



ET VE ET ÜRÜNLERİNDE TÜR TAYİNİNDE KULLANILAN BAZI KROMATOĞRAFİK YÖNTEMLER

Derya ARAÇ* Harun DIRAMAN Senem GÜNER

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş tarihi: 19 Mayıs 2022

Düzeltilme tarihi: 20 Haziran 2022

Kabul tarihi: 22 Haziran 2022

Anahtar Kelimeler:

Et ve Et Ürünleri, Taklit, Tağşış, Kromatografi

ÖZET

Ülkemizde et ve et ürünleri katma değerli gıdalar içerisinde yer almaktadır. Bundan dolayı et işleme ve ürüne dönüştürme süreçleri maliyetlidir. Bazı işletmeler tarafından değeri yüksek gıda ürünleri içerisinde daha ucuz ikame maddeleri katkılanarak daha fazla kâr elde etme ve ürün maliyetini düşürmek amacıyla taklit-tağşış vb çeşitli hilelere başvurulmaktadır. Domuz eti veya kanatlı etlerinin sığır etine göre daha ucuz olması sebebiyle genellikle kırmızı etten yapılan ürünlerin içerisinde karıştırılarak yasa dışı üretim gerçekleştirilmektedir. Müslüman ve Yahudi tüketicilerin dini inançları gereği domuz eti ve türevlerine karşı diyet kısıtlamaları vardır. Buna ek olarak et ürünlerinde yapılan taklit ve tağşışler bazı alerjik hastalıkları olan tüketicilerin sağlığını da olumsuz etkileyebilmektedir. Ancak, et endüstrisindeki gıda tahrifatının son yıllarda dünya genelinde daha da artış gösterdiği bildirilmektedir. Et ürünlerinde tür belirleme yöntemleri ve taklit-tağşış gibi hileleri tespit etme metotları da uzmanlık ve teknik donanım gerektirmektedir. Bu derleme çalışmasında et ve et ürünlerinde kimlik doğrulaması ve taklit-tağşış unsurlarının belirlenmesinde kullanılan kromatografik yöntemler ele alınmıştır.

SOME CHROMATOGRAPHIC METHODS USED FOR SPECIES DETERMINATION IN MEAT AND MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

In this country, meat and meat products are usually considered a value-added food product. Because of this, the processes of processing meat and converting it into a product are costly. Imitation and adulterations are committed by some enterprises in order to get more profit and reduce the cost of products by adding cheaper substitutes to high-value food products. Due to the fact that pork or poultry meat is comparatively cheaper than the beef, it is often mixed in illegal production of the products made from red meat. Muslim and Jewish consumers have dietary restrictions against pork and its derivatives due to their religious beliefs. In addition, imitations and/or adulterations made in meat products may also negatively affect the health of the consumers with certain allergic diseases. However, it is reported that food

Keywords:

Meat and meat products, imitation, adulteration, chromatography

*Sorumlu Yazar: Derya ARAÇ, E-mail: aracderya@outlook.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9883-8340>
Harun DIRAMAN Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7431-7524>
Senem GÜNER Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6697-5535>

adulteration in the meat industry has increased worldwide in recent years, and methods for identifying the species in meat products and the methods for detecting adulterations require high expertise and technical equipment. In this review, the chromatographic methods used to determine imitation, or the species identification in the meat and meat products are discussed.

1.Giriş

Et ürünlerinin etiket beyanı, domuz eti veya at eti ürünlerinin tüketimi konusunda etik veya dini kaygıları olan tüketiciler için ciddi bir sorundur. Daha spesifik olarak, İslam ve Yahudiliğin her ikisi de domuz eti veya domuzun diğer yenilebilir kısımlarını içeren yiyeceklerin tüketimi ile ilgili diyet kısıtlamalarına sahiptir. Bu tür ürünlere Yahudilikte “koşer olmayan” İslam'da ise “haram” denir ve her iki dinde de açıkça yasaklanmıştır. Ayrıca müslüman toplumun bazı kesimleri evcil atlardan elde edilen et veya diğer ürünlerin tüketimini “mekruh” olarak görmekte, bu da mümkünse bu ürünlerden kaçınılması gerektiği anlamına gelmektedir. Yahudilikte de genel olarak at ve at eti ürünlerinin tüketimi koşer değildir (Bergen ve ark., 2013; Fadz-lillah ve ark., 2011).

