

Gıda Kalite Sağlama ve Gıda Bileşenlerinin Tanımlanmalarında Enstrümantal Analizlerin Yeri ve Önemi

Necla Çağlarırnak ✉

Celal Bayar Üniversitesi, Saruhanlı Meslek Yüksekokulu, Manisa,

Received (Geliş Tarihi): 03.06.2013, Accepted (Kabul Tarihi): 10.09.2013✉ *Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): neclacaglarirnak@gmail.com (N. Çağlarırnak)*

☎ 0 236 357 42 50 / 25 📠 0 236 357 28 11

ÖZET

Günümüzde spektroskop ve kromatografi gibi teknikler ve yöntemlerin geliştirilmesi, ilerlemesi sayesinde gıda kalite sağlama, gıda bileşenlerinin saptanması, tanımlanmasında büyük gelişmeler ve ilerlemeler kaydedilmiştir. Gıda kimyası ve biyokimyasındaki ilerlemeler; fonksiyonel bileşikler, fitokimyasallar, tıbbi bileşikler gibi insan sağlığında önemi olan beslenme, hastalıkların önlenmesi ve korunmasında etkili besin maddelerinin keşfi, gıda güvenliğini tehdit eden unsurların belirlenmesi, gıda proseslerinin gıda bileşenlerine dolayısı ile insan sağlığına etkileri spektroskop tekniklerini temel alan analizler ile belirlenmektedir. Kritik kontrol noktalarında tehlike analizleri temelinde dayanan gıda standartlarının uygulanmasında enstrümantal gıda analizlerinin rolü önemlidir ve bu yöntemleri kullanmak elzemdir. Bu derleme makalede sözü edilen konular açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gıda bileşenleri, Kalite sağlama, Spektroskopi, Kromatografi, Yöntem

Role and Importance of Instrumental Analysis in Quality Assurance and Composition of Foods

ABSTRACT

Techniques such as chromatography and spectroscopy, and the development of analysis techniques are important to determine the important components of foods. These techniques take place an important role in the advances of food chemistry and medical biochemistry, functional compound studies, phytochemicals, human health such as nutrition, disease prevention and protection and food security. Food components and their effect on human health are determined by means of spectroscopy techniques. The role of food instrumental analysis are essential in setting food standards based on the concept of hazard analysis and critical control points and its implementation in food industry. This review summarizes the role and the importance of instrumental analysis in quality assurance and compositional determination studies in food science and technology.

Key Words: Food components, Quality, Spectroscopy, Chromatography, Method

GİRİŞ

Gıda bilimleri, gıda kimyası, beslenme ve gıda mikrobiyoloji gibi bilim dallarını ilgilendiren, temeli ve kapsamı dahilinde olan diğer bilim dallarını da içermektedir. Gıda kimyası; organik kimya, fiziko-kimya, genel kimya, biyokimya enstrümantal analiz gibi bilim dalları ile yakından ilgili ve iç içe olan uluslararası bilim

dalıdır. Sözü edilen kimya bilim dallarında spektroskop, kromatografi, elektroforez ve ELİZA analiz tayin ve yöntemleri tüm fiziksel, elektrik-elektronik, bilgisayar ve mekanik tekniklerin ve prensipleri içeren cihaz ve ekipmanlar ile ileri bilimsel tekniklerin kullanıldığı sistemler bütünüdür [1]. Gıda kimyasında ayırma yöntemleri, kromatografi, elektroforez gibi bunların yanına teşhis yöntemlerin de fizik, kimya bilim dallarında

bulunan başlıca kurallar ve yöntemler uygulanmaktadır. Bu makalede amaç öncelikle gıda kalite sağlama kural ve prensiplerini sağlayan, kontrol mekanizmalarını oluşturan "gıda güvenliği", başta olmak üzere insan ve toplum sağlığını etkileyen ve önemli kılan gıda analiz ve tayinlerini açıklayarak enstrümantal yöntemlerin önemini vurgulamaktır. Günümüzde gıda kalite sağlama laboratuvarlarında oldukça ileri gelişmiş enstrümantal yöntemlerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Gıda bileşenlerinin ürünlerden ve gıda sistemlerinden ayrılması ve teşhisi, nitel ve nicel olarak belirlenmesinde bu yöntemler önemli rol oynamaktadırlar.

