SPEKTROTEK

GIDA & ÇEVRE UYGULAMALARI

www.spektrotek.com

SPEKTROTEK
Spektrotek A.Ş.

www.spektrotek.com
info@spektrotek.com
t: 0 216 688 57 78
f: 0 216 688 57 69

Katalog taleplerinizi info@spektrotek.com e-mail adresine, adres bilgilerinizi göndererek talep edebilirsiniz.

SPEKTROTEK A.Ş. Kurumsal tanıtım ve ürün kataloğunda paylaşılan tüm görsel ve yazılı bilgilerin hakları SPEKTROTEK A.Ş. ve ilgili üreticilere aittir.
Tüm hakları saklıdır. İzinsiz kopyalanamaz, alıntılanamaz, başka yerde kullanılamaz.
Katalogda kullanılan ürünler ile orjinalleri arasında farklılık görülebilir.

Tasarım, İçerik, Teknik Hazırlık ve Üretim:

PRO SIGMA
kreatif...tasarım...fikir...fazlası

www.prosigma.net • info@prosigma.net

SPEKTROTEK
Spektrotek A.Ş.

SPEKTROTEK A.Ş., 2010 yılında İstanbul merkezli olarak kurulmuş alanında Dünya lideri global üreticilerin Türkiye, Kuzey Kıbrıs ve Azerbaycan bölgesinde temsilini yapan Laboratuvar Cihaz ve Ekipmanları sağlayıcısı firmadır.

Değişik bilim dallarının eğitim ve araştırma amaçlı olarak ağırlıklı Laboratuvarda kullandığı Analitik Cihazlar, Ekipman ve Aksesuarlar, Kimyasal ve Sarflar **SPEKTROTEK A.Ş.'** nin büyük özen ve uzmanlıkla sağladığı ürün gruplarındandır.

SPEKTROTEK uzman grubu, Klasik ihtiyaçların yanı sıra Dünyada gelişen yeni teknoloji ve uygulamaları da son kullanıcılara aktarmayı bir görev bilmektedirler.

Laboratuvar ihtiyacının iyi anlaşılıp değerlendirmesine istinaden alternatifli marka ve özellikli sistemlerin önerilmesi ile başlayan süreç, ne olursa olsun sat değil, 'Doğru sistemleri, Doğru fiyatla Sat' mantığıyla yürütülmekte ve son kullanıcılar/Araştırmacılar müşteri olarak değil partner olarak değerlendirilmektedir.

Herbiri Yüksek Lisans ve/veya Doktora seviyesinde alanında uzmanlığa sahip çalışanlarımız aynı zamanda şirket içi detaylı eğitimler ve sürekli yenilenen bilgi akışı sayesinde Dünya ve üreticilerimizin Know/How bilgilerini laboratuvarlara taşımaktadır.

Kaliteli servis hizmeti olmadan hiçbir ürün satışına girmemek şiarı ile yetkili personelimiz üretici tesislerinde detaylı eğitimler alarak sertifikalandırılmaktadır. Aynı zamanda TSE Hizmet Yeri Yeterlilik Belgesi ve başka pek çok kalite belgeleriyle de hizmet kalitemiz belgelenmiştir.

Ayrıca **SPEKTROTEK A.Ş.**, Kendi tescilli markası olan ChromXpert ile önde gelen üreticilere yüksek kalite ile OEM ürettirdiği ürünlerle kendi markası ile de Laboratuvar ürünleri pazarında yerini almıştır.

Vizyonumuz;
Bilim ve teknolojik yenilikleri, Dünyanın en iyi üreticileri yoluyla Türk Araştırmacılara ileterek ülkemizin kalkınması ve gelişmesine katkıda bulunmaktır.

