

## GIDA GERÇEKLİĞİ ve KONTROL YÖNTEMLERİ

Gülen Yeşilören\*, Aziz Ekşi

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / *Received*: 27.02.2014

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 21.05.2014

Kabul tarihi / *Accepted*: 08.06.2014

### Özet

Gıda gerçekliği tüketicinin korunması ve adil rekabetin sürdürülmesi açısından oldukça önemlidir. Bu kavram kısaca, bir gıdanın kendisine özgü özellikleri taşıyıp taşımadığını tanımlamaktadır. Bu özellikler gıdanın kökeni (bölge, çeşit vb.), üretim yöntemi veya gıdanın bileşimi (taklit, tağşiş vb.) ile ilişkili olabilmektedir. Gıda gerçekliğinin sağlanması için öncelikle kontrol kriterlerinin ve geçerli analiz yöntemlerinin tanımlanması gereklidir. Ayrıca hile tekniğindeki gelişmelere bağlı olarak kontrol yöntemlerinin de zamanla geliştirilmesi zorunludur. Bu derleme, gıda gerçekliğinin kontrolü için kullanılan başlıca analiz tekniklerine (spektrofotometrik, elektroforetik, elektronik, DNA temelli, immünolojik) ve uygulama alanlarına odaklanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Gıda gerçekliği, gıda hileleri, gerçeklik kontrolü, analiz teknikleri, kontrol kriterleri

## FOOD AUTHENTICITY AND CONTROL METHODS

### Abstract

Food authenticity is a subject that is important not only for consumer protection, but also for maintaining fair competition. This term defines whether a food carries its own characteristics or not. These characteristics can be associated with the origin of the food (region, varieties etc.), production method or composition of the food (adulteration, fraudulent etc.). In order to ensure the food authenticity, identification of control criteria and validated analytical methods are required primarily. Moreover new applications in the field of food authenticity must be developed depending on the improvements in the technique of adulteration. This review focuses on the basic analytical methods used for food authenticity control (spectrophotometric, electrophoretic, electronic, DNA-based, immunological) and its application areas.

**Keywords:** Food authenticity, adulteration, authenticity control, analyse techniques, control criteria

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ gulenyeshiloren@gmail.com, ☎ (+90) 312 417 1151/108, 📞 (+90) 312 317 8711

## GİRİŞ

Gıda gerçekliği (otantisite ya da otantiklik) esas olarak gıdaların bölgesellik veya içerik açısından kendine özgünlüğünün yasal olarak korunması bağlamında geliştirilen bir kavramdır. Gerçeklik kavramının en yaygın kullanılan ve bilinen anlamı, bir gıdanın coğrafi orijini (bölgeye özgünlüğünü) tanımlayan "coğrafi işaretleme" ile ilişkilidir (1). Coğrafi işaretleme yolu ile bir ürünün kalitesinin korunması ve bilinen özellikleri içerecek şekilde üretilmesi sağlanırken başka bir ürünün o bölge ürünü gibi satılması engellenmektedir. Gıdalarda gerçekliğin ikinci anlamı, gıdanın veya bileşenin proses yöntemine bağlı (yayık ayranı, süzme yoğurt, sızma zeytinyağı gibi) farklılığı ya da özgünlüğü taşımasıdır. Üçüncü anlamı, gıdanın taklit olmaması yani biçim ve bileşim bakımından başka bir gıdaymış (fruktoz veya nişasta şurubunu gerçek bal, hindiba kavurmasının kahve) gibi satılmamasıdır. Dördüncü anlamı ise gıdanın taşış edilmemesi, başka bir deyişle değerli bir bileşenin çıkarılmaması ve/veya yerine başka bir maddenin (çikolata kakao yağı yerine palm yağı) konulmamasıdır (1).

Gıdaların gerçekliği çoğu kez tüketiciyi ilgilendiren bir kavram olarak görülse de gerçekte gıda zincirinde görev alan üretici, işleyici, satıcı ve yasa koyucu gibi paydaşların tümünü ilgilendirmektedir.

Gıdaların gerçeklik kontrolü ile ilgili bilinen ilk çalışmalardan biri Arthur Hill Hassall tarafından 1861 yılında yapılmıştır (2). Kahvenin gerçeklik kontrolünde, o zamanlar için oldukça pahalı bir yöntem olan mikroskopiye kullanan Hassall, çalışması sonucunda incelediği 34 kahve örneğinin 31'inin kavrulmuş un, yanık şeker ve hindiba gibi yabancı maddelerle karıştırıldığını saptamıştır (2). Gıdada taklit, taşış ve hile bakımından tüketiciyi

aldatmaya ve pazardaki rekabet gücünü arttırmaya yönelik yapılan yanıltıcı uygulamalara örnekler Çizelge 1' de verilmiştir.

Son yıllarda gıda gerçekliği konusundaki yayınların sayısı artmaktadır ve bu yayınların çoğu kontrol yöntemleri ile ilgilidir. Bunun nedeni, gıda bilimindeki gelişmelere bağlı olarak hilelerin de daha karmaşık yapılması ve böylece kanıtlanması zorlaştığı için yeni analiz tekniklerinin gerekli olmasıdır. Bu konu hem gıda kontrol otoritelerinin hem de araştırma kuruluşlarının ilgi ve görev alanına girmektedir (3).