Et ve et ürünlerinin özgünlük sorunları; tür tespiti, coğrafik orijin, bildirilmemiş hayvansal bileşenler, bildirilmemiş içerik oranı, taze/çözölmüş et, yabani/çiftlik hayvanlarından elde edilen et, kayıt dışı bitki/süt katkı maddeleri ve ekolojik olmayan/ekolojik sebepler olarak sıralanmıştır (Montowska ve Pospiech 2010). Et ve et ürünlerinde taklit, tağşış, hile unsurlarının tespit edilebilmesi için; cinsiyet hormonlarının tanımlanması, et kesim yöntemleri, ırk belirleme, hayvan besleme rejimi, kesim yaşı, veteriner ilaç kalıntıları, coğrafi köken, et ikamesinin tanımlanması, yağ ve protein bileşimleri ve katkı maddelerinin belirlenmesi gerekir (Ballin, 2010). Günümüzde sığır etinin kökenini izlemek için kararlı izotop teknolojisi, DNA teknolojisi,

spektroskopik teknoloji, volatilomik teknoloji, metabolik analiz, mineral element analizi ve yağ asidi analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Bai ve ark., 2021).

Gıda analiz yöntemleri geliştirilirken gıdaların karmaşık kimyasal yapıları dikkate alınmaktadır. Genel olarak bir gıdanın bileşiminde karbonhidratlar, proteinler, lipidler, peptitler, aminoasitler, yağ asitleri, organik asitler gibi çok sayıda besleyici ve besleyici olmayan bileşik bulunur. Bu bileşikler küçük organik moleküllerden makromoleküllere kadar kimyasal olarak farklı yapıdadır ve bu bileşiklerden bazıları apolar (örneğin yağ asitleri) bazıları ise polardır (örneğin aminoasitler) (Wong 1989; Aguilera 2005; Belitz ve ark., 2008).

Et ve et ürünleri analizlerinde yaygın olarak kullanılan kromatografik yöntemler; gaz kromatografisi (GC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve kapiler elektroforez (CEP) yöntemleridir. GC; uçucu ve yarı uçucu moleküllerin analizinde, HPLC ise; amino asitler, karbonhidratlar, vitaminler, fenolik bileşikler ve pigmentler gibi bileşiklerin analizinde kullanılır. Et ve et ürünlerinde tür analizi yapılırken kromatografik yöntemler tek başına kullanılabildiği gibi farklı detektörler ile birleştirilerek de analiz yapılabilmektedir (Alikord ve ark., 2018). Bu yöntemlerin dışında metabolik analiz yapılırken de GC-MS ve LC-MS yöntemleri birlikte kullanılır (Zhang ve ark.,2021).

Kromatografik analizlerin en önemli avantajı karmaşık bileşikleri tanımlayabilir ve karışım halindeki örneklerde kolayca ayırım sağlar, kullanımı yaygındır, fakat uzun

süren ekstraksiyon aşamaları ve uzman analist gerektirmesi bu yöntemlerin kullanımını sınırlayan faktörler arasındadır (Zia ve ark.,2020; Santos ve Oliveira 2017).

1.1. Et ve Et Ürünlerinde Taklit-Tağış ve Hileler

İşlenmiş et ürünleri içerisine daha ucuz ikame maddeleri (tek tırnaklı, domuz eti vb.) ilave edilmesinin ilk örneği 13. yüzyılda İtalya'nın Floransa şehrinde görülmüş ve bu durum ilerleyen zaman içerisinde hemen hemen her ülkede karşılaşılan küresel bir sorun haline gelmiştir (Thron, 1949).

