracene (BaA), Krisen (Chr), Benzo[b]fluoranthene (BbFlu), Benzo[k]fluoranthene'i (BkFlu) karsinojenik olma ihtimali olan ve Acenaphthene (Ace), Fluorene (Fl), Phenanthrene (Phe), Anthracene (Ant), Fluoranthene (Flu), Pyrene (Pyr) ise karsinojenik etkisine göre sınıflandırılmayanlar olarak belirtmiştir (Anonim 2016b). Çizelge 2.1'de dört önemli PAH'ın IARC sınıflandırılması gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. PAH4'ün IARC sınıflandırması (Shi ve ark. 2016)

PAH4	Kısaltma	Halka Sayısı	IARC numarası
Benz[a]anthracene	BaA	4	2B
Krisen	Chr	4	2B
Benzo[b]fluoranthene	BbFlu	5	2B
Benzo[a]piren	BaP	5	1

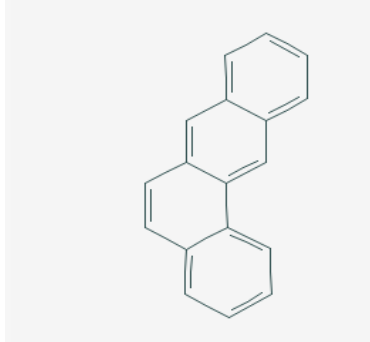
Gerek Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi'nin (EFSA) gıdalarda bulunan PAH düzeylerini yansıtmada, tek başına BaP yerine PAH4'ün (BaP, BaA, BbFlu, Chr toplamı) veya BaP, BaA, BbFlu, Chr, Benzo[ghi]perylene (BghiP), BkFlu, DBahA ve İndeno [1,2,3-cd]pyrene toplamı (IP) toplamını ifade eden PAH8'in daha iyi bir indikatör olduğunu belirtmesi, gerekse Türk Gıda Kodeksinde PAH4 için limitlerinin belirtilmesinden dolayı çalışmada PAH4'ün oluşumu üzerine analizler yapılmıştır. Çizelge 2.2'de Türk Gıda Koodeksi'nde belirtilmiş olan gıdalardan bazılarındaki, izin verilen maksimum PAH4 limitleri belirtilmiştir (Anonim 2008, Anonim 2011).

Çizelge 2.2. Türk Gıda Kodeksi PAH4 ve Benzo(a)piren için belirlenen bazı limit değerler

Gıda	Maksimum Limit (µg/kg)	
	BaP	BaP, BaA, Chr, BbFlu toplamı (PAH4)
Katı ve sıvı yağlar (doğrudan insan tüketimine sunulan veya gıda bileşeni olarak kullanılan) hindistancevizi ve kakao yağları hariç	2	10
Tütsülenmiş et ve tütsülenmiş et ürünleri	2	12
Bebek ve küçük çocuk ek gıdaları	1	1

Çalışmaya konu olan PAH4 bileşiklerinin temel fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda açıklanmıştır (Anonim, 2004).

2.1.1 Benzo[a]anthracene

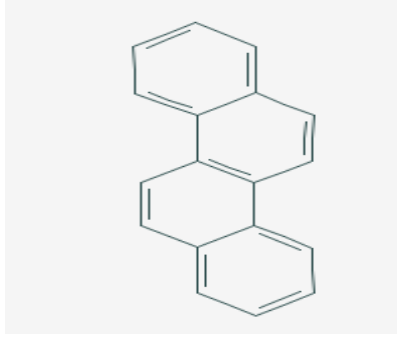


Şekil 2.1. Benzo[a]anthracene'in kimyasal yapısı

Molekül Formülü	: C ₁₈ H ₁₂
Molekül Ağırlığı	: 228.28788 g/mol
CAS Numarası	: 56-55-3
Kaynama Noktası	: 437.6 °C
Erime Noktası	: 160 °C
Yoğunluğu	: 1,274

Diğer adları; Benz[a]anthracene; 1,2Benzanthracene; TetrAPHENE; Benzanthrene, Benzanthracene şeklindedir.

2.1.2.Krisen

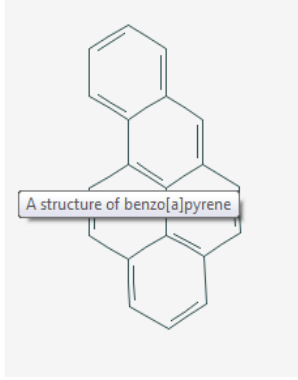


Şekil 2.2. Krisen'in kimyasal yapısı

Molekül Formülü	: C ₁₈ H ₁₂
Molekül Ağırlığı	: 228,28788 g/mol
CAS Numarası	: 218-01-9
Kaynama Noktası	: 448 °C
Erime Noktası	: 258.2 °C
Yoğunluk	: 1.3 g/cm ³

Diğer adları; Benzo[a]phenanthrene, 1,2Benzophenanthrene, 1,2Benzphenanthrene, 1,2,5,6-Dibenzonaphthalen şeklindedir.

2.1.3 Benzo[a]piren



Şekil 2.3. Benzo(a)piren'in kimyasal yapısı

Molekül Formülü : C₂₀H₁₂

Molekül Ağırlığı : 252.30928 g/mol

CAS Numarası : 50-32-8

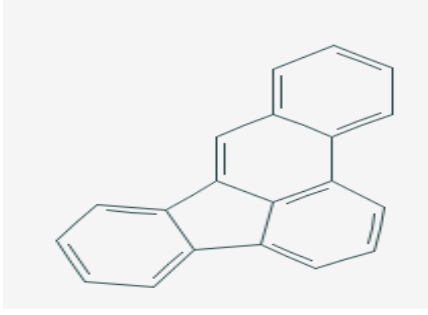
Kaynama Noktası : 310-312 °C
(10mm Hg)

Erime Noktası : 179 °C

Yoğunluk : 1.4g/cm³ (20 °C)

Diğer Adları; Benzo[a]pyrene; 3,4Benzopyrene; Benzo[pqr]tetrphene;
3,4Benzpyrene şeklindedir.

2.1.4. Benzo[b]fluoranthene



Şekil 2.4. Benzo[b]fluoranthene'in kimyasal yapısı

Molekül Formülü	: C ₂₀ H ₁₂
Molekül Ağırlığı	: 252.30928 g/mol
CAS numarası	: 205-99-2
Kaynama Noktası	: 481 °C
Erime Noktası	: 168 °C

Diğer Adları; Benzo[b]fluoranthene; 3,4Benzfluoranthene; Benz[e]acephenanthrylene; 2,3 Benzofluoranthene şeklindedir.

2.2 Kaynak Araştırmaları

Yapılan literatür araştırmasında; farklı et türlerinde ve değişik proseslerden geçirilmiş etlerde PAH bileşiklerinin aranmasına dair çeşitli çalışmalara rastlanmıştır.

Anderson ve ark. (2002) çalışmalarında pankreatik kanser türleri oluşum riskinin, et pişirme tekniklerinin değiştirilmesi suretiyle azaltılabileceğini belirtmektedirler. Etlerdeki PAH düzeylerinin; barbekü ve kızartmayla ilişkilendirilebileceği, fırında pişirme, kavurma, kendi suyuyla pişirme gibi yüksek düzeyde karsinojen oluşumuna sebebiyet vermeyen pişirme teknikleri ile minimize edilebileceğini belirtmişlerdir. Barbekü ve tavada kızartma işlemiyle bakterilerin yok olduğunu ancak bu esnada etin dış kısmının aşırı esmerleşmemesine ve yanmamasına dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca PAH bileşiklerinin vücuda az alınması için çok pişmiş etlerin tüketiminden kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir.

See ve ark. (2008) çalışmalarında, gıdalarda organik kirliliğe sebep olma bakımından bol yağda kızartmanın; az yağda kızartma, karıştırarak kızartma, kaynatma ve buharlama tekniklerine kıyasla daha etkili olduğunu ve kirlilik etkisinin bu şekilde sıralandığını bildirmişlerdir.