## GIDALARIN GERÇEKLIK KONTROLÜ İÇİN ANALİZ YÖNTEMLERİ

Gıdaların gerçekliği çok kapsamlı bir konu olduğundan tek bir yöntem veya tek bir parametre ile kontrol genellikle yetersiz olmaktadır. Karşılaşılan başka bir sorun da geleneksel yöntemlerin zaman alıcı olması, fazla kimyasal ve uzman işgücü gerektirmesidir. Bu nedenle, kemometrik analizlerin çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle kombine edildiği yeni uygulamalar söz konusudur. Bu yöntemlerin gıdalarda köken, taklit, taşış belirlene gibi gerçeklik kontrolünde başarıyla uygulandığını gösteren birçok çalışma vardır.

### Spektroskopik Teknikler

Kızılötesi spektroskopi gerçeklik kontrolünde uygulanabilen hızlı bir tekniktir. Yöntemin esası elektromanyetik ışımının absorpsiyonudur. Gıdaları oluşturan karbonhidrat, yağ, protein, su gibi bileşenlerle kızılötesi absorpsiyon bantları arasında ilişkiler kurulabilmektedir. Kızılötesi radyasyon, gıdalarda bulunan kimyasal bağların gerilme, büzülme, bükülme gibi titreşimsel hareketleri sayesinde absorbe edilmektedir. Bu titreşimsel hareketler ve absorpsiyon nedeni ile

Çizelge 1. Gıdalarda sık rastlanılan hile tipleri ve örnekleri

Hile tipi	Örnek
Değerli bir bileşenin yerine değersiz bileşenin konulması, bu yolla gıdanın miktarının artırılması veya değerinin azaltılması	Konserve ton balıklarının içine başka balık konulması, zeytinyağına düşük kaliteli başka bir sıvı yağ karıştırılması, peynirdeki süt yağı yerine margarin konulması, meyve suyunun su ile seyreltilmesi, ete su bağlayıcı madde katılarak ağırlığın artırılması
Etiketle bildirilmeyen madde bulunması ve izin verilmeyen proses uygulanması	Et türevlerine kodekse aykırı olarak bağ doku (kıkırdak, deri, sakatat) katılması, GDO varlığı
Gıdaya kusuru maskeleyen veya görünüşünü çekici kılmak için katılan madde varlığı	Meyve suyuna, pul bibere renklendirici katılması, yoğurda koyulaştırıcı madde (nişasta, jelatin) katılması
Coğrafi işaretleme ve gıdanın orijininin yanlış beyan edilmesi	Organik sertifikası olmayan gıdanın organik olarak etiketlenmesi

spektral pikler oluşmaktadır. Gıdalarda gerçeklik kontrolünde yapılan çalışmalar yakın ve orta kızılötesi spektroskopik yöntemler üzerine yoğunlaşmıştır.

Yakın-kızılötesi (near-infrared, NIR) spektroskopi gıdaların gerçeklik kontrolünde oldukça geniş kullanım alanı bulan bir tekniktir. Gıda sanayiinde ürün kalitesinin belirlenmesinde ve süreç kontrolünde kullanılmasının yanı sıra kemometrik yöntemlerle desteklenerek gıdaların karakterizasyonu ve tağşişin kanıtlanması ile çeşit ve orijin belirlenmesinde kullanılmaktadır (3-5).

NIR spektroskopi tekniği ile yağlarda refraktif indeks, viskozite, serbest asitlik ve peroksit değeri gibi fiziko-kimyasal parametrelerin belirlenmesine ve bileşen analizleri yapılarak çeşit, orijin ve tağşiş saptanmasına (4, 6), buğdayda tür tayininin (7) yapılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca Ding ve Xu (2000) dana hamburger köftesinde koyun eti, domuz eti, yağsız süt tozu, buğday unu tağşişinin belirlenmesinde NIR teknolojisinin kullanılabilir olduğunu tespit etmişlerdir (8). Bala glukoz ve fruktoz, elma sularına, mısır şurubu ve glukoz-fruktoz-sukrozdan oluşan şeker şurubu katılarak yapılan tağşişlerin belirlenmesinde hızlı bir teknik olarak uygulanabilir olduğu (9, 10), elma suyu üretiminde kullanılan elma çeşidinin ve üretimde uygulanan ısıl işlemin NIR spektroskopi tekniği ile ayırt edilebildiği belirtilmiştir (11).