GIDA KALİTE SAĞLAMA PRENSİPLERİ ve GIDA GÜVENLİĞİ

Gıda kalite sağlamada başlıca; kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve enstrümantal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin tümünde spektroskopik analizler yer almaktadır. Gıda kalite sağlama sadece gıda analizleri anlamına gelmez ancak, gıda analizlerinin yapılması, ilgili gıda standartları ve spesifikasyonları ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Gıda kalite sağlamada yaygın olarak bilinen EFSA [2]. (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından kabul edilen ve ilan önemli bir prensip vardır Gıda güvenliği "çiftçide başlar çatalda son bulur", sonuçta tarladan çatala besin zinciri içerisinde silsile halinde devam eden kontrol, analiz, depolama, taşıma ve tüketim basamaklarını içermektedir. Ancak "iyi tarım uygulamaları" başta olmak üzere kalite kontrol çiftçide başlamalı zira iyi tarım uygulamaları bir anlamda iyi ham maddeden iyi ürün elde edilir veya kötü hammaddeden iyi ürün elde edilemez ilkesinin geçerli olduğu bilinmelidir. Gıda güvenliği; sağlığa zarar vermeden, tehlike ve risk oluşturmadan gıda üretmek anlamına gelmektedir. Gıda güvenliğini temel alan kritik kontrol noktalarında tehlike analizlerinde (HACCP) tehlike ve risk oluşturan tüm unsurlar bir önceki gıda işleme basamağına geçmeden önce önlenmesi ve bertaraf edilmesi gereklidir. HACCP aslında önleyici yaklaşım ilkesine dayanan gıda standart sistemidir. Gıda kalite sağlamada ileri ve gelişmiş teknikleri kapsayan cihazlar kullanılmaktadır; yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi (GC), GC+kütle spektrometresi (MS), IR-UV-görünür bölge spektroskopisi, florometri, indüklenmiş çiftleşmiş plazma (inductively coupled plasma) kütle spektroskopisi (ICP ve ICP+MS), atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS), alev emisyon spektrometresi (AES) gibi yöntemler örnek verilebilir. Bu yöntemler ve cihazların kullanımı, çalışma prensipleri, doğru, duyarlı, kesin seçici sonuç elde etme başlı başına bir yöntem, mekanik elektrik- elektronik-bilgisayar-kütle aktarımı-ayırma prensiplerinin yanı sıra fizik ve kimya bilimlerinin temelinde geliştirilmiş cihaz ve ekipman sistemler bütünüdür.

Kimyasal Gıda Güvenliği Tehlikeler, Riskleri ve Tehditleri

Çok geniş bir yelpazede yer alan gıda güvenliği kimyasal analizlerini gerektiren unsurlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir [3].

1. Pestisidler (bitki koruma ilaçları);

- Hormonlar
- Antibiyotikler
- Toksik ağır metaller
- Diğer ilaç içerik ve bileşenleri

2. Bulaşanlar ve Zararlı Maddeler

- Gıda üretimleri sırasında aletler ve ekipmanlardan gelen bulaşanlar, ağır metaller, toksik maddeler -Gıdanın yapısında bulunan kimyasal bileşenlerin birbirleri ile etkileşimleri sonucu oluşabilecek bileşikler [4, 5]. -Hidroksimetilfurfural (HMF) Maillard reaksiyonları furfural bileşikler
- Oksidasyon, benzen, etilkarbammat ürünleri, trans yağ asitleri vb.
- Gıda katkı maddelerinden kullanımında usulsüzlük, doz aşımı, kullanımı olmayan katkı maddeleri kullanımı
- Fiziksel zararlı maddeler, çivi, metal parçaları, cam parçaları ve tiksindirici materyal vb.
- Isısal işlem fırınlanmış ürünlerde polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAHs) bulaşması veya ısısal işlem sonucu oluşan, akrilamid, heterosiklik aromatik aminler, poliaromatik hidrokarbonlar vb [6].

3. Uzun Süre Taşıma ve Depolamada Oluşan Maddeler

- Mikotoksinler, gıda güvenliği yönünden tehlike oluşturan önemli bir kısmı kansere yol açan mantarların ikincil metabolit toksik maddeleridir. Yüksek basınç sıvı kromatografisi ile G2, G1, B2, B1, M2 ve M1; okratoksin A, (OTA), zearaenone, patulin analiz ve teşhis edilebilmektedir. Ürünleri özellikle uzun süre depolama süresi boyunca kontamine edebilen mikotoksinler nispeten yüksek molekül ağırlıkta bir veya daha fazla oksijenlenmiş alisiklik halkalar içermektedir. 100'den fazla mikotoksin bileşenleri bilinmektedir ancak kompleks yapıda olduklarından analiz ve tanımlarında yüksek ayırma tekniği ve kısa analiz süreleri tercih edilmektedir. Uygun örnekleme yapıldığında milyarda bir gibi (bbp) çok düşük konsantrasyonlarda belirlenebilmektedir.
- Diğer faktör ise taşıma ve satış hatta tüketici mutfağında soğuk zinciri gerektiren ürünlerde soğuk zincirin kırılmasıdır.

4. Ambalaj materyalinden geçen maddeler; monomerler (vinil klorür, stiren, akrilonitril), boyalar (kurşun), yumuşatıcılar, (fitalatlar), bisfenol A, semikarbazid, antimon-perfloraoktonik asit.

5. Çevresel bulaşanlar, ağır metaller, dioksinler, furanlar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs), poliklorlu bifeniller, PVB, radioaktif bulaşanlar, organik kimyasallar (benzen), organotinler (OTA), radyoaktif bulaşanlar [3, 6, 7].

6. Alerjenler, bitkisel toksinler, guvotrojenler, fitohemaglutininler, gossipol, fitotoksinler, ergot, fumonosin, deksinivalenol, tripsin inhibitörleri.

Nanopartiküller, genetiği değiştirilmiş organizmalar, deli dana (BSE), melaninler vb [7].

Bu makalenin ana fikrini oluşturan gıda kalite sağlama, gıda güvenliği analizlerinde ileri yöntemlerin kullanımı modern kütle spektrometrede direkt gerçek zamanlı (direct analysis in real time), analiz yapılan enstrümanların gelişimi ve immünokimyasal yöntemler ile birlikte gıda güvenliğine yönelik analizler yapılabilmektedir.