Ülkemizde üretilen et ve et ürünleri (çiğ kırmızı et, çiğ kanatlı eti, döner, köfte, pastırma, fermente sucuk, ısıl işlem görmüş sucuk, salam, sosis, kavurma, jambon vb.) Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde belirtilen hazırlanış yöntemlerine göre üretilip piyasaya arz edilmelidir. Ancak bazı işletmeler tarafından daha fazla kâr elde etme amacıyla tebliğe belirtilen hususlar dışında üretim gerçekleştirme veya kimliği belirlenemeyen katkılar ilave edilerek yapılan her türlü taklit- tağış ve hileler tüketicilerin dini inançlarını ve sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tespit edilen taklit ve tağış yapıldığı kesinleşen gıda ürünleri ve üretici firmaları yayınlanarak kamuoyu bilgilendirilmektedir. Et ve et ürünlerinde tespit edilen bazı taklit-tağış ve hileler 2021 yılında yayınlanan listeye göre; çiğ dana kıymada kanatlı eti ve sakat at (kalp, taşlık vb.), baş eti, ısıl işlem görmüş dana sucukta kanatlı eti tespiti, kırmızı etten üretilen fermente sucukta sakatat (baş eti), ısıl işlem görmüş sucukta sakatat (baş eti ve dil tespiti), dana köftede sakatat (baş eti), pişmiş dönerde soya tespiti, çiğ lahmacun harcında deri dokusu

tespiti, kıymalı pide i harcında kanatlı eti tespiti, ısıl işlem görmüş piliç sucukta mekanik ayrılmış kanatlı eti tespiti, ısıl işlem görmüş sucukta domuz eti tespiti, kıymalı pide harcında tek tırnaklı eti ve kanatlı eti tespiti vb.dir (Anonim, 2021).

2. Taklit-Tağış ve Hilelerin Belirlenmesinde Kullanılan Kromatografik Yöntemler

2.1. Gaz Kromatografisi (GC)

Gaz kromatografisi; taşıyıcı gaz, enjektör, kolon, kolon fırını, dedektör, veri işlemcisi olmak üzere 6 kısımdan oluşur (Dettmer ve Engewald 2014). Ayırmanın temeli, genellikle helyum veya nitrojen gibi bir taşıyıcı gaz (hareketli faz) tarafından uzun bir kolon (sabit faz) boyunca hareket ettirilirken farklı bileşenin geciktirilerek birbirinden ayrılmasıdır. Kolon, cam veya seramik boncuklar gibi inert bir paketleme malzemesiyle doldurulmuş çelik veya cam bir tüpten oluşur (Bukhaiti ve ark., 2017). GC dedektör çeşitleri; Alev iyonizasyon dedektörü (FID), Termiyonik dedektör (TD), Fotoiyonizasyon dedektörü (PID), Alev fotometrik dedektörü (FPD), Elektron yakalama dedektörü (ECD), Kızılötesi dedektör (IR), Atomik Emisyon dedektörü (AED) (Gordon, 2013). Gaz kromatografi yöntemi et ve et ürünlerinde yağ asitleri profilinin belirlenmesinde kullanılır. Yapılan bir çalışmaya göre; sığır i yağına farklı oranlarda domuz yağı karıştırılarak hazırlanan karışımlarda genel ve iki yerleşimli yağ asitleri gaz kromatografisi ile tespit edilmiş ve sığır i yağında domuz yağı oranının artmasıyla miristik, palmitoleik ve stearik asit miktarında azalma meydana gelirken, oleik ve linoleik asit oranlarında artış gözlemledikleri bildirilmiştir (Javidipour ve ark.,1999). Başka bir çalışmada ise; koyun, keçi ve sığır etlerini domuz, at, eşek etle-

riyle yağ asitleri bakımından karşılaştırılması yapılmıştır. Bu araştırmaya göre; metil esterleri oluşturulan yağlar gaz kromatografisi kullanılarak yağ asitleri belirlenmiş ve laurik, miristik, pentadekanoik, palmitik, stearik ve araşidik aside tüm türlerde rastlanırken, kaprilik asit ve trikosanik asidin sadece keçi ve domuzda, tridekanoik asidin at, keçi ve koyunda, behenik asidin keçi ve atta, lingoserik asidin ise at, eşek, keçi ve domuzda bulunduğu bildirilmiştir (Turan ve Gürsoy 2008). GC kullanılarak yağ asitlerinin analiz etmek için, esterifikasyon ve transesterifikasyon reaksiyonlarıyla lipidlerin türetilmesi gereklidir. Bu uzun süren örnek hazırlama aşaması yerine, lipidlerin önceden ekstraksiyonuna gerek kalmadan yağ asitlerinin trevlendirilmesini gerçekleştirmek için uzun zaman alan ve yoğun bir çalışma gerektiren boron trifloritli sıcak esterifikasyon yerine, yeni bir yöntem olarak az numune kullanılan metanolik NaOH veya KOH ile hızlı bir şekilde yapılan soğuk esterifikasyon uygulamasıyla daha güvenilir sonuçların alınacağı bildirilmiştir (Figueiredo ve ark., 2016).

