



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DANA VE KUZU KOKOREÇLERİNDE POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBONLARIN (PAH) OLUŞUM DÜZEYİ ÜZERİNE FARKLI HAYVANSAL YAĞLARIN ETKİSİ

Ali Samet BABAOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ali Samet BABAOĞLU

Tarih: 05/08/2015

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANA VE KUZU KOKOREÇLERİNDE POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBONLARIN (PAH) OLUŞUM DÜZEYİ ÜZERİNE FARKLI HAYVANSAL YAĞLARIN ETKİSİ

Ali Samet BABAOĞLU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2015, 68 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Sakatat (yenebilir yan ürün) ürünlerinden biri olan ve ülkemizde beğeniyle tüketilen kokoreç; taze ve yıkanıp temizlenmiş kuzu ve dana ince bağırsaklarından üretilir. Kokoreç üretiminde kullanılan ince bağırsakların hazırlanmasında yeterli hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmadığı ve uygun pişirme işlemi uygulanmadığı takdirde sağlık açısından bazı riskler ortaya çıkabilir. Bu risklerin en önemlilerinden biri mikrobiyal tehlikeler olup bir diğeri ise kimyasal tehlikeler grubunda yer alan pişirme sırasında ürün yüzeyine kontamine olan polisiklik aromatik hidrokarbonlardır (PAH). Bu çalışmada; farklı hayvansal yağların (iç yağı, kabuk yağı ve kuyruk yağı) ilavesi ile dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlerin pişirilmesi sürecinde oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonların konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hazırlanan ve tüketime hazır hale gelen her bir gruptaki kokoreç örneklerinde; kuru madde, protein, yağ, kül, pH, renk ve bazı polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) analizleri yapılmıştır. Kokoreç örneklerinin kurumadde içerikleri % 48.85-63.14, protein içerikleri % 19.08-23.82, toplam yağ içerikleri % 24.04-40.39, toplam kül içerikleri % 0.97-1.48 ve pH değerleri 6.92-7.07 arasında değişim göstermiştir. Tüketime hazır kokoreçlerde PAH'ların oluştuğu belirlenmiş olup örneklerin ortalama toplam PAH içeriklerinin 3.07-40.11 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ortalama toplam PAH miktarlarının dana kokoreçlere göre daha düşük düzeyde olması sebebiyle, tüketicilerin kuzu kokoreçlerini tüketmesi önerilmektedir. PAH analizinde Benzo[a]antrasen (BaA), Krisen (Chry), Benzo[b]fluoranthene (BbF), Benzo[k]floranten (BkF), Benzo[a]piren (BaP), Dibenzo[a,h]antrasen (DahA), Benzo[g,h,i]perilen (BghiP) ve İndeno[1,2,3-cd]piren (Icdp) bileşikleri belirlenmiştir. Kokoreçlerin ortalama BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, DahA, BghiP ve Icdp içerikleriklerinin sırasıyla 0.47-4.86, 0.56-5.60, 0.50-5.37, 0.20-2.83, 0.63-7.73, 0.17-3.25, 0.47-6.81, 0.09-3.66 µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, Hayvansal yağ, Kokoreç, PAH

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENT ANIMAL FATS ON FORMATION LEVEL OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH) IN BEEFAND LAMB KOKOREC

Ali Samet BABAOĞLU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2015, 68 Pages

Jury
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Kokoreç which is one of the offal (edible by-products) products and consumed admiringly in our country, is produced from fresh and washed away lamb and calf small intestine. Some health risks may arise in case of not following the hygiene and sanitation rules during preparing small intestines used in production of kokoreç and not applying proper cooking operation. One of the most important among these risks is the microbial origin hazards and another is polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) included in the group of chemical hazards and contaminating to product surface during cooking. In this study, determination of concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons formed during cooking of kokorec produced from beef and lamb small intestines by adding various animal fats was purposed. Dry matter, protein, total fat, ash, pH, color, and some polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) analyzes were carried out in prepared and ready to consumption which becomes in each group kokorec samples. It was determined that dry matter, protein, total fat, ash contents and pH values of samples ranged from 48.85 to 63.14, 19.08 to 23.82, 24.04 to 40.39, 0.97 to 1.48 and 6.92 to 7.07, respectively. PAH formation was specified in ready-to-consumption kokoreç samples of which PAH contents varied between 3.07 and 40.11 µg/kg. The consumption of lamb kokoreç has been recommended to consumers because its average total PAH content is lower than that of calf kokoreç. Benzo[a]antrasen (BaA), Krisen (Chry), Benzo[b]fluoranthene (BbF), Benzo[k]floranten (BkF), Benzo[a]piren (BaP), Dibenzo[a,h]antrasen (DahA), Benzo[g,h,i]perilen (BghiP) ve İndeno[1,2,3-cd]piren (Icdp) compounds were determined in the PAH analysis. It was determined that the average BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, DahA, BghiP ve Icdp contents of kokoreç samples ranged from 0.47 to 4.86, 0.56 to 5.60, 0.50 to 5.37, 0.20 to 2.83, 0.63 to 7.73, 0.17 to 3.25, 0.47 to 6.81, 0.09 to 3.66 µg/kg, respectively.

Keywords: Animal fat, Food safety, Kokorec, PAH

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, karşılaştığım zorluklarda yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya, tezimin laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm Atatürk Üniversitesi Öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Fatih ÖZ ve ekibine, Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma, tez çalışmamda kullanılan kokoreçlerin üretilmesi için hammaddelerin temininde yardımcı olan Yılet Et İşletmesine ve örneklerin üretimi ve pişirilmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen Akşeker Et Entegre Tesisleri A.Ş.'ye ve değerli çalışanı Sayın Mehmet BALCI'ya, İzmir Kokoreç ortaklarından Ahmet YILDIZ'a, beni her zaman destekleyen ve tüm öğrenim hayatım süresince hep yanımda olan sevgili aileme ve tez çalışmamın her safhasında manevi desteğini benden esirgemeyen çok değerli nişanlım Arş. Gör. Hümeyra ÇETİN'e şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Ali Samet BABAOĞLU
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **24**

3.1. Materyal 24
3.2. Yöntem 26
3.2.1. Deneme planı 26
3.2.2. Örneklerin analize hazırlanmaları 27
3.2.3. Analiz yöntemleri 27
3.2.3.1. Kurumadde tayini 27
3.2.3.2. Protein tayini 28
3.2.3.3. Yağ tayini 28
3.2.3.4. Toplam kül tayini 28
3.2.3.5. pH tayini 28
3.2.3.6. Renk tayini 29
3.2.3.7. Polisiklik aromatik hidrokarbon analizi 29
3.2.3.8. İstatistiki analizler 32

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **33**

4.1. Analitik Sonuçlar 33
4.1.1. Kurumadde sonuçları 33
4.1.2. Protein sonuçları 34
4.1.3. Toplam yağ sonuçları 36
4.1.4.Toplam kül sonuçları 38
4.1.5. pH sonuçları 40
4.2. Renk Analizi Sonuçları 40
4.3. PAH Analizi Sonuçları 41

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **53**

5.1. Sonuçlar 53
5.2. Öneriler 54

KAYNAKLAR **56**

ÖZGEÇMİŞ **67**

SİMGELER VE KISALTMALAR

*a**	: Kırmızılık
*b**	: Sarılık
BaA	: Benzo[a]antrasen
BaP	: Benzo[a]piren
BbF	: Benzo[b]fluoranthene
BghiP	: Benzo[g,h,i]perilen
BkF	: Benzo[k]floranten
Chry	: Krisen
DahA	: Dibenzo[a,h]antrasen
EPA	: United States Environmental Protection Agency
US–FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
Icdp	: İndeno[1,2,3-cd]piren
KO	: Kareler ortalaması
*L**	: Parlaklık
LOD	: Limit of detection (Tespit edilebilme limiti)
LOQ	: Limit of quantitation (Tayin edilebilme limiti)
nd	: not detected (tespit edilemedi)
nq	: not quantified (tayin edilemedi)
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbon
SD	: Serbestlik derecesi
WHO	**:** World Health Organization

1. GİRİŞ

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal alanda kalkınmasının gerçekleşmesi ve toplumu oluşturan bireylerin çağdaş uygarlık düzeyine ulaşması için o ülkenin sahip olduğu en önemli öğe insan gücüdür. Bedensel ve zihinsel sağlığı yerinde bireylerin oluşturduğu bir insan gücü için bu bireylerin tüm yaşantıları boyunca yeterli ve dengeli beslenmeleri gerekmektedir (Sarıgöl, 1978; Türker, 1997). Beslenme; bilim insanlarına göre büyüme, gelişme ve sağlığın korunması için gıdaların dengeli bir şekilde kullanımıdır. İnsanların beslenmesi, yaşadığımız çağın en önemli sorunlarından biri olarak görülmektedir. Bireyin sağlıklı, üretken ve huzurlu olmasında önemli etkisi olan beslenmenin yetersizliğinde ise toplumda sağlık ve eğitim harcamaları artar. Verimlilikte azalma, iş kazaları riski ve iş gücü kaybı gibi olumsuzluklar sonucu ulusal ekonomi büyük zararlar görür. Bu nedenle büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunmasında, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli her türlü çözüm yollarının araştırılması gerektiği bildirilmiştir (Yıldırım, 1978; Yıldırım, 1986; Pearson ve Dutson, 1990).

Yeterli ve dengeli beslenme için vücudun ihtiyacı olan besin öğelerinin gerekli miktarlarda alınması gerekmektedir. Bu besin öğeleri, gıda maddesinin içinde bulunan karbonhidratlar, yağlar, proteinler, vitaminler, mineral maddeler ve sudan oluşmaktadır. Dengeli bir beslenmenin gerçekleştirilebilmesi için, beslenmenin temel unsurlarını oluşturan biyolojik değeri yüksek gıdaların tüketilmesi gerektiği bilinmektedir. İnsanların normal büyüme ve gelişmesi için gerekli olan ve vücut tarafından sentezlenemeyen esansiyel aminoasitlerin gıda içerisinde alınmasının zorunlu olduğu ifade edilmiştir (Türker, 1997).

Gıdalar içerisinde hayvansal gıda maddeleri, içerikleri nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Hayvansal proteinler yüksek oranda esansiyel aminoasit içermeleri nedeniyle en değerli protein kaynaklarıdır. Et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdaların bileşimindeki proteinlerin biyolojik değerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Türker, 1997).

Et ve et ürünleri; yüksek kalite ve miktardaki proteini, demir, çinko, fosfor, magnezyum gibi mineral maddeleri ve ayrıca B1, B6, ve B12 vitaminlerini, elzem yağ asitleri ile ω-3 ve ω-6 yağ asitlerini yeterli miktarda içermesi nedeniyle dengeli ve yeterli beslenme için ideal gıda maddeleridir. Yeterli ve dengeli bir beslenme için günde her bir kg vücut ağırlığı için en az 1 g ham protein tüketilmesi ve bu protein miktarının en az 1/3'ünün hayvansal kaynaklı olması önerilmiştir (Gökalp ve ark., 2001).

Kasaplık hayvanların kesimi sonucunda elde edilen karkas dışındaki tüketilebilir iç organlar "sakatat" olarak adlandırılmaktadır. Bunların bir kısmı (örn., karaciğer, böbrek, kalp, beyin) taze olarak tüketilirken, bir kısmı da (işkembe, paça, ince bağırsak) bazı ön işlemlerden geçirildikten sonra tüketime sunulmaktadır (Öztan, 2005). Sakatatlar; kırmızı ete oranla daha fazla su içermesine karşın, yağ oranı daha düşüktür. Sakatatların (beyin hariç) protein içerikleri, çizgili kas dokusuyla yaklaşık aynı düzeydedir. Karbonhidrat içerikleri ise kırmızı etten oldukça yüksektir. Sakatatlar genellikle vitamin ve mineral içerikleri bakımından, etten daha zengin kaynaklardır. Mineral maddeler en fazla karaciğer, dalak, beyin ve böbrekte bulunur (Karakaya, 2013). Özellikle karaciğer potasyum, sodyum, fosfor ve demir yönünden oldukça zengindir. Bu nedenle anemi tedavisinde, demir yönünden zengin olan karaciğerin tüketilmesi tavsiye edilir. Buna karşın bazı sakatatların; insan sağlığı için zararlı olan toksik ağır metalleri de (Kadmiyum, Kurşun gibi) yüksek miktarlarda biriktirebileceği bildirilmiştir (D'Ilio ve ark., 2008).

Beslenme bilgisinin yetersizliği, kötü beslenme alışkanlıkları, ekonomik nedenler, sakatatların çoğu zaman sağlıklı, temiz ve tüketiciyi cezbedici şekilde hazırlanıp sunulmaması nedeniyle ülkemizde sakatatların tüketimi düşüktür. Sakatatlar kırmızı ve beyaz sakatat olmak üzere iki kısımda incelenir. Kırmızı sakatatlar içerisinde karaciğer, akciğer, yürek, böbrek, diyafram, yemek borusu dış kırmızı kası, dalak, dil ve baş eti bulunurken, beyaz sakatatlar içerisinde ise başta işkembe olmak üzere mumbar, ince bağırsak, billur, beyin gibi çeşitli doku ve organlar ile yağ dokuları sayılmıştır (Anonim, 1991).

Yenebilir yan ürünlerden biri olan kokoreç, sucuk, pastırma, döner kebap, kavurma, çiğ köfte gibi geleneksel bir et ürünüdür (Kılıç, 2009). Üretiminde iç yağlarının etrafına koyun veya dana ince bağırsaklarının sarılması ile hazırlanan ve hammaddesi ince bağırsak olan kokoreç hafif ısıl (ön pişirme) işleme tabi tutulduktan sonra genellikle kömür ızgaralarında pişirilmektedir. Ayrıca kokoreç; kızartma, tandır veya haşlama sote şeklinde de pişirilir. Ülkemizde kokoreç genelde sokakta satılan bir yiyecek olup pişirildikten sonra tüketici isteğine bağlı olarak baharatlı veya baharatsız olarak tüketildiği ifade edilmiştir (Temelli ve ark 2002). Kokoreç üretiminde genellikle süt kuzusundan elde edilen ince bağırsakların kullanımının tercih edildiği bildirilmiştir (Makarnacı, 2003).

Avrupa Birliği'ne giriş sürecinde riskli gıdaların başında yer alan bu ürününün ülkemizde diğer sakatatlara göre tüketiminin oldukça yaygın olduğu bildirilmiştir.

Temelli ve ark. (2002) son yıllarda gittikçe artan fast-food tüketimine bağlı olarak, özellikle büyük şehirlerde kokoreç üretiminde ve tüketiminde de bir artış görüldüğünü rapor etmişlerdir.

Günümüzde endüstrileşme ve kitlesel üretim, daha uzun ve daha kompleks gıda zincirlerinin oluşumu, fastfood tüketimi, sokak satıcıları, ihraç fazlası/artığı gıdalar ve uluslararası ticaret ve turizm ilişkilerindeki artış gibi nedenler sonucunda gıda güvenliğini etkileyen pek çok tehlikenin oluştuğu ifade edilmiştir (Tayar, 2010). Genellikle sokakta ayaküstü tüketilen kokoreç, gıda güvenliği açısından bazı riskler içerebilmektedir.

Gıda güvenliği, gıdalarda olabilecek/meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve her türlü zararların bertaraf edilmesi için alınan tedbirler bütününü ifade eder. Gıda güvenliği ile ilgili tehlikeler gıda üretim zincirinin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilir. Bu nedenle gıda üretim zinciri boyunca etkin bir kontrolün gerçekleştirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması çok önemlidir. Gıda güvenliğinin ve kalite güvencesinin sağlanması çabaları tüketici ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde klasik usul gıda işleme ve tüketiciye sunma yaklaşımlarında gerek tüketicinin bilinçlenmesi, gerekse ülkelerin gıda ile ilgili düzenlemelerini "daha sağlıklı ve güvenli gıda üretme" doğrultusunda güncellemeleri nedeniyle çok önemli değişimler meydana gelmiş ve gıda güvenliği konusu son yılların en önemli toplumsal tartışma konularının başında yerini almıştır (Tayar, 2010).

Et ürünleri, süt ürünleri ve su ürünleri gibi yüksek risk içeren gıdalar, gıda zehirlenmelerine sebep olan başlıca ürünler arasında yer alır. Bu gıdaların yapısı ve barındırdıkları, gıda güvenliği tehlikeleri bakımından daha iyi korunmaları ve mutlaka hijyenik ortamda üretilmeleri gerekmektedir.

Kokorecin hazırlanmasında kullanılan bağırsağın mikroflorası, temizleme işleminin yetersiz olması, uygun olmayan saklama koşulları, tüketime sunulduğu ortamın hijyenik şartlarının yeterli olmaması, ek olarak; pişirme işlemlerinde yetersiz ısıl işlem gibi nedenlerden dolayı sağlık açısından risk teşkil edebilmektedir (Bilgin ve ark 2008). Kokorecin pişirilmesi sırasında ürün yüzeyine kontamine olan ve karsinojenik bir madde olan polisiklik aromatik hidrokarbonları (PAH) içerme riski de taşımaktadır.

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) yüzden fazla farklı kimyasaldan meydana gelir. Kömür, yağ, gaz, çöp ve diğer organik bileşiklerin eksik/yetersiz yanması sonucu ortaya çıkan toksik, karsinojenik ve mutajenik etkiye sahip organik

yapıda bileşiklerdir. PAH'lar hava, su, gıdalar ve sigara dumanı ile insan vücuduna girerek karsinojenik ve zararlı etkilere sebep olurlar. Tütsülenmiş et ürünleri, kızartılmış etler ve su ürünleri başta olmak üzere tahıllarda, sebzelerde, meyvelerde, sütlerde ve işlem görmüş gıda maddelerinde yüksek seviyelerde polisiklik aromatik hidrokarbonlar oluşabilmektedir/bulunabilmektedir. Pişirme sırasında gıda maddelerinin alevle temas etmesi durumunda, PAH'ların konsantrasyonu daha fazla yükselebilmektedir. Kokoreçteki muhtemel PAH'ların sebebi ise; yağ damlacıklarının alev üzerine damlamasıyla/düşmesiyle yükselen dumanın ürüne kontamine olmasıdır. Bu durumun gıda güvenliği açısından risk doğurabileceği bildirilmiştir (Tayar, 2010).

Geleneksel bir lezzet olan kokorecin tüketimine bağlı olarak endüstriyel üretimini de artırma çalışmaları farklı deneme ve uygulamaları ortaya çıkarmaktadır. Bugün pek çok et ve et ürünü işleyen tesis kokoreci daha büyük kitlelere hijyenik koşullarda ulaştırma çabası ile farklı reçeteleri uygulamaya koymuştur. Bağırsak içeriği söz konusu olduğunda yüksek patojen içeriğine sahip olması kaçınılmaz olan bu ürünün üretiminde ve pişirme işleminde gerekli dikkat ve özen gösterildiği takdirde vazgeçilmez bir lezzet olarak tüketilmeye devam edecektir. Ancak bu ürünle ilgili bir yasal sınırlama ve düzenleme de mevcut değildir.

Yapılan literatür taramalarına göre; kokoreçlerle ilgili yapılan çalışmaların daha çok mikrobiyal kalitenin belirlenmesi üzerine olup, kokoreçlerdeki PAH'lar üzerine şimdiye kadar herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Güvenli gıda üretimi açısından gıdaların PAH'ları içerip içermemesi veya PAH'ların konsantrasyonunun insan sağlığıyla yakından ilişkisi söz konusudur. Bu açıdan değerlendirildiğinde kokoreç ve benzeri tütsülenmiş/kızartılmış/pişirilmiş gıdalardaki PAH'ların oluşumu konunun ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu araştırmada kokoreçlerdeki PAH'lar üzerine çalışılarak hem literatüre geleneksel ürünlerimizden biri olan kokoreçle ilgili bilgi katkısı yapılmış olacak hem de kokoreçlerin gıda güvenliği yönünden değerlendirilmesine katkı sağlanmış olacaktır. Bu çalışmada; dana ve kuzu ince bağırsaklarına ilave edilen kuzu iç yağı, kuzu kabuk (et) yağı ve kuyruk yağı ile üretilen kokoreçlerin çeşitli kalite kriterleri ve oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) konsantrasyonları belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İnsanların sağlıklı olmaları, yaşamlarını ve fiziksel gelişimlerini sürdürebilmeleri için yeterli miktarda ve güvenli gıdayı alabilmeleri, yeterli ve dengeli beslenebilmeleri gerektiği ifade edilmiştir (Erkmen, 2010). İnsanların beslenmesinde et ve et ürünleri önemli bir yer tutmaktadır. Hayvansal gıdalar arasında yer alan etin; lezzetli, doyurucu, yüksek kaliteli proteinler, hayati öneme sahip vitamin ve mineraller ile demir yönünden zengin bir gıda olduğu bildirilmiştir (Anar, 2012). Önemli bir besin maddesi kaynağı olan etin, hem taze olarak hem de dayanıklılığı arttırılarak, değişik lezzet ve aroma özellikleri kazandırmak amacıyla çeşitli teknolojik işlemlere tabi tutularak elde edilen ürünler şeklinde de tüketildiği rapor edilmiştir (Erdoğrul ve Ergün, 2005).

Kasaplık hayvanların kesimi sonucu elde edilen, insanlar tarafından tüketilebilen; baş etleri, beyin ve dil dahil olmak üzere baş, ayaklar, kalp, karaciğer, akciğer, böbrekler, dalak, işkembe, testisler ve bazı özel yemekler hazırlamada kullanılan bağırsaklar gibi iç organlara ve ayaklara sakatat (yenebilir yan ürün) adı verilmektedir. Sakatatların (beyin hariç) protein içeriği hemen hemen çizgili kas dokusunun protein içeriğine eşittir. Sakatatlar kırmızı ete göre daha az yağ, daha fazla su ve karbonhidrat içerirler. Ayrıca sakatatların vitamin ve mineral maddeler açısından da oldukça zengin oldukları bildirilmiştir (Karakaya, 2013).

Kokoreç sözcüğünün kökeni; Yunanca kokorótsi sözcüğünden ziyade Arnavutça kokërroz (Anonim, 2015a) veya Ulahça kukuretšu (Anonim, 2015b) sözcükleridir. Bu üç sözcük de "mısır koçanı" anlamına gelir. Kokoreç terimi Türkçeye, Yunancadan geçmiştir (Anonim, 2015c). Ömer Seyfettin “Lokanta Esrarı” adlı hikâyesinde, Atinalı bir Rum’un lokantasında ilk kez kokoreç ile tanışmasını anlatmıştır (Anonim, 2015a).

Kokoreç yapımında kullanılan bağırsaklar büyükbaş veya küçükbaş hayvanlara ait olabilmekle birlikte daha çok lezzet açısından süt kuzusundan elde edilen bağırsağın kullanımı tercih edilir. Öncelikle bağırsaklar içten ve dıştan temizlenir. Kokorecin iç kısmı mumbardan, dış kısmı ince bağırsaktan yapılır. Uzunca bir şişe mumbarlar geçirilerek kokoreç yapmaya başlanır ve daha sonra ince bağırsaklar şişin etrafına defalarca dolanır. Ara ara ince yağ tabakaları yerleştirilir. Şişler genellikle kokoreç için özel hazırlanmış mangallarda yatay bir konumda asılı bir şekilde ve döndürülerek pişirilir. Kızartmadan sonra iri dilimler şeklinde kesit kesit alınarak tüketici talebine göre bolca baharatlanarak tüketilir veya iki bıçak yardımıyla sote iriliğinde doğranır

ekmek arasında tüketilir. En çok tercih edilen baharatların kimyon, kekik ve acı kırmızı pul biber olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2015d).