Avrupa Birliği ilgili komisyonu 1 Eylül 2008'den itibaren taze ürün ve işlenmiş ürünlerde maksimum kalıntı limitleri (MRL)'nin belirlenmesinde EFSA sorumlu olmaktadır. Güvenilir yasal limitlerin belirlenmesinde kabul edilebilir günlük doz (ADI), akut referans doz (ARID) toksikolojik iki referans vardır.

Gıda güvenliğini tehdit eden tüm unsurlar, bulaşanların aynı anda üründe birden fazla risk faktörü olarak bulunmaları ve birbirleri ile etkileşimleri sonucu yeni tehlike ve risk faktörlerinin oluşmasına neden olmaktadır [7, 8].

Mikrobiyolojik Bulaşmalar ve Gıda Güvenliği

Çok geniş alanda ve her alanda çiftçiden başlamak üzere mikrobiyolojik bulaşmaların gıda güvenliğini tehdit eden çok aza indirilmesi ve elimine edilmesi hayati önem arz eder. Fekal koliform bakteri enfeksiyonları ve bulaşmaları, küf maya üremesi ve toksin gelişimi, ayrıca hijyen sanitasyon uygulamaları mikrobiyolojik gıda güvenliği yönünden gıda üreten işletme ve mekanlarda kontrol ve denetlenmesi gereken faaliyetlerin başında gelir. Mikroorganizma bulaşmaları gıda zehirlenmeleri ve enfeksiyonları şeklinde iki grupta incelenebilir. Gıda sanayinde en önemli bulaş kaynağı insandır, hayvan, bitki, çevresel bulaş kaynakları özellikle yetersiz alt yapının olduğu kanalizasyon fosseptikden bulaşmalar, alet ve ekipmanlar, hammaddeden gelen bulaşmalar olarak özetlenebilir[9].

Mikrobiyolojik analizlerde ELİZA (enzyme-linked immunosorbent assay) ve RPLA (reversed passive latex agglutination) yöntemleriyle bakteriyel toksinler belirleyen temel çalışma prensibi spektrometreye dayanan yöntemler kullanılmaktadır [10].

Mikrobiyoloji laboratuvarında uyulması ve izlenmesi gereken kurallar ve işlemler bazı yönetmelik ve standartlar tarafından belirlenmiştir. 26 Haziran 2002, tarih ve sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan "İyi laboratuvar uygulamaları, prensipleri e test laboratuvarların Belgelendirmesine Dair Yönetmelik ve ISO 7218 sayılı TS7894, ISO 7218, Gıda ve Hayvan 7218, Gıda ve Hayvan yemlerinin Mikrobiyolojisi Mikrobiyolojik Muayeneler için Genel Kurallar standardının izlenmesi gerekliliği vardır [11].

Halk sağlığı ve gıda güvenliği birbiri ile iç içe olan kavramlardır. Gıda mühendisi ve gıda tekniklerinin ilgili sahalarda denetleme ve kontrolleri toplum sağlığı için elzemdir buna göre buna düzenlemelerin ve

planların yapılarak istihdamın gözden geçirilip genişletilmesi gerekir.

Fiziksel analizler; gıda güvenliği yönünden insan sağlığını tehdit eden, riske atan faktörler olarak günümüzde elektronik-lazer miknatis, sistemleri vb yararlanılabildiği gibi insan duyuuları göz ile kontrol, ayıklama vb yabancı materyal, cam, plastik gibi maddeler ayıklanmaktadır.

Diğer yönden gıda maddelerinde renk ölçüm cihazlarının hemen hemen hepsi birer renk spektrometresi cihazıdır. Benzer prensipler ile çalıştırılan bu cihazlar gıda kalite sağlamada yaygın olarak kullanılmaktadır [12].

Ülkemizde de gıda güvenliği ve gıda kalite sağlamayı denetleyen, kontrol altında tutan yönetmelikler, kanun ve düzenlemeler vardır. 27.5.2004 tarihinde kabul edilen Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun'un, (Kanun No: 5179) amacı, gıda maddeleri ile ilgili hizmetlere dair esas ve usulleri belirlemektir [13]. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 16 Kasım 1997 tarih ve 23172 [14] sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik gıdaların kalite ve hijyenle ilgili özelliklerini, katkı maddelerini, aroma maddelerini, pestisit ve veteriner ilaç kalıntılarını, gıda bulaşanlarını, ambalaj ve işaretleme, depolama ve taşıma kurallarını, numune alma ve analiz yöntemlerini kapsar.

GIDA KİMYASINDA BAŞLICA ENSTRÜMENTAL TEKNİKLER

Gıda kimyası uluslararası bilim dalı olup [15-19] bu bilim dalının gelişmesinde spektroskopik ve kromatografik yöntemleri temel alan önemli rol oynamaktadır. Spektroskopi kütle spektrometresi de dahil olmak üzere yüklü ve yüksüz tanecikler ile maddenin etkileşmesi sonucu meydana gelen olayların incelenmesine denir [20].

Elektromanyetik ışımaya, ışık, ısı şeklinde algılanan infrared (kırmızı ötesi), X-ışınları ve radyo dalgaları sayılabilir. Enstrümental analizler; bir örnekteki herhangi bir bileşenin konsantrasyonu orantılı olarak sinyal üreten cihazlar ile yapılan analizlerin içerisinde spektroskopik, kromatografik ve diğer analiz yöntemleri de bulunmaktadır [21-23].