Orta-kızılötesi (mid-infrared, MIR) spektroskopi ise 2500–25 000 nm dalga boyu aralığında uygulanmaktadır. Bir organik maddenin ışık dizisinde parmak izi bölgesi olarak anılan dalga boyu (1200-700 cm<sup>-1</sup>) bu aralıktadır. Dolayısıyla gıdanın bileşiminde en ufak bir değişiklik meydana geldiğinde bu bölgedeki absorpsiyon pikleri ciddi değişimlere uğramaktadır. Benzer şekilde bu bölgede iki ışık dizisinin çakışması, bu dizilerin aynı maddeye ait olduğuna işaret edebilir (12). Orta kızılötesi spektroskopinin hindi, tavuk ve domuz etinin ayırt edilmesinde ve taze örneklerle daha önceden dondurulmuş örneklerin tanımlanmasında kullanılabilirliği belirtilmiştir. Sığır eti kıymasının çeşitli sakatatlarla karıştırılarak hazırlanan kıymadan ayırt edilmesi üzerinde orta kızılötesi spektroskopi yöntemi denenerek 180 örnekte 174'ünde katkısız ve tağşişli örnek ayırımı doğru yapılabilmektedir (13). Ayrıca siyah frenk üzümü suyunda suda çözünür kuru maddenin ve asitliğin hızlı tahmininde kullanılabilen bir yöntemdir (14).

Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektroskopi, matematiksel Fourier dönüşümü kullanılarak ışığın kızılötesi yoğunluğuna karşı dalga sayısının ölçümüne dayanan analitik bir yöntemdir (12). Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopi tekniği ile çilek püresinde tağşişin (15), sızma zeytinyağında coğrafi orijinin (16) ve siyah üzüm suyunda gerçekliğin (17) saptanması hakkında çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca rakının metanol ile tağşişinin %0,5 eşğine kadar saptanabildiği bir model geliştirilmiştir (18).

Raman spektroskopi, Hintli fizikçi C.V. Raman tarafından 1928 yılında keşfedilmiştir ve Raman bu buluşla Nobel ödülü kazanmıştır. Yöntemin prensibi örneğe uygulanan güçlü bir lazer kaynağı ile saçılan ışının yoğunluk ölçümüne dayanır. Bu olgu "Raman Saçılımı" olarak tanımlanır. Bu saçılmanın temel nedeni moleküllerin kimyasal yapısıdır. Bu yöntem; organik, inorganik ve biyolojik sistemlerin kalitatif ve kantitatif analizlerinde kullanılmaktadır. Gıda alanında kullanımı daha çok yağların gerçeklik kontrolü üzerine yoğunlaşmıştır. Kemometrik yöntemlerle kombine edilen Raman spektroskopi tekniği yardımı ile tereyağının margarin ile tağşişi (19), zeytinyağının gerçekliği (20-22) ve sığır etine at eti katılıp katılmadığı (23) hızlı bir şekilde kanıtlanabilmektedir. Aynı yöntemle bal flora ve coğrafi orijine göre ayırt edilebildiği gibi balın yüksek fruktozlu mısır şurubu ve maltoz şurubu ile tağşişi de belirlenebilmektedir (24, 25). Bununla birlikte, yemeklik sıvıyağların (sızma zeytinyağı, ayçiçek yağı, mısır yağı, palmyağı vb.) sınıflandırılmasında ve hilelerin kanıtlanmasında kızılötesi spektroskopinin Raman spektroskopiden daha uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir (26).

### İzotopik Teknikler

İzotop atomlar proton ve elektron sayıları aynı nötron sayıları farklı olan atomlardır. Doğada birçok elementin birden çok izotopu vardır. Örneğin hidrojenin <sup>1</sup>H ve <sup>2</sup>D (döteryum) olmak üzere iki, karbonun <sup>12</sup>C ve <sup>13</sup>C olmak üzere iki ve oksijenin <sup>16</sup>O, <sup>17</sup>O ve <sup>18</sup>O olmak üzere üç izotopu bulunmaktadır (27). Bunlardan doğada yaygın olanları H, <sup>12</sup>C ve <sup>16</sup>O'dır.

Bitkilerde ve gıdalarda C izotop dağılımını belirleyen en önemli faktör bitkinin dahil olduğu fotosentez grubudur. Bu açıdan bitkiler C3 (Calvin-Benson döngüsü), C4 (Hatch-Slack döngüsü) ve CAM (Crassulacean Asit Metabolizması)

bitkileri olarak sınıflandırılmaktadır. C3 bitkileri aldıkları CO<sub>2</sub>'i 3 karbonlu bir yapıya bağlarken, C4 ve CAM bitki türleri ise CO<sub>2</sub>'i kendi karbon zincirlerindeki 4 atomlu bileşiklere bağlamaktadır. Buna bağlı olarak bitkideki <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C değerinin standart karbonun <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C değerine oranını yansıtan δ<sup>13</sup>C değeri; C3 bitkilerde ‰-22 ile -33, C4 bitkilerde ‰-10 ile -20, CAM bitkilerde ise ‰-11.0 ile -13.5 arasında değişmektedir ve bu farktan yararlanılarak farklı fotosentez grubundaki gıdaların birbiri ile karıştırılıp karıştırılmadığı saptanabilmektedir. Şeker pancarı, elma ve üzüm C3, şeker kamışı ve mısır C4, ananas ve kaktüs ise CAM grubu bitkilerin tipik temsilcileridir (28-30). Gıdalarda karbon gibi oksijen ve hidrojenin de kararlı izotop oranı gerçeklik kontrolü amacı ile belirlenmektedir (31-33) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bazı gıdalarda gerçeklik kontrolü için uygulanan izotop analizleri