SPEKTROTEK GIDA VE ÇEVRE UYGULAMALAR

Bebek Mamalarında Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi 12

Bebek Mamalarında Multi-Toksin Analizi 13

Gıda Ürünlerinde LC-MS/MS ile Akrilamid Tayini 14

Süt ve Süt Ürünlerinde Melamin Analizi 15

Yaş Meyve ve Sebzede Multi-Pestisit Analizi 16

Gıdalarda Polar Pestisit Tayini 17

Gıda Ürünlerinde Paraquat/Diquat Analizi 18

Jelibonda Jelatin Tür Analizi 20

Ette Tür Tayini 22

Zeytinyağında Tağşiş ve Orijin Belirleme 23

LC-MS/MS ile Gıdalarda Alerjen Analizi 24

Bebek Mamalarında B Vitamini Analizi 26

Veteriner İlaç Kalıntıları/Antibiyotik Analizi 27

Gıda ve İçeceklerde Tatlandırıcı Tayini 28

İçme Sularında Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Analizi 30

İçme Sularında Akrilamid Analizi 31

İçme Sularında Multi-Pestisit Analizi 32

ÇEVREUYGULAM
GIDA&ÇEVREUYG
YGULAMALARIGID
IDA&ÇEVREUYGU

SPEKTROTEK

GIDA&ÇEVREUYGULAMALARI

BEBEK MAMALARINDA POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) ANALİZİ

GİRİŞ

Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH)'lar karbon ve hidrojen içeren organik maddelerin pirolizi veya tam olmayan yanmalar sonucu oluşan, iki veya daha fazla aromatik halka içeren bileşiklerdir.

PAH'lar hava, su, toprakta ve dolayısıyla da gıdalarda bulunabildiğinden; insanlar bu bileşiklere mesleki, çevresel, tıbbi ve diyetle ilgili kaynaklar aracılığıyla maruz kalmaktadır. Özellikle, endüstriyel üretim yapılan bölgelerdeki kirli hava bileşenlerinin bitkisel ürünler üzerindeki birikimleri sonucunda tahıl, meyve ve sebzeler kontamine olabilmektedir. Öte yandan kavurma, dumanlama ve ızgara uygulamaları gibi işleme prosesleri de, gıdada PAH'ların oluşumuna neden olabilmektedir.

Gıdanın direkt alevle teması durumunda PAH'ların miktarı daha da yükselmektedir. Bu bileşiklerin oluşması pişirme metodu ve uygulanan sıcaklıkla yakından ilişkilidir.

PAH bileşiklerinin oluşumu açısından riskli bulunan gıdalardan biri ve en önemlisi bebek mamalarıdır. Bebek mamalarının PAH'larla kontaminasyon seviyesi, gerek mama üretiminde uygulanan kurutma sıcaklıklarına, gerekse mama bileşimine giren süt ve/veya meyve, sebze, tahılların çevresel faktörler nedeniyle PAH bileşikleri ile kontamine olmasına bağlı olarak, çeşitli düzeylerde benzo(a)piren ve diğer PAH bileşiklerini içerebilmektedir. İnsanlar üzerinde toksik ve kanserojenik etkiye sahip oldukları için gıdalardaki miktarlarının kontrol edilmesi oldukça önemlidir.

Maksimum izin verilen miktarları ulusal ve uluslararası gıda ve sağlık örgütleri tarafından belirlenmiştir. Avrupa Birliği uyum süreci çerçevesinde ülkemizde de PAH için belirlenen limitler "Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği" ile yürürlüğe girmiştir. Bu kirleticilerin uygun analiz yöntemleri ile tayin edilmesi ve çevremizden mümkün olduğunca uzaklaştırılması için önlemler alınması gerekir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

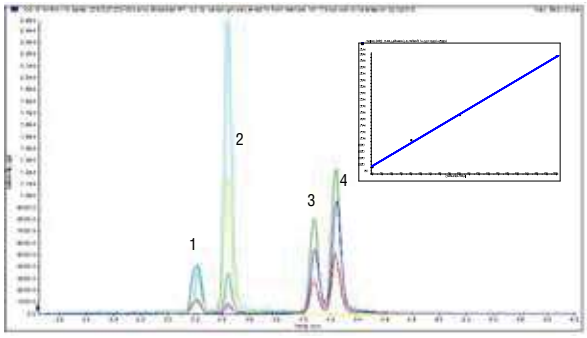
Yönetmelikte maksimum kalıntı limitleri belirlenen 4 adet PAH bileşiği için numuneler, basit bir numune hazırlama yöntemi olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Kinetex Phenyl-Hexyl 100x2.1 mm 1.7 um
Analiz Süresi : 8 dakika
Mobil Faz : Su ve Asetonitril
İyonizasyon : APCI
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3	Q1/Q3
Benzo(a)anthracene	pozitif	228/226	228/199
Benzo(a)pyrene	pozitif	252/250	252/226
Benzo(b)fluorenthene	pozitif	252/250	252/224
Chrysene	pozitif	228/226	228/200