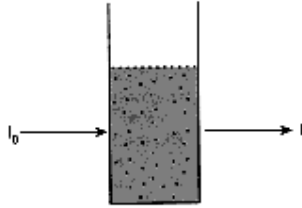
Spektroskopik Yöntemler: Atomik spektroskopi ve moleküler spektroskopi olarak iki grupta incelenir. Atomik spektrum sadece elektronların bir enerji düzeyinden diğerine geçişlerini kapsamaktadır.

$\Delta E = h\nu$ eşitliği ile tanımlanan geçişler sırasında absorblanan ve yayılan ışımının enerjisi, atomun potansiyel enerjisi değişimi ile orantılıdır. moleküler spektroskopide ise elektronik düzeyler arasındaki geçişlere ek olarak dönme ve titreşim enerji düzeyleri arasındaki geçişleri de içerir.

$E_{toplam} = E_{elektronik} + E_{titreşim} + E_{dönme}$ formülü ile açıklanabilir [21].

Gıda analizlerinde UV-görünür bölgede spektrometre ölçümleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 3).

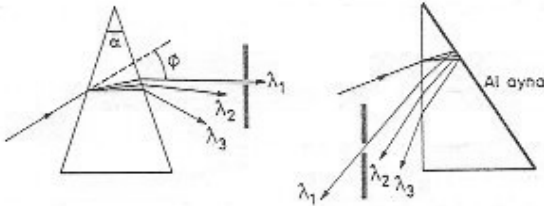
Maddenin ışığı soğurması veya absorpsiyonu madde derişimi ile doğrudan ilgilidir. Işın demeti madde ortamından geçerken belirli frekanstaki ışınların şiddeti seçimli olarak azalır. Bu ışığın absorpsiyonudur. Absorbans, ışın demetinin geçtiği çözeltinin genişliği ve absorblayıcı türlerin konsantrasyonu ile doğrudan orantılıdır. $A = A_1 + A_2 + \dots = \epsilon_1 bc_1 + \epsilon_2 bc_2$ eşitliği geçerlidir. ϵ her hammadde ve her dalga boyu için farklı değerdedir. Lambert-Beer kanunu olarak ifade edilen bu eşitlik (Şekil 1), absorpsiyon ölçümlerinin temel konusudur [20-22].



Şekil 1. Lambert Beer eşitliğinin şematize gösterimi [23].

Lambert Beer kanunu; bir çözeltilen geçen ışık miktarı, ışığın çözelti içinde kat ettiği yol ve çözelti konsantrasyonu ile logaritmik olarak ters orantılıdır.

Elektromanyetik ışım türleri: Elektromanyetik ışım türleri, gözle algılayabildiğimiz görünür ışık ve ısı şeklinde infrared (kızıl ötesi), ışınları, X-ışınları, UV-(mor ötesi), mikrodalga ve radyo ışınlarıdır. Spektroskopide kullanılan dalga boyu seçicileri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Dalga boyu seçicileri [23].

Örnek üzerine gönderilen ışığın daha monokromatik olmasını sağlamak için bazı spektrofotometrelerde çift monokromatör kullanılır.

Dalga Boyu Seçicileri (Monokromatörler) (Şekil 2): Işık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalga boyunda monokromatik ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneklerdir [23].



Şekil 3. UV-Görünür bölge moleküler spektroskopisi şeması [23].

Analiz edilen örnek üzerine ışık demetinin bir kısmını filtreler kullanarak ayıran ve gönderen aletler kolorimetre veya fotometre olarak adlandırılırken, yarıklar ya da prizmalar aracılığı ile bu seçiciliği yapan aletler Şekil 3, spektrofotometre denir [23].

Radyasyonun absorpsiyonu atomik absorpsiyon ve spektrometresi, moleküler absorpsiyon ise UV görünür bölge ve infrared spektrofotometreleri, kolorimetre, X ışınları spektrometresi ile analiz edilmektedir.

Görünüş özellikleri gıda kalitesinin belirlenmesinde tüketicinin gıda maddesi kabul ve alımında birinci aşamadır. Renk olgusu ambalajlı ve taze gıda ürünlerinde elektronik cihazlarda renk ölçümleri ile gerçekleştirilir, bu teknik ve cihazların her biri aslında dalga boylarına renk ölçümleri yapan spektroskopi prensibi ile çalışan cihazlardır. Herhangi bir kimyasal analiz birbirini izleyen üç basamaktan oluşmaktadır: (1) örnek biriktirme, (2) örneğin kimyasal ve /veya fiziksel yönden hazırlanması, (3) örnek konsantrasyonlarının ölçümü olarak yapılmaktadır [24].

Diğer spektroskopik yöntemler ise gıda bilimlerinde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Başyigit Kılıç ve Karahan [25] tarafından Fourier dönüşümlü kızıl ötesi spektroskopisi (FTIR), laktik asit bakterilerinin tanısında kullanılması etraflıca açıklanmıştır. FTIR bakterilerin incelenmesi amacı ile 1980'lerden beri kullanılan fizikokimyasal yöntemdir. Bu yöntem ışığın infrared yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen bu yöntemde MIR bölgesindeki bantlar ile hücre duvarı bileşenleri, proteinler, nükleik asitler gibi bakteri hücrelerinin toplam bileşenleri belirlenebilmektedir [25]. Bu yöntemin diğer yöntemlere nazaran başarılı olabileceği öne sürülmüştür [26]. Aynı yöntem ile yemeklik sıvı yağlarda trans yağ asitlerinin belirlenmesinde başarılı olarak kullanılmıştır [27].