Başak ve ark. (2010) tarafından somon ve gökkuşağı alabalığında dumanlama sonrasındaki PAH bileşikleri miktarlarını HPLC kullanarak araştırdıkları çalışmada; ürünlerde BaP bileşiği tespit edememişler ancak BaA, BbFlu, BkFlu ve BghiP bileşiklerini tespit etmişlerdir. Karsinojen PAH'ların büyük oranda dumanlamada kullanılan ağacın yanmasıyla oluştuğunu ve balıktaki yağ içeriğiyle değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Dumanlanmış gıdalara dair PAH düzeylerinin çeşitlilik göstermesinin, ağacın çeşidi ve yapısı, dumanlamada kullanılan jenaratör tipi, oksijen düzeyi, dumanlama sıcaklığı ve süresi ile balığın hazırlanma şekline kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Farhadian ve ark. (2011) çalışmalarında sığır ve tavuk etlerinin kömür kullanılarak yapılan ızgara öncesinde buharda ve mikrodalga ile önısıtma yapılması veya alüminyum folyo ile sarılması halinde karsinojenik PAH'ların oluşmadığını, Flu miktarında ise önemli oranda azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Onyango ve ark. (2012) tarafından dana eti, keçi eti ve domuz etine mangalda pişirme, elektrikle fırında ızgara yapma ve kızartma gibi pişirme teknikleri uygulanmış ve PAH düzeylerindeki değişimler araştırılmıştır. PAH'a maruz kalma açısından elektrikli ızgarada pişirmenin, mangalda pişirmeden daha uygun bir metod olduğu ayrıca kızartmanın içlerinde en güvenilir metod olduğu bildirilmiştir.

Farhadian ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada ızgara sığır etinde BaP, BbFlu ve Flu'nin oluşmasına yedi farklı marinyasyon işleminin etkisini HPLC floresan dedektör kullanarak araştırmışlardır. Farklı şekillerde marine edilmiş etler içerisinde asidik marine edilmiş etlerde PAH düzeylerinin %70 oranında az olduğu, marinyasyon işlem süresinin PAH azalmasında etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Dost ve İdeli (2012) HPLC'de UV-Vis dedektör kullanarak, çiğ haldeki alabalık, levrek ve kuzu etlerinin PAH düzeylerini; daha sonra uyguladıkları barbekü işlemi sonucu oluşan PAH düzeyleri ile karşılaştırdıkları çalışmada, Flu, Phe ve Ant gibi

hafif PAH'lar, çiğ haldeki düzeylerine göre değişim göstermişken BaA, BkFlu, BaP gibi ağır PAH'ların barbekü işleminin sonucu oluşmadıklarını tespit etmişlerdir.

Saito ve ark. (2014), karides, alabalık, sığır ve domuz etinde 19 adet PAH'ın termal pişirme ile değişimini araştırmışlar ve yağ miktarı yüksek olan alabalık, sığır ve domuz eti gibi etlerde yüksek düzeylerde PAH bulunduğunu öte taraftan yağ içeriği düşük gıdalarda bulunmadığını belirtmişlerdir.

Berjia ve ark.'nın (2014) yaptığı çalışmada kırmızı etlere barbekü, kızartma, kavurma olmak üzere üç farklı pişirme tekniği uygulanmış ve kanser riski oluşturma potansiyeli açısından değerlendirildiğinde en yüksekten başlamak üzere barbekü, kızartma ve kavurma olarak sıralandığını belirtmişlerdir.

Ergönül ve Kaya (2015) tarafından tavuk, dana ve balık etlerine; kömür ateşini yardımıyla pişirme, gaz aleviyle pişirme ve fırın ızgara yaparak pişirme olmak üzere 3 farklı pişirme tekniği uygulanmış ve örneklerdeki Flu, BbF ve BaP miktarları araştırmıştır. Pişirme teknikleri arasında en fazla PAH miktarı kömür ateşinde pişirilen etlerde tespit edilmiş, gaz alevinde ve fırında pişirme tekniklerinin bunu takip ettiği belirtilmiştir. Tavuk eti ve dana eti örneklerinde oluşan PAH miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Rose ve ark. (2015) yağda kızartma, ızgara, mangal, kızartma ve kavurma işlemlerinin 27 adet PAH oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. PAH miktarına, çiğ halde kullanılan gıdanın etkisinin az olduğunu veya hiç olmadığını, pişirme şartlarının daha önemli olduğunu diğer taraftan mangal kömürü ve odun yongası kullanılarak yapılan barbekü işleminde, BaP'nin en yüksek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca barbekü yapılan gıda ısı kaynağına yaklaştırıldığında PAH miktarının genel olarak arttığını bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (2016) çalışmalarında ızgara esnasında damlayan yağ ve dumanın, ürünün PAH düzeyi üzerine etkisini araştırmışlardır. Dana ve domuz etlerinde oluşan BaA, Chr, BbFlu, BaP'nin geleneksel ızgara yöntemi ile kıyaslandığında damlayan yağın uzaklaştırılması ile % 48-89, dumanın uzaklaştırılması ile % 41-74 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Izgara uygun sıcaklığa geldikten sonra ızgara işleminin 12 dakika sürmesini tavsiye etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan dana but, kuzu but, tavuk incik ve hindi but etleri piyasadan temin edilmiştir. Ürünler 50'şer gram ağırlıkta ve yaklaşık 10 cm x 6 cm boyutlarında olacak şekilde kesilmiştir. 50'şer gram olacak şekilde kesilen parçaların dövmek sureti ile yaklaşık 1 cm kalınlıklarda olmaları sağlanmıştır. Bu etlere haşlama, fırında pişirme, tavada pişirme, mangal kömürü ile pişirme, elektrikli ızgara ile pişirme teknikleri uygulanmıştır. Pişirme işlemleri üçer paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2 Yöntem

Tüm örnekler çiğ halde iken yağ, protein, kül, rutubet, asitlik, pH ve PAH4 analizleri yapılmış, pişirme işlemi sonrası ise PAH4 analizleri uygulanmıştır. Etler analiz öncesinde kıyma yapılarak homojen hale getirilmiştir.

Herbir et çeşidine pişirme yöntemleri ayrı ayrı uygulanmış ve bu sırada problu termometre ile merkez sıcaklıkları ölçülmüş, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde belirtilen pişirme işleminin tanımı gereği ürün merkez sıcaklığının 72 °C dereceye ulaşması sağlanmıştır (Anonim 2012a). Etlerin merkez sıcaklığı 72 °C dereceye geldikten sonra 3 dakika beklenip, fırında pişirme, tavada pişirme ve mangalda pişirme teknikleri uygulanırken 1,5 dakika süre sonunda etler ters çevrilerek pişirme işleminin homojen olması sağlanmıştır.

3.2.1 Haşlama

Kaynamakta olan yaklaşık 500 ml suda 50 g et örneği, pişme derecesini takip etmek sureti ile pişirilmiştir.

3.2.2 Kızartma

Et örnekleri yağ ilavesi olmaksızın teflon tavada kızartılmıştır.

3.2.3 Fırında pişirme

Ev tipi fırında merkez sıcaklıkları ölçülmek sureti ile pişirme işlemi yapılmıştır.

3.2.4 Odun kömürü ile mangalda pişirme

Odun kömürü ile merkez sıcaklığı ölçülmek sureti ile pişirilmiştir.

3.2.5 Elektrikli ızgara ile pişirme

Paslanmaz çelik tel ızgara ile merkez sıcaklığı ölçülmek sureti ile pişirilmiştir.

3.3 Analizler

3.3.1. Rutubet tayini

Et örneklerinde nem miktarı, AOAC Metot No: 950.46'ya göre belirlenmiştir (Anonim 1990b). Sabit tartıma getirilerek darası alınan petri kaplarına homojen hale getirilen örnekten 2 g tartılmış ve 105 °C'deki etüvde sabit tartıma gelene kadar tutulmuş, desikatörde soğutulup son tartım alınmış ve rutubet hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Rutubet} = (m_2 - m_1) \cdot 100 / m_0$$

m₂: Son tartım

m₁: İlk Tartım

m₀ : Numunenin Ağırlığı

3.3.2. Kül tayini

Et örneklerindeki kül miktarı, AOAC Metot No: 900.02'ye göre belirlenmiştir. Sabit tartıma getirilerek darası alınan krozelere, homojen hale getirilen örnekten 5 g tartılmış 105 °C'deki etüvde rutubetinin uçması sağlanmış, 2-3 damla H₂O₂ eklenip ön yakma işlemine devam edilmiş ve 525 °C de beyaz kül elde edilene kadar yakılmıştır (Anonim 1990c).

$$\% \text{ Kül} = (m_2 - m_1) \cdot 100 / m_0$$

m₂: Son tartım

m₁: İlk Tartım

m₀ : Numunenin Ağırlığı

3.3.3. pH ve titre edilebilir asitlik tayini

Homojenize edilmiş örnekten 10 g alınmış, 100 mililitreye tamamlanarak karıştırılmış ve bu çözeltide pH ölçümü yapılmıştır. Bu çözelti Whatman No. 1 filtre kağıdından süzülerek 25 ml filtrat alınmış ve 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Asitlik tayini sonuçları laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 2016d, 2016e).