2.1. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MC)

Gaz kromatografisi ayırma işlemini gerçekleştirirken, kütle spektrometresi karışım halindeki bileşenlerin iyonik tanımlanmasını sağlar. Gaz kromatografisinde geçen herhangi bir bileşik kütle spektroskopisinde iyonlara dönüştürülür. Bu iki tekniğin birleştirilmesi karmaşık karışımların tüm bileşenlerini tanımlamak için kullanılır. GC-MS, yalnızca klasik dedektörleri (dört kutuplu) değil, aynı zamanda hedef kütle spektrometrelerini (l dört kutuplu) ve doğru kütle araçlarını (dört kutuplu uçuş süresi) kullanan gelişmiş bir teknolojidir (Fiehn 2016; Prashant ve ark., 2011).

Bir çalışmaya göre; domuz yağı profilleri ve diğer hayvansal yağların (sığır, tavuk, keçi) yağ asidi profilleri iki farklı polarite kolonu kullanılarak TOF-MS ile analiz edilmiş ve 18'den fazla karbon atomu içeren dallanmış yağ asitlerinin, domuz yağı varlığı için gösterge olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Indrasti ve ark., 2010).

Et rnlerinde tağşişlerin tespit edilmesinde kullanılan bir diğer yöntem GC-MS ile elektronik burun teknolojisinin birleştirilmesidir. Elektronik burun; gıdalardaki karakteristik uçucu bileşenlerin, elektrokimyasal sinyaller aracılığıyla tanımlanmasını sağlar (Mahmoudi 2009; Wilson ve ark., 2009). Elektronik burun cihazının temel çalışma prensibi; gıda rneği buharı, örnek işleme sistemi, algılama sistemi ve veri analizi kısımlarından oluşur (Ali ve ark., 2020). Elektronik burun et ve et ürünlerinde tağşişlerin belirlenmesi ve helal et tespitinde kullanılır (Swiglo ve Chmielewski 2017).

2.2. GC-MS ile Headspace Analizörü ve Et rnlerinin Aromatik Profili

Headspace katı fazlı mikroekstraksiyon tekniği; çeşitli matrislerden analitleri sıvı veya gaz halindeki bir maddeden ayırarak ztleyen solventsiz bir yöntemdir. Katı faz mikroekstraksiyon yöntemi (SPME), ekstraksiyon süresini kısaltır ve geleneksel gaz kromatografisi ile (GC) birlikte kullanımını yaygındır (Zhang ve Pawliszyn 1993; Steffen ve Pawliszyn 1996). Bir araştırmaya göre; sığır eti, domuz eti ve karışık (%70 sığır eti ve %30 domuz eti) kıyma örneklere gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi kombinasyon halinde headspace katı faz mikroekstraksiyonu ile (HS-SPME/GC-MS) incelenerek et ürünlerindeki domuz eti varlığı araştırılmış ve tanımlanan uçucu bileşiklerden; heptanal,

oktanal, butanol, pentanol, heksanol, oktanol, 1-penten-3-ol, 2-okten-1-ol, 3-hidroksi-2-butanon, ve 2-heptanon bileşiklerinin sığır etinden geldiği, domuz etine özgü bileşiklerin ise; pentanal, heksanal, dekanal, nonanal, benzaldehit, trans-2-heksenal, trans-2-heptenal, trans-2-oktenal ve 1-okten-3-on olarak bulunduğu bildirilmiştir (Cavalli ve ark., 2003). Bir başka çalışmada ise; katı-faz mikroekstraksiyon-gaz kromatografi-kütle spektrometrisi (SPME/GC-MS) ve çok değişkenli veri analizi kullanılarak sığır, tavuk ve yaban domuzu ve bunların karışımlarından yapılan köftelerdeki uçucu bileşikler başarılı bir şekilde tespit edilmiş. Çalışma sonucunda; β -simen, 3-metil-butanal ve 2-pentanolün, tavuk köfteleri arasında ayırt edici uçucular olduğunu, dana köftelerinde en yüksek ayırt edici uçucuların 5-etil-m-kisilen, benzaldehit ve 3-etil-2-metil-1,3-heksadien, saf yaban domuzu köftelerinde altı bileşiğin (pentanal, 2,6-dimetilsikloheksanon, 1-undekanol, siklobutanol, 2,4,5-trimetil-tiyazol ve 5-etil-3-(3-metil-5-fenilpirazol) -1-il)-1,2,4-triazol-4-amin), en yüksek ayırt edici uçucu bileşikler olarak tanımlandığını bildirmişlerdir (Pranata ve ark., 2021).