Kokorecin üretiminde kullanılan bağırsakların yeterince taze olmadığında ve yıkanıp temizlenmediğinde veya iyi pişirme uygulanmadığında gıda güvenliği açısından bazı riskler taşıyabileceği belirtilmiştir (Makarnacı, 2003). Bu risklerin en önemlilerinden biri mikrobiyal tehlikeler olup, bir diğeri ise kimyasal tehlikeler grubunda yer alan pişirme sırasında kokorece kontamine olan polisiklik aromatik hidrokarbonlardır (PAH).

Beslenmeye ilişkin tüm dünyada en önemli sorunlardan bir tanesi gıda güvenliğinin sağlanamamasıdır. Gıdaya ilişkin risklerin gelişen teknolojiye bağlı çevre kirliliği, küreselleşme sürecinde değişen tüketim alışkanlıkları, eğitim ve gelir düzeyinin düşüklüğü, taşeronlaşma, gıda üretim birimlerinde gerekli fiziki yatırımların yapılamaması, yetersiz mevzuat, denetim uygulamalarının eksikliği ve nüfus artışı gibi nedenlerle, arttığı rapor edilmiştir (Giray ve Soysal, 2007).

Gıda güvenliği sağlıklı gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların üretim, işleme, saklama, taşıma ve dağıtım aşamalarında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması olarak tanımlanmakta ve aynı zamanda sağlıklı, sağlığa yararlı ve sağlıklı durumu korunmuş gıda kavramlarını içermektedir. Gıdalardan kaynaklanan riskler gıdanın üretimden tüketim aşamasına kadar geçirdiği işleme, taşıma, depolama, satın alma, saklama, hazırlama, pişirme aşamalarında ayrı ayrı değerlendirilmekte; fiziksel, kimyasal ve biyolojik riskler şeklinde gruplandırılmaktadır (Tayar, 2010). Giray ve Soysal (2007), gıdalarda mevcut olan fiziksel riskler arasında cam kırıkları, plastik, taş, toprak, tahta, metal parçaları, saç, tırnak, sigara külü, sinek, böcek varlığı ve radyoaktivitenin de olabileceğini bildirmişlerdir.

Mikrobiyolojik riskler; bakteri, virüs, parazitlerin neden olduğu tehlikelerdir. Son yıllarda gıdalardaki mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların görülme sıklığı artmıştır (Anonymous, 2015a). Az gelişmiş ülkelerde su ve gıdaların neden olduğu ishalli hastalıklar nedeniyle her yıl çoğunu çocukların oluşturduğu, 1.8 milyon kişinin öldüğü bildirilmiştir (Anonymous, 2015b). Mikroorganizmaların gıdalara doğrudan solunum sistemi, öksürme, hapşırma, açık enfekte yaralarla veya dışkı-el ile bulaşabileceği gibi, dolaylı olarak hasta hayvan etleri, çöpler, kirli sular, kirli araç-gereçler, haşere, kemirgen, evcil hayvanlar veyahutta toprakla bulaşabileceği ifade edilmiştir (Ciğerim, 1994). Biyolojik etmenle hastalık oluşabilmesi için; gıdanın mikroorganizmanın gelişmesine elverişli olması; mikroorganizmanın sayısının yeterli

olması; ısı, zaman, nem, pH, oksijen basıncı gibi uygun çevre koşullarının sağlanması; gıda maddesine mikroorganizma veya toksinleri yok edecek asepsi, filtrasyon, ısı, radyasyon gibi işlemlerin uygulanmamış olması ve gıdanın konakçı tarafından tüketilmesinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1994). Bir kısım biyolojik risk etmenleri bazı gıdalarda daha fazla etki gösterebilmekte olup bu ilişki aşağıda verilmiştir (Aksakoğlu ve Ellidokuz, 1996).

- Et ve ürünleri: Salmonella, Staphylococcus, *B. anthracis*, *Cl. perfringens* ve *Cl. botulinum*, *E. coli*, Toxoplasma, Taenia, Trichinella, Hepatitis A
- Yumurta: Salmonella, Shigella, Staphylococcus, Streptococcus
- Kabuklu deniz hayvanları-balık: Salmonella, Hepatitis A ve E, *V. cholerae*
- Kümes hayvanları: Salmonella, *Cl. perfringens*

Kimyasal riskler; gıda kaynaklı hastalıkların önemli nedenlerindendir. Gıdalardaki kimyasal riskler mikotoksinler gibi doğal toksinleri; cıva, kurşun, dioksin, kadmiyum gibi çevresel metalleri, patateste bulunan glikoalkoloid gibi bitkilerdeki doğal kimyasalları, pestisid ve veterinerlik ilaçları kalıntılarını ve gıda katkı maddelerini içermektedir (Anonymous, 2015c). Kimyasal risklerden biri olan arsenik kolon, akciğer, karaciğer, mesane kanserine yol açmaktadır. Metil-cıva etkileşimine bağlı olarak görülen "Minimata Hastalığı" ve kronik kadmiyum zehirlenmesi sonucu ortaya çıkan "Itai Hastalığı" kimyasal etkilenime bağlı ortaya çıkan başlıca sağlık sorunlarıdır. Önemli kimyasal kirleticilerden olan pestisidler tüm dünyada her yıl tonlarca kullanılmakta ve tüm vücut sistemlerini etkilemektedir. Pestisidlerin akut, kronik zehirlenmelere, karsinojenik ve teratojenik etkilere de yol açtığı bildirilmiştir (Çömlekoğlu ve ark., 2000).

Bunlar haricinde gıdalara uygulanan ileri işleme teknikleri (kızartma, pişirme, basınç uygulama vb.) ile çeşitli gıdalarda insan sağlığına zararlı bazı kimyasal bileşenler oluşabilmektedir. Gıdalarda bitki toksinleri ve bitki alkoloidleri gibi kendiliğinden oluşan mutajenler ve karsinojenler dışında, gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında ve gıdalara uygulanan pişirme yöntemleri süresince de bu bileşiklerin oluşabileceği rapor edilmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Pişirme ile lezzetin artması (tat, görünüş, yapı), gıdaların sindirilebilirliğinin artması, mikroorganizmaların inhibe edilmesinin yanında yüksek ısı uygulaması ile besin öğeleri kaybı ve toksik bileşikler oluşur. Gıdalara uygulanan çeşitli işlemler

sonucunda oluşan mutajenik ve karsinojenik bileşiklerin; polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), heterosiklik aromatik aminler (HAA) ve akrilamidler olduğu bildirilmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Heterosiklik aromatik aminler (HAA); glutamik asit, fenilalanin, ornitin veya soya globulini içeren proteinlerin ısıl işlem uygulaması sırasında oluşan bileşiklerdir. Protein içeren gıdaların pişirilmesi sırasında, heterosiklik aromatik aminlerin oluşumu gıdanın yapısına, pişirme yöntemine, zamana ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Gıdanın doğal olarak yapısında bulunan veya sonradan ortama ilave edilen yağlar, ısı transferinde oldukça etkilidirler. Gıdaya uygulanan son sıcaklık derecesi 150 ^{o}C'nin altında olduğunda, aminoasitlerin ısıl işlemle bozulma ürünleri, yüksek sıcaklığa göre daha az oluşmaktadır. Fırında rosto kızartma, tavada kızartmadan daha az HAA'ların oluşumuna neden olmaktadır. Bunun nedeni fırında rosto yapıldığında ürüne ısı transferi doğrudan pişirme kabından değil, hava aracılığıyla iletilmesinden dolayı HAA'ların daha az oluştuğu belirlenmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Szterk (2015); ızgarada pişirilen sığır etlerindeki heterosiklik aromatik aminleri araştırmış; serbest amino asitlerin, nitrojen bazlarının, nükleositlerin, proteinin ve glikozun, HAA içeriği üzerine etkisini incelemiştir. Kimyasal kompozisyona göre HAA değişimini inceleyen araştırmacı, glikoz, protein ve çeşitli amino asit varlığı ile oluşan HAA arasında bir korelasyon olduğunu (0.84 – 0.93) belirlemiştir. Aynı zamanda serbest pürin, pirimidin bazlarının ve nükleosidlerin de ızgarada pişirilmiş etlerde çok yüksek bir korelasyon gösterdiğini (0.78-0.99) belirlemiştir.

HAA'ların IQ tip bileşikleri, Benzo[a]piren'den daha fazla kuvvetli mutajenik özellikte bileşiklerdir. Etlerin pişirilmesi süresince, en az 16 tane yüksek mutajenik etkiye sahip HAA'lar tanımlanmıştır. Bunların çoğunun ratlarda ve farelerde karsinojenik olduğu belirlenmiştir. Kanser riski altındaki bireyler; genetik yatkınlık, HAA'lar gibi maddelere maruz kalma derecesi ve DNA'nın kendini onaramaması gibi faktörlere bağlı olarak etkilenmektedir. İnsanlar birçok alanda HAA'lara maruz kalabilirler. 70 kg ağırlığında bir insanın, günde 200 g kızarmış sığır eti tüketip ve 20 adet sigara içmesi durumunda, 3.5 μg düzeyinde bu bileşiklere maruz kalabileceği ifade edilmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Rahman ve ark., (2014) etlerde HAA'ların oluşumu ve bu oluşumun kimyasal yönü, sağlık açısından riskleri ve bunun engellenmesi üzerine bir çalışma yapmıştırlar. HAA'ların pişmiş et ürünlerinde oluşan güçlü mutajenler olduğunu bildiren söz konusu araştırmacılar bunların oluşumunun; pişirme yöntemi, pişirme süresi, sıcaklık, et çeşidi,

yağ ve nem içeriği, pH ve kreatin içeriği gibi çeşitli faktörlere bağımlı olduğunu bildirmişlerdir. Oluşan HAA'ların insanlarda ve hayvanlarda çeşitli kanserlerin oluşumuna neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Kızartılmış gıdaların bileşiminde bulunan bazı aminoasitler ile şekerler, maillard reaksiyonu sonucu "akrilamide" dönüşmektedir. Model ortamda gerçekleştirilen denemelerde asparaginin, akrilamid oluşumundan sorumlu aminoasit olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun muhtemelen asparaginin akrilamide yapısal olarak benzerliğinden dolayı kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Akrilamid oluşumunun sıcaklık ve süreye bağlı olduğu ve akrilamid oluşumunun gerçekleşmesi için ortam sıcaklığının 120°C'yi aşması gerektiği belirlenmiştir. Ortam sıcaklığı 160-180°C olduğunda ise, akrilamid oluşumunun en yüksek düzeye eriştiği tespit edilmiştir. Akrilamid oluşumundan sorumlu temel aminoasit olduğu belirlenen asparagin, patates ve çeşitli hububatlarda serbest halde yüksek miktarlarda bulunan bir aminoasittir. Patates cipsi ve kızartmaları ile hububat bazlı ürünlerde, diğer gıdalara göre çok daha yüksek miktarlarda akrilamid tespit edilmiş olmasının bu ürünlerin yüksek asparagin içeriği ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Protein içeriği ile akrilamid oluşumu arasında ters bir ilişki saptanmıştır. Kızartma sırasında oluşan yüksek oranda akrilamid oluşumu ile protein içeriği düşük olan patatesler arasında bir ilişki belirlenmiştir (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Kaplan ve ark. (2009), HPLC–MS ile Türk mutfağında ızgarada pişirilen bazı et yemeklerinin akrilamid içerikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Izgarada pişirilen Adana kebap, kuşbaşı, et döneri, köfte, tavuk kuşbaşı ve tavuk dönerinde sırasıyla 135, 56, 69, 72, 25, 27 $\mu g\ kg^{-1}$ düzeylerinde akrilamid varlığını tespit etmişlerdir.

Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi tarafından akrilamid "insanlar için büyük bir olasılıkla karsinojen" şeklinde sınıflandırılmıştır. Akrilamid Avrupa Birliği sınıflandırma sisteminde ise; karsinojen, mutajen ve üreme üzerinde toksik etkili şeklinde 3 kategoriye ayrılmıştır. Akrilamidin insan ve hayvanların sinir sistemi ve erkek deney hayvanlarının üreme organları üzerindeki toksik etkisinin, oral yolla tek doz alımı sonrası ortaya çıktığı bildirilmiştir. Toksik etki yaratan bu doz, gıdalarla tahmini olarak günlük alınan dozun 4-5 katı veya fazlasına eşdeğerdir (gıdalardan alınan miktar (1-10 µg/kg/gün). Akrilamidin yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda; somatik ve cinsiyet hücreleri için genotoksik, genlerde ve kromozomlarda kalıtsal hasara neden olduğu için mutajenik olduğu kabul edilmiş olup, insanlar için karsinojenik olduğuna dair veri bulunmamıştır. Akrilamid alımının değerlendirilmesinde, sadece gıdalar değil

kozmetik sanayinde, gıda ambalajlarında ve suyun işlenmesinde kullanılan poliakrilamidler de dikkate alınmalıdır (Ayaz ve Yurttagül, 2012).

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) iki veya daha fazla benzen halkasına sahip hidrofobik karakterli organik bileşiklerdir (Zhang ve ark., 2006; Wcisło, 1998; Wang ve ark., 2010). PAH'lar doğal veya insan kaynaklı olarak organik bileşiklerin eksik düzeyde yanması sonucu oluşurlar. Doğal şekilde, orman yangınları veya volkanik patlamalarla da oluşurlar. İnsan kaynaklı oluşumları ise endüstriyel kaynaklar, motorlu taşıtlar ve sigara vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Sigara ile ortaya çıkan PAH miktarı diğer kaynaklara göre az olmasına karşın, sigara insan sağlığı açısında en fazla tehdit oluşturan kaynaklar arasındadır (Vardar ve ark., 2004).

Endüstriyel kaynaklar ise; çöp yakma, çimento fabrikaları, petrol rafinerileri, kok ve asfalt üretimi, alüminyum, demir çelik üretiminden kaynaklanmaktadır (Perry ve ark.,1991; Anonymous, 1998). Isınma ve enerji amaçlı kullanılan kömür, odun gibi katı yakıtlar ve fosil yakıtlar da PAH oluşumuna neden olmaktadır (Re N-Poppi ve Santiago-Silva, 2005; Lee ve ark., 2001; Garban ve ark., 2002; Dabestani ve Ivanov, 1999). PAH'ların, hidrofobik yapılarından dolayı sudaki çözünürlükleri oldukça azdır. Ancak yüksek oranda lipofilik özelliğe sahiptirler. Yapısında dörtten az benzen halkası bulunduran PAH'lar "hafif PAH", dört ve daha fazla benzen halkası bulunduran PAH'lar ise "ağır PAH" şeklinde tanımlanırlar (Danyi ve ark., 2009). Hafif PAH'ların sudaki çözünürlükleri daha fazla ve buhar basınçları daha yüksektir. PAH'ların molekül ağırlıkları arttıkça sudaki çözünürlükleri azalmaktadır. Ancak toksik ve karsinojenik özellikleri artmaktadır (Wenzl ve ark., 2006; Ferrarese ve ark., 2008). PAH'lar toprakta, suda, havada ve çeşitli gıdalarda bulunmaktadır (Danyi ve ark., 2009; Phillips, 1999; Bartos ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2009). PAH'ların mutajenik, toksik ve karsinojenik oldukları bilinmektedir (Wang ve ark., 2010; Nieva-Cano ve ark., 2001; Tsai ve ark., 2002; Liang ve ark., 2006). Bu tehlikelerinden dolayı çevrede, yiyecek ve içeceklerde bulunan miktarları insan sağlığı açısından önemli hale gelmiştir. Evde PAH'ların sigara dumanı, yanan odun dumanı, tahıl, ekmek, sebze, meyve, et, işlenmiş veya salamura ürünler, inek sütü veya anne sütünde mevcut olabileceği bildirilmiştir. Kirlenmiş toprak, hava ve suda yetişen ürünlerin de PAH'ları içerebileceği ifade edilmiştir. Et veya diğer yiyecekleri ızgarada veya yanacak şekilde yüksek sıcaklıklarda pişirme yiyeceklerdeki PAH miktarının artmasına neden olur (Anonymous, 1995). Doğada 100'ün üzerinde PAH bileşiği mevcuttur (Anonymous, 1995; Moret ve ark., 2010; Martorell ve ark., 2010). Ancak Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Birimi (United States

Environmental Protection Agency, US–EPA) tarafından bunların 16 tanesi öncelikli kirleticiler arasında sayılmıştır (Anonymous, 1999).

Çizelge 2.1. Öncelikli kirletici olarak değerlendirilen 16 polisiklik aromatik hidrokarbon bileşiği (Anonymous, 1999)

• Naftalin (Np)	• Asenaftelen (Anp)
• Asenaften (Ane)	• Floren (Flr)
• Fenantren (Phe)	• Antrasen (An)
• Floranten (Flu)	• Piren (Py)
• Benzo[a]antrasen (BaA)	• Krisen (Chr)
• Benzo[b]floranten (BbF)	• Benzo[k]floranten (BkF)
• Benzo[a]piren (BaP)	• Dibenzo[a,h]antrasen (DahA)
• İndeno[1,2,3-cd]piren(IcdP)	• Benzo[g,h,i]perilen (BghiPy)'dir.

Bu bileşiklerin öncelikli kirleticiler arasında sayılmasının nedenleri olarak ise;

1. Bu bileşikler hakkında diğerlerine göre daha fazla bilgiye sahip olunması,

2. Söz konusu PAH'ların daha fazla zararlı olduklarından şüphelenilmesi ve bunların zararlı etkilerinin gösterilmesi,

3. Söz konusu PAH'lara maruz kalma riskinin diğerlerinden daha çok olması,

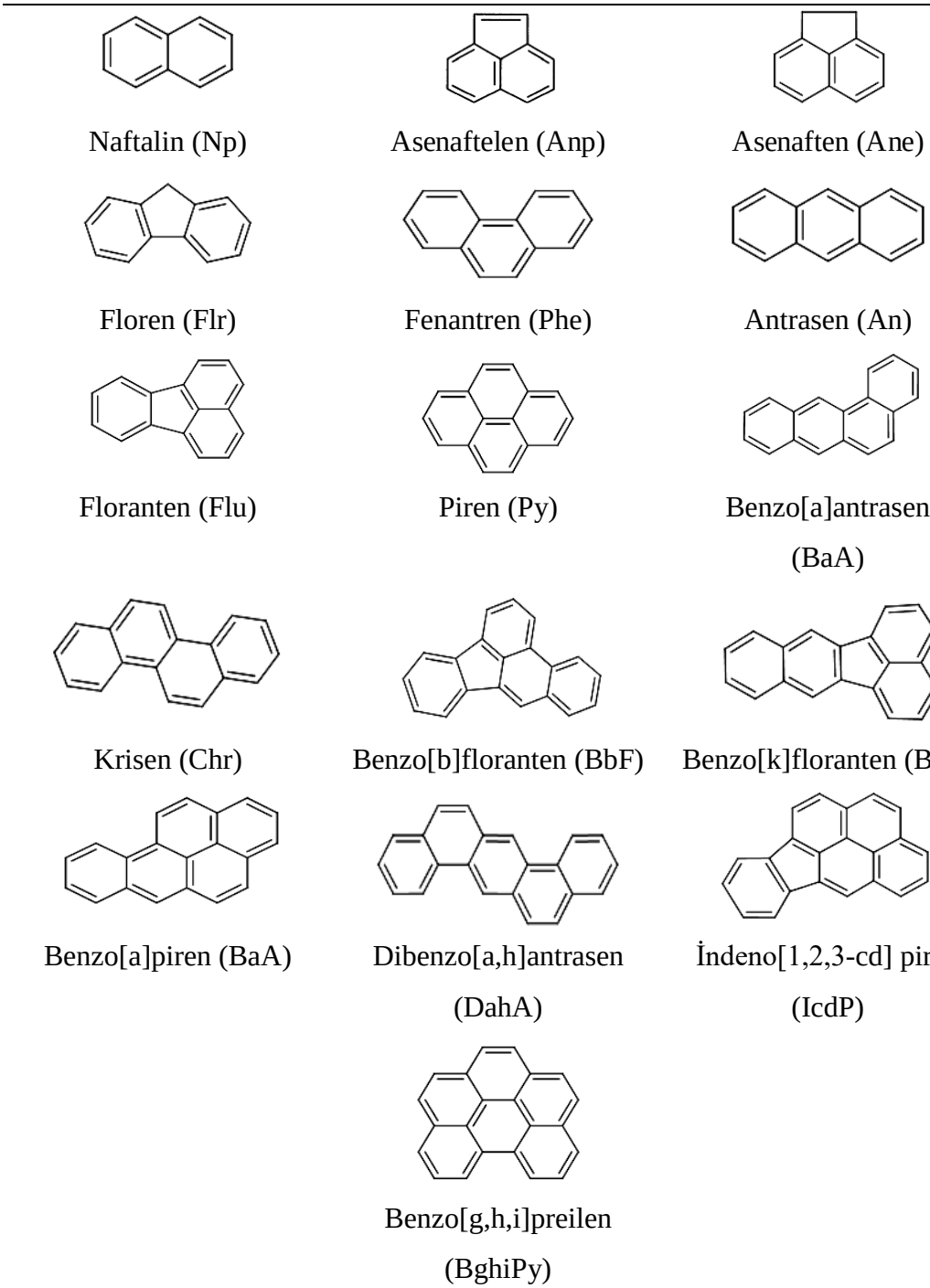
4. Amerika'daki ulusal öncelikler listesinde (National Priorities List, NPL) bulunan atık alanlarında yapılan analizlerde en yüksek oranlarda bu PAH'ların belirlenmesi gibi nedenler sayılabilir (Anonymous, 1995).

PAH'lar fotooksidasyon ve kimyasal oksidasyon yollarıyla parçalanırlar. Ancak, biyolojik transformasyon yoluyla PAH'ların doğadan temizlenmesinde hakim duruma gelinmiştir. PAH'ların doğal mikroorganizma populasyonları tarafından biyolojik olarak parçalanmaları, çevrenin petrol ve diğer hidrokarbon kirliliklerinden eliminasyonunda primer mekanizmadır (Anonymous, 1985). Hem prokaryotik hem de ökaryotik biyolojik parçalama mekanizmaları, PAH halkalarına enzimatik tutunmanın başlaması için bimoleküler oksijenin varlığına ihtiyaç duyar (Gibson, 1968). Bununla beraber birçok bakterinin, düşük moleküler ağırlığa sahip PAH'ları karbon ve enerji kaynağı olarak kullanabilecekleri ifade edilmiştir (Cerniglia, 1981; Cerniglia 1984).

PAH'ların bakteriyel parçalanmaları biyokimyasal ve genetik olarak gerçekleşmektedir (Feriello ve ark., 1976; Kanemitsu ve ark., 1980; Yano ve Nishi, 1980). Bu yollar için ekstrakromozomal gen lokasyonları mevcuttur. Deniz, tatlısu ve toprak ekosistemlerindeki petrol ve hidrokarbonların biyolojik olarak parçalanma yollarını aydınlatmaya yönelik çeşitli çalışmalar vardır. Şimdiye kadar naftalen (Davies ve Evans, 1964), fenantren (Jerina ve ark., 1976; Kiyohara ve ark., 1976) ve antrasen

(Cerniglia, 1984) gibi çeşitli PAH'ların bakteriler tarafından parçalanmaları üzerine çalışılmıştır. Naftalenin, bir plazmidde mevcut olan genlerin kodladığı enzimler tarafından parçalandığı bulunmuştur (Davies ve Evans, 1964). Çoğu zaman çalışmaların, denizlerdeki yağların parçalanması üzerine yoğunlaştığı dikkat çekmektedir (Shiaris, 1989; Leahy ve Covell, 1990). Son zamanlarda çevredeki hidrokarbon kirliliklerinin biyolojik olarak parçalanma oranlarının arttırılması için doğal ve biyolojik esaslı temeller kullanılarak oluşturulmuş mikroorganizmaların kullanılmaları düşünülmektedir.