Gıda	İzotop	Analiz Yöntemi	Kaynak
Süt	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, <sup>15</sup> N/ <sup>14</sup> N, <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O, <sup>34</sup> S/ <sup>32</sup> S	IRMS	
Siğir eti	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, <sup>15</sup> N/ <sup>14</sup> N, <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O, <sup>34</sup> S/ <sup>32</sup> S, <sup>2</sup> H/ <sup>1</sup> H	IRMS	(31)
Şarap	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, <sup>18</sup> O/ <sup>16</sup> O, <sup>2</sup> H/ <sup>1</sup> H	IRMS, SNIF-NMR	
Zeytinyağı	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C, <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O,	IRMS	(32)
Meyve suyu	<sup>2</sup> H/ <sup>1</sup> H, <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O, <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C	NMR, IRMS	(33)
Bal	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C	IRMS	

Kararlı izotop ölçümünde nükleer magnetik rezonans (NMR) ve izotop oranı kütle spektrometre (IRMS) olmak üzere başlıca iki metod kullanılmaktadır. Bu yöntemler kısaca gıdalardaki su katkısının kanıtlanması, botanik ve coğrafi orijinin doğrulanması (33) ve izlenebilirliğin sağlanması (31) açısından önemli bulunmaktadır.

### Kromatografik Teknikler

Gıdalarda taşıyıcı belirlemede en çok kullanılan yöntemlerden birisi de kromatografik yöntemlerdir. Gaz kromatografi (GC), likit kromatografi (LC), gaz-likit kromatografi (GLC) ve yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) bu amaçla en yaygın kullanılan tekniklerdir (34). Sıvı ve gaz kromatografi tekniklerinin gıdalarda bulunan neredeyse her çeşit moleküllü tanımlama ve ayırabilme yeterliliği vardır. Sıvı kromatografi özellikle yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) ile protein, amino asit, fenolik madde ve karbonhidrat gibi çok sayıda gıda bileşeni saptanabilirken, gaz kromatografisi (GC) ile gıdaların uçucu bileşenleri belirlenebilmektedir (3). Ayırma kapasiteleri yüksek olduğu için natürel zeytinyağlarının çeşit ve bölgesel karakterizasyonu ve gerçeklik kontrolü çalışmalarında kromatografik yöntemler sıklıkla

kullanılmaktadır (35). Meyve sularında bulunan organik asit çeşitlerinin ve dağılımlarının farklı olması taşıyıcı açısından oldukça önem taşımaktadır. Bir meyve suyuna özgü baskın asidin, bulunmaması gereken bir meyve suyunda tespiti taşıyıcının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Meyve sularında organik asitlerin belirlenmesinde HPLC kullanılabilir. Organik asit dışında şeker profilinin de meyve sularında taşıyıcının kanıtlanmasında kullanılabilir ve bu amaçla HPLC ve GC tekniklerinden yararlanılabileceği belirtilmiştir (36). Öte yandan, meyve sularının şeker alkol profili ve özellikle sorbitol miktarı meyve türüne bağlı olarak farklılık göstermektedir ve bu farklılık başka meyve suyu katkısının kanıtlanması açısından oldukça önemli bulunmaktadır (37, 38).

### DNA Temelli Teknikler

Gıda kimyasında nükleik asitlere olan ilginin artması gıdaların kontrolünde nükleik asit temelli yöntemlerin gelişmesini sağlamıştır. Moleküler yöntemler adı verilen bu yöntemler gıda analizlerinde bazı klasik yöntemlerin yerini almaya başlamıştır. Bu yöntemlerden birisi de pek çok farklı kullanım alanına sahip olan ve kısaca PCR olarak bilinen polimeraz zincir reaksiyonudur. PCR en basit tanımıyla DNA'nın istenen bölgesinin kopyalanarak çoğaltılması işlemidir. DNA stabil bir molekül olması ve neredeyse tüm canlılarda genetik bilgiyi içermesi dolayısıyla ideal bir belirteçdir (39, 40). Bu yöntemi 1983 yılında keşfeden Kary Mullis'e 1993 yılında Nobel ödülü verilmiştir. DNA temelli yöntemler çoğunlukla et ve ürünlerinin hileli olup olmadığının ve ete ısıl işlem uygulanıp uygulanmadığının ayırt edilmesinde kullanılmaktadır (41-44). Bunun dışında moleküler yöntemler ile zeytinyağında orijinin ve başka yağ (fındık, ayçiçeği, fıstık, susam, soya vb.) katkısının (45-47), şaraplarda kökenin (48), keçi ve koyun peynirinde inek sütü taşıyıcısının (49) kanıtlanmasına yönelik çalışmalar da vardır.