Şekil 1- Bebek mamasında Scheduled MRM™ ile yapılan PAH analizine ait kromatogram: (1) Benzo(a) anthracene, (2) Chrysene, (3) Benzo(b)fluorenthene, (4) Benzo(a)pyrene

SONUÇ

Gelişen teknoloji ile birlikte hızlı, doğru, güvenilir ve düşük maliyetli analiz tekniklerinin geliştirilmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu nedenle, basit ve zahmetsiz bir numune hazırlığına sahip olan LC-MS/MS metotları tercih edilmektedir. Scheduled MRM™ algoritması kullanılarak yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bebek mamaları için yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşılamaktadır.

BEBEK MAMALARINDA MULTİ-TOKSİN ANALİZİ

GİRİŞ

Hayvanlar ve insanlar için toksik özellik gösteren mikotoksinler, tarlada veya gıda maddelerinin depolama ve dağıtımı aşamasında oluşabilirler. Mikotoksinler; aflatoksinler, okratoksinler, fumonisin, zearalenone (ZON), trichlothecenes gibi Fusarium toksinleri ve ergot alkoloidleri gibi farklı ana gruplara ayrılırlar.

Mikotoksinlerin gıda ve yemlerde belirlenmesi için günümüzde hassas ve güvenli birçok yöntem bulunmaktadır. Klasik mikotoksin analizleri, her bir mikotoksin için ya da benzer kimyasal özelliklere sahip grupların (ör; aflatoksinler) her biri için ayrı ayrı metot kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntem hedef bileşiklerin geniş polarite aralığında olması ve maddelerin fiziksel özelliklerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Tüm metotlar immuno-affinity kolon ile cleanup aşamasının ardından fluoresans dedektörü ile HPLC analizine dayanmaktadır. Fakat numune içerisinde mikotoksin grupları ayrı ayrı bulunabileceği gibi aynı numune içerisinde bir arada bulunabilirler. Bu sebeple numune hazırlık aşaması uzun sureli ve yüksek maliyetli olduğundan dolayı pratik bir uygulama sayılmamaktadır. Bunun yerine numune hazırlığı için basit ve hızlı bir metot olan sıvı-sıvı ekstraksiyonu ardından immuno-affinity kolon kullanımına ihtiyaç kalmadan negatif ve pozitif polariteye sahip bileşiklerin tek bir LC-MS/MS enjeksiyonu ile analizi tercih edilmektedir.

Avrupa Birliği uyum süreci çerçevesinde ülkemizde gıdalardaki maksimum mikotoksin limitleri "Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği" ile yürürlüğe girmiştir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

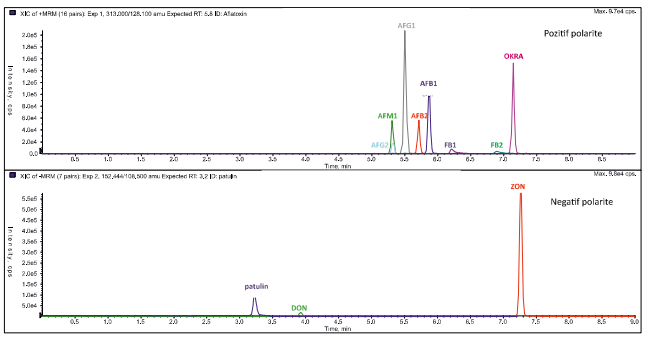
Basit, hızlı ve ucuz bir metot olan sıvı-sıvı ekstraksiyonu ardından immuno-affinity kolon kullanımına ihtiyaç kalmadan negatif ve pozitif polariteye sahip bileşikler, tek bir LC-MS/MS enjeksiyonu ile analiz edilmektedir.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Gemini 5 µm (150x4.6 mm)
Analiz Süresi : 9 dakika
Mobil Faz : Su (Amonyum Asetat) ve Metanol (Amonyum Asetat ve Asetik Asit)
İyonizasyon : ESI + / ESI –
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3	Q1/Q3
Aflatoksin B1 (AFB1)	pozitif	313/241	313/128
Aflatoksin B2 (AFB2)	pozitif	315/287	315/259
Aflatoksin G1 (AFG1)	pozitif	329/243	329/200
Aflatoksin G2 (AFG2)	pozitif	331/245	331/189
Aflatoksin M1 (AFM1)	Pozitif	329/311	329/272
Deoxynivalenol (DON)	Negatif	355/295	355/59
Zearalenon (ZON)	Negatif	317/131	317/175
Fumonisin B1 (FB1)	Pozitif	722/334	722/704
Fumonisin B2 (FB2)	Pozitif	706/336	706/688
Okratoksin A (OTA)	Pozitif	404/239	404/102
Patulin	Negatif	153/109	153/135