Yanmanın tam olarak gerçekleşmemesi sonucunda oluşan PAH'lar genellikle tek bir bileşik olarak değil yanma ürününün kompleks bir karışımı olarak ortaya çıkarlar (Anonymous, 1995; Douben, 2003). Ancak araştırma amaçlı saf bir bileşik olarak da üretilebilirler. Saf bileşik halinde PAH'lar renksiz, beyaz, açık sarı yeşil renkli, katı halde ve hafif hoş bir kokuya sahiptirler. Araştırma amaçlı üretilen PAH'lar hariç bu bileşiklerin çoğunluğunun bir kullanım alanı yoktur. Birkaç PAH bileşiğinin sağlık alanında ve pestisit, boya veya plastik yapımında kullanıldığı bildirilmiştir (Anonymous, 1995). Şekil 2.1'de bazı PAH'ların molekül yapıları verilmiştir.



Şekil 2.1. Bazı PAH'ların molekül yapıları

PAH'lar azot oksit ve nitrik asit ile tepkimeye girerek nitro türevlerini, kükürt dioksitler ve sülfürik asitle reaksiyona girerek sülfürik ve sülfonik asit formlarını oluştururlar (Anonymous, 1998; Marcè ve Borrull, 2000). Ayrıca ozon ve hidroksil radikalleri ile de tepkime verirler (Douben, 2003). PAH'ların çevrede yayılmalarını

sudaki çözünürlükleri, buhar basınçları, logKow, gibi faktörler belirler. Çizelge 2.2 ve 2.3'de bazı PAH'ların fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir. Çizelgelerde; CAS numarası, Amerikan Kimya Derneği'nin (American Chemical Society) bir alt bölümü olan "Chemical Abstracts Service" (CAS), tarafından bilinen tüm kimyasal bileşikleri tanımlamak için verilen numaradır. K_{OW} bileşiğin sudan lipide geçiş potansiyelini gösterir. K_{OC}, bileşiğin toprakta bulunan organik karbon üzerine adsorblanma potansiyelini gösterir. Henry sabiti, denge durumunda bir bileşiğin sudaki ve havadaki derişimlerini açıklayan ve bu kimyasalın uçuculuk potansiyeliyle ilgili bilgi veren bir değerdir. L/B ise bileşiğin boy/en oranını vermektedir.

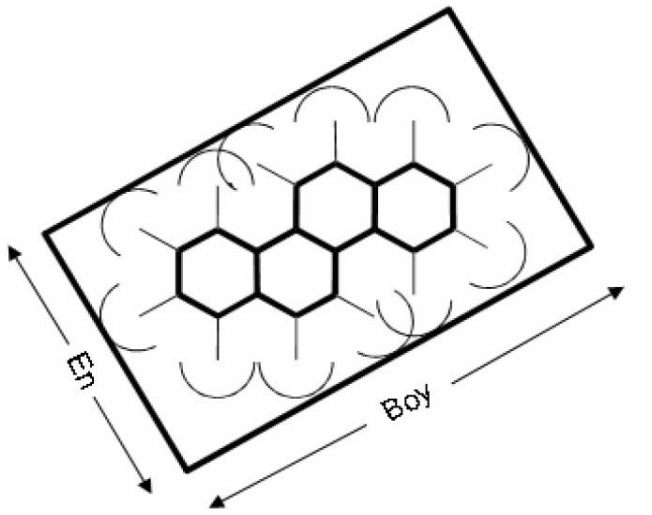
Çizelge 2.2 Bazı polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonymous, 1998; Anonymous , 1995; Martinez ve ark., 2004; Bjorseth ve Ramdahl, 1985; Radecki ve ark., 1979; Varnamkhasti ve ark., 2008; Wise ve ark., 1981)

PAH	N	Anp	Ane	F	Phe	A	Flu	P	BaF	Bj	BbC
CAS Numarası	91-20-3	208-96-8	83-32-9	86-73-7	85-01-8	120-12-7	86-74-8	206-44-0	20333-8	20582-3	214-17-5
Molekül Formülü	$C_{10}H_8$	$C_{12}H_8$	$C_{12}H_{10}$	$C_{13}H_{10}$	$C_{14}H_{10}$	$C_{14}H_{10}$	$C_{16}H_{10}$	$C_{16}H_{10}$	$C_{20}H_{12}$	$C_{20}H_{12}$	$C_{22}H_{14}$
Molekül Ağırlığı (g/mol)	128.17	152.20	154.21	166.22	178.23	178.23	202.25	202.25	252.3	252.3	278.35
Renk	-	-	Beyaz	Beyaz	Renksiz	Renksiz	Mat sarı	Renksiz	-	Sarı	-
Erime Noktası (℃)	80.2	92-93	9	116-117	100	218	109	156	-	166	-
Kaynama Noktası (℃)	217.9	265-275	96.2	295	340	342	375	393-404	-	-	-
Yoğunluk (g/cm^3)	-	-	1.225	1.203	0.98	1.283	1.252	1.271	-	-	-
SudakiÇözünürlük (mg/L)	3	3.93	1.93	1.98	1.20	0.076	2.0-2.6	0.077	-	$6.76x10^{-3}$	-
Buhar Basıncı (mm-Hg)	0.085	0.029	$4.47x10^{-3}$	$3.2x10^{-4}$	$6.8x10^{-4}$	$1.7x10^{-5}$	$5x10^{-6}$	$2.5x10^{-6}$	-	$1.5x10^{-8}$	-
Log K_{OW}	3.3	4.07	3.98	4.18	4.45	4.45	4.90	4.88	-	6.12	-
Log K_{OC}	-	1.40	3.66	3.86	4.15	4.15	4.58	4.58	-	4.	-
Henry Sabiti ($atm.m^3/mol$)	0.44	$1.45x10^{-3}$	$7.91x10^{-5}$	$1x10^{-4}$	$2.56x10^{-5}$	$1.77x10^{-5}$	$6.5x10^{-6}$	$1.14x10^{-5}$	-	$1x10^{-6}$	-
L/B oranı	1.238	-	-	-	1.463	1.566	1.22	1.257	1.16	1.39	1.84

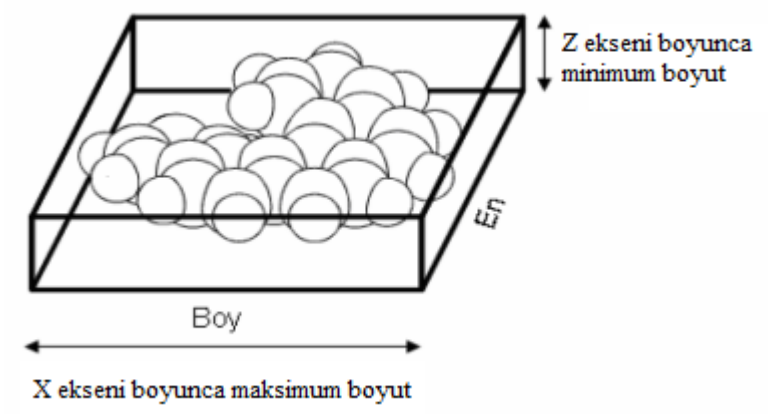
Çizelge 2.3 Bazı polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşiklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonymous, 1998; Anonymous , 1995; Martinez ve ark., 2004; Bjorseth ve Ramdahl, 1985; Radecki ve ark., 1979; Varnamkhasti ve ark., 2008; Wise ve ark., 1981)

PAH	BaA	Chr	BbF	BkF	BaP	DahA	IcdP	BghiPy	DacA	DajA	Pcn
CAS Numarası	56-55-3	218-01-9	205-99-2	207-08-9	50-32-8	53-70-3	193-39-5	191-24-2	215-58-7	224-41-9	213-46-7
Molekül Formülü	$C_{18}H_{12}$	$C_{18}H_{12}$	$C_{20}H_{12}$	$C_{20}H_{12}$	$C_{20}H_{12}$	$C_{22}H_{14}$	$C_{22}H_{12}$	$C_{22}H_{12}$	$C_{22}H_{14}$	$C_{22}H_{14}$	$C_{22}H_{14}$
Molekül Ağırlığı (g/mol)	228.29	228.3	252.3	252.3	252.3	278.35	276.3	276.34	278.35	278.35	278.35
Renk	Renksiz	Renksiz	Renksizii	Mat Sarı	Mat Sarı	Renksiz	Sarı	Matsarı	-	-	-
Erime Noktası (℃)	159-162	255-256	168.3	215.7	179	262	163.6	273	205	-	-
Kaynama Noktası (℃)	400	448	481	480	495	-	530	550	518	-	-
Yoğunluk (g/cm^3)	1.274	1.274	-	-	1.351	1.282	-	1.329	-	-	-
SudakiÇözünürlük (mg/L)	0.010	$2.8x10^{-3}$	$1.2x10^{-3}$	$7.6x10^{-4}$	$2.3x10^{-3}$	$5x10^{-4}$	0.062	$2.6x10^{-4}$	-	-	-
Buhar Basıncı (mm-Hg)	$2.2x10^{-8}$	$6.3x10^{-7}$	$5x10^{-7}$	$9.59x10^{-11}$	$5.6x10^{-9}$	$1.x10^{-10}$	$1.x10^{-11}$	$1.03x10^{-10}$	-	-	-
Log K_{OW}	5.61	5.16	6.04	6.06	6.06	6.84	6.58	6.50	-	-	-
Log K_{OC}	5.30	5.30	5.74	5.74	6.74	6.52	6.22	6.20	-	-	-
HenrySabiti ($atm.m^3/mol$)	$1x10^{-6}$	$1.05x10^{-6}$	$1.22x10^{-5}$	$3.87x10^{-5}$	$4.9x10^{-7}$	$7.3x10^{-8}$	$6.95x10^{-8}$	$1.44x10^{-7}$	-	-	-
L/B oranı	1.58	1.78	1.40	1.48	1.50	1.79	1.40	1.12	1.24	1.47	1.99

PAH'ların boy-en (L/B) oranları sıvı ve gaz kromatografide analizleri sırasında alıkonma mekanizmalarını açıklamak için bir çok çalışmada kullanılmıştır (Radecki ve ark., 1979; Wise ve ark., 1981; Janini ve ark., 1976). Sander ve Wise (1997) PAH'ların L/B oranlarını bilgisayar ve molekül modelleme programı yardımı ile belirlemişlerdir. Düzlemsel PAH'ların L/B oranlarının molekülün iki boyutlu gösteriminden belirlenebileceği bildirilmiştir (Şekil 2.2). Düzlemsel olmayan moleküller de maksimum L/B oranını belirlemek için molekül denemeler yapılarak döndürülür. Maksimum x değeri ve minimum z değeri olacak sekilde ayarlanır. Sadece aromatik karbon içeren bileşikler için yaklaşık 3.9A°'dan büyük z değeri bileşiğin düzlemsel olmamasının göstergesidir (Şekil 2.3) (Sander ve Wise, 1997).



Şekil 2.2. Düzlemsel PAH'ların L/B gösterimi (Sander ve Wise, 1997)



Şekil 2.3. Düzlemsel olmayan moleküller için L/B'nin algoritmik gösterimi (Sander ve Wise, 1997)

Toksik ve karsinojen etkiye sahip PAH'ların çevre, gıda ve biyolojik örneklerde bulunan miktarları; gaz kromatografi (GC) (Saleh ve ark., 2009), yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC) (Serpe ve ark., 2010) ve elektrokinetik kromatografi (Hsieh ve ark., 2001; Smith ve ark., 1998) gibi yüksek duyarlılığa sahip cihazlarla tayin edilebilirler. PAH'ların gaz kromatografi ile tayinlerde dedektör olarak alevde iyonlaşma dedektörü (GC–FID) (Esrafili ve ark., 2011) veya kütle spektrofotometresi (GC–MS) (Ratola ve ark., 2008) kullanılır. HPLC ile tayinlerde ise genelde UV–görünür bölge spektrofotometresi (HPLC–UV) (Melwanki ve Huang, 2006), Floresans spektrofotometresi (HPLC–F) (Zhang ve ark., 2010), fotodiyot array (PDA) (Liu ve ark., 2007) ve kütle spektrofotometresi (HPLC–MS) (Stołyhwo ve Sikorski, 2005) dedektör olarak kullanılır. Ayrıca PAH'ların HPLC ile tayinlerinde genelde sabit fazın apolar, hareketli fazın polar olduğu ters faz kromatografi (RP–HPLC) tekniğinin kullanıldığı bildirilmiştir. Ancak PAH'ların HPLC ile tayinlerinin; sabit fazın polar, hareketli fazın apolar olduğu normal faz kromatografi (NP–HPLC) tekniği ile de başarılı bir şekilde yapılabildiği ifade edilmiştir (Aygün ve Özcimder, 1996). PAH'ların insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri genel olarak PAH'ların çevrede dolaşımı, onların suda kolay çözünebilme ve havada kolay buharlaşabilme gibi özelliklerine bağlıdır. Havada partiküllere tutunmuş veya buhar fazda bulunan bu bileşikler rüzgâr ile çok uzun mesafelere taşınabilirler. İnsanlar, kirlenmiş havayı ciğerlerine soludukları zaman genelde havada toz veya partiküllere tutunmuş olan PAH'lar insan vücuduna girebilir. İçme suyu, yiyecekler ve PAH içeren ürünlerin deri ile temas etmesi, bu kimyasalların insan vücuduna girmesinin diğer yollarıdır. Bu bileşikler oluşumları sırasında kompleks karışım halinde oluştukları için, insanlar birçok PAH bileşiğine birlikte maruz kalırlar. PAH'ların insan vücuduna girme oranı PAH'ların yeme, içme ile veya deri ile teması sırasında başka kimyasal maddelerin varlığından etkilenebilir. PAH'lar yağ içeren bütün vücut dokularımıza girebilir, çoğunlukla karaciğer, yağ ve böbreklerde depolanma eğilimindedir. Düşük miktarlarının adrenalin bezlerinde, yumurtalıklarda ve dalakta depolanabileceği bildirilmiştir (Anonymous, 1995). PAH'ların kanser ile ilişkisini ilk olarak 1775'de Londra'da St. Bartholomew's Hospital'da cerrah olarak çalışan Percivall Pott'un, baca temizleme işçilerinin derilerindeki isten dolayı testis kanserine yakalandıklarını gözlemlemesi ile olmuştur. Bu gözlem kanserin çevresel faktörlerle oluştuğunun ilk kanıtı olmuştur. Ardından 100 yıl sonra Volkmann ve Bell; Almanya ve İskoçya'da parafin endüstrisinde çalışan insanlarda testis derisi kanserini tespit ederek Pott'un yaptığı gözlemi doğrulamışlardır

(Luch, 2005). Laboratuvar hayvanları ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalarda yağ, katran, is, duman gibi kimyasalların özellikle benzo(a)preni içeren zengin PAH kaynağı olduğu bulunmuştur (Douben, 2003). İnsan vücudu PAH'ları elimine etmek için onları yükseltger ve suda çözünebilir hale getirir. Meydana gelen bu oksidatif metabolizma ile yüksek verimli diolepoksit türevleri oluşur. Oluşan bu diolepoksit türevleri DNA ile kimyasal tepkime verir ve PAH'ların DNA ile kimyasal bağ yapması kansere sebep olur (Naegeli ve Geacintou, 2005). Benzo[a]piren bilinen en önemli kanserojen PAH olduğu için kanser araştırmalarında model bileşik olarak kabul edilmiştir (Luch ve Baird, 2005; Akcha ve ark., 2003). Sigara içen insanlarda da bu bileşiklerin DNA mutasyonuna neden olduğu görülmüştür (Chen ve Liao, 2006) PAH'lar tümör başlatıcı, geliştirici ve ilerletici özellikleri olan bileşiklerdir. Hayvanlar ile yapılan çalışmalarda kısa veya uzun vadede PAH'lara maruz kaldıklarında bağışıklık sisteminde, vücut sıvılarında sorunlara, akciğer, mesane ve deri kanserlerine neden olduğu görülmüştür. Yüksek miktarda BaP'ne maruz bırakılan gebe farelerde doğum zorlukları görülmüş ayrıca bu farelerin yavrularında doğum bozuklukları, düşük kiloda doğum gibi sorunlar görülmüştür. Benzer sorunlar insanlar için de gerçekleşebilir, ancak bunu doğrulayan bir çalışma yapılmamıştır (Anonymous, 1995).

Yeni doğan farelerin yaşamlarının ilk 15 gününde karın zarlarına ve deri altlarına BaP ve diğer PAH'lar enjekte edildiğinde altı ay içerisinde akciğer ve karaciğer tümörleri oluştuğu görülmüştür (Platt ve ark., 1990; Busby ve ark., 1989). Ayrıca, nitro-PAH'ların lösemi, süt bezleri ve kolon tümörlerine neden olduğu görülmüştür (Imaida ve ark., 1992). Hayvanlar üzerinde yapılan başka çalışmalarda fetal ve bebeklik döneminden yetişkinliğe kadar olan süreçte PAH'lara maruz kalındığı zaman çok yüksek oranda kanser oluşumu ile PAH'ların ilişkili olduğu görülmüştür. Plasenta ile yapılan biyolojik deneylerde ise bazı PAH'ların çocuklarda karaciğer, akciğer, lenfatik doku ve sinir sistemi tümörlerine neden olabileceği görülmüştür (Rice ve Ward, 1982; Vesselinovitch ve ark., 1975; Soyka, 1980).

Çevre kirliliği sonucu, sebze, meyve ve deniz ürünlerinde, tütsülenmiş gıdalarda, pişirme şekline göre kızartma, kavurma, ızgara gibi ısıl işlem uygulanmış gıdalarda ve gıda prosesleri sırasında veya gıdaların kendi yapılarında da PAH'lar bulunmaktadır. PAH'ların gıdalarda fazla miktarda bulunmasına, piroliz ve tütsülemenin sebep olacağı bildirilmiştir (Ünal ve Bayhan, 1993).

Terzi ve ark. (2008), kömür ateşinde ve gaz ateşinde pişirilen döner kebap örneklerinde BaP seviyelerini araştırmışlardır. Kömür ateşinde pişirilen örneklerdeki

BaP miktarlarının gaz alevinde pişirilen örneklerden çok daha fazla olduğunu tespit etmişler. Tüm örneklerin Türk Gıda Kodeksi'nde bildirilen limit değerlerin üzerinde BaP miktarına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Farhadian ve ark., (2011), dana eti, balık ve tavuk eti örneklerini kömür ateşinde, gaz alevinde ve fırın ızgara yöntemleri ile pişirmiş ve örneklerdeki floranten, BbF ve BaP içeriklerini karşılaştırmışlardır. Üç farklı pişirme yöntemi ile elde edilen örneklerin PAH içeriklerinin istatistikî olarak önemli ölçüde farklılık gösterdiklerini, en yüksek PAH içeriğinin kömür ateşinde pişirilen örneklerden geldiğini bunu sırasıyla gaz alevinde ve fırında pişirme yöntemlerinin izlediğini tespit etmişlerdir. Tavuk ve dana eti örnekleri arasında istatistikî olarak önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Farklı ısı kaynakları, farklı yağ oranına sahip örnekler ve marinasyon ingredientleri ile PAH kontaminasyonunun azaltılması ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Chung ve ark. (2011), kızartma ve kavurma işlemlerinin dana ve domuz etlerinin PAH içerdiklerini, kömür ateşinde kızartmanın en yüksek PAH seviyesine neden olduğunu bildirmişlerdir. Ticari örnekler arasında da en yüksek seviyede kömürde pişirilen tavuk etlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Roserio ve ark. (2011) Portekiz'de kuru/fermente sosislerin iki farklı üretim tekniği (geleneksel/modifiye) ile üretilmelerinin ve tütsüleme odasında yerleştirildikleri konumların, 16 farklı PAH içeriğine etkilerini araştırmışlardır. Her iki üretim tekniğinde 4 farklı PAH bileşenlerinin (CHR, BaP, BaA, BbF toplamı) miktarının benzer olduklarını, modifiye üretim yönteminde uygulanan tütsülemede çok az düşürülen sıcaklığın PAH profili üzerine bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Bu tip ürünler için her iki yöntemle üretilen ürünlerde AB limitlerinin üzerinde PAH bulunmadığını bildirmişlerdir. Tütsüleme odasına yerleştirilen sosislerin konumunun PAH kontaminasyonu ve penetrasyon oranı üzerinde ürün yüzeyine ulaşan dumanın akış özellikleri ve ürün iç sıcaklık durumuna bağlı olarak önemli etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Aaslyng ve ark. (2013), Danimarkalı tüketicilerin evlerinde kendi normal pişirme yöntemleriyle mangallarında kızarttıkları etlerdeki (domuz, tavuk ve dana eti) PAH ve HAA içeriklerini araştırmışlardır. Mangalda pişirme işlemlerinden dana, domuz ve tavuk etlerinin farklı etkilendiğini, bazı PAH ve HAA bileşenlerinin üç tür arasında istatistikî olarak önemli ölçüde faklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Et çeşitleri ile

karşılaştırıldığında ise zaman-sıcaklık faktörlerinin daha önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Jira (2010), yaptığı çalışmada Almanya'da üretilen 113 tütsülenmiş et ürününün (çiğ sosis, çiğ jambon, Frankfurter tipi sosis ve karaciğer sosisi) PAH miktarlarını analiz etmiştir. Analiz edilen örneklerde PAH mevcudiyetini; pişirilmiş jambon, çiğ sosis, karaciğer sosisi, çiğ jambon, frankfurter tipi sosis olmak üzere az olandan çok olana doğru sıralamıştır.

'Androlla' ve 'Botillo' gibi İspanyol geleneksel tütsülenmiş sosis çeşitlerindeki PAH mevcudiyeti üzerine Lorenzo ve ark. (2010) çalışmışlardır. Androlla örneklerinden elde edilen ortalama değerlerin Botillo örneklerinden elde edilenlerden daha fazla olduklarını ancak her iki ürün arasında istatistikî olarak fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Lorenzo ve ark. (2011), geleneksel İspanyol tütsülenmiş sosisleri olan 'Chorizo gallego' ve 'Chorizo de cebolla' örneklerindeki PAH miktarlarını belirlemişlerdir. Sonuçta ortalama PAH seviyelerinin Chorizo de cebolla örneklerinde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Sosislerde en çok bulunan PAH bileşenlerinin fenantren, naftalin ve antrasen olduğunu tespit etmişlerdir. Örneklerin hiçbirinin BaP içeriğinin maksimum seviye olan 5 µg/kg seviyesini geçmediğini bildirmişlerdir.