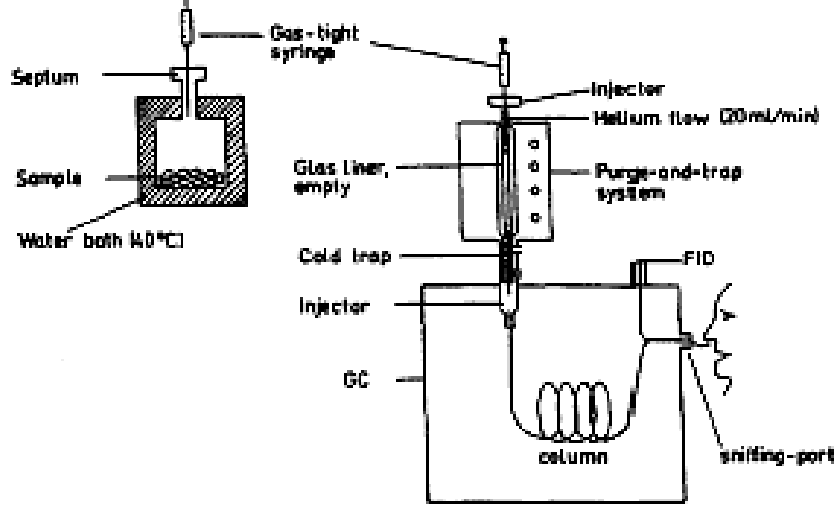
Yakın kızıl ötesi (NIR) spektrumlarının, bağların titreşim davranışlarından yola çıkarak moleküller arası bağlar hakkında ve mevcut moleküllerin türleri hakkında bilgi sağlamada kullanılabilecek teknik olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [28]. Gıda örneklerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan hızlı gıda maddesine zarar vermeyen NIR spektroskopisi, 780-2500 nm dalga boyu aralığındaki elektromanyetik radyasyonun absorpsiyonu temelinde, gıdalarda analiz amaçlı kullanılan bir teknolojidir [29]. Makalede NIR'in çabuk, maliyeti düşük, çevre dostu (az atık) aynı anda birkaç analizi bir arada yapabilen, aynı örneğe ait protein, nem, yağ gibi bileşen ve analizleri ile birlikte duysal ve kalite analizlerini gerçekleştirmek gibi avantajları olduğu açıklanmaktadır.

Gıda güvenliğinde önemli yeri olan ağır metal bulaşanların belirlenmesinde başlıca analiz teknikleri olarak AAS ve AES tekniklerinin yanı sıra elektrokimyasal teknikler, nötron aktivasyon analizi (NAA), plazma emisyon spektrometresi, X-ray emisyon spektrometresi, proton indüklenmiş X-ray emisyon spektrometresi (PIXE), moleküler absorpsiyon ve floresans spektrofotometri ve ICP teknikleri kullanılmaktadır [4, 24, 21].

Kromatografik Yöntemler: Başlıca ayırma ve teşhis yöntemleridir. Taşıyıcı bir akışkan boyunca medde moleküllerinin ve bileşenlerinin kimyasal özelliklerine göre bir kolon boyunca ayrılması çoğunlukla spektroskopi prensibine dayana detektörlerde belirlenmesi ve kayıt edilmesi esasına dayanan yöntemlerin tümünü kapsar daha önce de belirtildiği gibi gıda bilimlerinde oldukça geniş ve etkin alanda hem araştırma hem de rutin laboratuarlarda kullanılan tekniklerin tümünü kapsar.

Gaz kromatografisinde (GC) karmaşık organik maddelerin hızlı ve uçucu olarak ayrılmasında ve

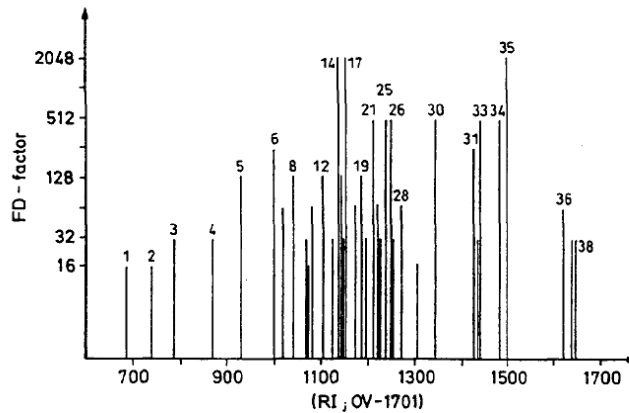
teşhisinde kullanılmaktadır. Uçucu hale gelebilecek olan örnekler kolonlardan ayrılarak detektörde teşhisleri yapılmaktadır. GC özellikle kütle spektrometresi ile birlikte kesin tanımlarda nicel olarak kullanılan duyarlı uçucu bileşenlerin saptanmasında, kesin ve güvenilirliği olan yöntemler son gelişmiş yöntemler bütünüdür. (SDME-GC-MS); tek damla mikroekstraksiyon GC-MS bu yöntem son yıllarda geliştirilmiş uçucu bileşenlerin teşhisinde pahalı olmayan kullanışlı yöntemlerden biridir olarak [30] tarafından başarı ile kullanılmıştır. GC ile diğer bir çalışmada ise GC-O (Ofloctometri) yöntemi tarafından kullanılmıştır [31].