Şekil 2- Bebek mamasında Negatif-pozitif polarite değişimi ve Scheduled MRM™ algoritması ile tek metotta analiz edilen mikotoksinlere ait kromatogram

SONUÇ

Hızlı Polarite değişimi ve Scheduled MRM™ ile hassasiyette azalma olmadan kısa sürede analiz imkanı sağlanmış olup çalışmada elde edilen sonuçlar bebek mamaları için yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşılamaktadır

GIDA ÜRÜNLERİNDE LC-MS/MS İLE AKRİLAMİD TAYİNİ

GİRİŞ

Akrilamid, gıdaların doğal yapısında bulunmayan, karbonhidrat ve protein içerikli gıdaların yüksek sıcaklıklarda (kızartma, fırın ve ızgara) pişirilmesi sonunda ortaya çıkan bir bileşiktir. Akrilamid, gıda analizcileri için oldukça yeni bir konu olmasına rağmen, 2002'de gıdalarda oluştuğu tespit edildiğinden bu yana akrilamid ile ilgili çok sayıda yöntem geliştirme çalışması yapılmış ve halen bu çalışmalar devam etmektedir. Akrilamid içeriği açısından önemli gıda grupları patates cipsi, kızarmış patates, kızarmış ekmek, kahvaltılık hububatlar, unlu mamuller ve kahve gibi ürünlerdir.

Akrilamid, Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından "insan için muhtemel kanserojenik madde" olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple gıdalarda miktarlarının kontrol edilmesi oldukça önemlidir.

Gıdalarda akrilamid tespit ve tayini için en yaygın kullanılan yöntemler GC-MS ve LC-MS/MS'dir. GC-MS analiz yönteminde türevlendirme (bromlama) işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlem zaman alıcı ve yüksek maliyetli olup aynı zamanda kullanılan toksik maddeler yönü ile de sağlığa zararlıdır. Ayrıca numune hazırlığı sırasında kişiye bağlı hatalar oluşabilmektedir. Bu sebeple türevlendirme aşamasına ihtiyaç duymayan, kolay ve daha düşük maliyetli numune hazırlama olan sıvı-sıvı ekstraksiyonun ardından direk olarak numunenin enjeksiyonuna dayanan LC-MS/MS yöntemleri önem kazanmıştır.

Ülkemizde konu ile ilgili çeşitli bilimsel araştırmalar yürütülmekte ve bir çok gıda kontrol laboratuvarında akrilamid analizi yapılmaktadır. Akrilamidin gıdalar içinde bulunması bütün gıdalar çiğ tüketilmedikçe önlenemez ve gıdaların pişirilmesi sonucu doğal olarak oluşan bir madde olduğu için bu tür gıda gruplarının yasaklanması söz konusu değildir. Ancak, ilgili sağlık risklerinin belirlenmesinden sonra, gıdalarda izin verilen maksimum akrilamid seviyeleri ile ilgili yasal limitler getirilebilecektir. Diğer yandan, bütün dünyada gıdalarda akrilamid içeriğinin düşürülmesi veya oluşumunun önlenmesi ile ilgili çalışmalar da yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