Wretling ve ark. (2010), İsveç'te üretilen tütsülenmiş et ve balıklarda PAH içeriklerinin yasal düzenlemelerle mukayeselerini gerçekleştirdikleri çalışmada 39 tütsülenmiş balık örneği ve 38 tütsülenmiş et örneğini kullanmışlardır. Dokuz tütsülenmiş et ve 6 tütsülenmiş balık örneklerinde maksimum seviye olan 5 µg/kg'ın üzerinde PAH bulunduğunu ve bu örneklerin üretiminde geleneksel tütsüleme yöntemlerinin kullanıldığını bildirmişlerdir. İndirekt teknikle, dışarıda bir tütsü jeneratörü kullanılarak üretilen örneklerde ise BaP seviyelerinin limitlerin altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Pöhlmann ve ark. (2012), çalışmalarında 24 tütsüleme deneyi için 3 farklı tütsü yoğunluğu, vantilatör hızı ve beş farklı nem içeriklerine sahip odun talaşlarının etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada örneklerin PAH içeriklerini etkileyen en önemli parametrenin tütsü jeneratör sıcaklığı olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple tütsü jeneratör sıcaklığının sıcak tütsülenmiş sosislerde PAH içeriğini düşürmek için düşük tütsü jeneratör sıcaklığının (600 °C>) uygulanması gerektiği sonucuna varmışlardır. Tütsü jeneratör sıcaklığının düşürülmesi, mukayese edilebilir rengin oluşabilmesi için tütsüleme süresini uzatmakta olduğunu, daha yüksek ağırlık kaybına sebep olduğunu

bildirmişlerdir. Zayıf tütsü kokusu ve özelliklede tütsü lezzeti sebebiyle tütsü jeneratörü sıcaklığının 500 °C'nin altına düşürülmemesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Tütsülenmiş sosislerin PAH içerikleri ile odun talaşlarının nem içerikleri arasında herhangi bir korelasyon olmadığını bildirmişlerdir.

Farhadian ve ark. (2011), ızgara etlerde marinasyon işleminin PAH oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yedi farklı marinasyon işlemi uygulanmış örnekleri kömür ateşinde ızgara etmişlerdir. Asidik marinasyon uygulanan örneklerde PAH oluşumunun istatistikî olarak önemli oranda (%70) azaldığını bildirmişlerdir. PAH'ların azaltılmasında marinasyon süresinin, istatistikî olarak önemli olmadığı sonucuna varmışlardır.

Farhadian ve ark. (2011), ön ısıtma ve ürünü bir malzeme ile sarmanın kömür ateşinde ızgara edilen etlerde PAH oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmalarında buhar ve mikrodalgada ön ısıtma ve alüminyum ve muz yaprağına sarma işlemi sonrasında örnekleri kömür ateşinde ızgara etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre uygulanan ön ısıtma ve sarma işlemlerinin örneklerdeki PAH seviyelerini kuvvetli ölçüde etkilediklerini tespit etmişlerdir. Buharla ve mikrodalgayla ön ısıtma veya alüminyuma sarma işlemleri yapılan örneklerde karsinojnik PAH bileşiklerini tespit edemediklerini bildirmişlerdir.

Santos ve ark. (2011), Portekiz'de geleneksel tütsülenmiş et ürünlerinde PAH mevcudiyetini araştırmışlardır. Araştırmada kullandıkları 66 örneği Güney Portekiz'deki Alentejo'daki yerel üreticilerden temin etmişlerdir. Kan sosislerinin daha riskli olduklarını ve 8 farklı PAH (CHR, BaP, BaA, BbF, BkF, BgP, DhA, IcP toplamı) içeriklerinin daha yüksek olduklarını tespit etmişlerdir.

Dijinovic ve ark. (2008a), Sırbistan'da üretilen tütsülenmiş farklı et ürünlerinde oluşan PAH düzeylerini belirlemişlerdir. Dana jambon, domuz jambon, derili domuz pastırması, derisiz domuz pastırması, Cajna sosis, Sremska sosis gibi ürünlerde maksimum BaP değerlerinin aşılmadığını bildirmişlerdir.

Dijinovic ve ark. (2008b), tütsülenmiş dana ve domuz jambonları örneklerini tütsüleme sırasında PAH içerikleri bakımından analiz etmişlerdir. Çalışmalarının geleneksel yöntemle veya endüstriyel tütsü odalarında yapılan tütsüleme işlemlerinin tütsülenmiş dana jambonlarının PAH içerikleri arasında önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. En yüksek BaP miktarının maksimum seviyeyi geçmediğini tespit etmişlerdir.

Reinik ve ark. (2007), BaP ve diğer 11 PAH bileşenlerini analiz ettikleri çalışmalarında örneklerin 322'si ticari olarak üretilen kürlenmiş et ürünlerinden ve 14'ünü ise evde ızgarada pişirilmiş etlerden oluşturmuşlardır. Evde etleri ızgara ederken geleneksel odun ateşinde ızgara ve son yıllarda popülaritesi artan disposable kömür ateşinde ızgara yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Tek kullanımlık ızgaraların kullanıldığı örneklerdeki PAH konsantrasyonları geleneksel odun ateşinde ızgara edilen etlerdekilerden 1.6 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında en yüksek PAH içeriğini; tütsülenmiş et ve jambon örneklerinde, sosislerde ve tavuk örneklerinde tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Janoszka (2011), domuz eti ve kızartma soslarında PAH oluşumu üzerine soğan ve sarımsağın etkilerini araştırmıştır. Toplam PAH içeriğinde soğanın (30/100 g et); tavada kızartılan etlerde ortalama % 60, kızartma soslarında ise % 90'nın üzerinde azalmaya sebep olduğunu tespit etmiştir. Yine sarımsağın (15/100 g et); etlerdeki konsantrasyonu % 54, kızartma soslarında ise % 13.5-79 oranında azalttığını bildirmiştir.

Anyango-Onyango ve ark. (2012), Kisumi şehrinde farklı yöntemlerle pişirilen etlerin tüketimi sonucu insanların PAH'lara maruziyeti hususunda bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında çiğ sığır, keçi ve domuz etlerinin PAH içerikleri ve bunların üzerine kömür ateşinde, elektrikli fırın ızgara ve sığ tavada kızartma işlemlerinin etkilerini belirlemişler ve uluslararası standartlarda PAH içerik düzeylerini karşılaştırmışlardır. Kömür ateşinde kızartmanın ve sığ tavada kızartmanın yeni PAH bileşenlerinin oluşumuna yol açtığı ve miktarlarını istatistikî olarak önemli ölçüde artırdıklarını bildirmişlerdir. Doğrudan kömür alevinde kızartılan sığır etlerinde 5 yeni PAH bileşiğinin daha oluştuğunu, ortalama toplam PAH miktarının 17.88 μg/kg seviyesinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Kömür alevinde kızartılmış sığır etlerinin, en yüksek PAH içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Farhadian ve ark. (2012) ızgarada pişirilen sığır etlerinde marinasyon işleminin PAH oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yedi farklı marinasyon uygulaması arasında %1.2 limon suyu içeren marinasyon işleminin PAH seviyesini %70 azalttığını bulmuşlardır.

Hitzel ve ark. (2013); salam ve sosislerde tütsülemenin, PAH'ların oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Tütsü kaynağı olarak Kavak ve Hikori ağaçlarının, yaygın olarak kullanılan Kayın ağacı ile mukayese edildiğinde bu kaynakların PAH oluşumunu %35-55 düzeyinde azalttığını bulmuşlardır.

Pöhlmann ve ark., (2013) yağ içeriği ve kılıf tipine bağlı olarak tütsülenmiş Frankfurter tipi sosislerde PAH oluşumu ve fenolik bileşen değişimini gözlemlemişlerdir. Üç çeşit kılıf tipi (kolajen, selüloz-geçirgen ve koyun bağırsağı) ve 4 farklı yağ oranında (%10, %20, %30 ve %39) ürettikleri sosisleri farklı tütsüleme şartlarında tütsülemişlerdir. Bu uygulamaların PAH içeriği üzerine etkili olduğunu bulmuşlardır.

Kaba ve ark., (2013), bağırsak yerine Gökkuşağı alabalığından kokoreç üretmişler ve raf ömrünü belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Yapılan duyusal analizlerin sonuçlarına göre; 4±1ºC'de depolanan ürünlerin raf ömrünü 5 gün olarak belirlemişlerdir.

Kara ve ark., (2013), Afyonkarahisar'da tüketime sunulan kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesini belirlemek amacıyla 10 farklı satış noktasından toplam 50 adet kokoreç numunesi toplamışlardır. Kokoreç numunelerinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB), Toplam Aerop Psikrofilik Bakteri (TAPB), Enterobacteriaceae, Koliform, *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, Staphylococcus/Micrococcus, Küf/Maya analizleri yapmışlardır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları, sırasıyla 6.29, 4.60, 4.35, 2.43, 2.10, 4.17, 5.63, 2.85, 5.89 log kob/g seviyelerinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar; tüketime sunulan kokoreç örneklerinin mikrobiyolojik kalitelerinin düşük olduğu, istenilmeyen mikroorganizmalarla kontamine olduğu ve halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceği sonucuna varmışlardır.

Temelli ve ark., (2002) Bursa'da tüketilen kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlar ve Bursa'da muhtelif semtlerde bulunan kokoreççilerden temin edilen 10 adet çiğ, 10 adet pişirilmiş ve 10 adet de pişirildikten sonra baharat ilavesi yapılmış toplam 30 adet kokoreç örneğini, Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri, Koliform bakteriler, *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae, Enterokoklar, Stafilokok ve Mikrokoklar, Koagülaz (+), *S. aureus*, maya ve küf ile Salmonella varlığı yönünden incelemişlerdir. Sonuç olarak; çiğ, pişirilmiş ve pişirildikten sonra baharat ilavesi yapılmış kokoreç örneklerinde, Aerob mezofil toplam bakteri sayıları sırasıyla 10^5-10^7 kob/g, 10^4-10^5 kob/g ve 10^5-10^6 kob/g, Koliform bakteri sayıları; 10^4-10^7 k o b / g , <l.0xl01-10^4 kob/g ve 10^4-10^5 kob/g , *E. coli* sayıları; 101-10^6 kob/g,. < $1.0x10^1$ kob/g ve < $1.0x10^1$ kob/g, Enterobacteriaceae sayıları; 10^4-10^6 kob/g, 10^2-10^4 kob/g ve 10^3-10^5 kob/g, Enterekok sayıları 10^3-10^5 kob/g, 10^2-10^4 kob/g ve 10^2-10^4 kob/g, Stafilokok ve Mikrokok sayıları; 10^3-10^6 kob/g, 10^2-10^4 kob/g

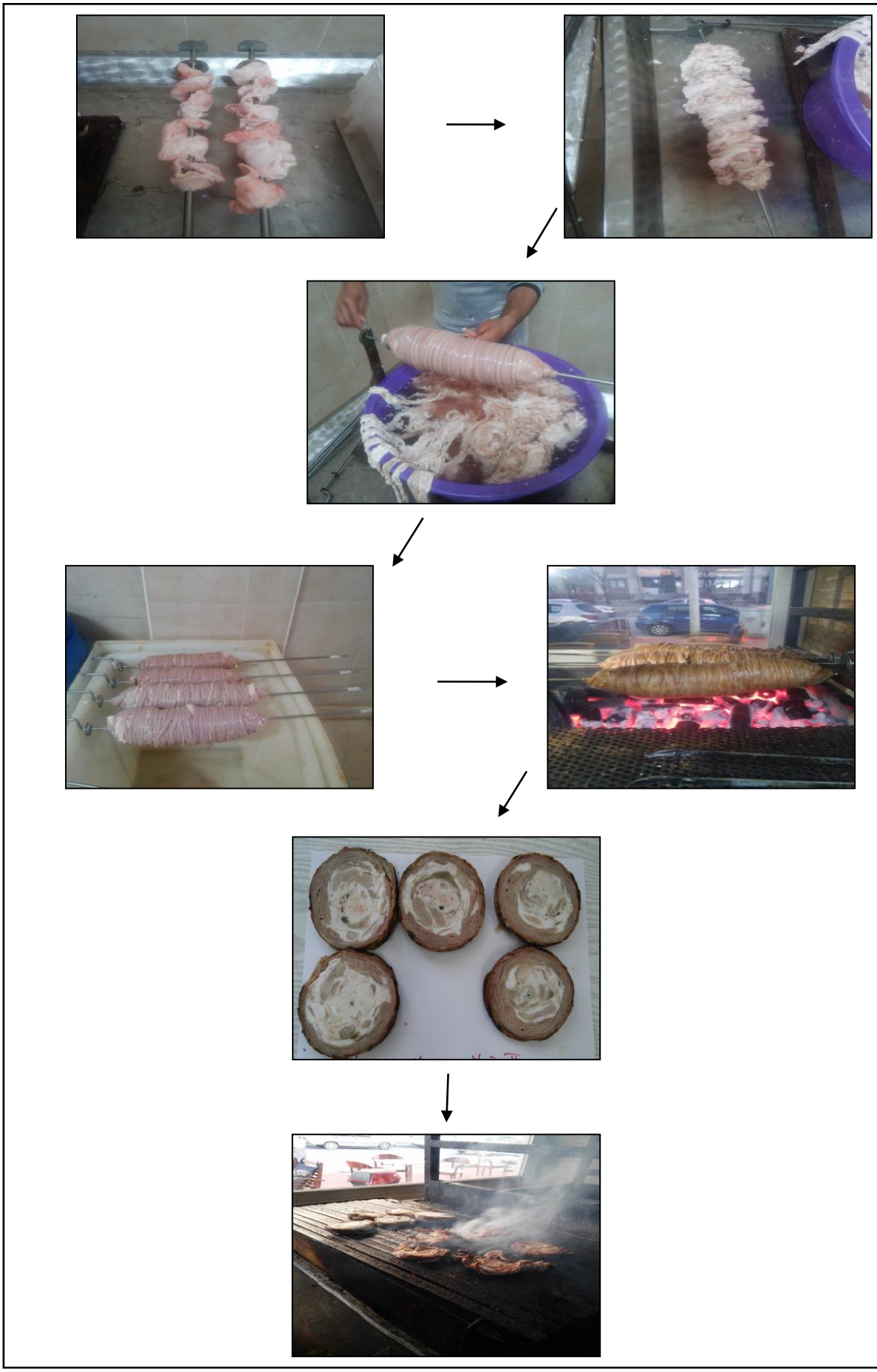
ve 10^3-10^5 kob/g ve Maya ve Küf sayıları; 10^3-10^6 kob/g, < $1.0x10^{2}$-10^4 kob/g ve 10^{2}-10^4 kob/g düzeylerinde bulunmuştur. Çiğ ve pişirilmiş kokoreç örneklerinde, Koagülaz (+), *S. aureus* ve Salmonella saptanmamış, pişirildikten sonra baharat ilave edilmiş örneklerin %30' unda 10^2 kob/g düzeyinde Koagülaz (+) *S. aureus* tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak kullanılan kokoreçlerin üretimi için gerekli dana ve kuzu ince bağırsakları, dana ve kuzu mumbarları ve hayvansal yağlar (kuzu iç yağı, kuzu kabuk yağı ve kuyruk yağı) Konya'daki özel bir et entegre işletmesinden temin edilmiştir. Hayvansal yağlar, temizlenmiş bir şekilde temin edilen ince bağırsaklar ve mumbarlar şişlere sarıldıktan hemen sonra ön pişirme işlemi uygulanmıştır. Kömür ateşinde ön pişirme işlemi uygulanırken her bir örnek grubunun ateşe olan uzaklığı eşit mesafede (15-20 cm) tutulmuş ve her bir grup için pişirme süresi yaklaşık 50-55 dakika sürmüştür. Pişirme işlemi için kömür olarak pres meşe odunu kömürü kullanılmıştır. Ön pişirme işleminden sonra oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler şişlerinden çıkarılıp ortadan ikiye bölündükten (depolamayı kolaylaştırmak amacıyla) sonra derin dondurucuda (-18/-20 ^{o}C) muhafaza edilmiştir. İki gün derin dondurucuda muhafaza edilen her bir grubun farklı bölgelerinden (tüm örneği temsil etmesi amacıyla) yaklaşık 1.5 cm kalınlığında beşer adet dilimler kesilmiştir. Bu dilimlere son pişirme işlemi (ızgarada pişirme) uygulandıktan sonra seri bir şekilde laboratuvara getirilip kıyma makinesinden geçirilmiştir. Örnekler deneme süresince buzdolabının soğuk muhafaza bölmesinde (0-4 ^{o}C) bekletilmiştir.

Yapılan tüm analizlerde analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır. Araştırma için üretilen kokoreçlere ait üretim akış şeması Şekil. 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kokoreç üretim akış şeması

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Bu çalışmada kokoreç üretiminde kullanılan kuzu ve dana incebağırsakları iki ayrı muamele grubunu oluşturmuştur. Diğer bir muamele ise kokoreç üretiminde üç farklı hayvansal yağ çeşidi kullanımı olup bu amaçla kuzu iç yağı, kuzu kabuk(et) yağı ve kuzu kuyruk yağı kullanılmıştır. Bu üç farklı hayvansal yağ hem dana ince bağırsağından üretilen dana kokoreçlerinde hem de kuzu ince bağırsağından üretilen kuzu kokoreçlerinde kullanılmıştır. Kokoreç üretiminde kullanılan şişlere belirlenen hayvansal yağlar ayrı ayrı çember şeklinde geçirilip üzerine temizlenen dana ve kuzu mumbarlar ve ince bağırsakları ayrı ayrı sarılmıştır. Bu şekilde hazırlanan kokoreçlere ön pişirme işlemi uygulandıktan sonra tüm gruplardaki kokoreç örnekleri dondurularak muhafaza altına alınmış ve analizler aşamasında tüketime hazır hale getirmek için her bir örneğe ayrı ayrı tekrar son kez (asıl) pişirme işlemi uygulanmıştır.

Bu şekilde hazırlanan ve tüketime hazır hale gelen her bir gruptaki kokoreç örneklerinde; her bir muamele kombinasyonundaki grupta; kuru madde, protein, yağ, kül, pH, renk ve polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Denemeler; iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece rutin analizler için her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre $2 \times 3 \times 2 \times 3 = 36$ örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) içeriklerine ise her bir gruptaki kokoreç örneklerinde ayrı ayrı bakılmıştır.

Çizelge 3.1. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçler için deneme deseni

Muamele I (Tür Çeşidi)	**Muamele II (Yağ Çeşidi)**	**Tekerrür**	
		I	**II**
Dana	İç Yağı	- - -	- - -
	Kabuk Yağı	- - -	- - -
	Kuyruk Yağı	- - -	- - -
Kuzu	İç Yağı	- - -	- - -
	Kabuk Yağı	- - -	- - -
	Kuyruk Yağı	- - -	- - -

3.2.2. Örneklerin analize hazırlanmaları

Araştırma kapsamında kokoreçler, 3 mm delik çapındaki aynaya sahip laboratuvar tipi kıyma makinesinden (Kitchen Aid, Classic model, USA) iki kez geçirildikten sonra kuru madde, protein, yağ, kül pH ve PAH analizleri yapılmak üzere ayrılmıştır. PAH analizi için ayrılan örnekler HPLC'deki analiz aşamasına kadar -18 ^{o}C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Analiz yöntemleri

3.2.3.1. Kurumadde tayini

Kıyma haline getirilip homojenize edilen örneklerden kurutma kabına 5–10 g arasında tartılarak 105±2˚C'lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuş ve örneklerin içeriğindeki suyun tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Desikatörde soğutulduktan sonra her bir örnekte kurumadde kabındaki kalan kısım, başlangıçtaki örnek ağırlığına bölünüp elde edilen değer 100 ile çarpılarak kurumadde içerikleri (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.3.2. Protein tayini

Her bir örnekten 1-2 g tartılarak Kjeldahl tüpüne aktarılmıştır. Tüp içerisine katalizör tablet (K_2SO_4:$CuSO_4$) atılmış ve 25 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek renk tamamen berraklaşıncaya kadar yakma ünitesinde örneğin asitle parçalanması sağlanmıştır. Yakma işleminden sonra distilasyon ünitesine yerleştirilen örnek borik asit (%3) ve sodyum hidroksit (%32) çözeltileri ile distile edilmiştir. Daha sonra toplanan distilat hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiş ve protein miktarları (% protein = % N x 6,25) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3.3. Yağ tayini

Örneklerden 5'er gram alınarak ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilmiştir. 5-6 kez dietileterle sirkülasyonundan sonra balona toplanan dietileter-yağ bir rotary evaporatör yardımıyla birbirinden ayrılmıştır. Balon + yağ 60 ^oC'deki bir etüvde 30 dk bekletilerek balonda kalan dietileter uçurulmuştur. Soğutulduktan sonra tartılmış ve her bir örnekteki yağ miktarları (%) ayrı ayrı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.3.4. Toplam kül tayini

Örneklerden yaklaşık 2.0-2.5 g alınarak porselen krozelere tartılmış ve 525±2 ^oC'deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakıldıktan sonra toplam kül miktarları (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3.2.3.5. pH tayini

Homojen hale getirilmiş her bir kokoreç örneğinden 10 g alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilip uygun bir karıştırıcı yardımıyla 1 dakika karıştırılarak homojenize edilmiş ve daha sonra pH metre ile pH tayini yapılmıştır (Gökalp ve ark., 2001).

3.2.3.6. Renk tayini

Örneklerin renk yoğunlukları (CR-400 Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. *L**, *a** ve *b** değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELab (Commision Internationele de I'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre yapılmıştır. Bu kriterlere göre; *L**; *L**=0, siyah- *L**=100, beyaz(koyuluk-açıklık); *a**; +60=kırmızı, -60=yeşil ve *b**; +60=sarı; -60=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir (Hunt ve ark., 1991).

Yapılan çalışmada renk ölçümleri hem ilk pişirme işleminden sonra hem de son (asıl) pişirme işleminden sonra gerçekleştirilmiştir. İlk pişirme işlemini takiben derin dondurucuda iki gün muhafazadan sonra yuvarlak dilimler şeklinde kesilen numuneler üzerinde ilk renk ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra bu dilimlere son pişirme işlemi uygulanmış ve ardından da ikinci kez renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Dilimler üzerinde renk ölçümleri yapılırken dilim üzerinde 5 farklı noktadan okuma yapılmıştır.

3.2.3.7. Polisiklik aromatik hidrokarbon analizi

PAH'ların ekstraksiyonu Farhadian ve ark., (2011)'a göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 5 g kokoreç örneği 15 ml soğuk 1 M NaOH ile 3-6 saat homojenize edilip, ardından 17 g Extrelut refill materyal ile karıştırılmış ve bu karışım 20 ml'lik Extrelut kolona paketlenmiştir. Bu kolon PRS-SPE kolona takılmış ve 60 ml diklorometan ile PAH fraksiyonu elüe edilmiştir. Cam bir kolon içerisine önceden aktifleştirilmiş 10g silikajel konularak 25 ml n-hekzan ile şartlandırılmış ve PAH fraksiyonlarını toplamak için 60 ml 60/40 n-hekzan/diklorometan kullanılmıştır. Daha sonra solvent evapore edilmiş ve 250 µl asetonitril ile yeniden çözündürülmüştür. Ekstrakt HPLC-FD okumalarına kadar -20°C'de kahverengi şişede muhafaza edilmiştir (Farhadian ve ark., 2011).

PAH Standartları: Acenaphthene, Acenaphthylene, Anthracene, Benz[a]anthracene, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene, Benzo[ghi]perylene, Benzo[a]pyrene, Chrysene, Dibenz[a,h]anthracene, Fluoranthene, Fluorene, Indeno[1,2,3-cd]pyrene, Naphthalene, Phenanthrene, Pyrene (Catalog No. 4-7940-U) standartları, Sigma-Aldrich firmasından (Sigma-Aldrich, Chemie GmbH, Riedstrasse, Steinheim), PAH Calibration Mix'i olarak satın alınmıştır. Stok standart çözeltiler 1µg/ml acetonitril konsantrasyonunda hazırlanarak, ileri dilüsyonlara seyreltilip

araştırmada kullanılmıştır. Mevcut araştırmada, PAH'ların oluşumları ve toksisitelerinin en iyi göstergesi olduğu belirtilen ve PAH8 olarak adlandırılan (Anonymous, 2008), sekiz adet bireysel PAH araştırılmıştır. Bunlara ilişkin mix stok solüsyon kromotogramı ise Şekil 3.2'de verilmiştir.