Şekil 4. Gaz kromatografisi tepe boşluğu-O (Ofloctometri) şematik gösterimi [31]

Gıda ürünlerinin uçucu ve aroma bileşenleri gıda kalite sağlamda objektif yöntemler olan GC ve GC+ MS veya ofloctometri gibi kombine yöntemler ile saptanmaktadır. (Şekil 4). Kahve asıl aromasına kavruıldıktan sonra

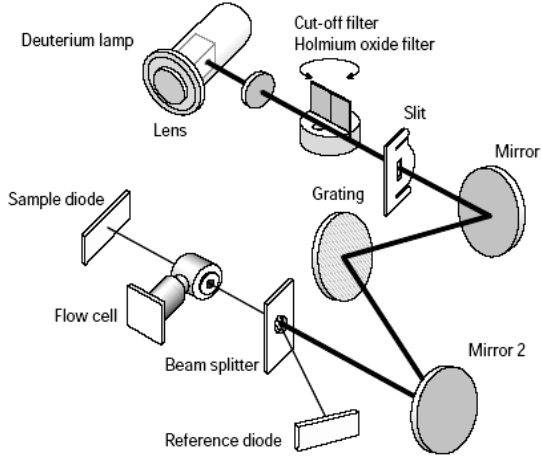
kavuşmaktadır. Kahve aromasında 900'den fazla bileşik tanımlanmıştır. [32]. Aşağıda kahve aromasını tanımlayan (Şekil 5) örnek kromatogram verilmiştir.



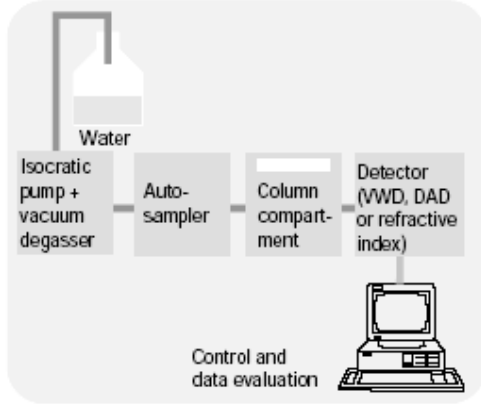
Şekil 5. Öğütülmüş ve kavruılmış kahve aroma ekstraktının kromatogramı [31].

Yüksek basınç sıvı kromatografisi hızlı, doğru ve kesin sonuç verebilen gıda kimyası araştırmalarında [33, 34, 35, 36]. Gıda kimyasında ve kalite sağlama laboratuvarlarında sıkça kullanılan UV ve görünür bölge detektör vb. spektrometre prensibi ile çalışan detektörlerin olduğu gelişmiş cihazlardır (Şekil 6 ve 7).

HPLC'de ölçümler alınırken zaman farklılıkları ve özgünlüğü göz önüne alınarak yapılarak ayırma ve tanımlama yapılmaktadır (Şekil 8'de örnek kromatogram verilmiştir).



Şekil 6. Konvansiyonel değışebilir dalga boyu HPLC detektörü [37].



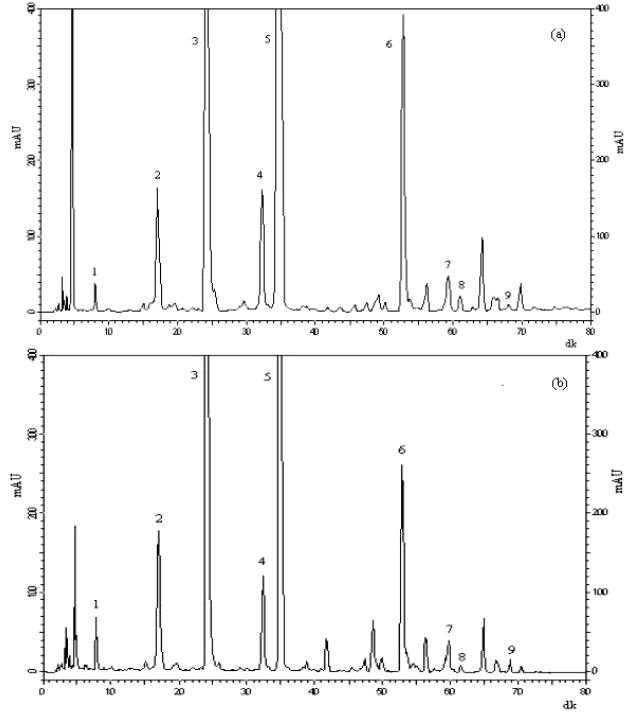
Şekil 7. HPLC cihaz şeması referans [37].

GIDA BİLEŞENLERİ ENSTRÜMENTAL ANALİZLER

Gıda kimyasında makro besin öğeleri; lipidler, karbonhidratlar, proteinler ve su mikro besin öğeleri ise başlıca mineraller, vitaminler diğer bileşenlerden oluşmaktadır. Gıda biyokimyasının yanı sıra klinik biyokimya içerisinde de değerlendirilebilen besin öğeleri, bileşenler, moleküller, elementler bulunmaktadır. Bu bileşenlerin pek çoğu açıklanan enstrümental teknik ve yöntemler ile belirlenebilmektedir [38] (Şekil 8).