3.3.4. Protein analizi

Et örneklerindeki azot miktarı AOAC Metot No:990.03 yöntemine göre yapılmıştır (Anonim 2012b). Beş defa cihaz boş çalıştırılıp temizlenmek sureti ile yabancı madde karışmaması sağlanmış daha sonra standart (EDTA) ile $9,57 \pm 0,4$ değerinin görülmesi sağlanarak cihaz hazır hale getirilmiş ve homojen örneklerden yaklaşık 0,25 g olarak tartılan numune LECO cihazında % protein = $N \times 6,25$ ile hesaplanmak sureti ile tespit edilmiştir.

3.3.5. Yağ analizi

Örnekleredeki yağ miktarı TS 1744'e göre belirlenmiştir. Kıyılıp homojen hale getirilen örnekten 5 g erlene tartılmış 50 ml 4N HCl eklenip 1 saat süreyle kaynatılarak, süre sonunda 150 ml kaynar su ilave edilmiş süzgeç kağıdı kullanılarak süzümüştür. Süzgeç kağıdı 103 °C de 2 saat süre ile kurutulup kartuşa konularak darası alınmış balon ile birlikte 4 saat süreyle petrol eteri ile ekstrakte edilmiş, süre sonunda balon etüvde kurutulur ve iki tartım arasındaki fark ile örnekteki toplam yağ miktarı hesaplanmıştır (Anonim 1974).

$$\% \text{ Toplam Yağ} = (m_2 - m_1) \cdot 100 / m_0$$

3.3.6. PAH analizi

Öğütülerek homojenize edilmiş örnekten 50 ml'lik santrifüj tüpüne 5 g alınmış üzerine 10 ml asetonitril eklenerek 1 dakika süreyle kuvvetlice çalkalanmıştır. Tüpün içerisine 6 g susuz magnezyum sülfat ve 1.5 g sodyum asetat eklenerek 1 dakika tekrar çalkalanarak 4000 devirde 5 dakika santrifüj edilmiştir. Üstteki fazın 6 ml'si alınarak 15 ml'lik santrifüj tüpüne transfer edilir ve içerisine 1200 mg susuz magnezyum sülfat, 400 mg PSA ve 400 mg C18 ilave edilerek 1 dakika kuvvetlice çalkalanmaktadır. 4000 devirde 5 dakika tekrar santrifüj edilir. 4 ml sıvı kısımdan

alınarak azot gazı altında 40 derecede uçurulur ve 0,5 ml asetonitrille çözülerek viallere alınıp HPLC de analiz edilir (Anonim 2012c).

3.3.6.1 PLC koşulları

PAH analizinde kullanılan HPLC cihazı Agilent marka olup Agilent Eclipse PAH Column 5 µm 3.0 x 250mm kolon kullanılmış, analiz süresince akış hızı 0,8 ml/dakika olarak ayarlanmış, kolon sıcaklığı 25 °C ve enjeksiyon miktarı 20 µl olarak belirlenmiştir. Pompanın çalışma şartları Çizelge 3.1’de, FLD (floresan dedektör) nin çalışma koşulları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. HPLC pompa çalışma şartları

Dakika	Su (%)	Asetonitril (%)
0	50	50
20	0	100
25	0	100
30	50	50

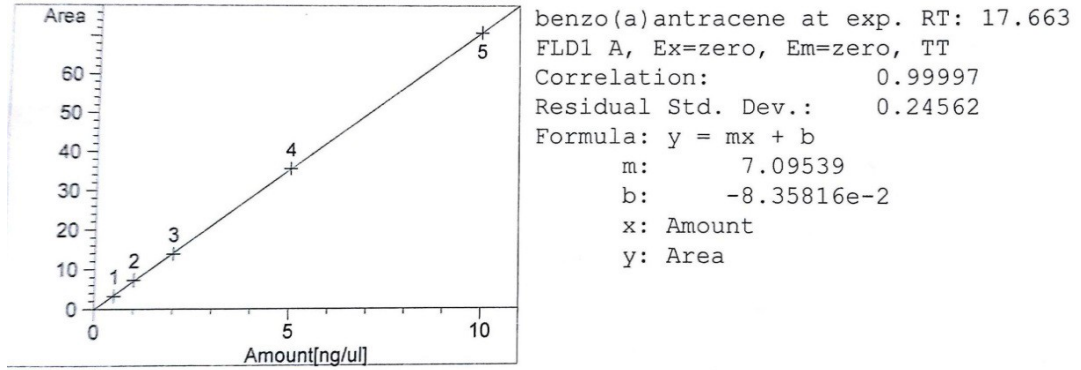
Çizelge 3.2. FLD çalışma dalga boyları

PAH4	Uyarma	Emisyon
BaA	270	385
Chr	270	385
BbFlu	256	446
BaP	295	410

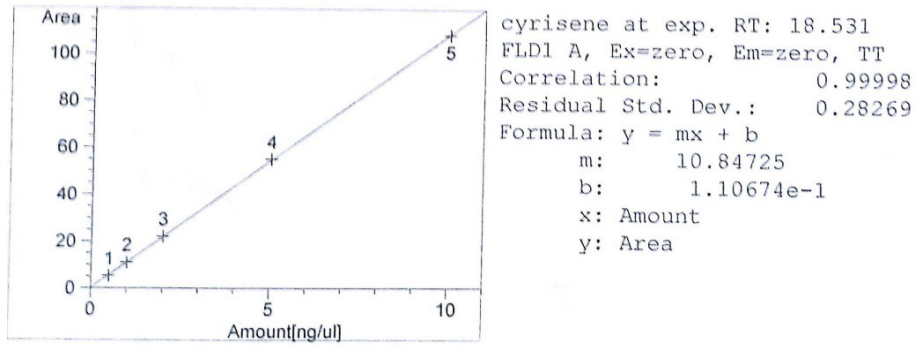
3.3.6.2 Kalibrasyon

Kalibrasyon tabloları, matriks etkisini önlemek amacıyla ete ilave edilen standartlardan oluşturulmuştur. PAH4 tespit edilmemiş et örneğine 100 ppb’lik stok standart çözeltisinden 25 µl katılarak 0,5 ppb’lik örnek, 50 µl katılarak 1 ppb’lik örnek, 100 µl katılarak 2 ppb’lik örnek, 250 µl katılarak 5 ppb’lik örnek ve 500 µl katılarak 10 ppb’lik örnek hazırlanarak oluşturulmuştur.

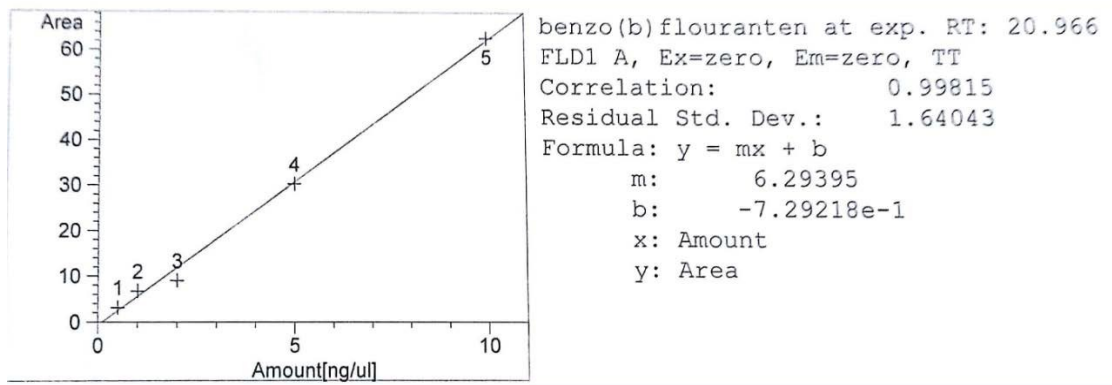
0,5 µg / L, 1 µg / L, 2 µg / L, 5 µg / L, 10 µg / L konsantrasyonları ile oluşturulan kalibrasyon eğrileri Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4.'de gösterilmiştir.