HPLC şartları ise aşağıdaki gibidir:

Cihaz: HPLC, Thermo Scientific UltiMate® 3000

Kolon: Hypersil Green Pah kolon, (150 x 2.1 mm, 3 µm) (Thermo Scientific)

Dedektör: Fluoresans dedektör

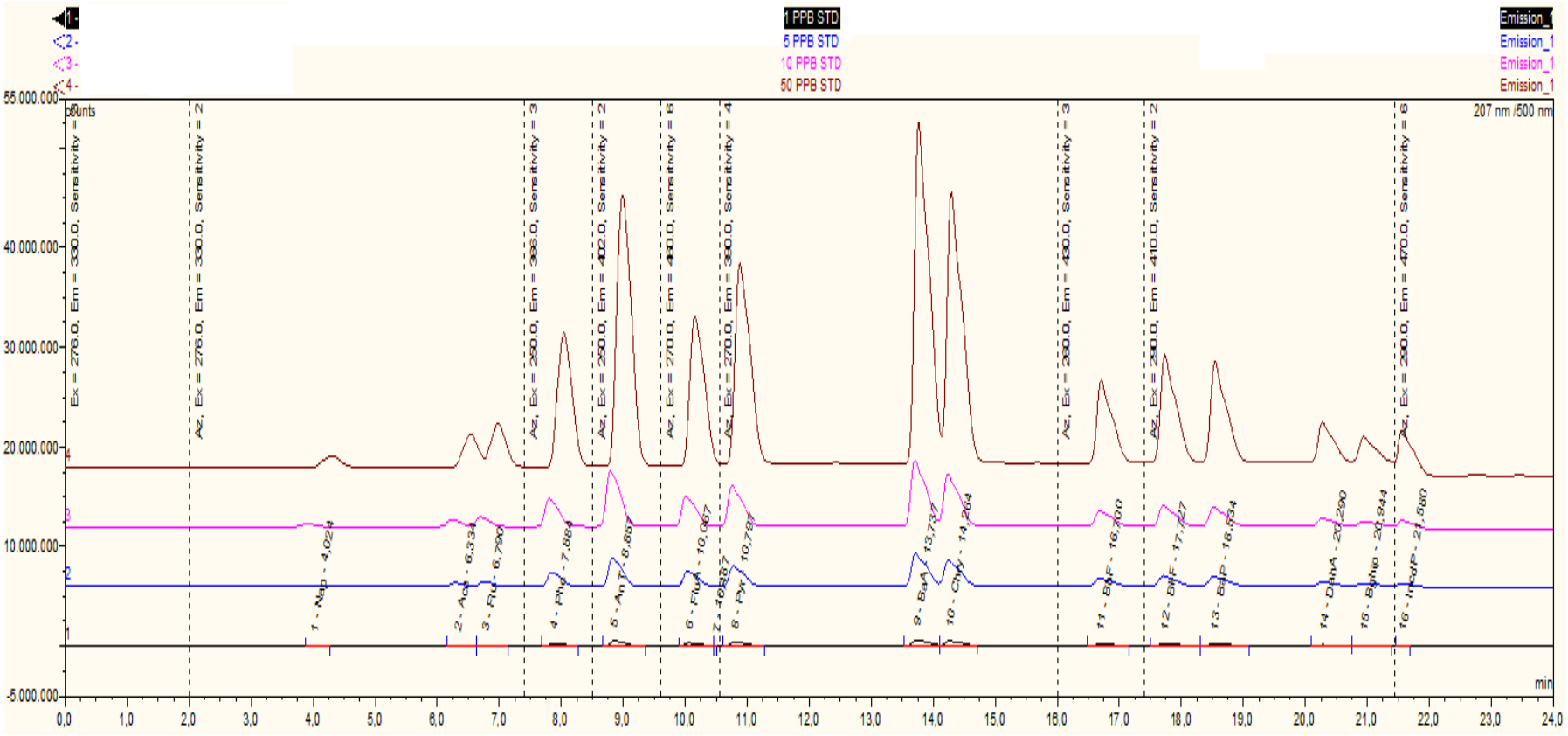
Dalga Boyu (UV): λ_{ex}= 207 nm, λ_{em}= 500 nm

Kolon sıcaklığı: 25 oC

Mobil faz: %50 asetonitril ve %50 pürifiye su

Akış hızı: 0.6 mL/dk

Enjeksiyon hacmi: 20 µL



Şekil 3.2. Mix stok solüsyonuna ait HPLC kromotogramı

3.2.3.8. İstatistiki analizler

Elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak hazırlanan çizelgeler halinde MINITAB release 16.0 programı kullanılarak Varyans Analizine tabi tutulmuştur. Grup ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığını kontrol etmek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır. Veriler tesadüf parselleri deneme tertibinde faktöriyel deneme desenine göre analiz edilmiştir (Snedecor ve Cochran, 1980).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

4.1.1. Kurumadde sonuçları

Dana ve kuzu ince bağırsaklarına farklı hayvansal yağların ilavesiyle üretilen kokoreçlere ait kurumadde içeriği (%) değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin kurumadde içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	186.441	34.73**
Yağ çeşidi (B)	2	33.805	6.30*
A x B	2	4.948	0.92
Hata	6	5.369	
Genel	11		

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin ortalama kurumadde içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Kurumadde (%)
Bağırsak çeşidi (A)		
Dana	6	61.27 ± 2.96^{a}
Kuzu	6	53.38 ± 3.63^{b}
Yağ çeşidi (B)		
İç Yağı	4	58.31 ± 4.75^{ab}
Kabuk (et) yağı	4	54.05 ± 6.03^{b}
Kuyruk yağı	4	59.61 ± 4.15^{a}
A x B		
Dana x İç yağı	2	$61.41 \pm 5.30^{ö.siz}$
Dana x Kabuk (et) yağı	2	$59.25 \pm 0.67^{ö.siz}$
Dana x Kuyruk yağı	2	$63.14 \pm 0.45^{ö.siz}$
Kuzu x İç yağı	2	$55.20 \pm 1.12^{ö.siz}$
Kuzu x Kabuk (et) yağı	2	$48.85 \pm 0.64^{ö.siz}$
Kuzu x Kuyruk yağı	2	$56.09 \pm 1.36^{ö.siz}$

$^{a-b}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.
$^{ö.siz}$: Önemsiz

Varyans analizi sonuçlarına göre ince bağırsak çeşidi kokoreç örneklerinin kurumadde içeriğinde farklılığa sebep olmuştur ve bu farklılık istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı hayvansal yağ çeşidi ilavesi örneklerin kurumadde içeriğini etkilemiş olup örneklerde meydana gelen bu değişim istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Kokoreç örneklerinin kurumadde içeriğinin % 48.85 - 63.14 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ortalama kurumadde içeriğinin dana ince bağırsağından üretilen kokoreçlere ait olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda kuzu ince bağırsağından üretilen kokoreçlerin, dana kokoreçlerine göre genel olarak tüm muamelelerde daha az ortalama kurumadde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı hayvansal yağların kullanımının da örneklerin kurumadde içeriğine istatistiki açıdan önemli etkileri olmuştur. Kuyruk yağı ilave edilen kokoreçler en yüksek kurumadde içeriğine (% 59.61) sahip iken; kabuk yağı ilave edilen kokoreçlerin ortalama kurumadde içeriğinin (% 54.05) en düşük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu olarak düşünülen iç yağı ilave edilmiş örnekler kurumadde içeriği bakımından, kuyruk yağı ve kabuk yağının arasında bir değer (% 58.31) sergilemiştir.

Makarnacı (2003), kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada pişirme işlemi uygulanmamış (çiğ) kokoreçlerin kurumadde içeriğinin % 20.47-23.65 arasında olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz verilerin Makarnacı (2003)'ya göre yüksek olmasının sebebi pişirme işlemiyle suyun kokoreçten uzaklaşması sonucu kurumadde içeriğinin oransal olarak yükselmesinden ve çalışmalarda kullanılan materyal farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Protein sonuçları

Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağların ilavesiyle üretilen kokoreçlere ait protein içeriği (%) değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.3'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçların incelendiğinde protein içeriği üzerine sadece ince bağırsak çeşidinin istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada üretilen kokoreçlerin protein içeriklerinin % 19.08-23.82 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kuzu ince bağırsağından üretilen kokoreçlerin ortalama protein

içeriğinin (%23.20) dana ince bağırsağından üretilen kokoreçlerin ortalama protein içeriğine (%20.47) göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.3. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin protein içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	22.468	16.24**
Yağ çeşidi (B)	2	2.356	1.70
A x B	2	1.134	0.82
Hata	6	1.383	
Genel	11		

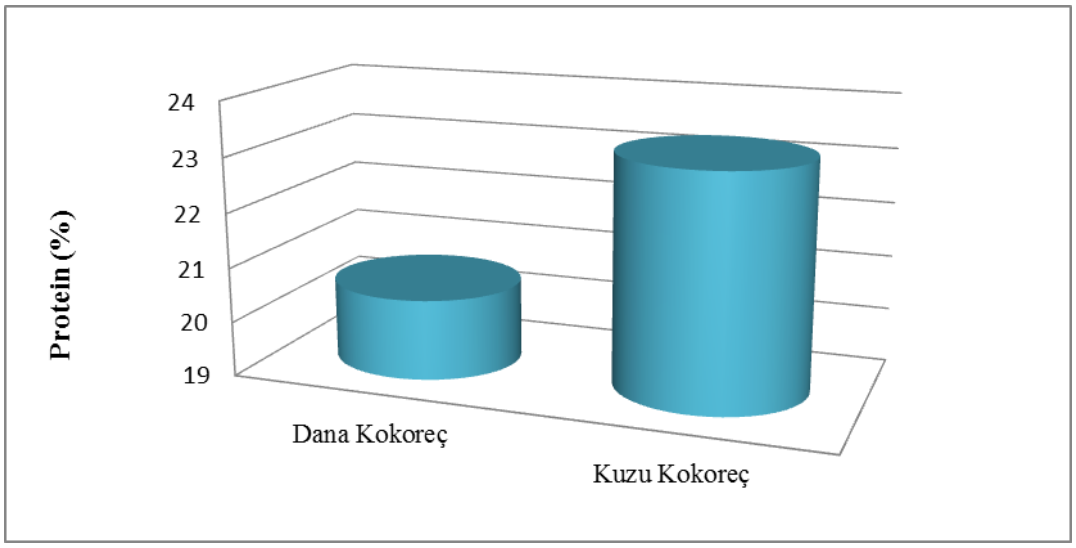
**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.4. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin ortalama protein içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Protein (%)
Bağırsak çeşidi (A)		
Dana	6	20.47±1.57 [b]
Kuzu	6	23.20±0.77 [a]
Yağ çeşidi (B)		
İç Yağı	4	21.02±2.58 [ö.siz]
Kabuk (et) yağı	4	21.95±1.38 [ö.siz]
Kuyruk yağı	4	22.54±1.56 [ö.siz]
A x B		
Dana x İç yağı	2	19.08±1.95 [ö.siz]
Dana x Kabuk (et) yağı	2	21.06±1.52 [ö.siz]
Dana x Kuyruk yağı	2	21.25±0.60 [ö.siz]
Kuzu x İç yağı	2	22.95±1.10 [ö.siz]
Kuzu x Kabuk (et) yağı	2	22.83±0.55 [ö.siz]
Kuzu x Kuyruk yağı	2	23.82±0.56 [ö.siz]

[a-b]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

[ö.siz]: Önemsiz



Şekil 4.1. Dana ve kuzu kokoreç örneklerine ait ortalama protein miktarları

Makarnacı (2003), kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada pişirme işlemi uygulanmamış (çiğ) kokoreçlerin protein içeriğinin % 11.57-14.34 arasında olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz verilerin Makarnacı (2003)'ya göre yüksek olmasının sebebi pişirme işlemiyle suyun kokoreçten uzaklaşması sonucu protein içeriğinin oransal olarak yükselmesinden ve çalışmalarda kullanılan materyal farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.3. Toplam yağ sonuçları

Farklı hayvansal yağların ilavesiyle dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlere ait toplam yağ içeriği (%) değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin toplam yağ içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	267.058	133.025**
Yağ çeşidi (B)	2	39.866	19.89**
A x B	2	1.794	0.89
Hata	6	2.004	
Genel	11		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.6. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin ortalama toplam yağ içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Toplam yağ (%)
Bağırsak çeşidi (A)		
Dana	6	37.26±3.17 [a]
Kuzu	6	27.82±3.00 [b]
Yağ çeşidi (B)		
İç Yağı	4	35.21±6.27[a]
Kabuk (et) yağı	4	29.06±5.81[b]
Kuyruk yağı	4	33.36±4.60[a]
A x B		
Dana x İç yağı	2	40.39±2.99[ö.siz]
Dana x Kabuk (et) yağı	2	34.08±0.60 [ö.siz]
Dana x Kuyruk yağı	2	37.31±1.03 [ö.siz]
Kuzu x İç yağı	2	30.02±1.26 [ö.siz]
Kuzu x Kabuk (et) yağı	2	24.04±0.05 [ö.siz]
Kuzu x Kuyruk yağı	2	29.41±0.07 [ö.siz]

[a-b]: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.
[ö.siz]: Önemsiz

Varyans analizi sonuçlarına göre ince bağırsak çeşidinin ve farklı hayvansal yağların ilavesinin örneklerin toplam yağ içeriği üzerine istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Kokoreç örneklerinin ortalama toplam yağ içeriklerinin % 24.04 – 40.39 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ortalama toplam yağ içeriğinin dana ince bağırsağından üretilen kokoreçlere ait olduğu belirlenmiştir. Kuzu ince bağırsağından üretilen kokoreçlerin ise dana kokoreçlerine göre daha az toplam yağ içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Farklı hayvansal yağların kullanımının da örneklerin ortalama toplam yağ içeriği üzerine istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur. Kuyruk ve iç yağı ilave edilen kokoreçler en yüksek ortalama toplam yağ içeriğine sahip iken; kabuk (et) yağı ilave edilen kokoreçlerin ortalama toplam yağ içeriğinin en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Makarnacı (2003), kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada pişirme işlemi uygulanmamış (çiğ) kokoreçlerin toplam yağ içeriğinin % 6.12-8.12 arasında olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz verilerin Makarnacı (2003)'ya göre yüksek olmasının sebebi muhtemelen pişirme işlemiyle suyun kokoreçten uzaklaşması sonucu toplam yağ içeriğinin oransal olarak

yükselmesinden, yapılan bu çalışmada farklı hayvansal yağların ilavesiyle yağ miktarının dolayısıyla oranının artmasından ve çalışmalarda kullanılan materyal farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.4.Toplam kül sonuçları

Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağların ilavesiyle üretilen kokoreçlere ait toplam kül içeriği (%) değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.7'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin toplam kül içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	0.024661	7.66*
Yağ çeşidi (B)	2	0.135225	42.01**
A x B	2	0.015920	4.95*
Hata	6	0.003219	
Genel	11		

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.8. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin ortalam toplam kül içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

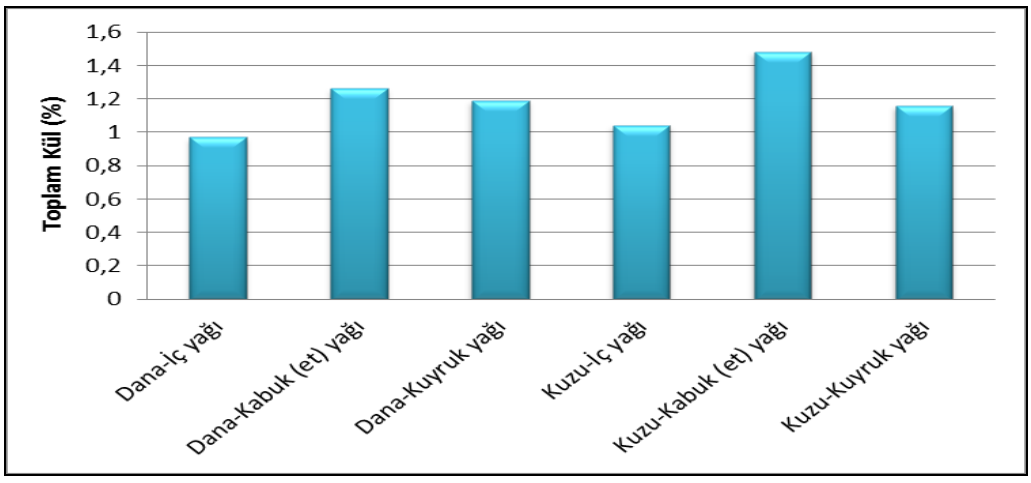
Faktör	n	Toplam Kül (%)
Bağırsak çeşidi (A)		
Dana	6	1.14 ± 0.14^{b}
Kuzu	6	1.23 ± 0.21^{a}
Yağ çeşidi (B)		
İç Yağı	4	1.00 ± 0.05^{c}
Kabuk (et) yağı	4	1.37 ± 0.15^{a}
Kuyruk yağı	4	1.17 ± 0.03^{b}
A x B		
Dana x İç yağı	2	0.97 ± 0.04^{c}
Dana x Kabuk (et) yağı	2	1.26 ± 0.10^{b}
Dana x Kuyruk yağı	2	1.19 ± 0.04^{bc}
Kuzu x İç yağı	2	1.04 ± 0.02^{bc}
Kuzu x Kabuk (et) yağı	2	1.48 ± 0.06^{a}
Kuzu x Kuyruk yağı	2	1.16 ± 0.01^{bc}

$^{a-c}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Varyans analizi sonuçlarına göre kokoreçlerin toplam kül içeriği üzerine ince bağırsak çeşidinin istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Örneklerin toplam kül içeriği üzerine yağ çeşidinin de istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonu da örneklerin toplam kül içeriği üzerine istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) düzeyde etkili olmuştur.

Kokoreç örneklerinin ortalama toplam kül içeriğinin % 0.97 – 1.48 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ortalama toplam kül içeriğinin (%1.48) kuzu ince bağırsağından kabuk (et) yağı ile üretilen kokoreçlere ait olduğu belirlenmiştir. Dana ince bağırsağından üretilen kokoreçlerin ise kuzu kokoreçlerine göre daha az ortalama toplam kül içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Farklı hayvansal yağ çeşitlerinin kullanımının da örneklerin toplam kül içeriği üzerine istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) etkileri olmuştur. Kabuk (et) yağı ilave edilen kokoreçler en yüksek ortalama toplam kül içeriğine (% 1.37) sahip iken; iç yağı ilave edilen kokoreçlerin en düşük ortalama toplam kül içeriğine (% 1.00) sahip olduğu belirlenmiştir. Ortalama toplam kül içeriği bakımından kuyruk yağı; kabuk yağı ve iç yağı arasında bir değer (% 1.17) göstermiştir.

İnce bağırsak çeşidixfarklı hayvansal yağ çeşidi interaksiyonu sonucu örneklerin ortalama toplam kül içeriklerindeki değişiklikleri içeren Grafik Şekil 4.2'de verilmiştir. Kabuk (et) yağı kuzu ince bağırsağından üretilen örnekler en yüksek ortalama toplam kül içeriğine sahip olup, iç yağı dana ince bağırsağından üretilen örnekler ise en düşük ortalama toplam kül içeriğine sahip olmuştur.



Şekil 4.2. Bağırsak çeşidixfarklı hayvansal yağ çeşidi interaksiyonu sonucu örneklerin ortalama toplam kül miktarları

Makarnacı (2003), kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada pişirme işlemi uygulanmamış (çiğ) kokoreçlerin toplam kül içeriğinin % 1.08-1.31 arasında olduğunu belirlemiştir.

4.1.5. pH sonuçları

Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağların ilavesiyle üretilen kokoreçlere ait pH değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	0.012033	0.058
Yağ çeşidi (B)	2	0.004856	0.190
A x B	2	0.002765	0.349
Hata	6	0.002192	
Genel	11		

Varyans analizi sonuçlarına göre; pH değeri açısından ince bağırsak çeşidi, hayvansal yağ çeşidi ve bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonları arasındaki farklar istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Bununla birlikte tüm kokoreç örneklerinin ortalama pH değerlerinin 6.92-7.07 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2. Renk Analizi Sonuçları

Farklı hayvansal yağların ilavesiyle dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlere ait renk analizi (L^*, a^*, b^*) değerlerinin (ön pişirme sonrası ve son pişirme sonrası olmak üzere) Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Ön pişirme ve son pişirme sonrası ölçülen Renk analiz (L^*, a^*, b^*) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçlarına göre; ince bağırsak çeşidi, hayvansal yağ çeşidi ve bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemsiz ($p>0.05$) çıkmıştır.