### İmmünolojik Teknikler

Gıdaların gerçeklik kontrolünde immünolojik teknolojilerin kullanımı genellikle ELİSA yönteminin uygulanmasına dayanmaktadır. Esas olarak tıp alanında hastalıkların teşhisinde kullanılmakta olan bu yöntem son yıllarda gıda biliminde de kullanım alanı bulmuştur. Birçok bakteri toksini, mikotoksin, antibiyotik, hormon tespitinde kullanılabilirdiği gibi gıdalarda tür tayini ve hile belirleme amacıyla da kullanılabilir (50). Yöntem özgül antijen-antikor bağlanmasının, antikora alkalifosfataz veya bayır turbu peroksidazı gibi bir enzim bağlanması ve bu enzim substratının renkli ürünlere dönüştürülmesi suretiyle gösterilmesi esasına dayalı immünokimyasal bir ölçümdür. Etin ait olduğu hayvan türünün tanımlanmasında ELİSA tekniği ilk kez 1982 yılında kullanılmış ve bu yolla sığır, at, koyun ve domuz etlerinin tespiti yapılmıştır (51). Çiğ kıymada domuz eti varlığının (52), hamburgerlerde farklı et türleriyle ve soya ile yapılan tağışışın (53, 54), koyun ve keçi sütüne inek sütü tağışışının (55) tespitinde kullanımına yönelik çalışmalar mevcuttur.

### Elektroforetik Teknikler

Elektroforezin esası, proteinlerin ekstrakte edildikten sonra özel bir ortamdaki elektrik alanda fraksiyonlarına ayrılmasıdır. Bu teknikler gıda analitiğinde en çok etlerde tür belirleme amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla en sık kullanılan teknikler poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE) , sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi, (SDS-PAGE) ve polakrilamid jel izoelektrik odaklamadır (PAGIF) (56).

SDS-PAGE tekniğinin, etlerde farklı hayvan türlerinin tespitinde veya et karışımlarında hangi türün yaklaşık ne oranda bulunduğu belirlenmesinde kullanılacak güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmektedir (57). Beta-laktoglobulin analizi ile teleme ve olgun beyaz peynirin hangi hayvan (koyun, keçi, inek) sütünden elde edildiği kanıtlanabilmiştir (58).

### Elektronik Teknikler

Biyolojik materyallerden yayılan uçucu bileşenleri temel olarak çalışan elektronik burun sistemleri gıda sektörü, çevre kontrolü, insan sağlığı gibi birçok alanda kullanım olanağı bulmuştur (59). Yöntemin esası beyindeki koku algılama mekanizmasına benzerdir. Elektronik burun sistemi farklı özelliklerin belirlenmesine yarayan

sensörler, sinyal toplama ünitesi ve örnek tanımlama yazılımından oluşmaktadır. Gıda analizlerinde kullanılan elektronik burun sisteminin mantığı; analizlerde kullanılacak örneklerin gruplandırılması ve her bir örneğin iki kısma ayrılarak bir kısmında gerekli laboratuvar analizlerinin yapılması, laboratuvara gönderilen örneği temsil eden diğer kısımda ise elektronik burun analizlerinin yapılması ile yapay sinir ağı modeli (ANN)'nin geliştirilmesi ve test edilmesi basamaklarından oluşmaktadır. Yapay sinir ağı, gelen verileri işlemekte, daha önce kendisine öğretilen bilgilerle kıyaslama yapmakta ve yaklaşık olarak öğretilen bilgiyle gelen verinin birbirini ne kadar tuttuğunu hesaplamaktadır. Yani, yapay sinir ağı sistemi ne kadar sağlıklı ve çok örnekle eğitilirse, uygulama aşamasında kendisine ulaşan verileri o kadar sağlıklı ve hassas olarak tanımlamaktadır (59, 60).

Elektronik burun tekniği keçi sütünün gerçeklik kontrolünde hızlı, ekonomik ve basit bir teknik olarak önerilmiştir (61). Koyun eti kıymasında domuz eti varlığının kontrolü için metal oksit sensöre dayalı bir tahmin metodu geliştirilmiş (62) ve susam yağında mısır yağı tağışışının belirlenmesinde de bu yöntemden yararlanılmıştır (63). Ayrıca, elektronik burun elektronik dil ile kombine edildiği bir yöntemle domates suyunun pH değeri ve briks derecesinin tahmin edilebileceği bildirilmiştir (64).

## SONUÇ

Gıdaların köken, proses ve bileşim açısından kendine özgünlüğünün kontrolü öteden beri tartışılan bir konudur. Ancak son yıllarda bu konunun öneminin daha da arttığı görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, gerek proses tekniği gerekse bileşim yönü ile gıda çeşitliliğinin artmasıdır. Diğer bir neden de gıda bilimindeki gelişmelere bağlı olarak hilelerin daha yanıltıcı olarak yapılmasıdır. Bu durum, yeni test yöntemleri geliştiren "kalite kontrol görevlileri" ile bu çabaları boşa çıkarmaya çalışan "siyah laboratuvar önlüklüleri" arasındaki bir kavgaya benzetilmektedir (65). Yıllar önce denildiği gibi (66), "hilelerin sonlanması için ekonomik olmadığı noktayı" mı bekleyeceğiz, yoksa yenilikçi yaklaşımlarla ve yeni yöntemlerle hileleri kanıtlamayı başaracak mıyız?