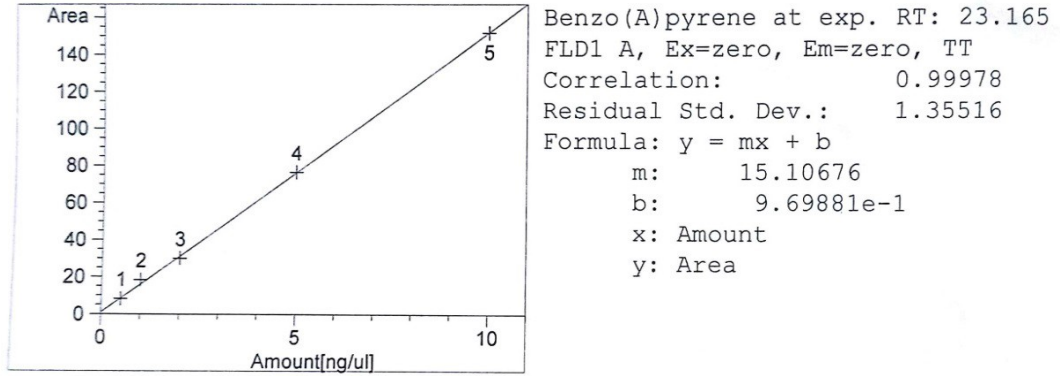
Şekil 3.1. Benzo[a]anthracene kalibrasyon grafiği



Şekil 3.2. Chrisene kalibrasyon grafiği



Şekil 3.3. Benzo[b]fluoranthene kalibrasyon grafiği



Şekil 3.4. Benzo[a]pyrene kalibrasyon grafiği

3.3.6.3 Geri alma

Geri alma; tavuk, hindi, kuzu ve dana eti örneklerine, 2 ppb PAH olacak şekilde, 100 ppb'lik standarttan eklenmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir. Çiğ örneklerde PAH4 tespit edilmemiş olup analiz sonucu elde edilen değerler üzerinden yüzdesel olarak hesap yapılarak bulunmuştur.

3.3.6.4 Tespit limiti ve tayin limiti

En düşük standart olan 0,4 ppb, 6 kez okutulmuş ve ortalama değerleri ile standart sapmaları hesaplanmıştır. Tespit limiti (LOD) standart sapmanın 3 ile çarpılması, tayin limiti (LOQ) ise standart sapmanın 10 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

3.3.6.5 tatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz, tesadüf parselleri iki faktöriyelli deneme desenine göre Anova programı kullanılarak yapılmıştır. Bunun için JUMP istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiki farklı grupların belirlenmesinde $p < 0.05$ olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır.

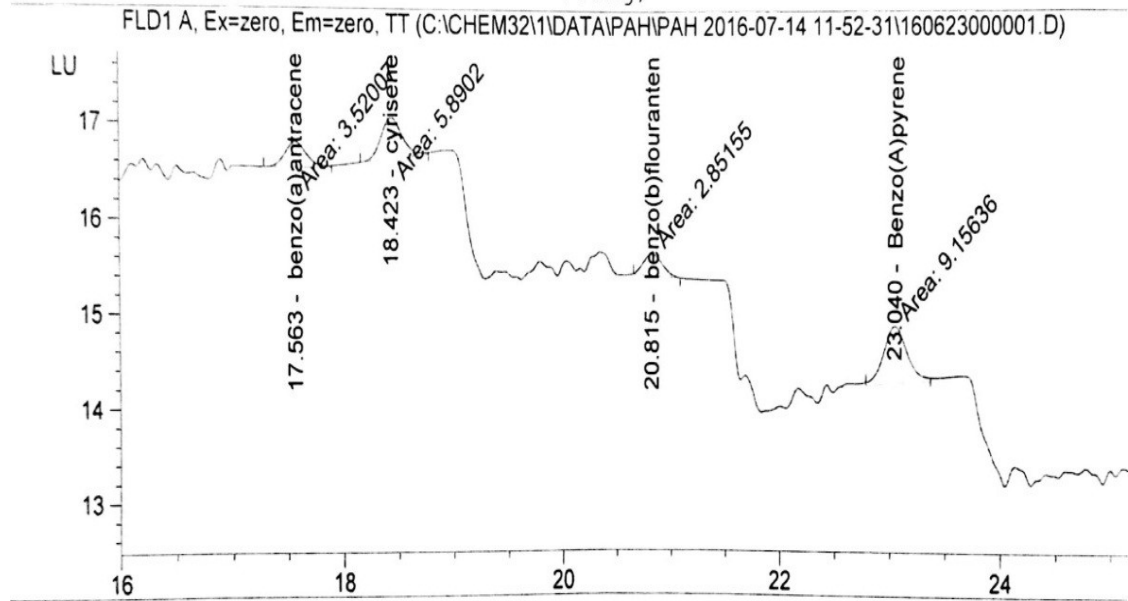
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. PAH Analizi Performans Karakteristikleri

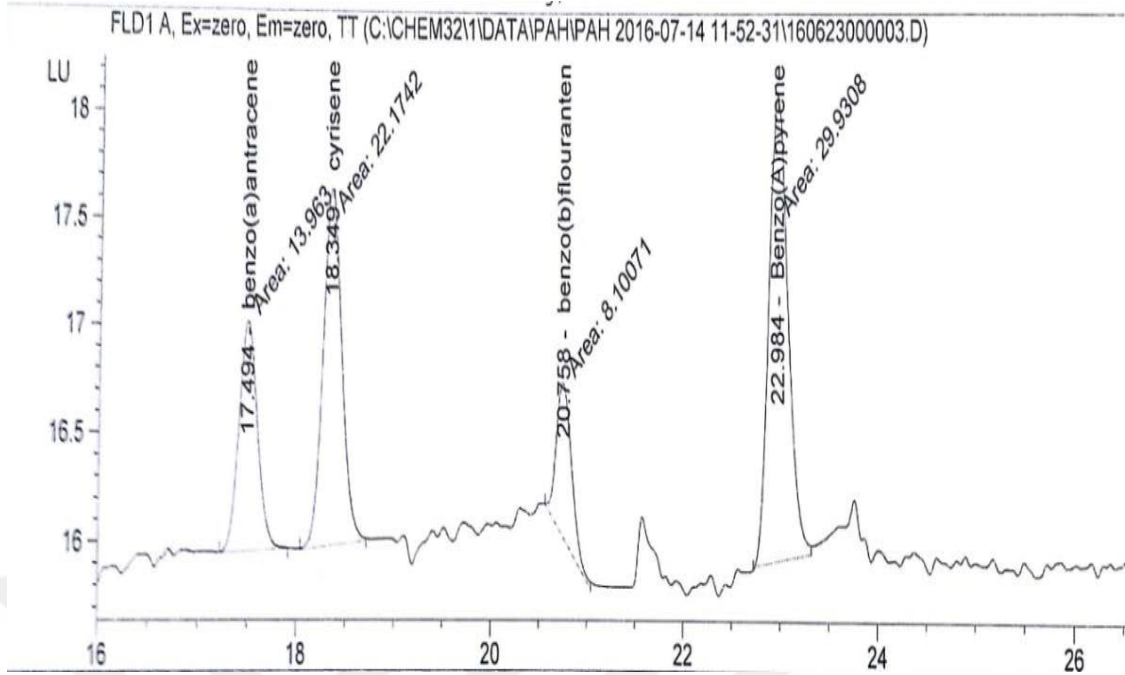
PAH4 analizi için uygulanan metodun performans karakteristikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayrıca kalibrasyonda kullanılan 0,5 ppb, 2 ppb, 10 ppb PAH4 standart kromotogramları Şekil 4.1, Şekil 4.2, ve Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. PAH4 analizi için metod performans karakteristikleri

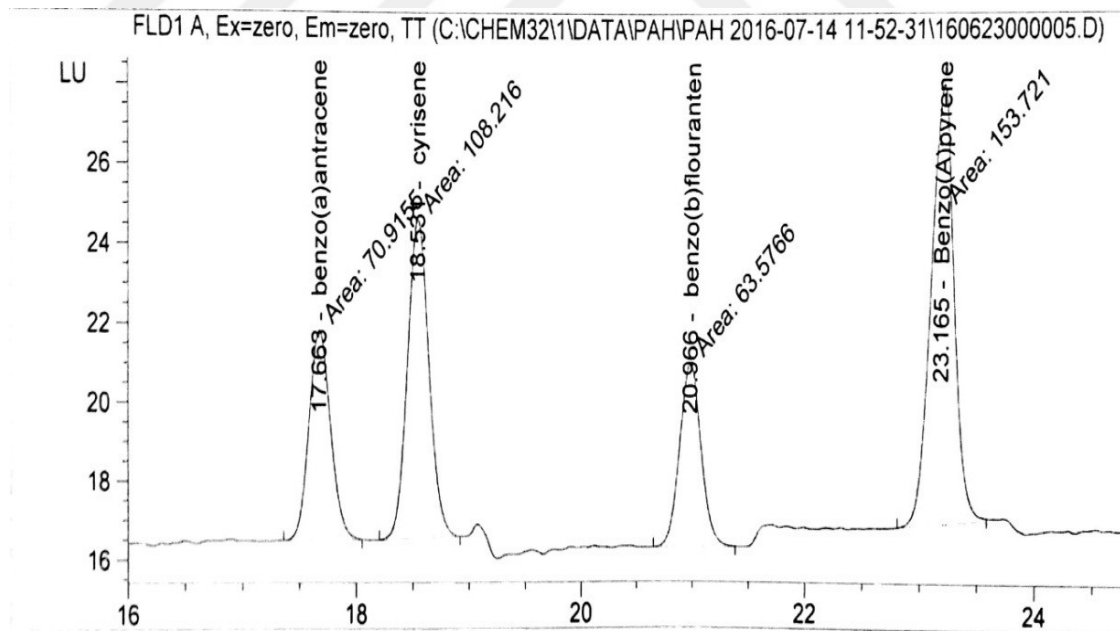
PAH	Regresyon katsayısı	Linear denklem	LOQ	LOD
BaA	0,99997	$Y=7,1x - 0,08$	0,4	0,12
Chr	0,99998	$Y=10,85x - 0,11$	0,4	0,12
BbFlu	0,99815	$Y=6,29x - 0,73$	0,4	0,12
BaP	0,99978	$Y=15,11x - 0,97$	0,4	0,12