3. Sıvı Kromatografi

3.1. LC-MS

Sıvı kromatografi-kütle spektroskopisi genellikle et ve et ürünlerinde türe özgü peptitlerin belirlenmesi, metabolik ve lipidomik, proteomik analizlerin gerçekleştirilmesi için kullanılır (Trivedi ve ark. 2016; Wang ve ark. 2018; Stachniuk ve ark. 2019). Yapılan bir çalışmaya göre; kırılma indisi tespiti kullanılarak hayvansal yağların Tri Açıl Gliserollerinin (TAG) ayrılması için hızlı, yüksek performanslı bir sıvı kromatografik prosedür tarif edilmiştir. Domuz eti, sığır eti, koyun eti, tavuk ve

hindi yağlarının TAG profillemesi, TAG'nin ayrılması, gerçekliğin ve tağışının kontrol edilmesi 15 dakika içinde izokratik olarak sağlandığı bildirilmiştir (Rashood ve ark., 1995). Bir başka çalışmada ise; perfüzyon LC yöntemi ile protein refraksiyonu ve enzimatik sindirimlerin nano LC-MS/MS analizi ile proteinlerin tanımlanması (başlıca bitkisel tohum proteinlerinin çeşitli varyantları ve alt birimleri, örneğin glisin amino asidinin ve a-conglisininin soya fasülyesi protein izolatları (SPI) vasıtası ile et ürünlerinde ilgili soya proteinleri kullanılarak yapılan tağışışleri tespit etmek için bu yöntem önerilmiştir (Leitner ve ark.,2006). Son yıllarda yapılan bir çalışmada; işlenmiş et ürünlerinde ördek, kaz ve tavuğun izlenmesinde türe özgü peptit bazlı LC-MS yöntemlerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Ördek, kaz ve tavuk etinin (on spesifik peptit bağı), sığır eti ve domuz eti (yedi peptit) ile eř zamanlı olarak, hindi eti varlığında, yüksek oranda işlenmiş gıdalarda yüksek güvenliklı izlenmesini sağlayan kalitatif bir LC-QQQ oklu reaksiyon izleme (MRM) yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen LC-MS yöntemleri, gıda kimlik doğrulaması, gıda bileşiminin etiket beyanlarına uygunluğunun izlenmesi ve kümes hayvanı içeren gıda ürünlerinin tahrifatının tespiti için önerilmiştir (Fornal ve Montowska 2019). Bir başka çalışmada ise; et ürünlerinde tilki etinin sıvı kromatografi-tandem kütle spektrometresi (LC-MS/MS) ile tanımlanması ve miktar tayinleri yapılmıştır (Zhang ve ark.,2022).

3.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC)

Genel olarak HPLC; mobil faz haznesi, pompa, enjektör, kolon ve dedektör kısımlarından oluşur (Ardrey, 2003). Et ve et ürünlerinde HPLC, soya proteinlerinin tespiti ve bazı peptitlerin tanımlanmasında