Işın absorpsiyonu, DNA, izotop oranı, bileşen (yağ asidi, fenolik, mineral vb.) profili gibi kanıtlama kriterleri ve NIR, MIR, NMR, PCR, IRMS, GC, HPLC

gibi analiz teknikleri ile hile yapanların işi oldukça zorlaşmaktadır. Ancak bunun henüz yeterli olmadığı da bir gerçektir. Holistik bakış açısına dayalı farklı kriterler ve yeni yöntemler de gereklidir. Çünkü tüketicinin gıdaya güven duyması, etkili bir gerçeklik kontrolünden geçmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Downey G. 1998. Food and food ingredient authentication by mid-infrared spectroscopy and chemometrics. *Trends Anal Chem*, 17(7), 418-424.
2. John Dennis M. 1998. Recent developments in food authentication. *Analyst*, 123(9), 151-156.
3. Reid LM, O'Donnell CP, Downey G. 2006. Recent technological advances for the determination of food authenticity. *Trends Food Sci Tech*, 17(7), 344-353.
4. Yılmaz E, Ögütçü M. 2012. Yakın kızılötesi spektroskopisi (NIR) tekniğinin yemeklik yağ sektöründeki kullanımları. *Dünya Gıda*, 7, 34-39.
5. Ertugay M, Başlar M. 2011. Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi. *GIDA*, 1(36), 49-54.
6. Christy AA, Kasemsumran S, Du Y, Ozaki Y. 2004. The detection and quantification of adulteration in olive oil by near-infrared spectroscopy and chemometrics. *Anal Sci*, 20(6), 935-940.
7. Miralbes C. 2008. Discrimination of European wheat varieties using near infrared reflectance spectroscopy. *Food Chem*, 106(1), 386-389.
8. Ding H, Xu R. 2000. Near-infrared spectroscopic technique for detection of beef hamburger adulteration. *J Agric Food Chem*, 48(6), 2193-2198.
9. Zhu X, Li S, Shan Y, Zhang Z, Li G, Su D, Liu F. 2010. Detection of adulterants such as sweeteners materials in honey using near-infrared spectroscopy and chemometrics. *J Food Eng*, 101(1), 92-97.
10. León L, Kelly JD, Downey G. 2005. Detection of apple juice adulteration using near-infrared transmittance spectroscopy. *Appl Spectrosc*, 59(5), 593-599.
11. Reid LM, Woodcock T, O'Donnell CP, Kelly JD, Downey G. 2005. Differentiation of apple juice samples on the basis of heat treatment and variety using chemometric analysis of MIR and NIR data. *Food Res Int*, 38(10), 1109-1115.
12. Kılıc GB, Karahan AG, 2010. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi ve laktik asit bakterilerinin tanısında kullanılması. *GIDA*, 35(6), 445-452.
13. Al-Jowder O, Kemsley E, Wilson RH. 2002. Detection of adulteration in cooked meat products by mid-infrared spectroscopy. *J Agric Food Chem*, 50(6), 1325-1329.
14. Camps C, Robic R, Bruneau M, Laurens F. 2010. Rapid determination of soluble solids content and acidity of Black currant (*Ribes nigrum* L.) juice by mid-infrared spectroscopy performed in series. *LWT- Food Sci Technol*, 43(7), 1164-1167.
15. Holland J, Kemsley E, Wilson R. 1998. Use of Fourier transform infrared spectroscopy and partial least squares regression for the detection of adulteration of strawberry purees. *J Sci Food Agric*, 76(2), 263-269.
16. Tapp HS, Defernez M, Kemsley EK. 2003. FTIR spectroscopy and multivariate analysis can distinguish the geographic origin of extra virgin olive oils. *J Agric Food Chem*, 51(21), 6110-6115.
17. Snyder AB, Sweeney CF, Rodriguez-Saona LE, Giusti MM. 2014. Rapid authentication of concord juice concentration in a grape juice blend using Fourier-Transform infrared spectroscopy and chemometric analysis. *Food Chem*, 147, 295-301.
18. Yucesoy D, Ozen B. 2013. Authentication of a Turkish traditional aniseed flavoured distilled spirit, raki. *Food Chem*, 141(2), 1461-1465.
19. Uysal RS, Boyacı İH, Genis HE, Tamer U. 2013. Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy. *Food Chem*, 141(4), 4397-4403.
20. López-D ez EC, Bianchi G, Goodacre R. 2003. Rapid quantitative assessment of the adulteration of virgin olive oils with hazelnut oils using Raman spectroscopy and chemometrics. *J Agric Food Chem*, 51(21), 6145-6150.
21. Zou M-Q, Zhang X-F, Qi X-H, Ma H-L, Dong Y, Liu C-W, Guo X, Wang H. 2009. Rapid authentication of olive oil adulteration by Raman spectrometry. *J Agric Food Chem*, 57(14), 6001-6006.
22. Zhang X, Qi X, Zou M, Liu F. 2011. Rapid authentication of olive oil by Raman spectroscopy using principal component analysis. *Anal Lett*, 44(12), 2209-2220.
23. Boyacı İH, Temiz HT, Uysal RS, Veliöğlu HM, Yadegari RJ, Rishkan MM. 2014. A novel method for discrimination of beef and horsemeat using Raman spectroscopy. *Food Chem*, 148, 37-41.
24. Goodacre R, Radovic BS, Anklam E. 2002. Progress toward the rapid nondestructive assessment of the floral origin of European honey using dispersive Raman spectroscopy. *Appl Spectrosc*, 56(4), 521-527.