Şekil 4.1. 0.5 ppb PAH4 kromotogramı



Şekil 4.2. 2 ppb PAH4 kromotogramı



Şekil 4.3. 10 ppb PAH4 kromotogramı

Her bir PAH için bütün etlerde farklı oranlarda geri alma tespit edilmiştir. Geri alma için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. PAH4 için 2 ppb geri alma oranları (%)

2 ppb PAH standart ilaveli	BaA	Chr (%)	BbFlu	BaP
Hindi	109	114	109	113
Tavuk	96	94	97	94
Dana	115	84	92	92
Kuzu	92	89	91	87

Geri alma sonuçları Türk Gıda Kodeksi’nde belirtilen % 50 - % 120 değerleri arasında bulunmuştur.

4.2. PAH Analiz Sonuçları

PAH4 analizi sonuçlarına göre, çiğ etlerde ve haşlama, fırında pişirme, ızgarada ve tavada pişirme metodu uygulanan etlerdeki PAH4 içerikleri LOQ değerinin altında bulunmuştur. Bu nedenle söz konusu pişirme tekniklerine ait sonuçlara tablolarda yer verilmemiştir.

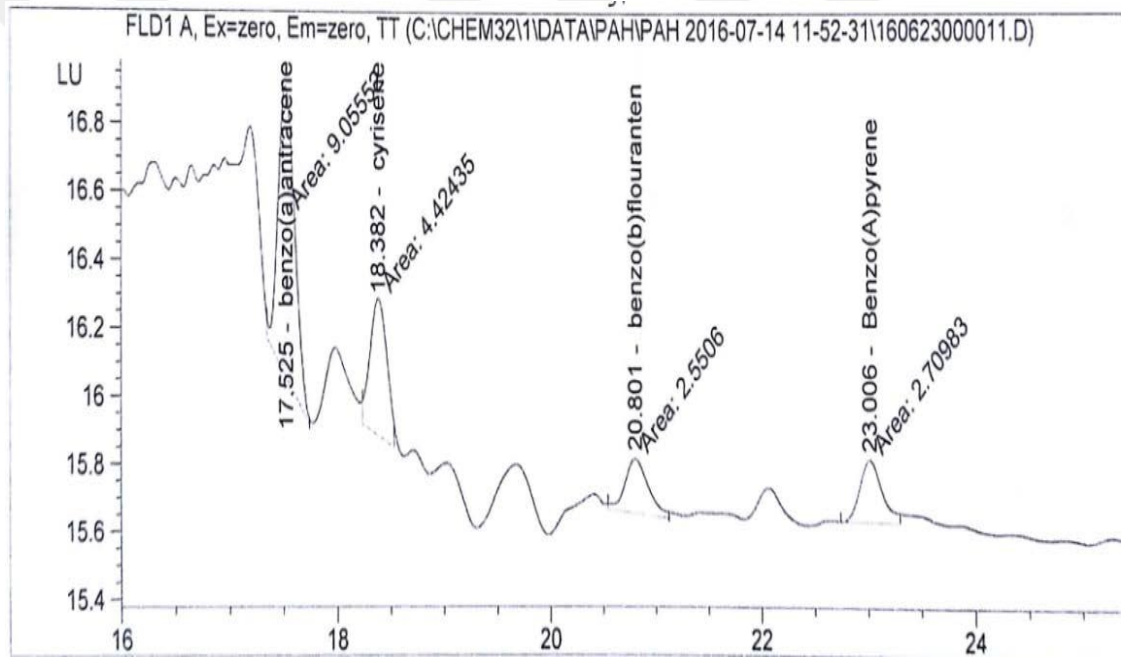
Mangalda pişirme işlemi sonucunda oluşan PAH’ların miktarları Çizelge 4.3’te; dana, tavuk, hindi ile kuzu etlerinin mangalda pişirilmesi sonucu elde edilen kromotogramları ise sırasıyla Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Mangalda pişirme işlemi sonucunda et türlerinde belirlenen PAH4 sonuçları (ppb)

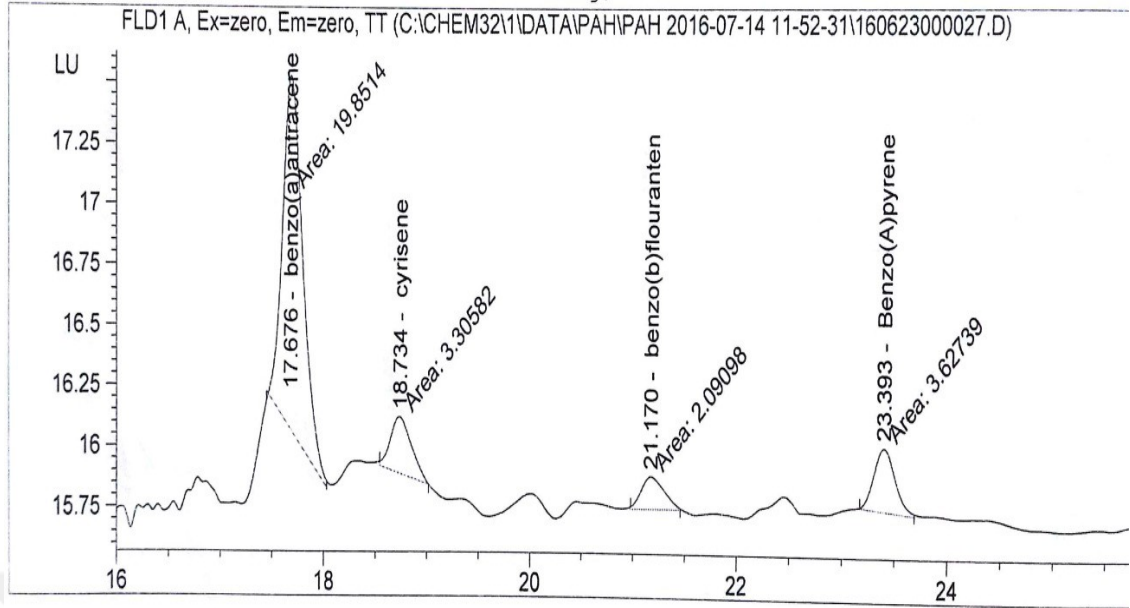
Et Türü	BaA	Chr	BbFlu	BaP	Σ PAH4
Dana	0,59 ± 0,03 ^d	< LOQ ^b	0,51 ± 0,01 ^a	< LOQ ^a	1,10
Hindi	2,01 ± 0,06 ^b	1,13 ± 1,13 ^a	< LOQ ^c	< LOQ ^a	3,14
Kuzu	1,74 ± 0,14 ^c	< LOQ ^c	< LOQ ^c	< LOQ ^a	1,74
Tavuk	2,85 ± 0,10 ^a	< LOQ ^c	0,45 ± 0,02 ^b	< LOQ ^a	3,30

a, b, c, d: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0,05 düzeyinde önemlidir.