Son yıllarda fonksiyonel bileşenler içersinde antioksidanlar, serbest radikallerin sistemlerde yakalayan veya inhibe eden veya çeşitli mekanizmalar serbest radikallerin zararlarını önleyen moleküllerdir. Doğal antioksidanların başlıcaları fenolik bileşikler, kateşin, tokoferol, karoten, likopen, bazı uçucu yağ bileşenleri askorbik asit, A vitamini (retinoik asit), omega-3 yağ asitleri, selenyum gibi mineraller vb pek çok bileşik antoksidan aktiviteye sahiptir [39]. Çay antioksidanlarının kateşinler, qarsetin, kaempferol, siyanidin, kafeik asit, quersetin, ellagik asit miktarları ve biyokimyasal işlevleri hakkında araştırmalar yapılmıştır,

Antioksidan özellik gösteren bu bileşikler oksijen serbest radikalleri ve lipid peroksidasyonu üzerine etkilidir. Kateşin, kuarsetin, siyanidin, kafeik asit ve ellagik asidin antioksidan etkileri *in vitro* olarak düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyonunu önlediği saptanmıştır [40]. Veliöğlü [38] tarafından çay ile yapılan araştırmada ekstrakt tipine, kullanılan ekstraksiyon solventine ve materyale bağlı olarak toplam polifenol içeriği taze çay yaprağı (TÇY) ve yeşil çay (YÇ) için sırasıyla 155.4-680.2 mg GAE/g kuru ekstrakt ve 128.6-560.8 mg GAE/g kuru ekstrakt olarak bulunmuştur (Şekil 9).



Şekil 8. Taze çay yaprağı (a) ve yeşil çayın (b) metanol ekstraktlarına ait HPLC kromatogramları. 1-Teobromin, 2-EGC, 3-Kafein, 4-EC, 5- EGCG, 6-ECG,7-Q3RG, 8-Q3G, 9-K3RG [38]

Ayrıca gıda sanayi diğer sanayi kollarının pek çoğundan farklı olarak genellikle organik ağırlıklı atık içermektedir. Çevre korunması ve ekonomik yönden geri dönüşüm ve atıklarının değerlendirilmesi veya bertaraf edilmesi gittikçe önem kazanmaktadır [41].