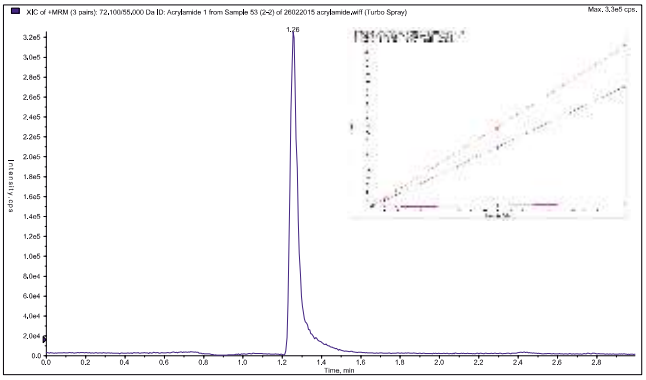
Numuneler homojenize edildikten sonra sıvı-sıvı ektraksiyonu ile hazırlanarak direk olarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Luna C18 3 um (150x3 mm)
Analiz Süresi : 3 dakika
Mobil Faz : Su (Formik Asit) ve Metanol (Formik Asit)
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3
Akrilamid 1	Pozitif	72/55
Akrilamid 2	Pozitif	72/44
Akrilamid 3	Pozitif	72/27



Şekil 3 - Ciğer numunesine ait 1 ppb konsantrasyonda akrilamid etken maddesine ait kromatogram

SONUÇ

Yüksek hassasiyet ve seçicilikten dolayı basit bir numune hazırlığı olan sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile kısa zamanda onlarca numune rahatlıkla çalışılabilmektedir. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde 0.02 ug/L dedeksiyon limitlerinde çalışıldığı görülmüştür. Bu metot ile su numunelerinde de rahatlıkla analiz yapılabilmektedir. Direk enjeksiyon ile elde edilen sonuçlar yönetmelikteki limitleri rahatlıkla karşılamaktadır.

SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE MELAMİN ANALİZİ

GİRİŞ

Melamin, yüzey kaplamaları, plastik, ticari filtre, yapıştırıcı ve mutfak malzemelerinin üretiminde kullanılan bir maddedir. Özellikle tabakların yapımında genişçe kullanılması, bu materyallerden yüksek ısı (~120 °C) ve asidik pH şartlarında gıdalara geçmesi, potansiyel olarak gıda zehirlenmelerine neden olabileceği yorumlarına neden olmuştur.

Melaminin zehirliliğine ilişkin ilk bulgular Amerika Birleşik Devletlerinde 2007 yılında kedi ve köpeklerin böbrek yetmezliğine bağlı ani ölümü üzerine yapılan araştırmalardan sonra ortaya konmuştur. Kedi ve köpek mamalarının hazırlanmasında kullanılmak üzere Çin'den ithal edilen buğday ve pirinç konsantrelerinde melamin tespit edildiği ve ölümlerin buna bağlı olduğu bildirilmiştir. Kedi ve köpek mamalarında yaşanan bu skandalın hemen ardından, 2008 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki süt ürünleri üreticilerinin de ürünlerindeki protein düzeyini yüksek göstermek için hileli bir şekilde melamini kullandığı belirlenmiştir. Çin'deki süt skandalının ardından yapılan geniş çaplı araştırmalarda bebek mamalarının yanı sıra normal süt ve yoğurtlarda, süt tozu ve tahıl ürünlerinde, donmuş tatlılarda, şekerlemelerde, kek ve bisküvilerde, protein tozları ve bazı işlenmiş gıdalarda melamin bulunduğu bildirilmiştir.

Gıda ve gıda maddelerinde melamin kullanılmasının yasal olduğu bir ülke bulunmamaktadır. Ancak çevrede yaygın bir şekilde kullanılmasının sonucu olarak gıda zincirine girebileceği rapor edilmiştir. Bu nedenle birçok ülke yem ve gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum melamin düzeylerini belirlemiştir. Avrupa Birliği ülkeleri %15 ve üzeri süt ve süt ürünü içeren tüm gıda ürünlerinin ithalatından önce analizini zorunlu kılmakta ve 2.5 mg/kg'ı aşan ürünlerin imha edilmesi gerektiği ifade etmektedirler Melamin analiz için sıkça kullanılan GC-MS metotlarının numune hazırlığında sağlığa zararlı solventler ile clean-up aşaması ve ardından türevlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Buna karşılık olarak geliştirilen LC-MS/MS metotlarında daha az numune hazırlığı, daha kısa analiz süresi ve daha güvenilir sonuç elde edilmesi sebepleriyle tercih edilen analiz yöntemi olmuştur.