kullanılır (Ballin 2009; Hoffman ve ark.2017). Yüksek performanslı sıvı kromatografi yönteminin en önemli avantajlarından biri farklı dedektör çeşitlerinin bağlanabilmesidir (Santos ve Oliveira 2017). Yapılan bir çalışmaya göre; farklı et türlerinden (inek, domuz, kuzu) hemoglobini ekstrakte edilerek katyon değişim kromatografisi ile farklı orijinli hemoglobini izoformları ayrıştırılmış ve HPLC-DAD dedektör ile elde edilen piklerde domuz etini inek ve kuzu etinden açıkça ayıran veriler bildirilmiştir (Wissiak ve ark., 2003). Kromatografik yöntemle yapılan tür tayinlerinde en fazla yedi tür tespit edilebilirken ilk defa uygulanan bir yöntem olan HPLC-EC yöntemiyle Tayvan pazarından temin edilen 15 farklı et türünün (sığır, domuz, keçi gibi memeliler, tavuk, ördek, devekuşu, somon, morina gibi balıklar, yengeç, karides, deniz tarağı, kurbağa ve timsah) tanımlanması yapılmıştır (Chou ve ark.,2007). Bunlara ek olarak bir araştırmada ise; domuz eti fosfolipid moleküler türlerinin belirlenmesi yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile tandem kütle spektrometri ve evaporatif ışık saçılımı kullanılarak tespit edilmiştir (Bosellini,2008). Fosfolipidleri moleküler tür düzeyinde analiz etmek için birkaç yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi geliştirilmiştir. Fosfatidiletanolamin (PE), fosfatidilkolin (PC) ve gıda maddelerinden ekstrakte edilen plazmalojenlerini (pls) analiz etmek için yüklü bir aerosol detektörü ve kütle spektrometrisi (MS) ile iki boyutlu bir HPLC sistemi tarif edilmiş buna göre, fosfolipid moleküler türleri, daha küçük numuneler kullanılmasına rağmen tek bir adımda analiz edilebildiği bildirilmiştir (Takahashi ve ark., 2018). Giarretta ve arkadaşları tarafından (2013) çiğ sığır burgerinde domuz eti varlığını belirleyen bir UPLC yöntemi bildirilmiştir. Bu

yönteme göre; et numuneleri, oksimiyoglobini ve deoksimiyoglobini daha stabil metimiyoglobine dönüştürmek için sodyum nitrit ile ön işleme tabi tutulduktan sonra (sığır eti, tavuk, at, devekuşu, domuz ve manda) yenilebilir hayvan türlerinin ayırımı ve tanımlanması başarıyla gerçekleştirilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

İnsan beslenmesinde temel protein kaynağı olan et ürünlerinin üretim sürecinde muhtemel gıda sahtekarlığı tüm dünyada giderek artan bir sorun haline gelmektedir. Et ve et ürünlerinin günlük diyetinde tüketim tercihinde kültürel, dini ve geleneksel alışkanlıklar önemli bir rol oynamaktadır. Tüketicilerin güvenli gıdaya (et ve et ürünleri) erişimini sağlamak amacıyla tür tayini esaslı taklit-tağış tespit etme yöntemleri geliştirilmektedir.

Örneğin son yıllarda yeni teknolojilerin kullanımıyla birlikte yapay zekâ yardımıyla gıda sahtekarlığının önlenmesi araştırılmaktadır. Et ve et ürünlerindeki muhtemel taklit-tağış ve hilelerin tür esaslı belirlenmesinde kromatografik analizlerden (GC, HPLC vd.) gelen veriler çeşitli kemometrik (çoklu veri analiz) yöntemleri ile (PCA [temel bileşen analizi], HCA [aşamalı kümeleme analizi], LDA [doğrusal ayırma analizi]) değerlendirilmek suretiyle yapay zekâ uygulamalarında kullanılmak üzere, adına doğru veri tabanları oluşturmak mümkün olacaktır. Kromatografik analiz verileri uzun vadeli olarak geniş bir veri bankası halinde et ve et ürünlerinin -özellikle de- bazı kimyasal bileşenlerinin tanımlanması ve hammadde için türlerin, ürünlerin karakterizasyonlarının yapılmasında dikkate değer bir fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Kaynaklar