Çizelge 4.10. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin ön pişirme işleminden sonraki renk analizi (*L**, *a**, *b**) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	5.396	0.70	0.857	0.86	0.874	2.12
Yağ çeşidi (B)	2	27.463	3.57	2.394	2.39	2.045	4.95
A x B	2	29.635	3.86	1.386	1.38	1.244	3.01
Hata	6	7.683		1.002		0.413	
Genel	11						

Çizelge 4.11. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin son pişirme işleminden sonraki renk analizi (*L**, *a**, *b**) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	39.83	3.87	0.828	1.09	10.959	2.40
Yağ çeşidi (B)	2	16.52	1.61	0.578	0.76	0.989	0.22
A x B	2	3.25	0.32	0.257	0.34	6.334	1.39
Hata	6	10.29		0.762		4.557	
Genel	11						

Ancak ön pişirme işleminden sonra tüm örneklere ait; parlaklık-koyuluk göstergesi *L** değerlerinin ortalama 64.57-72.81, kırmızılık-yeşillik göstergesi *a** değerlerinin ortalama 4.12-6.46, sarılık-mavilik göstergesi *b** değerlerinin ortalama 7.05-9.36 değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Son pişirme işleminden sonra tüm örneklere ait *L** değerlerinin ortalama 50.04-57.29, *a** değerlerinin ortalama 4.22-5.60, *b** değerlerinin ortalama 12.73-16.22 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

4.3. PAH Analizi Sonuçları

Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağların ilavesiyle üretilen kokoreçlerin içermiş olduğu PAH8 bileşiklerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.12'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çalışmada tespit edilen PAH8 bileşiklerine ait tespit edilebime limiti (LOD), tayin edilebilme limiti (LOQ), R^2 (regresyon katsayısı) ve Recovery (geri kazanım) (%) değerleri ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin PAH bileşenlerinin konsantrasyonlarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Toplam PAH		BaA		Chry		BbF		BkF		BaP		DahA		BghiP		Icdp	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Bağırsak Çeşidi (A)	1	2264.57	1779.11**	31.95	814.66**	41.03	167.69**	34.71	849.99**	13.30	529.52**	83.46	497.86**	14.50	294.14**	84.30	807.46**	14.95	33.61**
Yağ çeşidi (B)	2	248.57	195.29**	2.84	72.30**	3.50	14.31**	4.06	99.35**	1.14	45.29**	9.42	56.16**	2.36	47.77**	8.96	85.81**	4.03	9.06**
A x B	2	777.82	611.08**	12.25	312.38**	16.23	66.33**	14.34	351.16**	4.39	174.72**	31.10	185.52**	6.20	125.80**	18.82	180.22**	6.11	13.72**
Hata	6	1.27		0.04		0.25		0.04		0.03		0.17		0.05		0.10		0.45	
Genel	11																		

**p<0.01 seviyesinde önemli

BaA: Benzo[a]antrasen Chry: Krisen BbF: Benzo[b]fluoranthene BkF: Benzo[k]floranten BaP: Benzo[a]piren DahA: Dibenzo[a,h]antrasen BghiP: Benzo[g,h,i]perilen Icdp: İndeno[1,2,3-cd]piren

Çizelge 4.13. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından Farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin PAH bileşenlerinin ortalama konsantrasyonlarına (µg/kg) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Toplam PAH	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	DahA	Bghip	Icdp
Bağırsak çeşidi (A)										
Dana	6	26.68±13.21^{a}	3.40±1.57^{a}	3.96±1.88^{a}	3.54±1.76^{a}	2.00±0.97^{a}	5.24±2.641^{a}	2.01±1.24^{a}	4.70±2.44^{a}	1.85±1.59^{a}
Kuzu	6	7.26±3.78^{b}	1.10±0.57^{b}	1.35±0.68^{b}	1.13±0.55^{b}	0.50±0.32^{b}	1.51±0.81^{b}	0.46±0.32^{b}	0.94±0.43^{b}	0.27±0.17^{b}
Yağ çeşidi (B)										
İç Yağı	4	10.78±1.93^{c}	1.57±0.31^{b}	1.89±0.37^{b}	1.55±0.31^{c}	0.82±0.18^{b}	2.14±0.45^{b}	0.64±0.26^{c}	1.62±0.35^{c}	0.55±0.23^{b}
Kabuk (et) yağı	4	18.54±12.39^{b}	2.51±1.58^{a}	2.99±1.86^{a}	2.53±1.50^{b}	1.42±1.09^{a}	3.80±2.52^{a}	1.35±1.06^{b}	3.18±2.46^{b}	0.76±0.49^{b}
Kuyruk yağı	4	21.59±19.80^{a}	2.67±2.36^{a}	3.08±2.74^{a}	2.93±2.61^{a}	1.52±1.42^{a}	4.18±3.83^{a}	1.71±1.67^{a}	3.64±3.40^{a}	1.87±2.18^{a}
A x B										
Dana x İç yağı	2	9.84±2.27^{c}	1.35±0.31^{cd}	1.63±0.38^{bc}	1.33±0.31^{cd}	0.73±0.17^{cd}	1.84±0.42^{cd}	0.46±0.11^{cd}	1.80±0.42^{c}	0.71±0.16^{b}
Dana x Kabuk (et) yağı	2	30.11±0.08^{b}	3.99±0.20^{b}	4.65±0.84^{a}	3.92±0.24^{b}	2.43±0.22^{b}	6.15±0.17^{b}	2.34±0.07^{b}	5.45±0.58^{b}	1.18±0.27^{b}
Dana x Kuyruk yağı	2	40.11±0.16^{a}	4.86±0.29^{a}	5.60±0.79^{a}	5.37±0.24^{a}	2.83±0.22^{a}	7.73±0.79^{a}	3.25±0.50^{a}	6.81±0.25^{a}	3.66±1.59^{a}
Kuzu x İç yağı	2	11.72±1.07^{c}	1.77±0.10^{c}	2.15±0.01^{b}	1.77±0.04^{c}	0.91±0.17^{c}	2.44±0.23^{c}	0.83±0.23^{c}	1.44±0.14^{cd}	0.40±0.17^{b}
Kuzu x Kabuk (et) yağı	2	6.98±1.14^{d}	1.04±0.08^{d}	1.33±0.09^{bc}	1.13±0.19^{d}	0.41±0.04^{de}	1.45±0.35^{de}	0.37±0.16^{cd}	0.91±0.17^{de}	0.33±0.06^{b}
Kuzu x Kuyruk yağı	2	3.07±0.09^{e}	0.47±0.02^{e}	0.56±0.03^{c}	0.50±0.04^{e}	0.20±0.02^{e}	0.63±0.05^{e}	0.17±0.01^{d}	0.47±0.06^{e}	0.09±0.00^{b}

$^{a-e}$: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki (p<0.01) olarak birbirinden farklıdır.

BaA: Benzo[a]antrasen Chry: Krisen BbF: Benzo[b]fluoranthene BkF: Benzo[k]floranten BaP: Benzo[a]piren DahA: Dibenzo[a,h]antrasen BghiP: Benzo[g,h,i]perilen Icdp: İndeno[1,2,3-cd]piren

Kokoreç örneklerinde gerek toplam PAH içeriği bakımından ve gerekse PAH8 bileşenleri bakımından varyans analizi sonuçlarına göre değerlendirildiğinde; ince bağırsak çeşidi, farklı hayvansal yağ çeşidi ve ince bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonlarının etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. İnce bağırsak çeşidine göre ortalama toplam PAH içerikleri Şekil 4.3'de verilmiştir. Farklı hayvansal yağ çeşidi ilavesi ile örneklerin ortalama toplam PAH içeriğine ait grafik Şekil 4.4'de verilmiştir. Bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonları sonucunda ortalama toplam PAH içeriğine ait grafikler Şekil 4.5'te verilmiştir. Yapılan çalışmada PAH bileşenlerinin değerlerine ilişkin ortalama regresyon katsayısı 0.9998 olarak (R^2=0.9998) bulunmuştur. Recovery değerlerinin belirlenmesi için yapılan spike miktarları ise 1, 5, 10 ve 50 µg/kg'dır.

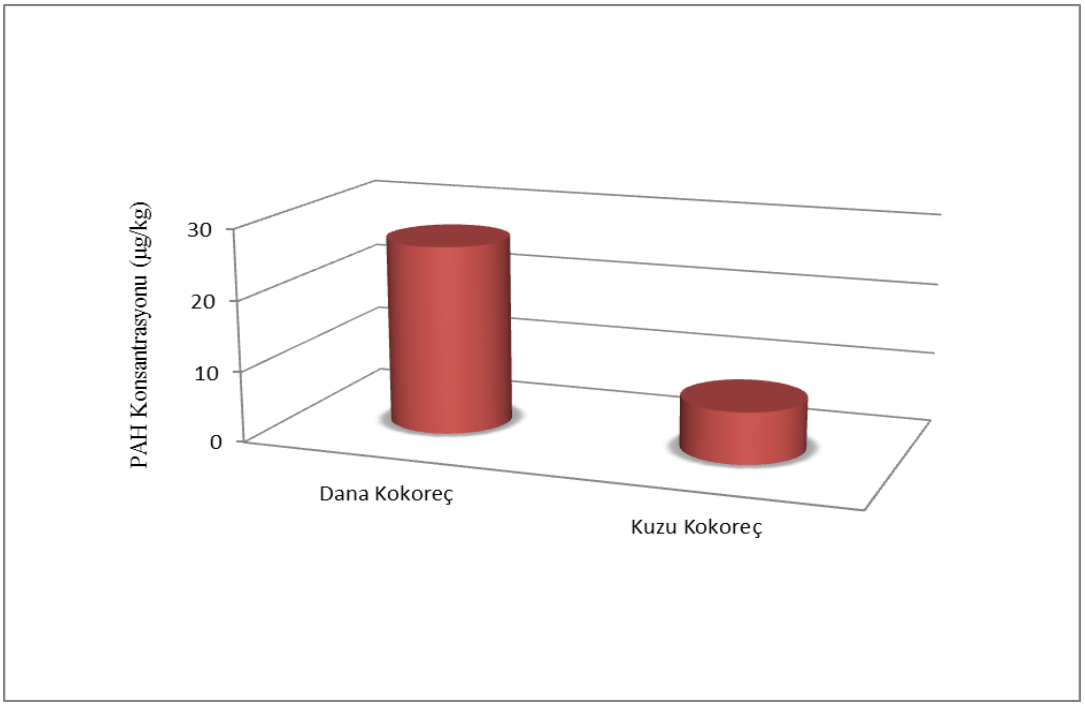
PAH analizi sonucunda; Benzo[a]antrasen (BaA), Krisen (Chry), Benzo[b]fluoranthene (BbF), Benzo[k]floranten (BkF), Benzo[a]piren (BaP), Dibenzo[a,h]antrasen (DahA), Benzo[g,h,i]perilen (BghiP) ve İndeno[1,2,3-cd]piren (Icdp) bileşiklerinin (PAH8) miktarlarının toplanması sonucu "toplam PAH içeriği" verilmiştir. Tüm örneklerin ortalama toplam PAH içeriklerinin 3.07-40.11 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. İnce bağırsak çeşidi açısından değerlendirildiğinde; dana kokoreçlerin kuzu kokoreçlere göre daha fazla ortalama toplam PAH içeriğine sahip olduğu, kullanılan yağ çeşidi bakımından incelendiğinde kuyruk yağı kullanımının iç yağı kullanımına göre toplam PAH miktarının çok önemli düzeyde yükselttiği belirlenmiş olup; en düşük ortalama toplam PAH içeriği iç yağı kullanılan gruplarda gözlenmiştir. İnce bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonu açısından değerlendirildiğinde ise en düşük toplam PAH miktarı kuzuxkuyruk yağı interaksiyonuna sahip örneklerde (3.07 µg/kg) gözlenmiştir. En yüksek toplam PAH8 içeriğine sahip olan örnek ise danaxkuyruk yağı interaksiyonu olup 40.11 µg/kg düzeyinde belirlenmiştir.

Roseiro ve ark. (2012), Portekiz'de üretilen geleneksel et ürünlerinde (Chouriço de carne, Painho, Paio tradicional, Alheira, Salpicao) ve kan sosislerinde (Cachoilera, Chouriço mouro, Morcela, Chouriço doce, Moura) PAH8 bileşenlerini araştırmışlardır. Geleneksel et ürünlerinde PAH8 miktarlarının ortalama 3.47-322.37 µg/kg, kan sosislerinde ise 1.84-288.42 µg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

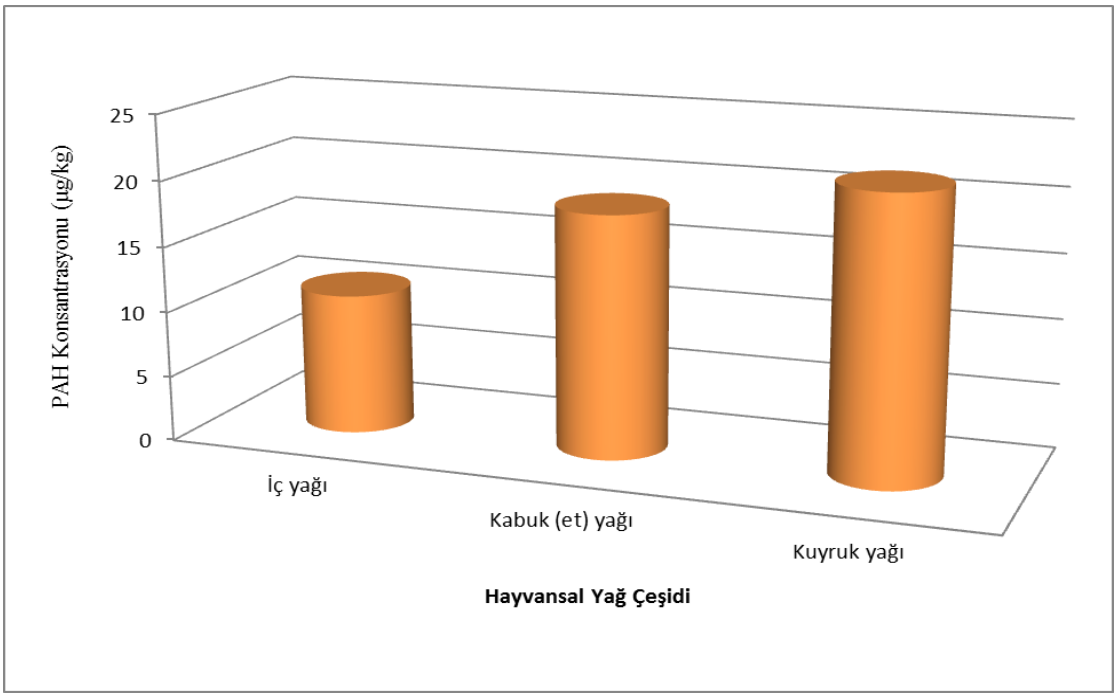
Çizelge 4.14. Dana ve kuzu ince bağırsaklarından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreçlerin PAH bileşenlerinin LOD, LOQ, R^2 ve Recovery değerleri (%)

PAH Bileşikleri*	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)	R^2	Recovery (%)
BaA	0.027	0.090	0.9999	92.57
Chry	0.034	0.113	0.9999	74.64
BbF	0.086	0.288	0.9999	87.69
BkF	0.065	0.869	0.9999	80.00
BaP	0.069	0.228	0.9999	89.23
DahA	0.083	0.277	0.9999	55.13
Bghip	0.125	0.415	0.9997	70.08
IncdP	0.113	0.376	0.9991	49.03

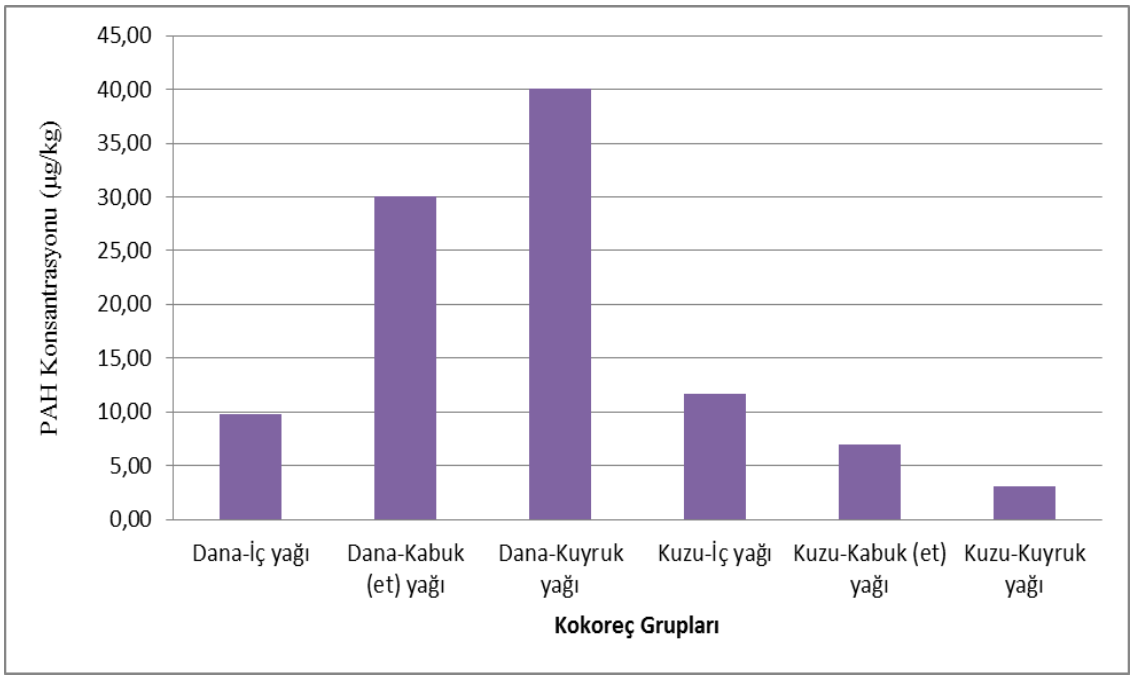
*BaA: Benzo[a]antrasen Chry: Krisen BbF: Benzo[b]fluoranthene BkF: Benzo[k]floranten BaP: Benzo[a]piren DahA: Dibenzo[a,h]antrasen BghiP: Benzo[g,h,i]perilen Icdp: İndeno[1,2,3-cd]piren



Şekil 4.3. Dana ve kuzu kokoreçlerinin ortalama toplam PAH içerikleri (µg/kg)



Şekil 4.4. Farklı hayvansal yağ çeşitleri içeren kokoreçlere ait ortalama toplam PAH içerikleri (µg/kg)



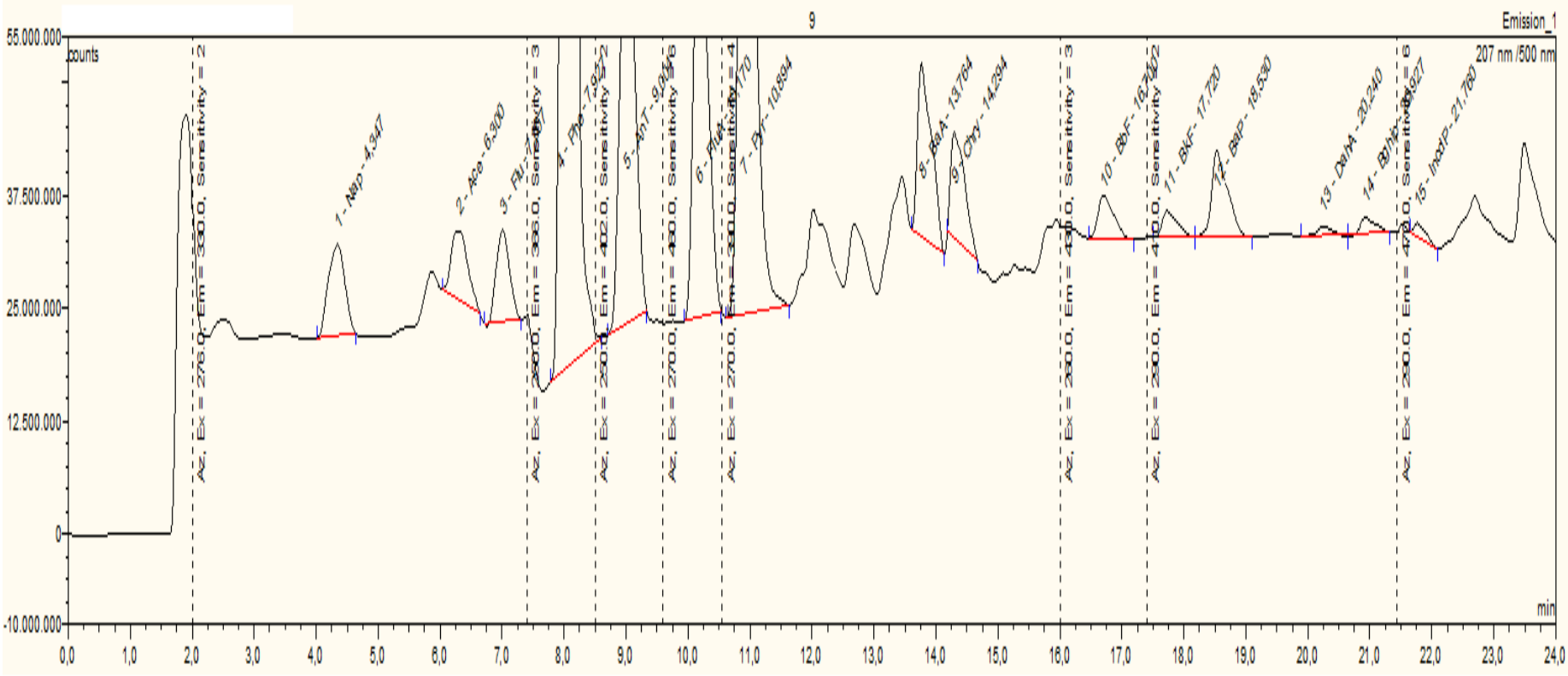
Şekil 4.5. Bağırsak çeşidixhayvansal yağ interaksiyonuna ait kokoreçlerin ortalama toplam PAH içerikleri (µg/kg)

En yüksek toplam PAH8 içeriğine sahip olan danaxkuyruk yağı interaksiyonuna ait HPLC koromotogramı Şekil 4.6' da ve PAH8 bileşenlerinin kokoreç örneklerindeki ortalama konsantrasyonlarına ait grafik ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

Kokoreçlerde oluşan Benzo[a]antrasen bileşiği konsantrasyonu üzerine ince bağırsak çeşidi, farklı hayvansal yağ çeşidi ve ince bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) düzeyde olmuştur. Örneklerin BaA içeriklerinin ortalama 0.47-4.86 µg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak dana ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlerin, kuzu kokoreçlerine göre daha fazla BaA içerdiği tespit edilmiştir. İç yağı ilavesiyle üretilen kokoreçlerin diğer hayvansal yağ çeşitleriyle (kuyruk yağı ve kabuk/et yağı) üretilen kokoreçlere göre daha az BaA içerdiği belirlenmiştir. Kuyruk yağı ilavesiyle üretilen dana kokorecinin en fazla BaA içerdiği; kuyruk yağı ilavesiyle üretilen kuzu kokorecinin ise en az BaA içerdiği tespit edilmiştir.

Janoszka (2011), domuz etleri ve kızartma soslarında PAH oluşumu üzerine soğan ve sarımsağın etkilerini araştırmıştır. BaA bileşeninin domuz etleri, kızartma sosları ve domuz eti+kızartma soslarındaki konsantrasyonlarının ortalama 0.09-2.76 µg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Domuz etinin kızartılmasında sosa soğan ilavesinin örneklerde oluşan BaA bileşiğinin miktarını önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmiştir. Roseiro ve ark. (2012), Portekiz'de üretilen geleneksel et ürünlerinde (Chouriço de carne, Painho, Paio tradicional, Alheira, Salpicao) ve kan sosislerinde (Cachoilera, Chouriço mouro, Morcela, Chouriço doce, Moura) PAH'ların oluşumunu belirlemişlerdir. Geleneksel et ürünlerinde BaA miktarlarının ortalama 1.51-132.51 µg/kg, kan sosislerinde ise 0.88-121.41 µg/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Kokoreçlerdeki Krisen'in (Chry) oluşum düzeyinin ortalama 0.56 – 5.60 µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Dana ince bağırsaklarından üretilen örnekler en yüksek Chry içeriğine sahip olmuşlardır. Farklı hayvansal yağ çeşidi ilavesi sonucunda en düşük Chry içeren grubun iç yağı kullanılan kokoreçler olduğu belirlenmiştir. Kuyruk yağı ve kabuk (et) yağı ilavesiyle dana ince bağırsaklarından üretilen dana kokoreçlerinin en yüksek Chry içeriğine sahip olduğu; kuyruk yağı ilavesiyle üretilen kuzu kokoreçlerin ise en düşük Chry içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir.