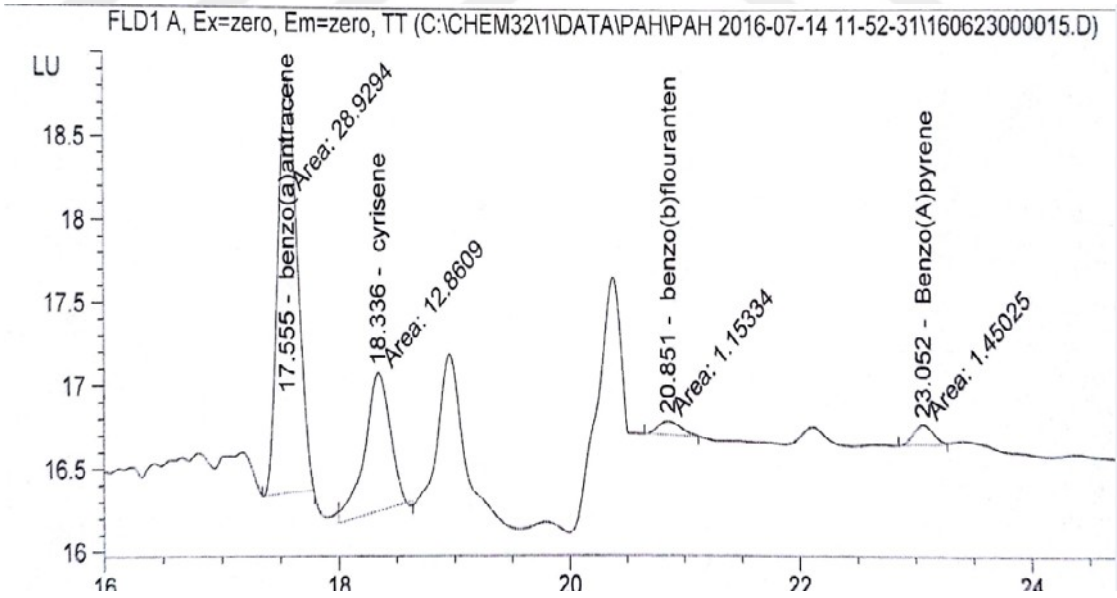
n=3 tekrerr



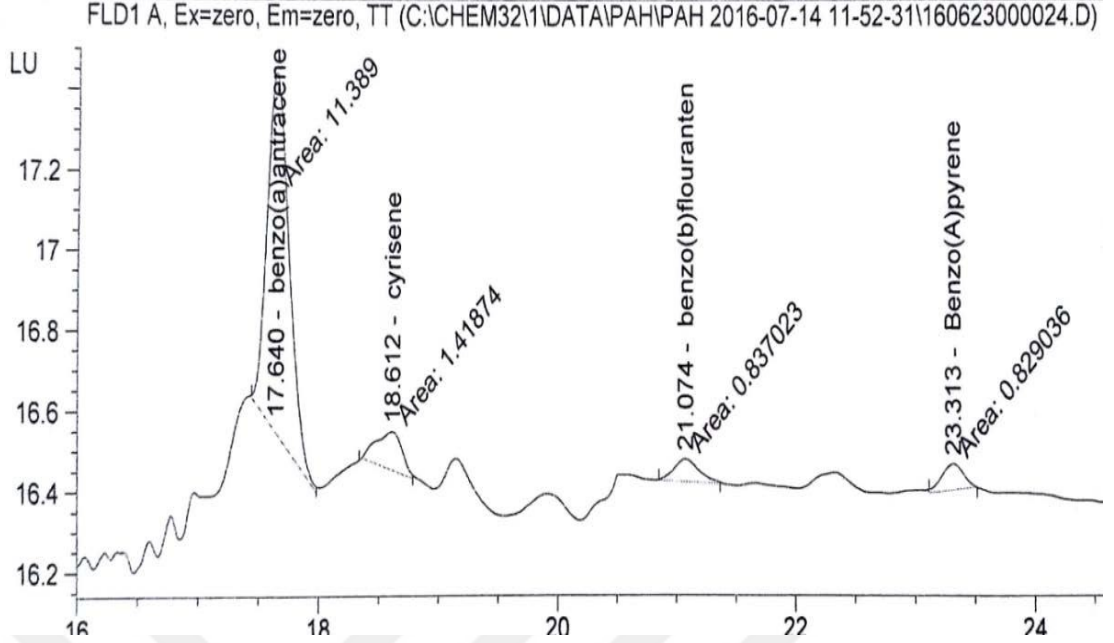
Şekil 4.4. Mangalda pişirilmiş dana etine ait PAH4 kromotogramı



Şekil 4.5. Mangalda pişirilmiş tavuk etine ait PAH4 kromotogramı



Şekil 4.6. Mangalda pişirilmiş hindi etine ait PAH4 kromotogramı



Şekil 4.7. Mangalda pişirilmiş kuzu etine ait PAH4 kromtogramı

Mangalda pişirilmiş etler, PAH 4 açısından değerlendirildiğinde et türüne ve PAH çeşidine göre farklılıklar gözlenmiştir.

BaA içeriği açısından değerlendirildiğinde, tüm et çeşitleri PAH4 içeriği açısından istatistiki olarak farklılık göstermiştir. En yüksek BaA miktarı tavuk etinde belirlenirken en düşük miktar dana etinde belirlenmiştir.

Etlere Chr oluşumu yönünden değerlendirildiğinde ise en yüksek Chr miktarı hindi etinde belirlenmiştir. Kuzu ve tavuk etinde istatistiki olarak farklılık görülmemiştir ($p < 0.05$).

BbFlu oluşumu en yüksek dana etinde bulunurken bunu tavuk eti takip etmiş, hindi ve kuzu etinde ise belirlenen BbFlu değerleri istatistiki açıdan farklılık göstermemiştir ($p < 0.05$).

BaP açısından ise etlerde istatistiki olarak bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p < 0.05$).

Mangalda pişirilmiş etlerin türlerine bağlı olarak oluşan PAH4 miktarları değerlendirildiğinde dana etinde en yüksek BaA tespit edildiği bunu BbFlu takip ettiği, BaP ve Chr'nin ise tespit edilmediği görülmüştür.

Hindi etinde ise en yüksek miktarda tespit edilen PAH; BaA olmuş bunu Chr takip etmiş, BbFlu ve BaP ise tayin sınırlarının altında kalmıştır. Kuzu etinde sadece BaA tespit edilirken; tavuk etinde en yüksek miktarda BaA tespit edilmiş, bunu BbFlu takip etmiş, Chr ve BaP ise örneklerde tespit edilmemiştir.

Örnekler toplam PAH4 açısından değerlendirildiğinde; en yüksek toplam PAH4 tavuk etinde belirlenmiş, bunu hindi, kuzu ve dana eti takip etmiştir. Mangalda pişirme tekniği ile oluşan toplam PAH4'ün, diğer pişirme teknikleri ile pişirmede oluşmadığı görülmüştür. Oysa diğer pişirme tekniklerinde kullanılan örnekler ile mangalda pişirme işleminde kullanılan et örneklerinin aynı partilere ait olması dolayısıyla aynı kimyasal özelliklere sahiptirler. Bu durum PAH4 oluşumunda; uygulanan pişirme tekniğinin, gıdanın kimyasal yapısından daha ön planda olduğunu göstermektedir. Mangal ile pişirme sırasında oluşan dumanda bulunan PAH'lar yağda çözünebilir özellikleri sebebiyle ete bulaşabilmektedirler.

Elde edilen sonuçlar Rose ve ark. (2015)'nin, çalışmasıyla uyumluluk göstermektedir. Çiğ halde tespit edilemeyen PAH4'ün, yalnızca mangalda pişirme ile dikkate değer şekilde artmış olması, diğer pişirme teknikleriyle bir artış göstermemesi pişirme koşullarının önemli olduğunu göstermektedir.

Anderson ve ark. (2002)'nin yaptıkları çalışmada etlerdeki PAH düzeylerinin; barbekü ve kızartmayla ilişkilendirilebileceği ifade edilmiştir. Fırında pişirme, kavurma, kendi suyuyla pişirme gibi yüksek düzeyde PAH oluşumuna sebebiyet vermeyen pişirme teknikleri ile kanserojen madde oluşumunun minimize edilebileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda mangalda pişirme tekniği ile karsinojen özellik gösteren PAH 4'ün, diğer pişirme tekniklerine kıyasla daha yüksek çıkması bu çalışma ile uyumluluk göstermektedir.

Ergönül ve Kaya (2015) kömür ateşi ile pişirmenin PAH miktarı üzerine gaz aleviyle pişirme ve fırında pişirmeye kıyasla daha fazla etkili olduğunu belirtmesi, yapılan çalışma ile uyumluluk göstermektedir. Çalışmamızda mangalda pişirme ile PAH tespit edilmişken fırında pişirme, suda haşlama, tavada pişirme ve elektrikli ızgarada pişirme yöntemlerinde PAH tespit edilmemiştir.

Dost ve İdeli (2012) kuzu etine mangalda pişirme işlemi uyguladıklarında BaA, BkFlu, BaP gibi ağır PAH'ların oluşmadığını tespit etmişlerdir. Bu durum yapılan bu çalışma ile uyumluluk göstermemektedir. Bu farklılığın, pişirme şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Onyango ve ark. (2012) çalışmaları ile elektrikli ızgara ile pişirmenin mangalda pişirmeye kıyasla daha güvenilir olduğunu belirtmiş kızartmanın daha güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum çalışmamızla paralellik göstermektedir.