- Aguilera, J. M. (2005). Why food microstructure? *Journal of food engineering*, 67(1-2), 3-11.
- Ali, M. M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2020). Principles and recent advances in electronic nose for quality inspection of agricultural and food products. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 1-10.
- Al-Bukhaiti, W. Q., Noman, A., Qasim, A. S., & Al-Farga, A. (2017). Gas chromatography: Principles, advantages and applications in food analysis. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 6(1), 123-128.
- Alikord, M., Momtaz, H., Kadivar, M., & Rad, A. H. (2018). Species identification and animal authentication in meat products: a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1), 145-155.
- Al-Rashood, K. A., Abdel-Moety, E. M., Rauf, A., Abou-Shaaban, R. R., & Al-Khamis, K. I. (1995). Triacylglycerols-profiling by high performance liquid chromatography: A tool for detection of pork fat (lard) in processed foods. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 18(13), 2661-2673.
- Anonim, (2021). "Bakan Pakdemirli: 91 firmaya ait 113 parti ürünü daha ifşa ediyoruz", <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/4729/Bakan-Pakdemirli-91-Firmaya-Ait-113-Parti-Urunu-Daha-Ifsa-Ediyoruz>, Son Erişim Tarihi: 21.06.2022
- Ardrey, R. E. (2003). *Liquid chromatography-mass spectrometry: an introduction* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Bai, Y., Liu, H., Zhang, B., Zhang, J., Wu, H., Zhao, S., ... & Zhao, Y. (2021). Research Progress on Traceability and Authenticity of Beef. *Food Reviews International*, 1-21. doi/10.1080/87559129.2021.1936000
- Ballin, N. Z., Vogensen, F. K., & Karlsson, A. H. (2009). Species determination—Can we detect and quantify meat adulteration? *Meat science*, 83(2), 165-174.
- Ballin, N. Z. (2010). Authentication of meat and meat products. *Meat science*, 86(3), 577-587.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2008). *Food chemistry*. Springer Science & Business Media.
- Boselli, E., Pacetti, D., Curzi, F., & Frega, N. G. (2008). Determination of phospholipid molecular species in pork meat by high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry and evaporative light scattering detection. *Meat science*, 78(3), 305-313.
- Cavalli, J. F., Fernandez, X., Lizzani-Cuvelier, L., & Loiseau, A. M. (2003). Comparison of static headspace, headspace solid phase microextraction, headspace sorptive extraction, and direct thermal desorption techniques on chemical composition of French olive oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(26), 7709-7716.
- Chou, C. C., Lin, S. P., Lee, K. M., Hsu, C. T., Vickroy, T. W., & Zen, J. M. (2007). Fast differentiation of meats from fifteen animal species by liquid chromatography with electrochemical detection using copper nanoparticle plated electrodes. *Journal of Chromatography B*, 846(1-2), 230-239.
- Dettmer-Wilde, K., & Engewald, W. (2014). Practical gas chromatography. In *A Comprehensive Reference* (p. 902). Springer Berlin.
- Fadzlillah, N. A., Man, Y. B. C., Jamaludin, M. A., Rahman, S. A., & Al-Kahtani, H. A. (2011). Halal food issues from Islamic and modern science perspectives. In *2nd international conference on humanities, historical and social sciences* (Vol. 17, pp. 159-163). Singapore: IACSIT Press.
- Fiehn, O. (2016). Metabolomics by gas chromatography–mass spectrometry: combined targeted and untargeted profiling. *Current protocols in molecular biology*, 114(1), 30-4.
- Figueiredo, I. L., Claus, T., Júnior, O. O. S., Almeida, V. C., Magon, T., & Visentainer, J. V. (2016). Fast derivatization of fatty acids in different meat samples for gas chromatography analysis. *Journal of Chromatography A*, 1456, 235-241.