Şekil 4.6. En yüksek toplam PAH8 içeriğine sahip olan danaxkuyruk yağı interaksiyonuna ait HPLC koromotogramı

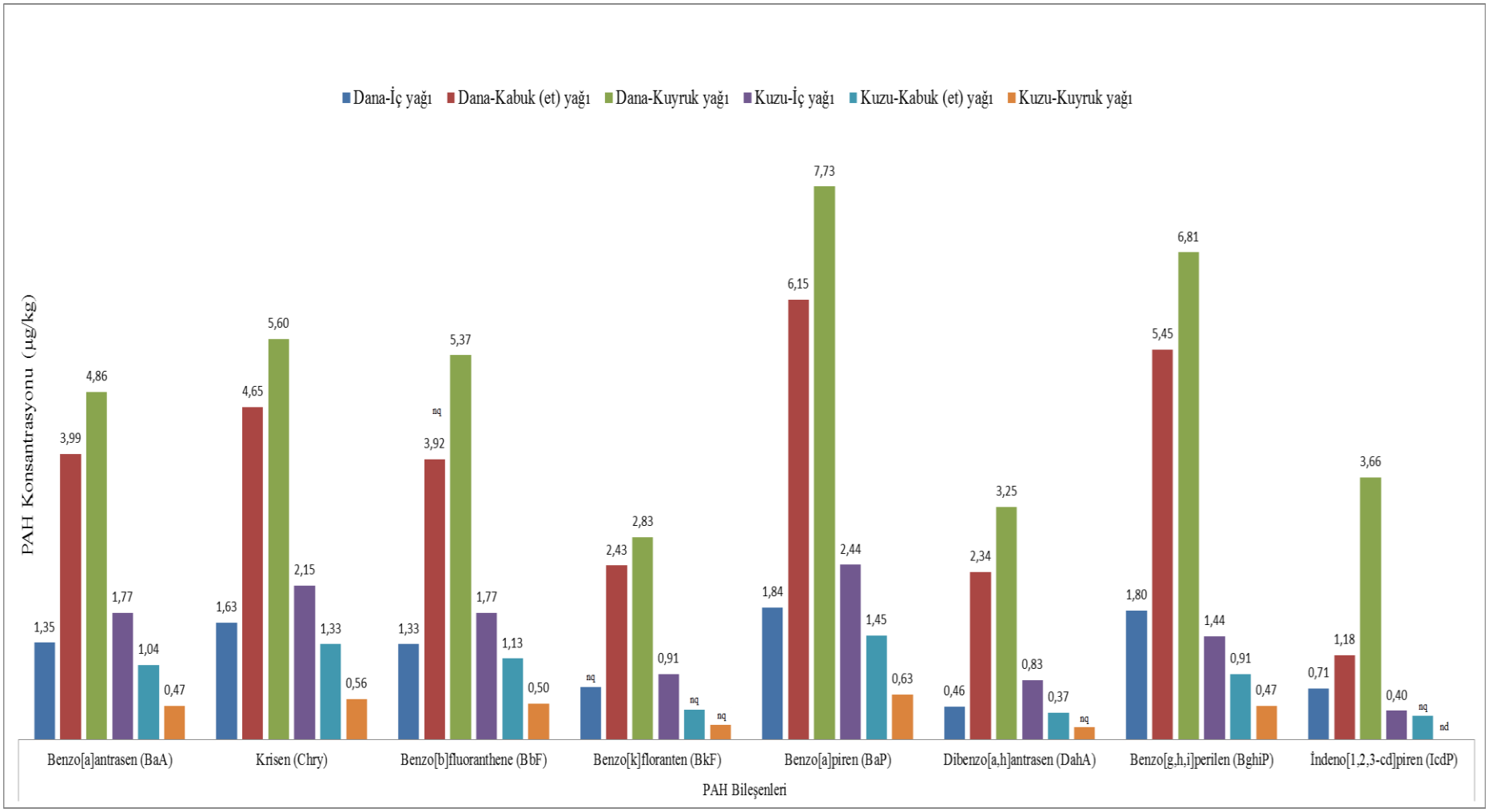
Roseiro ve ark. (2012), Portekiz'de üretilen geleneksel et ürünlerinde (Chouriço de carne, Painho, Paio tradicional, Alheira, Salpicao) ve kan sosislerinde (Cachoilera, Chouriço mouro, Morcela, Chouriço doce, Moura) PAH'ların mevcudiyetini tespit etmişlerdir. Geleneksel et ürünlerinde Chry miktarlarının ortalama 1.54-150.56 µg/kg, kan sosislerinde ise 0.61-139.62 µg/kg arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Benzo[b]fluoranthene'in (BbF); kokoreç örneklerindeki oluşum düzeyinin ortalama 0.50-5.37 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dana kokoreçlerinin kuzu kokoreçlerine göre daha yüksek BbF içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Farklı hayvansal yağ çeşidi ilavesi açısından değerlendirildiğinde iç yağı kullanılan kokoreçler en düşük BbF içeren grubu oluşturmuştur. Kuyruk yağı ilave edilen kuzu kokoreçler BbF bileşiğini en düşük miktarda içerirken; aynı kuyruk yağı ilave edilerek üretilen dana kokoreçleri BbF bileşiğini en yüksek miktarda içeren grubu oluşturmuştur.

Farhadian ve ark. (2012), ızgarada pişirilen sığır etlerinde marinasyon işleminin PAH oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yedi farklı marinasyon işleminin uygulandığı çalışmada örneklerin BbF miktarlarının 1.42-5.91 µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Temel marinasyon işlemi uygulanan örnek grubunun en düşük Bbf içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Benzo[k]floranten'in (BkF); tüm kokoreç örneklerindeki konsantrasyonunun 0.20-2.83 µg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kuzu kokoreçlerine göre dana kokoreçleri daha yüksek BkF bileşiğine sahip olmuştur. İç yağı kullanılan kokoreçler ise en düşük miktarda BkF içeren grup olarak belirlenmiştir. Kuyruk ve kabuk (et) yağı ilavesiyle üretilen dana kokoreçler en yüksek BkF içeriğine sahip olmuştur. Kuyruk yağı ilavesiyle üretilen kuzu kokoreçlerin ise genel olarak en düşük miktarda BkF içerdiği tespit edilmiştir.

Olatunji ve ark. (2014), tütsüleme, ızgarada pişirme ve haşlama işlemlerinin sığır, domuz ve tavuk etlerinde oluşan PAH'lar üzerine etkisini belirlemişlerdir. Örneklerde oluşan BkF içeriklerinin ortalama 0.12-4.69 µg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pişirme işlemi açısından değerlendirildiğinde; haşlama işlemi uygulanan örnek gruplarının en düşük BkF içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir. Et çeşidi açısından değerlendirildiğinde ise domuz etinin en yüksek BkF içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir.



Şekil 4.7. İnce bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonu görülen kokoreç örneklerinin bazı PAH bileşenlerinin konsantrasyonu (µg/kg)

Önemli ve yaygın PAH'lardan biri olan Benzo[a]piren'in (BaP) kokoreç örneklerindeki oluşum düzeyinin ortalama 0.63-7.73 µg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir. Dana kokoreçlerinin kuzu kokoreçlerine göre ortalama BaP içeriklerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. İnce bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonu açısından incelendiğinde kuyruk yağı ilavesiyle hazırlanan dana kokoreçlerinin en yüksek BaP içeriğine; kuyruk yağı ilavesiyle üretilen kuzu kokoreçlerin ise en düşük BaP içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kokoreçlerde kullanılan hayvansal yağ çeşidi açısından değerlendirildiğinde; iç yağı kullanılan kokoreçlerin diğer yağ çeşitlerine göre daha düşük düzeyde BaP içerdikleri gözlenmiştir.

Janoszka (2011), domuz etleri ve kızartma soslarında PAH oluşumu üzerine soğan ve sarımsağın etkilerini araştırmıştır. BaP bileşeninin domuz etleri, kızartma sosları ve domuz eti+kızartma soslarındaki içeriklerinin ortalama 0.01-1.61 µg/kg arasında değiştiğini belirtmiştir. Sarımsak içeren sos ile kızartılan domuz etinin en düşük BaP içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Roseiro ve ark. (2012), Portekiz'de üretilen geleneksel et ürünlerinde (Chouriço de carne, Painho, Paio tradicional, Alheira, Salpicao) ve kan sosislerinde (Cachoilera, Chouriço mouro, Morcela, Chouriço doce, Moura) PAH'ların oluşumunu incelemişlerdir. Geleneksel et ürünlerinde BaP miktarlarının ortalama 0.36-4.75 µg/kg, kan sosislerinde ise 0.32-5.65 µg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Farhadian ve ark. (2012), ızgarada pişirilen sığır etlerinde marinasyon işleminin PAH oluşumu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yedi farklı marinasyon işleminin uygulandığı çalışmada örneklerin BaP miktarlarının 0.11-4.78 µg/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Marinasyon işlemi uygulanmayan örnek grubunun en yüksek BaP içeriğine sahip olduğunu da ifade etmişlerdir.

Dibenzo[a,h]antrasen'in (DahA); kokoreç örneklerindeki konsantrasyonunun ortalama 0.17-3.25 µg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kuzu kokoreçlerinde, dana kokoreçlerine göre daha düşük düzeyde DahA oluşumu gözlenmiştir. Hayvansal yağ çeşidi açısından en yüksek DahA oluşumu gözlenen kokoreçler kuyruk yağı ilave edilen örnekler olmuştur. Kuyruk yağı ilavesiyle üretilen dana kokoreçleri DahA bileşiğini en yüksek miktarda içermiş olup, bu bileşiği en düşük düzeyde içeren grubun ise kuzuxkuyruk yağı interaksiyonunu oluşturan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Benzo[g,h,i]perilen'in (BghiP); kokoreçlerdeki bulunan miktarının ortalama 0.47-6.81 µg/kg arasında olduğu gözlenmiştir. Bağırsak çeşidi açısından değerlendirildiğinde; kuzu kokoreçlerin, dana kokoreçlere göre daha düşük düzeyde BghiP içerdiği belirlenmiştir. Kullanılan hayvansal yağ çeşidi açısından değerlendirildiğinde ise; kuyruk yağı ilave edilen kokoreçler en yüksek BghiP içeriğine sahip olmuşlardır. Danaxkuyruk yağı interaksiyonunu oluşturan örneklerde BghiP düzeyi en yüksek, kuzuxkuyruk yağı interaksiyonunu oluşturan örneklerde ise en düşük düzeyde belirlenmiştir.

Domuz etlerinin kızartma soslarında pişirilmesi sonucu oluşan PAH'lar üzerine yapılan çalışmada, örneklerin DahA ve BghiP içeriklerinin 0.05-0.55 ve 0.01-1.12 µg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Janoszka, 2011).

İndeno[1,2,3-cd]piren'in (IcdP); kokoreç örneklerdeki konsantrasyonunun ortalama 0.09-3.66 µg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen diğer bileşiklere göre, bu bileşiğin örneklerdeki oluşum düzeyinin daha az olduğu gözlenmiştir. Dana kokoreçleri en yüksek düzeyde IcdP içerirken, kuyruk yağı ilavesi de iç yağı ve kabuk(et) yağı ilavesine göre daha yüksek IcdP düzeyine sahip örneklerin varlığını ortaya koymuştur. IcdP bileşiğini en yüksek düzeyde içeren grubun danaxkuyruk yağı interaksiyonunu oluşturan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Olatunji ve ark. (2014), tütsüleme, ızgarada pişirme ve haşlama işlemlerinin sığır, domuz ve tavuk etlerinde oluşan PAH'lar üzerine etkisini araştırmışlardır. Örneklerde oluşan Icdp içeriklerinin ortalama 0.21-31.11 µg/kg arasında değiştiği ifade edilmiştir. Pişirme işlemi açısından değerlendirildiğinde; haşlama işlemi uygulanan örnek gruplarının en düşük Icdp içeriğine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Et çeşidi açısından değerlendirildiğinde ise domuz etinin en yüksek Icdp içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

İnce bağırsak çeşidixhayvansal yağ çeşidi interaksiyonu sonucu örneklerin PAH bileşiklerine ait ortalama konsantrasyonlar Çizelge 4.15'de verilmiştir. Danaxiç yağı interaksiyonunda BkF, kuzuxkabuk (et) yağı interaksiyonunda BkF ve IcdP, kuzuxkuyruk yağı interaksiyonunda ise BkF ve DahA bileşikleri tayin edilememiştir. Kuzuxkuyruk yağı interaksiyonunda ise IcdP bileşiği tespit edilememiştir.

Çizelge 4.15. Dana ve kuzu ince bağırsağından farklı hayvansal yağlarla üretilen kokoreç örneklerine ait bazı PAH bileşiklerinin konsantrasyonları (µg/kg)

Örnekler	PAH Bileşikleri							
	BaA	**Chry**	**BbF**	**BkF**	**BaP**	**DahA**	**BghiP**	**Icdp**
Dana-İç yağı	1.35±0.31	1.63±0.38	1.33±0.31	nq	1.84±0.42	0.46±0.11	1.80±0.42	0.71±0.16
Dana-Kabuk yağı	3.99±0.20	4.65±0.84	3.92±0.24	2.43±0.22	6.15±0.17	2.34±0.07	5.45±0.58	1.18±0.27
Dana-Kuyruk yağı	4.86±0.29	5.60±0.79	5.37±0.24	2.83±0.22	7.73±0.79	3.25±0.50	6.81±0.25	3.66±1.59
Kuzu-İç yağı	1.77±0.10	2.15±0.01	1.77±0.04	0.91±0.17	2.44±0.23	0.83±0.23	1.44±0.14	0.40±0.17
Kuzu-Kabuk/et yağı	1.04±0.08	1.33±0.09	1.13±0.19	nq	1.45±0.35	0.37±0.16	0.91±0.17	nq
Kuzu-Kuyruk yağı	0.47±0.02	0.56±0.03	0.50±0.04	nq	0.63±0.05	nq	0.47±0.06	nd

nq: not quantified (tayin edilemedi), nd: not detected (tespit edilemedi)

BaA: Benzo[a]antrasen Chry: Krisen BbF: Benzo[b]fluoranthene BkF: Benzo[k]floranten BaP: Benzo[a]piren DahA: Dibenzo[a,h]antrasen BghiP: Benzo[g,h,i]perilen Icdp: İndeno[1,2,3-cd]piren

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada farklı hayvansal yağların ilavesiyle dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen kokoreçlerde oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) konsantrasyonları ve bazı kalite kriterleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular istatistiki analiz test sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre kokoreçlerin kurumadde içeriklerinin % 48.85-63.14, protein içeriklerinin % 19.08-23.82, toplam yağ içeriklerinin % 24.04-40.39, toplam kül içeriklerinin % 0.97-1.48 ve pH değerlerinin 6.92-7.07 arasında değiştiği belirlenmiştir. İlk pişirme işleminden sonra örneklere ait L^* değerlerinin 64.57-72.81, a^* değerlerinin 4.12-6.46, b^* değerlerinin 7.05-9.36 arasında değiştiği gözlenmiştir. Son pişirme işleminden sonra örneklere ait L^* değerlerinin 50.04-57.29, a^* değerlerinin 4.22-5.60, b^* değerlerinin 12.73-16.22 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

En yüksek ortalama kurumadde içeriğinin dana ince bağırsağından üretilen kokoreçlere ait olduğu belirlenmiştir. Kuyruk yağı ilave edilen kokoreçler en yüksek kurumadde içeriğine sahip iken; kabuk (et) yağı ilave edilen kokoreçlerin ortalama kurumadde içeriğinin en düşük olduğu belirlenmiştir.

Kuzu kokoreçlerinin ortalama protein içeriğinin dana kokoreçlerinkine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Farklı hayvansal yağ çeşidi ilavesinin örneklerin protein içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemsiz ($p<0.05$) bulunmuştur.

Örneklerin toplam yağ içeriğine bakıldığında en yüksek ortalama toplam yağ içeriğini dana kokoreçler sergilemiştir. Kuyruk yağı ve iç yağı ilavesiyle üretilen kokoreçlerin ortalama toplam yağ içeriği; kabuk (et) yağı içeren kokoreçlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Dana kokoreçlerinin ortalama toplam kül içeriğinin kuzu kokoreçlerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kabuk (et) yağı ilavesiyle üretilen kokoreçlerin en yüksek ortalama toplam kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kabuk (et) yağı ilavesiyle üretilen kuzu kokoreçlerin ise en yüksek ortalama toplam kül içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Uygulanan muamelelerin (bağırsak çeşidi ve farklı hayvansal yağ kullanılması) örneklerin pH değerleri üzerine istatistiki açıdan önemli bir etki oluşturmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Ön pişirme ve son pişirme işleminden sonra yapılan renk ölçümlerine göre uygulanan muamelelerin (ince bağırsak çeşidi ve farklı hayvansal yağ ilavesi) ve muamele interaksiyonlarının, kokoreçlerin renk parametreleri üzerine istatistiki açıdan önemli bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Örneklerin toplam PAH8 içeriklerinin 3.07-40.11 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dana kokoreçlerin, kuzu kokoreçlere göre daha fazla ortalama toplam PAH içerdiği gözlenmiştir. Kuyruk yağının; iç yağı çeşidine göre ortalama toplam PAH içeriğini artırdığı belirlenmiştir. En düşük ortalama toplam PAH8 içeriği, iç yağının kullanıldığı kokoreçlerde gözlenmiştir. En yüksek (40.11 µg/kg) ortalama toplam PAH8 içeriği, kuyruk yağı ilavesiyle üretilen dana kokoreçlerinde belirlenirken; en düşük (3.07 µg/kg) ortalama toplam PAH8 içeriği ise kuzuxkuyruk yağından üretilen kokoreçlerde tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada; farklı hayvansal yağların ilavesiyle dana ve kuzu ince bağırsaklarından üretilen ve tüketime hazır kokoreçlerde oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) konsantrasyonlarının belirlenmesi en önemli amacımızı oluşturmuştur.

Ülkemizde kokoreç genelde sokakta satılan ve ayaküstü tüketilen bir yiyecektir. Pişirildikten sonra tüketicilerin talebine bağlı olarak baharatlı veya baharatsız bir şekilde fastfood tipinde tüketilmektedir. Kokoreç üretiminde genellikle süt kuzusundan elde edilen ince bağırsakların kullanımı tercih edilmektedir. Fakat bu amaçla zaman zaman dana ince bağırsakları da kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen verilere göre tüketime hazır kokoreçlerde polisiklik aromatik hidrokarbonların oluştuğu tespit edilmiştir. Bu karsinojenik ve/veya mutajenik bileşikleri (PAH) içerdiği için, kokoreç riskli gıdalar grubunda yer almaktadır. Toplam PAH miktarının dana kokoreçlere göre daha düşük düzeyde olması sebebiyle kuzu bağırsaklarından üretilmesi ve tüketicilerin de kuzu kokoreçlerini tüketmesini önerebiliriz. Günümüzde kuzu kokoreçleri standart olarak iç yağlarının ilavesiyle hazırlanmaktadır. Ancak iç yağı ilavesiyle hazırlanan kuzu kokoreçlerinin toplam PAH içeriğinin kuyruk yağı ilavesiyle hazırlanan kuzu kokoreçlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla kuzu kokoreçlerinin iç yağ yerine kuyruk yağı ilavesiyle hazırlanması toplam PAH miktarının azalmasını sağlayacaktır. Bu durum

tüketici sağlığı açısından büyük önem arzetmektedir. Diğer yandan kuzu kokoreçlerinin protein içeriklerinin dana kokoreçlerine göre daha yüksek olması da besleyicilik değerinin daha yüksek olacağının çok önemli bir göstergesidir. Dana kokoreçlerinin üretimi ve tüketimi sözkonusu olduğunda; kabuk (et) yağı veya kuyruk yağı ilavesinin toplam PAH miktarını iç yağına göre daha da fazla artırdığı gözlenmiştir. Bu nedenle geleneksel olarak dana kokoreci üretiminde ise; standart olarak iç yağının kullanımını önerebiliriz.

Dünyada ve ülkemizde kokoreç ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı düzeydedir. Kokorecin üretim ve tüketiminde gıda güvenliği ile ilgili herhangi bir risk teşkil etmemesi, ürün ile ilgili mevzuat çalışmalarına ışık tutabilmek ve geleneksel olan bu lezzetimizin daha geniş tüketici kitlelerine ulaşmasını sağlamak için kokoreçlerde oluşabilecek kimyasal ve biyolojik tehditleri minimize etmek/ortadan kaldırmak üzere konu ile ilgili daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aaslyng, M.D., Duedhal-Olesen, L., Jensen, K., Meinert, L., 2013, Content of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in pork, beef and chicken barbecued at home by Danish consumers, *Meat Science*, 93, 85-91.

Akcha, F., Burgeot, T., Narbonne, J.F., Garrigues, P., 2003, PAHs: An Ecotoxicological Perspective. Metabolic Activation of PAHs: Role of DNA Adduct Formation in Induced Carcinogenesis, Ed: P.E.T Douben Wiley, p. 65–79.

Aksakoğlu, G., Ellidokuz, H., 1996, Bulaşıcı Hastalıklarla Savaş İlkeleri, *Açılım Yayıncılık*, İzmir, 87–88.

Anar, Ş., 2012, Et ve Et Ürünleri Teknolojisi, *Dora Yayıncılık*, Bursa, 432 s.

Anonim, 1991, Sakakat Hazırlama Kuralları -Yenilebilir Sakatat No: 8834, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Anonim, 2015a, Kokoreç [online], http://www.nisanyansozluk.com/?k=kokore %C3%A7&lnk=1, [Ziyaret Tarihi: 31 Mayıs 2015].

Anonim, 2015b, Kokoretsi [online], http://en.wikipedia.org/wiki/Kokoretsi, [Ziyaret Tarihi: 31 Mayıs 2015].

Anonim, 2015c, Türk Dil Kurumu [online], Ankara, http://www.tdk.org.tr/index. php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.556b619bbda1f6.42908087, [Ziyaret Tarihi: 31 Mayıs 2015].

Anonim, 2015d, Kokoreç [online], http://tr.wikipedia.org/wiki/Kokore%C3%A7, [Ziyaret Tarihi: 31 Mayıs 2015].

Anonymous, 1985, Oil in the Sea-inputs, Fates, and Effects, National Academy of Sciences, *National Academy Press*, Washington, D.C.

Anonymous, 1995, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), *Department of Health and Human Services*, Atlanta, USA.

Anonymous, 1998, Environmental Health Criteria 202, Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons, IPCS, *International Programme on Chemical Safety*, World Health Organisation (WHO), Geneva.

Anonymous, 1999, Compendium Method TO-13A, *Environmental Protection Agency* (*EPA*), Cincinnati, OH, USA.

Anonymous, 2008, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on polycyclic aromatic hyrdocarbons in food, *European Food Safety Authority (EFSA)*, 724, 1-114.

Anonymous, 2015a, WHO Global Strategy For Food Safety, *Food Safety Department World Health Organization*, Geneva, 2002, 7–9.

Anonymous, 2015b, Food Safety, http://www.who.int/foodsafety/en/, [Ziyaret Tarihi: 30 Mayıs 2015].

Anonymous, 2015c, WHO Global Strategy For Food Safety, *Food Safety Department World Health Organization*. Geneva, 2002, 7–9.

Anyango-Onyango, A., Lalah, J., 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 Kinsumi City, Kenya, Polycyclic Aromatic Compounds, 32, 5, 656-668.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC Int. (17th ed.). AOAC Int. Suite 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland 20877-2417 USA.

Ayaz, A., Yurttagül, M., 2012, Besinlerdeki Toksik Öğeler - II, *Sağlık Bakanlığı* No: 727, ISBN : 978-975-590-243-2, Ankara.

Aygün, S.F., Özcimder, M., 1996, A comparison of normal (-CN) and reversed (C–18) phase chromatographic behaviour of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Turkish Journal of Chemistry*, 20, 269–275.

Bartos, T., Cupr, P., Klánová, J., Holoubek, I., 2009, Which compounds contributed most to elevated airborne exposure and corresponding health risks in the Western Balkans, *Environment International*, 35, 1066–1071.

Bilgin B, Makarnacı N, Yılmaz İ., 2008, Çig ve farklı metotlarla pisirilen kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 573-576 Erzurum.

Bjorseth, A., Ramdahl, T., 1985, Handbook of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Vol 2: Emission Sources and Recent Progress in Analytical Chemistry Science, *Marcel Dekker Inc*., New York, USA.