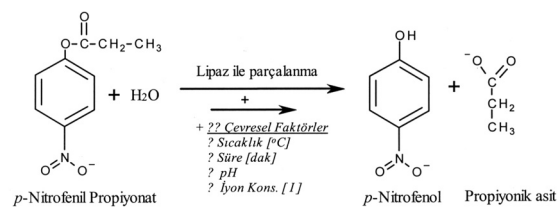
25. Li S, Shan Y, Zhu X, Zhang X, Ling G. 2012. Detection of honey adulteration by high fructose corn syrup and maltose syrup using Raman spectroscopy. *J Food Compos Anal*, 28(1), 69-74.
26. Marigheto NA, Kemsley EK, Defemez M, Wilson RH. 1998. A comparison of mid-infrared and Raman spectroscopies for the authentication of edible oils. *J Am Oil Chem Soc*, 75(8), 987-992.
27. Ghidini S, Ianieri A, Zanardi E, Conter M, Boschetti T, Iacumin P, Bracchi PG. 2006. Stable isotopes determination in food authentication: A review. *Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma XXVI*, 193-204.
28. Rossmann A. 2001. Determination of stable isotope ratios in food analysis. *Food Rev Int*, 17(3), 347-381.
29. Padovan GJ, Rodrigues LP, Leme IA, De Jong D, Marchini JS. 2007. Presence of C4 sugars in honey samples detected by the carbon isotope ratio measured by IRMS. *J Anal Chem*, 2(3), 134-141.
30. Türkmen İ, Ekşi A. 2010. Gıda analitiğinde izotopik yöntemler. *Dünya Gıda*, 11(15), 68- 74.
31. Zhao Y, Zhang B, Chen G, Chen A, Yang S, Ye Z. 2014. Recent developments in application of stable isotope analysis on agro-product authenticity and traceability. *Food Chem*, 145, 300-305.
32. Angerosa F, Breas O, Contento S, Guillou C, Reniero F, Sada E. 1999. Application of stable isotope ratio analysis to the characterization of the geographical origin of olive oils. *J Agric Food Chem*, 47(3), 1013-1017.
33. Calderone G, Guillou C. 2008. Analysis of isotopic ratios for the detection of illegal watering of beverages. *Food Chem*, 106(4), 1399-1405.
34. Yorulmaz A, Tekin A. 2006. Zeytinyağına yapılan tağşişlerin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, Türkiye, 795.
35. Toprak F, Karaali A. 2007. Zeytinyağında coğrafi işaretlemeye temel oluşturabilecek otantisite analizleri. *Dünya Gıda*, 4.
36. Duru N, Karadeniz F. 2007. Meyve sularında hilelerin saptanmasında yararlanılan başlıca kriterler. *Dünya Gıda*, 7, 40-46.
37. Eksi A, Karav S. 2011. Sorbitol/xylitol level in fruit juices obtained from different fruit species and its importance in terms of authenticity control. *Fruit Processing*, 21(3), 94-97.
38. Prodollet J, Hischenhuber C. 1998. Food authentication by carbohydrate chromatography. *Z Lebens Unters For*, 207(1), 1-12.
39. Özatay Ş. 2012. Moleküler metotların gıda kontrollerindeki uygulama alanları. *Derleme*, 5(1), 75-81.
40. Mafra I, Ferreira IPLVO, Oliveira MBP. 2008. Food authentication by PCR-based methods. *Eur Food Res Technol*, 227(3), 649-665.
41. Kitpipit T, Sittichan K, Thanakiatkrai P. 2013. Are these food products fraudulent? Rapid and novel triplex-direct PCR assay for meat identification. *Forensic Sci Int*, 4(1), 33-43.
42. Cammà C, Di Domenico M, Monaco F. 2012. Development and validation of fast Real-Time PCR assays for species identification in raw and cooked meat mixtures. *Food Control*, 23(2), 400-404.
43. Ulca P, Balta H, Çağın İ, Senyuva HZ. 2013. Meat species identification and Halal authentication using PCR analysis of raw and cooked traditional Turkish foods. *Meat Sci*, 94(3), 280-284.
44. Zhang C. 2013. Semi-nested multiplex PCR enhanced method sensitivity of species detection in further-processed meats. *Food Control*, 31(2), 326-330.
45. Bazakos C, Dulger AO, Uncu AT, Spaniolas S, Spano T, Kalaitzis P. 2012. A SNP-based PCR-RFLP capillary electrophoresis analysis for the identification of the varietal origin of olive oils. *Food Chem*, 134(4), 2411-8.
46. Giménez MJ, Pistón F, Mart n A, Atienza SG. 2010. Application of real-time PCR on the development of molecular markers and to evaluate critical aspects for olive oil authentication. *Food Chem*, 118(2), 482-487.
47. Vietina M, Agrimonti C, Marmiroli N. 2013. Detection of plant oil DNA using high resolution melting (HRM) post PCR analysis: A tool for disclosure of olive oil adulteration. *Food Chem*, 141(4), 3820-6.
48. Pereira L, Guedes-Pinto H, Martins-Lopes P. 2011. An enhanced method for *Vitis vinifera* L. DNA extraction from wines. *Am J Enol Vitic*, 62(4), 547-552.
49. Mininni AN, Pellizzari C, Cardazzo B, Carraro L, Balzan S, Novelli E. 2009. Evaluation of real-time PCR assays for detection and quantification of fraudulent addition of bovine milk to caprine and ovine milk for cheese manufacture. *Int Dairy J*, 19(10), 617-623.