4.2. Kimyasal Analiz Sonuçları

Etlerinin pH, asitlik, rutubet, protein, kül ve yağ tayin sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Çiğ etlerdeki temel kimyasal analiz sonuçları

Et Türü	pH	Asitlik	Protein	Kül	Nem	Yağ
Dana	5,83±0,01 ^d	0,46±0,02 ^c	18,95±0,15 ^c	0,94±0,01 ^a	67,38±0,35 ^b	12,07±0,18 ^{a,b}
Hindi	6,20±0,02 ^b	0,50±0,01 ^b	19,13±0,03 ^b	1,00±0,01 ^b	70,11±0,43 ^a	9,37±0,46 ^c
Kuzu	5,97±0,03 ^c	0,52±0,00 ^a	20,65±0,13 ^a	0,99±0,01 ^b	66,75±0,26 ^b	11,08±0,35 ^b
Tavuk	6,44±0,03 ^a	0,43±0,01 ^d	18,58±0,17 ^d	0,99±0,01 ^b	67,50±0,55 ^b	12,98±1,06 ^a

a, b, c, d: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar P<0,05 düzeyinde önemlidir.

n=3 tekrerr

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; yağ oranı en yüksek düzeyde tavukta, en düşük düzeyde ise hindide tespit edilmiştir. Protein oranı en yüksek olan et çeşidi kuzu eti olup diğer et çeşitlerinin protein değerleri birbirlerine yakın bulunmuştur. Protein içeriğine göre et çeşitleri en yüksekten en düşüğe doğru kuzu, hindi, dana, tavuk şeklinde sıralanmaktadır. Tavuk eti pH'sı en yüksek et çeşidi olarak tavuk eti belirlenirken onu hindi, kuzu ve dana eti takip etmiştir. Asitlik açısından değerlendirildiğinde kuzu eti en yüksek asitlik değerine sahipken, en düşük asitlik tavuk etinde belirlenmiştir. Kül açısından incelendiğinde ise kuzu, tavuk ve hindi eti arasında istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır (p<0.05). Nem içeriğinde ise hindi eti en yüksek olarak belirlenmiş ve diğer et türleri arasından istatistiki bir farklılık belirlenmemiştir(p<0.05).

Etlerin kimyasal kompozisyonu ile PAH4 içerikleri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Etler nem içerikleri açısından incelendiğinde; nem değerlerinin PAH4 üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Hindi eti en yüksek nem içeriğine sahiptir ve bunu tavuk, dana ve kuzu eti takip etmiştir oysa toplam PAH4 miktarı en yüksek tavuk etinde tespit edilmiş bunu hindi, kuzu ve dana eti takip etmiştir

Etler kül içerikleri açısından değerlendirildiğinde kül değerlerinin PAH4 üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Kül miktarı bakımından hindi, kuzu ve tavuk eti istatistiki olarak farklılık göstermezken, bu et çeşitlerinin PAH4 miktarları istatistiki olarak farklılık göstermiştir.

Etler asitlik içerikleri açısından değerlendirildiğinde asitlik değerlerinin PAH4 üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak en yüksek asitlik kuzu etinde tespit edilmiş, bunu hindi, dana ve tavuk eti takip etmiştir, oysa toplam PAH4 miktarı en yüksek tavuk etinde tespit edilmiş bunu hindi, kuzu ve dana eti takip etmiştir.

Etler, protein içerikleri açısından incelendiğinde; protein değerlerinin PAH4 üzerine etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. İstatistiki olarak en yüksek protein değeri kuzu etinde tespit edilmiş bunu hindi, dana ve tavuk etleri takip etmiştir, oysa toplam PAH4 miktarı en yüksek tavuk etinde tespit edilmiş bunu hindi, kuzu ve dana eti takip etmiştir.

Öztan'ın (2005) belirttiğine göre su, iskelet kas sisteminde % 65 - 75 arasında değişen oranlarda bulunmaktadır. Kas dokusunun protein içeriğinin % 16 - 22 ve lipid içeriğinin % 1,5 - 13 arasında olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen sonuçlar da bu değerler arasında bulunmaktadır. Etlerin pH değeri olgunlaşmış etlerde 5,6 - 6,2 arasında bulunmakta olup, çalışmamızda analiz edilen kırmızı et örneklerinin pH'sı bu değerler arasında tespit edilmiştir.

Memelilerde kas dokusunda bulunan inorganik madde miktarının maksimum % 1 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Aşçıoğlu 2013). Çalışmamız sonucunda örneklerde bulunan kül miktarları da bu değerlerle paralellik göstermektedir.

Ergezer (2005), çalışmasında broiler but örnekleri için nem değerini % 70.14, protein değerini 21,60, yağ değerini 6.43, kül değerini 0,81, pH değerini 6,48 olarak, hindi but

örneklerinde nem değerini %72,25, protein oranını 20,46, yağ miktarını 5.23, kül miktarını 0,91, pH değerini 6,05 olarak tespit etmiştir. Bu değerlerin bazıları çalışmada tespit edilen değerler ile paralellik gösterirken, bazı değerlerde farklılıklar görülmektedir. Hayvanın yaşına, türüne, beslenme şekline, tüketilen yeme, hayvanın stres düzeyine, etin bekletilme koşullarına bağlı olarak değişen et bileşiminin bu farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir.

Et yağının PAH4 üzerine etkisine ilişkin çok farklı çalışmalar yapılmıştır. Ancak örneklerimizde tespit edilen yağ miktarları ile toplam PAH4'ün arasında bir uyum tespit edilememiştir. Bu sonuç, Saito ve ark. (2014)'nın yağ miktarı yüksek olan alabalık, sığır ve domuz eti gibi etlerde daha yüksek düzeylerde PAH bulunduğunu öte taraftan yağ içeriği düşük gıdalarda rastlanmadığı görüşüyle uyuşmamakla birlikte; damlayan yağın ve dumanın uzaklaştırılması ile PAH4 miktarında azalma olacağını belirten Lee ve ark. (2016) çalışması ile paralellik göstermektedir. Toplam PAH4 miktarı açısından bakıldığında, en yüksek oranda tavuk ve hindi etinde görülme durumunun yağın bu örneklerde deride toplanması, kırmızı etlerde ise yağın ette dağılması kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Et örneklerinde tespit edilen PAH4 ile pH arasında da bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Etlerdeki PAH4 miktarı tavuk > hindi > kuzu > dana olarak belirlenmiştir. Benzer bir durum pH için de geçerlidir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında pH miktarındaki artışa bağlı olarak toplam PAH4 içeriğinde artış olabileceği düşünülmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında gıdaların PAH4 ve pH içerikleri arasında bir ilişki olduğuna dair bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu konudaki çalışmaların kapsamının genişletilerek sürdürülmesi ve PAH oluşumunu etkileyen faktörler ile gıda içeriği arasındaki ilişkinin ortaya konulması gerekmektedir.

5. SONUÇ

Farklı pişirme teknikleri uygulanan etlerin PAH4 içerikleri incelendiğinde sadece mangalda pişirme işlemi sonucunda PAH4 tespit edilmiştir. Haşlama, tavada pişirme, fırında pişirme ve ızgarada pişirme teknikleri sonucu PAH4 oluşmaması, bu teknikleri kullanarak pişirilen etlerin PAH4 bileşikleri yönüyle daha sağlıklı olduklarını göstermektedir. Et türleri arasındaki farklılığın PAH oluşumu üzerinde etkisi olmadığı düşünülmekle birlikte etin kompozisyonu ve özellikle içerdiği yağ miktarının önemli olduğu bilinmektedir. Mangalda pişirme işlemi neticesinde diğer ısıtma işlem metodlarından daha yüksek düzeyde PAH4 tespit edilmiş olması gıdadaki yağın ısı kaynağına ve dumana direk temas etmesi sonucu olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla uygulanan pişirme tekniği, PAH oluşumunda, önemli bir etkidir.

Ayrıca diğer etlerle kıyaslandığında, tavuk etinde PAH4 değerlerinin daha yüksek bulunması yağ içeriğinin yüksekliği ve yağın deri ile derinin alt yüzeyinde toplanmış olması ile açıklanabilmektedir. Kırmızı etlerde ise; etin dış yüzeyi dışında da yağın bulunabilmesi bu sayede de yağın duman ve doğrudan ateşe maruz kalmasının kısmen önlenmiş olması ile PAH4 oluşumunda azalma olduğu düşünülmektedir.