- Fornal, E., & Montowska, M. (2019). Species-specific peptide-based liquid chromatography–mass spectrometry monitoring of three poultry species in processed meat products. *Food Chemistry*, 283, 489-498.
- Giaretta, N., Di Giuseppe, A. M., Lippert, M., Parente, A., & Di Maro, A. (2013). Myoglobin as marker in meat adulteration: A UPLC method for determining the presence of pork meat in raw beef burger. *Food chemistry*, 141(3), 1814-1820.
- Gliszczyńska-Świgło, A., & Chmielewski, J. (2017). Electronic nose as a tool for monitoring the authenticity of food. A review. *Food Analytical Methods*, 10(6), 1800-1816.
- Gordon, M. H. (2013). *Principles and applications of gas chromatography in food analysis*. Springer Science & Business Media.
- Hoffmann, B., Münch, S., Schwägele, F., Neusüß, C., & Jira, W. (2017). A sensitive HPLC-MS/MS screening method for the simultaneous detection of lupine, pea, and soy proteins in meat products. *Food Control*, 71, 200-209.
- Indrasti, D., Man, Y. B. C., Mustafa, S., & Hashim, D. M. (2010). Lard detection based on fatty acids profile using comprehensive gas chromatography hyphenated with time-of-flight mass spectrometry. *Food chemistry*, 122(4), 1273-1277.
- Javidipour, I., Tekin, A., & Ergin, G. (1999). Determination of lard in adulterated beef tallow by gas chromatography. *Gıda*, 24, 171-175.
- Leitner, A., Castro-Rubio, F., Marina, M. L., & Lindner, W. (2006). Identification of marker proteins for the adulteration of meat products with soybean proteins by multidimensional liquid Chromatography– Tandem mass spectrometry. *Journal of proteome research*, 5(9), 2424-2430.
- Mahmoudi, E. (2009). Electronic nose technology and its applications. *Sensors & Transducers*, 107(8), 17.
- Montowska, M., & Pospiech, E. (2010). Authenticity determination of meat and meat products on the protein and DNA basis. *Food Reviews International*, 27(1), 84-100.
- Pranata, A. W., Yuliana, N. D., Amalia, L., & Darmawan, N. (2021). Volatilomics for halal and non-halal meatball authentication using solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(5), 103146.
- Sahil, K., Prashant, B., Akanksha, M., Premjeet, S., & Devashish, R. (2011). Gas chromatography-mass spectrometry: applications. *International journal of pharmaceutical & biological archives*, 2(6), 1544-1560.
- Santos, J., & Oliveira, M. B. P. (2017). Introduction to Chromatography–Techniques. *Food Authentication: Management, Analysis and Regulation*, 200.
- Steffen, A., & Pawliszyn, J. (1996). Analysis of flavor volatiles using headspace solid-phase microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2187-2193.
- Takahashi, R., Nakaya, M., Kotaniguchi, M., Shojo, A., & Kitamura, S. (2018). Analysis of phosphatidylethanolamine, phosphatidylcholine, and plasmalogen molecular species in food lipids using an improved 2D high-performance liquid chromatography system. *Journal of Chromatography B*, 1077, 35-43.
- Thornton, H. (1949). Textbook of meat inspection. *Textbook of meat inspection*, 361 p., Angus & Robertson.
- Turan, S. F. & Gürsoy, O. (2008). Karkas yapısı, kıl morfolojik özellikleri ve yağ asitleri kompozisyonlarına göre et hayvan türlerinin tanınması üzerine bir araştırma. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 19(2): 97-108.
- Trivedi, D. K., Hollywood, K. A., Rattray, N. J., Ward, H., Trivedi, D. K., Greenwood, J., ... & Goodacre, R. (2016). Meat, the metabolites: an integrated metabolite profiling and lipidomics approach for the detection of the adulteration of beef with pork. *Analyst*, 141(7), 2155-2164.
- Von Barga, C., Dojahn, J., Waidelich, D., Humpf, H. U., & Brockmeyer, J. (2013). New sensitive high-performance liquid chro-

matography–tandem mass spectrometry method for the detection of horse and pork in halal beef. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(49), 11986-11994.

Wang, G. J., Zhou, G. Y., Ren, H. W., Xu, Y., Yang, Y., Guo, L. H., & Liu, N. (2018). Peptide biomarkers identified by LC–MS in processed meats of five animal species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73, 47-54.

Wang, Q., Li, L., Ding, W., Zhang, D., Wang, J., Reed, K., & Zhang, B. (2019). Adulterant identification in mutton by electronic nose and gas chromatography-mass spectrometer. *Food Control*, 98, 431-438.

Wilson, A. D., & Baietto, M. (2009). Applications and advances in electronic-nose technologies. *Sensors*, 9(7), 5099-5148.

Wissiac, R., De La Calle, B., Bordin, G., & Rodriguez, A. R. (2003). Screening test to detect meat adulteration through the determination of hemoglobin by cation exchange

chromatography with diode array detection. *Meat science*, 64(4), 427-432.

Wong, D. W. (1989). *Mechanism and theory in food chemistry* (Vol. 115). New York: Van Nostrand Reinhold.

Zhang, Z., & Pawliszyn, J. (1993). Headspace solid-phase microextraction. *Analytical chemistry*, 65(14), 1843-1852

Zhang, Y., Liu, M., Wang, S., Kang, C., Zhang, M., & Li, Y. (2022). Identification and quantification of fox meat in meat products by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 372, 131336.

Zhang, T., Chen, C., Xie, K., Wang, J., & Pan, Z. (2021). Current State of Metabolomics Research in Meat Quality Analysis and Authentication. *Foods*, 10(10), 2388.

Zia, Q., Alawami, M., Mokhtar, N. F. K., Nhari, R. M. H. R., & Hanish, I. (2020). Current analytical methods for porcine identification in meat and meat products. *Food chemistry*, 324, 126664.