50. Yetişmeyen A. 1999. İmmünolojik test yöntemlerinin süt sanayiinde kullanımı. *GIDA*, 24(1), 41-45.
51. Whittaker RG, Spencer TL, Copland JW. 1983. An enzyme-linked immunosorbent assay for species identification of raw meat. *J Sci Food Agric*, 34(10), 1143-8.
52. Martin DR, Chan J, Chiu JY. 1998. Quantitative evaluation of pork adulteration in raw ground beef by radial immunodiffusion and enzyme-linked immunosorbent assay. *J Food Prot*, 61(12), 1686-90.
53. Macedo-Silva A, Barbosa SFC, Alkmin MGA, Vaz AJ, Shimokomaki M, Tenuta-Filho A. 2000. Hamburger meat identification by dot-ELISA. *Meat Sci*, 56(2), 189-192.
54. Macedo-Silva A, Shimokomaki M, Vaz AJ, Yamamoto YY, Tenuta-Filho A. 2001. Textured soy protein quantification in commercial hamburger. *J Food Compos Anal*, 14(5), 469-478.
55. Hurley IP, Coleman RC, Ireland HE, Williams JHH. 2006. Use of sandwich IgG ELISA for the detection and quantification of adulteration of milk and soft cheese. *Int Dairy J*, 16(7), 805-812.
56. Montowska M, Pospiech E. 2007. Species identification of meat by electrophoretic methods. *ACTA Sci Pol Technol Aliment*, 6(1), 5-16.
57. Ekici K, Akyüz N. 2003. Farklı hayvan türlerine ait çiğ etlerin SDS-PAGE yöntemiyle belirlenmesi üzerine bir araştırma. *YYÜ Vet Fak Derg*, 14(2), 78-82.
58. Gönülalan Z, Arslan A. 2001. Beyaz peynir bileşimine giren süt türlerinin poliakrilamid jel elektroforezi ile saptanması. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 7(1), 39-45.

59. Kızıl Ü, Genç L, Saçan M. 2011. Elektronik burun sistemlerinin tasarım ilkeleri. *Uludağ Üniv Zir Fak Derg*, 25(1), 109-118.
60. Bayındır M, Yaman M, Yıldırım A. 2011. Koku bilimine doğru elektronik ve fotonik burunlar. *Bilim ve Teknik*, 9, 34-39.
61. Dias LA, Peres AM, Veloso ACA, Reis FS, Vilas-Boas M, Machado AASC. 2009. An electronic tongue taste evaluation: Identification of goat milk adulteration with bovine milk. *Sensors Actuat B- Chem*, 136(1), 209-217.
62. Tian X, Wang J, Cui S. 2013. Analysis of pork adulteration in minced mutton using electronic nose of metal oxide sensors. *J Food Eng*, 119(4), 744-749.
63. Hai Z, Wang J. 2006. Electronic nose and data analysis for detection of maize oil adulteration in sesame oil. *Sensors Actuat B- Chem*, 119(2), 449-455.
64. Hong X, Wang J. 2014. Detection of adulteration in cherry tomato juices based on electronic nose and tongue: Comparison of different data fusion approaches. *J Food Eng*, 126, 89-97.
65. Simpkins W, Harrison M. 1995. The state of art in authenticity testing. *Trends Food Sci Tech*, 6, 321-328.
66. Ironzo JR. 1972. Chemische Kennwerte zur Aufdeckung von Verfaelschungen bei Orangensaft. *Flüssiges Obst*, 40, 493-495.

## DÜZELTME

Lipaz Aktivitesinin Spektrofotometrik Yöntemle Belirlenmesinde Çevresel Koşulların P-Nitrofenil Propiyonat Substratının Kararlılığına Etkisi" [GIDA (2013) 38 (3): 143-149] başlıklı makalede şekil 1 hatalı olarak basılmıştır. Doğrusu aşağıdadır. Düzeltir, özür dileriz.



Şekil 1. p-Nitrofenil propiyonat substratının hidrolizi ile p-nitrofenol (pKa 7.2) ve propiyonik asit oluşumu.

Figure 1. Hydrolysis of p-nitrophenyl propionate to p-nitrophenol (pKa 7.2) and propionic acid.