Antimikrobiyal özellikler gösteren bileşenler, hastalıkları önlemede yardımcı, hastalıklardan koruyucu, yaşlanmayı geciktirici gibi etkileri sağlayan bileşiklerin ve maddelerin tanımlanmasında enstrümental analizlerin rolü büyüktür. Fonksiyonel bileşenleri ayrılması, tanımlanması, hatta saflaştırılmasında makalede konu edilen cihaz ve yöntemler kullanılmaktadır. Sonuçta ileri ve gelişmiş enstrümental tekniklerin kullanılması, çalıştırılması ile ilgili bilimlerin ve disiplinlerin geliştirilmesi ve ilerlemesi sağlanabilmekte gıda bilimlerine de önemli katkılar sağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Çağlarırnak, N., 2010. The advanced methods in food safety quality control analysis, *ISTEC International Science and Technology Conference*, 27-29 Ekim, Magosa, KKTC.
- [2] EFSA, 2010. EFSA's Pesticide Risk Assessment Peer Review (PRAPeR), <http://www.efsa.europa.eu/en/panels/praper.htm>
- [3] Altuğ, T., A, Ova, G., Demirağ, K. & Kurtcan, Ü. 2000. *Gıda Kalite Kontrolü*, E. Ü. Basımevi, Bornova-İzmir, 14-62p.
- [4] Çağlarırnak, N., 2008. Endüstrileşmenin gıda üretimleri ve gıda güvenliğine etkileri. *10. Ulusal Gıda Kongresi*, 28-30 Mayıs, Erzurum.
- [5] Çağlarırnak, N. 2007. Gıda güvenliğinin çevre kirliliği yönünden irdelenmesi, *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 24-27 Ekim, İzmir.
- [6] Uygun, Ü., Köksel, H., 2010. Gıda güvenliğini tehdit eden kimyasallar. *Gıda Güvenliği Derneği Online Dergi* 1-5p.
- [7] Çağlarırnak, N., 2008. Reflects of energy productions, upon environment food and health. *14th International Energy and Environmental Technology Systems Fair and Conference*, 15-17 Mayıs, İstanbul.
- [8] Mahmutoğlu, T., 2010. Gıda Endüstrisinde Güvenli Gıda Üretmek, ODTÜ Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara, 9-49p.
- [9] Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., Konur, N., Halkman, A.K., 2011. (ed. Poyrazoğlu ES), Gıda Bilimi ve Teknolojisi, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2320, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No: 1307.
- [10] Gül, F., Önal, A.E., 2008. Halk sağlığı açısından gıda analizlerinin önemi. *Nobel Medicus*, Eylül-Aralık, 1-5.
- [11] Halkman, AK. 2007. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, <http://www.orlab.net/mikrobiyoloji/MGM.pdf>
- [12] Jha, S.N., 2010. In *Nondestructive Evaluation of Food Quality*, 17, DOI 10.1007/978-3-642-15796-7_2,C_, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [13] Kanun No: 5179 Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun, Kanun No. 5179, Kabul Tarihi: 27.5.2004
- [14] 16 Kasım 1997 tarih ve 23172 Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 16 Kasım 1997 tarih ve 23172 sayılı Resmi Gazete
- [15] Lee, FA, 1983. *Basic of Food Chemistry*, Avi Publishing Co. Inc., Westport Conn., pp. xi+564.
- [16] deMan, J., 1990. *Principles of Food Chemistry*. Von Nostrand Reinhold and Avi Book, New York.
- [17] Saldamlı, I., Sağlam, F., 1998. Vitaminler ve mineraller, *Gıda Kimyası*, In: Saldamlı, İ., 1, ed. Ankara: Hacettepe Üniversitesi. Yayınları, 337-397p.
- [18] Feenema, O.R., Damadran, S., 2007. *Feenema's Food Chemistry* (Food Science and Technology), CRC Press, UK., ISBN -10: 0849392721, pp-1144.
- [19] Demirci, M., 2007. *Beslenme* NKÜ Ziraat Fak Gıda Müh. Böl. Tekirdağ. ISBN 975-97140-4-2.
- [20] Yaman, M., (2012). Enstrümantal Analiz Ders Notları.
- [21] Gündüz, T., 2002. *İnstrümantal Analiz*, Gazi Kitabevi, 6. baskı, Ankara,
- [22] Hışıl, Y., 1999. *Enstrümantal Gıda Analizleri – II*, Ege Üniversitesi Basımevi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları No:30, Bornova-İzmir.
- [23] Altınışik, M., 2004. Spektroskopik Analiz Yöntemleri. www.mustafaaltinisik.org.uk.
- [24] Skoog, DA, Holler, FJ, Nieman, TA. 1998. *Principles of Instrumental Analysis*. 5th Edition. Kılıç E, Köseoğlu F, Yılmaz H (çeviri ed) Bilim Yayıncılık, Ankara, 850p.
- [25] Kılıç Başyığıt, G., Karahan, AG., 2010. Fourier dönüşümlü kızıl ötesi (FTIR) spektroskopisi ve laktik asit bakterilerinin tanısında kullanılması. *Gıda* 35(16): 445-452.
- [26] Curk, M.C., Peladan, F., Hubert, J.C., 1994. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy for identifying Lactobacillus species. *Fems Microbiol Lett*. 123: 241–248.
- [27] Boahen-Opku, Y., Azumah, S., Apanyin, S., Novick, B.D., Wabah, D., 2012. The quality and infrared determination of trans-fatty acid contents in same edible vegetable oils, *African Journal of Food Science and Technology* 3(6): 142-148.
- [28] Blanco, M., Villarroya, I., 2002. NIR spectroscopy: A rapid-response analytical tool. *Trac-Trend. Anal. Chem.* 21(4): 240-250.
- [29] Ertugay, M.F., Başlar, M., 2011. Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde yakın kızıl ötesi (NIR) spektrometresi. *Gıda* 36(1): 49-54.
- [30] Wang, G.J., Yu, L.T.-Fan, M., Qi, L.M., 2013. Headspace single-drop microextraction gas chromatography mass spectrometry for the analysis of volatile compounds from Herba Asari. *Journal of Analytical Methods in Chemistry* Article ID 380705.
- [31] Blank, I., 1996. Gas Chromatography, Olfactometry in Food Aroma Analysis. In (Ed. Ray MArilli) *Techniques and Analyzing Food Aroma*, New York; Marcel Dekker, 293-331p.
- [32] Çağlarırnak, N., Ünal, K., 1993. Kahvenin aromasını etkileyen faktörler. *Gıda Dergisi* 18(6): 403-408.
- [33] Çağlarırnak, N., 1999. Determination effects of some food treatments on chemical composition of food products by chromatographic methods. *Bulletin of Pure Sciences in Bio-Research Bulletin* 15(2): 103-110.
- [34] Çağlarırnak, N., 2007. Nutrients of exotic musrooms (*L. edodes* and *Pleurotus* species) and estimated approach to the volatile compounds. *Food Chemistry* 105: 1188-1194.
- [35] Çağlarırnak, N., 2006. Ochratoxin A, hydroxymethylfurfural and vitamin C levels of sun dried grapes and sultana. *Journal of Food Processing and Preservation* 30(26): 549-562.
- [36] Çağlarırnak, N., 1999. Chromatographic determination of coffee sugars in Turkish coffee. *Third International Food Data Conference*, P-s 03. P 105. FAO, Roma.
- [37] Husgen, G. Schuster, R. 2001. HPLC for Food Analysis, Agilent Technologies Co. Inc. PN: 5988-32294EN, www.agilent.com

- [38] Veliođlu, S., 2007. Farklı ay ekstraktlarının antioksidan antibakteriyel etkileri ve fenolik madde dağılımlarının HPLC ile belirlenmesi. *T.C. Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Kesin Rapor*, Proje No: 200-6-07-45016-HPD, 023p.
- [39] ağlarırnak, N., 2012. Gıda kaynaklı doğal antioksidanlar. *Türkiye 11. Gıda Kongresi*, Hatay, 9-11 Ekim, Hatay.
- [40] ağlarırnak, N., 2012. Gıda sanayi artıklarının beslenme ve sağlık yönünden değerlendirilmesi. *1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi*, 2-4 Mayıs 2012, 132-141p.
- [41] ađlarırnak, N., 2006. ay bileşenlerinin biyokimyasal zellikleri. *Rize Sempozyumu*, 14-16, Ekim, 2006, Rize.
-
-