Busby, W.F., Stevens, E.K., Martin C.N., Chow, F.L., Garner, R.C., 1989, Comparative lung tumorigenicity of parent and mononitro-polynuclear aromatic hydrocarbons in the BLU: Ha newborn mouse assay, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 99, 555–563.

Cerniglia, C.E., 1981, Aromatic hydrocarbons: Metabolism by bacteria, fungi, and algae, In: Hodgson, E., Bend, J.R. and Philpot, R.M. (ed.), Reviews in Biochemical Toxicology, *Elsevier/North Holland Publishing Co.*, New York.

Cerniglia, C.E., 1984, Microbial transformation of aromatic hydrocarbons. In: Atlas, R. M. (ed.), Petroleum Microbiology, *Macmillan Publishing Co.*, 99-128.

Chen, S., C., Liao, C., M., 2006, Health risk assesment on human exposed to environmental polycyclic aromatic hydrocarbons pollution sources, *Science of the Total Environment*, 366 112–123.

Chung, S.Y., Yettella, R.R., Kim, J.S., Kwon, K., Kim, M.C., Min, D.B., 2011, Effects of grilling and roasting on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in beef and pork, *Food Chemistry*, 129 1420-1426.

Ciğerim N., 1994, Toplu Beslenme Sistemlerinde Hijyen, *Kök Yayıncılık*, 13-15, Ankara.

Çömlekoğlu Ü., Mazmancı B, Arpacı A., 2000, Pestisidlerin kronik etkisine maruz kalan tarım işçilerinde eritrosit süperoksit dismutaz ve katalaz aktiviteleri, *Türk Biyokimya Dergisi*, 24 483–488.

D'Ilio S., Petrucci F., D'Amato M., Di Gregorio M., Senofonte O., Violante N., 2008, Method validation for determination of cadmium and lead in offal by means of quadrupole ınductively coupled plasma mass spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 56 24 11584-11588.

Dabestani, R., Ivanov, I.N., 1999, A complication of physical, spectroscopic and photophysical properties of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Photochemistry and Photobiology*, 70 10-34.

Danyi, S., Bose, F., Brasseur, C., Schneider, Y.J., Larondelle, Y., Pussemier, L., 2009, Analysis of EU priority polycyclic aromatic hydrocarbons in food supplements using high performance liquid chromatography coupled to an ultraviolet, diode array or fluorescence detector, *Analytica Chimica Acta*, 633 293–699.

Davies, J.I. ve Evans, W.C., 1964, Oxidation metabolism of naphthalene by soil pseudomonad: The ring-fission mechanism, *Journal of Biochemistry*, 91 251-261.

Dijinovic, J., Popovic, A., Jira, W., 2008a, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia, *Meat Science*, 80 449-456.

Dijinovic, J., Popovic, A., Jira, W., 2008b, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in traditional smoked beef and pork ham from Serbia, *European Food Research Technology*, 227 1191-1198.

Douben, P.E.T., 2003, PAHs: An Ecotoxicological Perspective, Introduction. 1–6, *Ed: P.E.T Douben Wiley*, EPA.

Erdoğrul, Ö. ve Ergün, Ö., 2005, Kahramanmaraş piyasasında tüketilen sucukların bazı fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri, *İ.Ü. Vet. Fak. Dergisi*, 31 1 55-65.

Erkmen, O., 2010, Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53, 220-235.

Esrafili, A., Yamini, Y., Ghambarian, M., Moradi , M., 2011, Dynamic three-phase hollow fiber microextraction based on two immiscible organic solvents with automated movement of the acceptor phase, *Journal of Separation Science*, 34 98–106.

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

Feriello, D.A., Mylroie, J.R., Gibson, D.T., Rogers, J.E. ve Chakrabarty, A.M., 1976, XYL a nonconjugative xylene degradative plasmid in Pseudomonas Pxy., *Journal of Bacterial*., 127 1217-1224.

Ferrarese, E., Andreottola, G., Oprea, I.A., 2008, Remediation of PAH contaminated sediments by chemical oxidation, *Journal of Hazardous Materials*, 152, 128–39.

Garban, B., Blanchoud, H., Motelay-Massei, A., Chevreuil, M., Ollivon, D., 2002, Atmospheric bulk deposition of PAH's onto France: Trends from urban to remote sites, *Atmospheric Environment*, 36, 5395– 5403.

Gibson, D.T., 1968, Microbial degradation of aromatic compounds, *Science*, 161, 1093-1097.

Giray, H., Soysal, A., 2007, Türkiye'de Gıda Güvenliği, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*.

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 2001, Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. *Atatürk Üniv.Ziraat Fak* Yayın No:751, Ders Kitapları Serisi No:69, Erzurum.

Güler Ç, Çobanoğlu Z., 1994, Besin Kirliliği, Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, s 12–17, Ankara.

Hitzel, A., Pöhlmann, M., Schwagele, F., Speer, K. and Jira, W., 2013, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in meat products smoked with different types of wood and smoking spices, *Food Chemistry* 15, 139, 1-4, 955-962.

Hsieh, M.M., Kuo, Y.C., Tsai, P.L., Chang, H.T., 2001, Optimizing separation conditions for polycyclic aromatic hydrocarbons in micellar electrokinetic chromatography, *Journal of Chromatography A*, 924 397–405.

Hunt, M.C., Acton, J. C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah, L.E., Olson, D.P., Salm, C.P., Savell, J.W., and Shivas, S.D., 1991, Guidelines for meat color evaluation, *American Meat Science. Association. and Natonal. Live Stock and Meat Board*.

Imaida, K., Uneyama, C., Ogasawara, H., Hayashi, S., Fukuhara, K., Miyata, N., Takahashi, M., 1992, Induction of colon adenocarcinomas in CD rats and lung adenomas in ICR mice by 6-nitrochrysene: comparison of carcinogenicity and aryl hydrocarbon hydroxylase induction in the target organs of each species, *Cancer Research*, 52 1542–1545.

Janini, G.M., Muschik, G.M., Schroer, J.A., and Zielinski, W.L., 1976, Gas-liquid chromatographic evaluation and gas-chromatography/mass spectrometric application of new high-temperature liquid crystal stationary phases for polycyclic aromatic hydrocarbon separations, *Analytical Chemistry*, 48 1879–1883.

Janoszka, B., 2011, HPLC-fluorescence analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in pork meat and its gravy fried without additives and presence of onion and garlic, *Food Chemistry*, 126 1344-1353.

Jerina, D.M., Selander, H., Yagi, H., Wells, M.C., Davey, J.F., Mahadevan, V. ve Gibson, D.T., 1976, Dihydrodiols from anthracene and phenanthrene, *Journal of the American Chemical Society*, 98 5988-5996.

.

Jira, W., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons in German smoked meat products, *European Food Research Technology*, 230 447-455.

Kaba, N., Corapcı, B. and Eryaşar, K., 2013, Production of Kokoreç from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) and determination of shelf life, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 2 09-15.

Kanemitsu, H., Fukuda, M. ve Yano, K., 1980, Plasmid-borne biodegradation of toluene and ethylbenzene in a pseudomonad, *Journal of Fermentation Technology*., 58 175-181.

Kaplan, O., Kaya, G., Özcan, C., İnce, M., Yaman, M., 2009, Acrylamide concentrations in grilled foodstuffs of Turkish kitchen by high performance liquid chromatography-mass spectrometry, *Microchemical Journal*, 93 173–179.

Kara, R., Aslan, S., Yaman, H. And Akkaya, L., 2013, Afyonkarahisar'da tüketime sunulan kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, *Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi,* 6 1 7-10.

Karakaya, M. 2013, Et ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, *Basılmamış Ders Notları*, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Kılıç, B. 2009, Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine, LWT - *Food Science. and Technology*, 42 1581–1589.

Kiyohara, H., Nagao, K. ve Nomi, R., 1976, Degradation of phenanthrene through o-phthalate by an Aeromonas sp, *Agricultural and Biological Chemistry*, 40 1075-1081.

Leahy, J.G. ve Covell, R.R., 1990, Microbial degradation of hydrocarbons in the environment, *Microbiology Review*, 54 305- 315.

Lee, S.C., Ho, K.F., Chan, L.Y., Zielinska, B., Chow, J.C., 2001, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and carbonyl compounds in urban atmosphere of Hong Kong, *Atmospheric Environment*, 35 5949– 5960.

Liang, H-D., Han, D-M., Yan, X-P., 2006, Cigarette filter as sorbent for on-line coupling of solid-phase extraction to high-performance liquid chromatography for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in water, *Journal of Chromatography A*, 1103 9−14.

Liu, Y., Chen, L., Tang, Y., Huang, Q., Zhao, J., 2007, Determination of trace polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of Huangpu river using high performance liquid chromatography, *Chinese Journal of Chromatography*, 25 356–361.

Lorenzo, J.M., Purrinos, L., Fontan, M.C.G., Franco, D., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in two Spanish traditional smoked sausage varieties: 'Androlla' and 'Botillo', *Meat Science*, 86 660-664.

Lorenzo, J.M., Purrinos, L., Bermudez, R., Cobas, N., Figueiredo, M., Fontan, M.C.G., 2011, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in two Spanish traditional smoked sausage varieties: 'Chorizo gallego' and 'Chorizo de cebolla', *Meat Science*, 89 105-109.

Luch, A. 2005, Carcinogenic effects polycyclic aromatic hydrocarbons, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon- Induced Carcinogenesis, *Imperial College Pres*s, 1-18, USA.

Luch, A., Baird, W.M., 2005, Carcinogenic effects polycyclic aromatic hydrocarbons. Metabolic Activation and Detoxification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, *Imperial College Press* p 19–96, USA.

Makarnacı, N., 2003, Kokoreçlerin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enst*itüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

Marcè R.M., Borrull, F., 2000, Solid phase extraction of polycyclic aromatic compounds, *Journal of Chromatography A*, 885273–290.

Martinez, E., Gros, M., Lacorte ,S., Barcelo, D., 2004, Simplified procedures for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in water, sediments and mussels, *Journal of Chromatography A*, 1047 181–188.

Martorell, I., Perelló, G., Martí-Cid, R., Castell, V., Juan M. Llobet, J.M., Domingo, J.L., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: Temporal trend, *Environment International*, 36 424–432.

Melwanki, M.B., Huang, S-D., 2006, Extraction of hydroxyaromatic compounds in river water by liquid–liquid–liquid microextraction with automated movement of the acceptor and the donor phase, *Journal of Separation Science*, 29 2078–2084.

Moret, S., Purcaro, G., Conte, S.L., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) levels in propolis and propolis-based dietary supplements from the Italian market, *Food Chemistry*, 122 333–338.

Naegeli, H. Geacintov, N.E., 2005, Carcinogenic Effects Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Mechanisms of Repair of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Induced DNA Damage, *Imperial College Pres*s, USA, 211–258.

Nieva-Cano, M.J., Rubio-Barosso, S., Santos-Delgado, M.J., 2001, Determination of PAH in food samples by HPLC with fluorimetric detection following sonication extraction without sample clean-up, *Analyst*, 126 1326−1331.

Olatunji, O.S, Fatoki, O.S., Opeolu, B.O., Ximba, B.J., 2014, Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons [PAHs] in processed meat products using gas chromatography – Flame ionization detector, *Food Chemistry*, 156 296-300.

Öztan A., 2005, Et Bilimi ve Teknolojisi, *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, Yayın No:1, 78–81, Ankara.

Pearson, A. M., and Dutson, T.R., 1990, Meat and Health, *Elsevier Science Publ.*, New York, 1-18.

Perry, R., Baek, S.O., Field, R.A., Goldstone, M.E., Kirk, P.W., Lester, J.N., 1991, A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate and behavior. water, air and soil pollution, *Water, Air, and Soil Pollution*, 60 279–300.

Phillips, DH., 1999, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet, *Mutation Research*, 443 139–147.

Platt, K.L., Pfeiffer, E., Petrovic, P., Friesel, H., Beermann, D., Hecker, E., Oesch, F., 1990, Comparative tumorigenicity of picene and dibenz[a,h]anthracene in the Mouse, *Carcinogenesis*, 11 1721–1726.

Pöhlmann, M., Hitzel, A., Schwagele, F., Speer, K., Jira, W., 2012, Contents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in Frankfurter-type sausages depending on smoking conditions using glow smoke, *Meat Science*, 90 176-184.

Pöhlmann, M., Hitzel, A., Schwagele, F., Speer, K. and Jira, W., 2013, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in smoked Frankfurter-

type sausages depending on type of casing and fat content, *Food Control*, 31 1 136–144.

Radecki, A., Lamparczyk, H., Kaliszan, R., 1979, A relationship between the retention indices on nematic and isotropic phases and the shape of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Chromatographia*, 12 595–599.

Rahman, U., Sahar, A., Khan, M.I., Nadeem, M., 2014, Production of heterocyclic aromatic amines in meat: Chemistry, health risks and inhibition. A review, LWT - *Food Science and Technology*, 59 1 229–233.

Ratola, N., Alvesa, A., Kalogerakisb, N., Psillakis, E., 2008, Hollow-fibre liquid-phase microextraction: A simple and fast cleanup step used for PAHs determination in pine needles, *Analytica Chimica Acta*, 618 70–78.

Re N-Poppi, N., Santiago-Silva, M., 2005, Polycyclic aromatic hydrocarbons and other selected organic compounds in ambient air of Campo Grande city, Brazil. *Atmospheric Environment*, 39 2839–2850.

Reinik, M., Tamme, T., Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T., Kııs, A., 2007, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in meat products and estimated PAH intake by children and general population in Estonia, *Food Additives and Contaminants*, 24 4 429-437.

Rice, J.M., Ward, J.M., 1982, Age dependence of susceptibility to carcinogenesis in the nervous system, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 381 274–289.

Roseiro, L.C., Gomes, A., Santos, C., 2011, Influence of processing in the prevalence of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Portuguese traditional meat product, *Food and Chemical Toxicology*, 49 1340-1345.

Roseiro, L.C., Gomes, A., Patarata, L., Santos, C., 2012, Comparative survey of PAHs incidence in Portuguese traditional meat and blood sausages, *Food and Chemical Toxicology*, 50 1891-1896.

Saleh, A., Yamini, Y., Faraji, M., Rezaee, M., Ghambarian, M., 2009, Ultrasound-assisted emulsification microextraction method based on applying low density organic solvents followed by gas chromatography analysis for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in water samples, *Journal of Chromatography A*, 1216 6673–6679.

Sander, L.C., Wise, S.A., 1997, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Structure Index, *United States Department of Commerce Technology Administration National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication* 922, USA.

Santos, C., Gomes, A., Roseiro, L.C., 2011, Polycyclic aromatic hydrocarbons incidence in Portuguese traditional smoked meat products, *Food and Chemical Toxicology*, 49 2343-2347.

Sarıgöl, C., 1978, Elazığ Yöresi Halk Tipi Kavurmalarla Kutu Konservesi Kavurmalarda Teknolojik, Mikrobiyolojik, Kimyasal Araştırmalar, Doçentlik Tezi, *F. Ü. Vet. Fak*. Besin Kontrolü ve Hayvansal Gıdalar Tek. Kürsüsü, Elazığ.

Serpe, F.P., Esposito, M., Gallo, P., Serpe, L., 2010, Optimisation and validation of an HPLC method for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mussels. *Food Chemistry*, 122 920–925.

Shiaris, M.P., 1989, Seasonal biotransformation of naphthlene, phenanthrene, and benzo[a]pyrene in surficial estuarine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 55 1391-1899.

Smith, C.J., Grainger, J., Patterson, D.G., 1998, Separation of polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites by ע-cyclodextrin-modified micellar electrokinetic chromatography withlaser-induced fluorescence detection, *Journal of Chromatography A*, 803 241–247.

Snedecor, G. W. ve Cochran, W. G., 1980. Statistical Methods. SXVI-507, *The Iowa State University, Press,* Amer, lowa, USA.

Soyka, L.F., 1980, Hepatic drug metabolizing enzyme activity and tumorigenesis in mice following perinatal exposure to benzo[a]pyrene, *Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*, 1 85–96.

Stołyhwo, A., Sikorski, Z.E., 2005,Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review, *Food Chemistry*, 91 303–311.

Szterk, A., 2015, 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*, 40 39–46.

Tayar, M., 2010, Gıda Güvenliği, *T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını*, İstanbul, 360 s.

Temelli, S., Saltan Evrensel S., Anar, Ş., ve Tayar, M., 2002, Bursa'da tüketilen kokoreçlerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi,* 28 2 467-473.

Terzi, G., Çelik, T.H., Nisbet, C., 2008, Determination of benzo[a]pyrene in Turkish döner kebab samples cooked with charcoal org as fire, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 47 187-193.

Tsai, P.J., Shieh, H.Y., Lee, W.J., Lai, S.O., 2002, Characterization of PAHs in the atmosphere of carbon black manufacturing workplaces, *Journal of Hazardous Materials*

Türker, S., 1997. Hayvansal Gıdalarda Kalite Kontrolü, *Tamer Matbaacılık*, Ankara.

Ünal, P., Bayhan, A., 1993, Gıdalarda bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlar, *Gıda*, 18, 4 273-277.

Vardar, N., Tasdemir, Y., Odabası, M., Noll, K., 2004, Characterization of atmospheric concentrations and partitioning of pahs in the chicago atmosphere, *Science of the Total Environment*, 327 163–174.

Varnamkhasti, A.K, Eghtesadi-Araghi, P., Negarestan, H., Ranaci-Siadat, O., Maghsoudlou, A., 2008, The role of three dimensional geometric descriptors of selected PAHs on ınducing mortality in juvenile angel fish (Pterophyllum scalare), *Journal of Biological Sciences*, 8 314–320.

Vesselinovitch, S.C., Kandala D.R., Mihailovich N., 1975, Neoplastic response of mouse tissues during perinatal age periods and its significance in chemical carcinogenesis, *Journal of the National Cancer Institute Monograph*, 51 230–250.

Wang, X.Y., Li, Q.B., Luo, Y.M., Ding, Q., Xi, L.M., Ma, J.M., Li, Y., Liu, Y.P., Cheng, C.L., 2010, Characteristics and sources of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Shanghai, China, *Environmental Monitoring and Assessment*, 165 295–305.

Wcisło, E., 1998, Soil contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Poland - a review, *Polish Journal of Environmental Studies*, 7, 267–272.

Wenzl, T., Simon, R., Anklam, E., Kleiner, J., 2006, Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union, *Trends in Analytical Chemistry*, 25 716- 725.

Wise, S.A., Bonnett, W.J., Guenther, F.R., May, W.E., 1981, A relationship between reversed phase C18 liquid chromatographic retention and the shape of polycyclic aromatic hydrocarbons, *Journal of Chromatographic Science*, 19 457–465.

Wretling, S., Eriksson, A., Eskhult, G.A., Larsson, B., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Swedish smoked meat and fish, *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 264-272.

Yano, K. ve Nishi, T., 1980, pKJ1 a naturally occurring conjugative plasmid coding for toluene degradation and resistance to streptomycin and sulfonate. *Journal of Bacteriology*, 145 552-560.

Yıldırım, Y., 1978, Et ve beslenmemizdeki önemi, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 1 1 30-45.

Yıldırım, Y., 1986, Et Endüstrisi, 4. Baskı, Kozan Ofset, Ankara, 38-348.

Zhang, H., Xue, M., Dai, Z., 2010, Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in aquatic products by HPLC-fluorescence. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 469–474.

Zhang, J.L.G., Li, X.D., Qi, S.H., Liu, G.Q., Peng, X.Z., 2006, Source seasonality of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in subtropical city, Guangzhou, South China, *Science of the Total Environment*, 355 145–155.

Zhang, P., Song, J., Yuan, H., 2009, Persistent organic pollutant residues in the sediments and mollusks from the Bohai Sea coastal areas, North China: an overview, *Environment International*, 35 632–646.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali Samet BABAOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara 23/11/1989
Telefon : 05056333961
Faks :
e-mail : asmtbb@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Aktepe Lisesi Keçiören-ANKARA	2007
Üniversite	:	Ankara Üniversitesi ANKARA	2012
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi KONYA	-
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2013-	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2012-2013	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

1. Babaoğlu, A.S., Karakaya, M., 2015, Gıda Güvenliği Açısından Kokoreç, 2. *İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi*, 1, 390 (Yüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir).

2. Poçan, H.B., Babaoğlu, A.S., Ünal, K. ve Karakaya, M., 2015, Determination of Physicochemical and Textural Properties of Different Types of Sucuk Offered for Commercial Sale, *Journal of New Results in Engineering and Natural Science*, 4 1-10.

3. Ünal, K., Babaoğlu, A.S. and Karakaya, M., 2014. Effect of Oregano, Sage and Rosemary Essential Oils on Lipid Oxidation and Color Properties of Minced Beef During Refrigerated Storage, *Journal of Essential Oil Bearing Plants 17, 5, 797 - 805.*

4. Babaoğlu, A.S. ve Karakaya, M., 2014, Ankara Çubuk yöresinde üretilen hıyar turşularının bazı fizikokimyasal özellikleri ve duyusal kalite karakteristikleri, *Analiz 35 Dergisi*, 36-41.

5. Babaoğlu, A.S. ve Karakaya, M., 2014, Çubuk Turşusu, *4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan 2014*, Adana.

6. Babaoğlu, A.S., Ünal, K. ve Karakaya, M., 2014, Ticari olarak satışa sunulan farklı tip sucukların tekstürel özelliklerinin belirlenmesi, *3. Et Ürünleri Çalıştayı Bildiri Kitabı,* 73s.

7. Ünal, K., Babaoğlu, A.S. ve Karakaya, M., 2014, Et ve et ürünlerinde nitrat ve nitrit kullanımı, *3. Et Ürünleri Çalıştayı Bildiri Kitabı,* 72s.

8. Poçan, H.B., Ünal, K., Babaoğlu, A.S., ve Karakaya, M., 2014, Ticari olarak satışa sunulan fermente ve ısıl işlem görmüş sucukların bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, *3. Et Ürünleri Çalıştayı Bildiri Kitabı,* 64s.

9. Alp, H., Babaoğlu, A.S., Ünal, K. ve Karakaya, M., 2014, Ticari olarak satışa sunulan sığır ve tavuk sosislerinin tekstürel ve diğer özelliklerinin belirlenmesi, *3. Et Ürünleri Çalıştayı Bildiri Kitabı,* 63s.

10. Babaoğlu, A.S., Ünal, K. ve Karakaya, M., 2014, İleri işlenmiş et ürünlerinde kullanılan katkı maddeleri, *Gıda Katkı Maddeleri Kataloğu*, 72-77.

11. Karakaya, M., Ünal, K., Bayrak, E. ve Babaoğlu, A.S., 2014, Balıkçılık Yan Ürünlerinden Jelatin Üretimi, Gıda Teknolojisi Dergisi, 18 6 75-80.

12.Babaoğlu, A.S., Turgay, Ö. ve Esen, Y., 2013, Production process of Koz Halvah and determination of total phenolic content and antioxidant activity, *The 2nd Internetional Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Macedonia, 615s.

13. Babaoğlu, A.S. ve Turgay, Ö., 2013. Produciton process of Höşmerim, a traditional dessert of Ankara, *The 2nd Internetional Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Macedonia, 616s.

14. Babaoğlu, A.S., Turgay, Ö. ve Esen, Y., 2013, Production process and some properties of Kül Çöreği, *The 2nd Internetional Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Macedonia, 227s.

15. Turgay, Ö. ve Babaoğlu, A.S., 2013, Production process and some properties of Tarhana produced in Kastamonu, *The 2nd Internetional Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Macedonia, 226s.