Mangalda pişirilen etler PAH açısından değerlendirildiğinde; PAH4 kapsamında yer alan BaP hiçbir pişirme tekniğinde belirlenememişken, BaA tüm et örneklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca; PAH'lardan BaA en yüksek oranda tavuk etinde, Chr hindi etinde, BbFlu ise tavuk etinde ve dana etinde bulunmuştur. Bununla birlikte mangalda pişirme sonucunda tüm et örneklerinde tespit edilen toplam PAH4 ve BaP miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Abdel-Shafy, H.I., Mansour, M.S.M. 2016 A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation *Egyptian Journal of Petroleum*, 25; 107–123

Alver, E., Demirci, A., Özcimder, M. 2012. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve Sağlığa Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (1);45-52.

Alomirah, H., Al-Zenki, S., Al-Hooti, S., Zaghoul, S., Sawaya, W., Ahmed, N., Kannan, K. 2011. Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods. *Food Control*, 22;2028-2035.

Anderson, K. E., Sinha, R., Kulldorff, M., Gross, M., Lang, N.P., Barber, C., Harnack, L., Dimagno, E., Bliss, R., Kadlubar, F.F. 2002. Meat intake and cooking techniques: associations with pancreatic cancer. *Mutation Research*, 506–507;225–231.

Anonim, 1974. Et ve et mamülleri Toplam Yağ Miktarı Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 1.Baskı, Ankara.

Anonim, 1990b. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 15.ed.Virginia, USA.

Anonim, 1990c. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 15.ed.Virginia, USA

Anonim, 2004. Pubchem compound. Open Chemistry Database, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (Erişim tarihi: 01.06.2016).

Anonim, 2008. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food [1] - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. European Food Safety Authority, *The EFSA Journal*, 724; 1-114.

Anonim, 2011. Bulaşanlar yönetmeliği. Resmi gazete: 29 aralık 2011 tarih ve 28157 (3.mükerrer) sayı. Türk Gıda Kodeksi

Anonim, 2012a. Et ve et ürünleri tebliği (Tebliğ no: 2012/74). Türk Gıda Kodeksi.

Anonim, 2012b. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 19. ed. Maryland USA.

Anonim, 2012c. Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish with Agilent Bond Elut Ouechers AOAC Kit and HPLC-FID. USA, <https://www.agilent.com/cs/library/applications/5990-5441EN.pdf>, (Erişim Tarihi : 28.06.2016).

Anonim, 2013. Doğu Anadolu Bölgesi Et ve Et Ürünleri Stratejisi, http://kudaka.org.tr/apb/tarim_raporlari/tra1_bolgesi_et_ve_et_urunleri_sektoru_strateji_dokumani.pdf, (Erişim Tarihi : 26.11.2016).

Anonim, 2014. Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kurşun, Kadmiyum, Civa, İnorganik Kalay, 3-Monokloropropan 1,2-Diol ve Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Seviyelerinin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma, Numune Hazırlama ve Analiz Metodu Kriterleri Tebliği (Tebliğ No: 2014/2). Türk Gıda Kodeksi.

Anonim, 2016a. Konularına göre istatistikler. TÜİK,

http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002(Erişim tarihi : 15.06.2016).

Anonim, 2016b. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. International Agency for Research on Cancer, http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php (Erişim Tarihi:10.07.2016)

Anonim, 2016c. Case Studies in Environmental Medicine Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/pah/docs/pah.pdf> (Erişim tarihi: 11.06.2016).

Anonim, 2016d. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 20.ed.Maryland, USA

Anonim, 2016e. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 20.ed.Maryland, USA

Aşçıoğlu, Ç., 2013 Farklı Pişirme Yöntemlerinin Sığır Bonfilelerinin (*longissimus dorsi*) Besinsel ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.

Babür, T.E., Gürbüz, Ü. 2015. Geleneksel Pişirme Yöntemlerinin Et Kalitesine Etkileri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3/4 :58-64.

Basak, S., Şengör, G.F., Karakoç, F.T. 2010. The Detection of Potential Carcinogenic PAH Using HPLC Procedure in Two Different Smoked Fish, Case Study: Istanbul/Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 351-355.

Berjia, F.L., Poulsen, M., Nauta, M. 2014. Burden of diseases estimates associated to different red meat cooking practices. *Food and Chemical Toxicology*, 66:237–244.

Ceylan, Z., Şengör, F. 2015. Dumanlanmış Su Ürünleri ve Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'S). *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 15: 27-33.

Cross, A. J., Sinha R. 2008. Meat Consumption and Cancer. International Encyclopedia of public Health, 272-281.

Çolak, H., Hampikyan, H., Bingöl, E.V., Çetin, Ö., Akhan, M. 2013. Perakende Olarak Satışa Sunulan Bebek Mamalarında Benzo(a)piren Varlığı. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 39 (2):218-224.

Demir, İ., Demirbağ, Z. 1999. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Biyolojik Olarak Parçalanması. *Tr.J. of Biology* 23:293–302.

Dost, K., İdeli, C. 2012. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils and barbecued food by HPLC/UV–Vis detection. *Food Chemistry*, 133:193–199.

Duan, X., Shen, G., Yang, H., Tian, J., Wei, W., Gong, J., Zhang, J. 2016. Dietary intake polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs) and associated cancer risk in a cohort of Chinese urban adults:Inter-and intra-individual variability. *Chemosphere*, 144;2469–2475.

Ergezer, H., 2005. değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal,mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, PAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Ergönül, P. G., Kaya, D. 2015. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve Gıdalarda Önemi. *CBÜ Fen Bil. Derg.*, 11(2):143-153.

Farhadian, A., Jinap,S., Hanifah, H.N., Zaidul, I.S. 2011. Effects of meat preheating and wrapping on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled meat. *Food Chemistry*, 124:141–146.

Farhadian, A., Jinap, S., Faridah, A., Zaidul, I.S.M. 2012. Effects of marinating on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene and fluoranthene) in grilled beef meat.*Food Control*, 28:420-425.

Gevaart-Durkin, A., Peyster, A. 2014. High Temperature Cooked Meats Elsevier Encyclopedia of Toxicology. 912-915.

Keskin, F.İ., Kaya, S. 1999. Et ve Ürünlerinin Pişirilmesi Sırasında Oluşan Zararlı Maddeler: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar. *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi*, 8(3-4):74-82

Köksal, G., Özel, H.G. 2008. Et: Bebek beslenmesi, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, Ankara,23.

Lee, J.G., Kim, S.Y., Moon, J.S., Kim, S.H., Kang, D.H., Yoon, H.J. 2016. Effects of grilling procedures on levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meats. *Food Chemistry*, 199:632–638

Onyango, A.A., Lalah, J.O., Wandiga, S.O. 2012. The Effect of Local Cooking Methods on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)Contents in Beef, Goat Meat,and Pork as Potential Sources of Human Exposure in Kisumu City,Kenya, *Polycyclic Aromatic Compounds*, 32(5):656–668.

Öztan,A., 2005. Etin Fiziksel ve Kimyasak Özellikleri: Et Bilimi ve Teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 63-104.

Palamutoğlu, R., Sarıçoban, C., Kasnak, C. 2014. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) ve Et Ürünlerinde Oluşumu. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3):47-57.

Purcaro, G., Moret, S., Conte, L.S. 2013. Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: Occurrence, legislation and innovative determination in foods. *Talanta*, 105:292-305.

Rose, M., Holland, J., Dowding, A., Petch S.(R.G.), White, S., Fernandes, A., Mortimer, D. 2015. Investigation into the formation of PAHs in foods prepared in the home to determine the effects of frying, grilling, barbecuing, toasting and roasting. *Food and Chemical Toxicology*, 78:1–9.

Saito, E., Tanaka, N., Miyazaki, A., Tsuzaki, M. 2014. Concentration and particle size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons formed by thermal cooking. *Food Chemistry* ,153:285–291.

See, S.W., Balasubramanian, R. 2008. Chemical characteristics of fine particles emitted from different gas cooking methods. *Atmospheric Environment*, 42:8852–8862.

Shi, L.-K., Zhang, D.-D., Liu, Y.L. 2016. Incidence and survey of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible vegetable oils in China. *Food Control*, 62:165-170.

Uzman, E.E., 2000. Sektörel Araştırmalar Et ve Et Ürünleri. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ömer Şerif AYDIN
Doğum Yeri ve Tarihi : ŞAŞAT/17.09.1977
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Çelebi Mehmet Lisesi/1994
Lisans : Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği/2000
Yüksek Lisans :

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Yıldırım İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık
Müdürlüğü

İletişim (e-posta) : omerserif.aydin@tarim.gov.tr
Yayınları* :