Ülkemizde "Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği" ile gıdalarda ve bebek mamalarındaki maksimum limitleri belirlenmiştir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

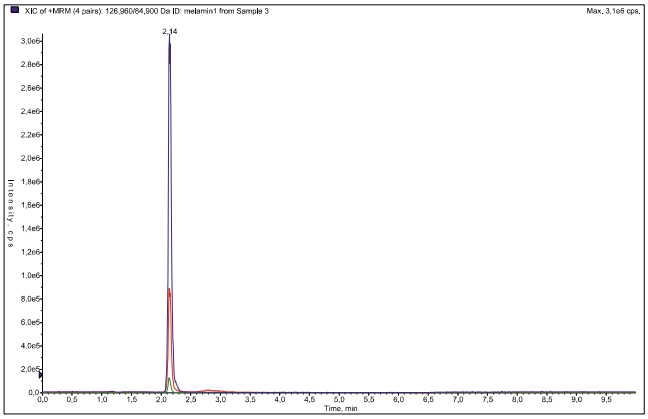
Numuneler basit bir numune hazırlama yöntemi olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : KNAUER Eurospher II 100-3 HILIC (150 x 3 mm)
Analiz Süresi : 10 dakika
Mobil Faz : Su (Amonyum Asetat) ve Asetonitril
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3
Melamin 1	Pozitif	127/85
Melamin 2	Pozitif	127/68
Melamin 3	Pozitif	127/60



Şekil 4- Bebek mamasına ait melamin analiz kromatogramı

SONUÇ

Sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanan bebek maması numunesinin enjeksiyonu yapılmış ve elde edilen veriler değerlendirildiğinde yönetmelikte belirlenen limitleri rahatlıkla karşıladığı görülmüştür. Hızlı ve kolay numune hazırlama yöntemi ile onlarca numune kısa sürede çalışılabilmektedir.

YAŞ MEYVE VE SEBZELERDE MULTİ-PESTİSİT ANALİZİ

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı ve sanayinin gelişmesine karşın bitkisel üretime ayrılan toprak alanları hızla azalmaktadır. Bu sebeple gıda maddelerine duyulan gereksinim de yoğun bir şekilde artmaktadır. Pestisit kullanımı, tarımsal ürünleri hastalık, zararlı ve yabancı otların zararından koruyabilmek, kaliteli üretimi güvence altına alabilmek için kullanılan bir tarımsal mücadele şekli olup, kısa sürede etki göstermesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle en çok tercih edilen yöntemdir.

Bu ilaçların gereğinden fazla, zamansız ve bilgisizce kullanılması dayanıklı ırkların meydana gelmesine, üründe kalite düşmesine, hayvanların ve insanların akut ve kronik zehirlenmelerine neden olmaktadır. Biyolojik aktiviteye sahip, öldürücü olan kimyasal maddeler kullanılarak yapılan tarımsal alanlardaki hastalıklarla mücadele ile esas hedef dışında çevre ve canlılar için potansiyel tehlikeler ortaya çıkmakta, sonuç olarak çevre bulaşması gibi arzu edilmeyen bazı problemlere neden olunmaktadır.

Son yıllarda kullanımı hızla artan pestisit ilaç kalıntılarının analiz edilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Çeşitli ülkelerde, ürünlerde pestisit kalıntısı taramaları yaparak gıda güvenilirliği ve potansiyel risk hakkında bilgi edinmek yolunda yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Özellikle gelişmiş ülkeler kendi ürünlerinde ve ithal ürünlerde bulunabilecek pestisitlerin maksimum oranlarını belirlemiş olup ilgili yönetmeliklerle sıkı bir şekilde denetimini yapmaktadır.

Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi “Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği” ile pestisitlerin taze, işlenmemiş, işlenmiş veya kompozit bitkisel ve hayvansal gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum kalıntı limitleri ve bu limitlerin uygulama esasları belirlenmiştir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

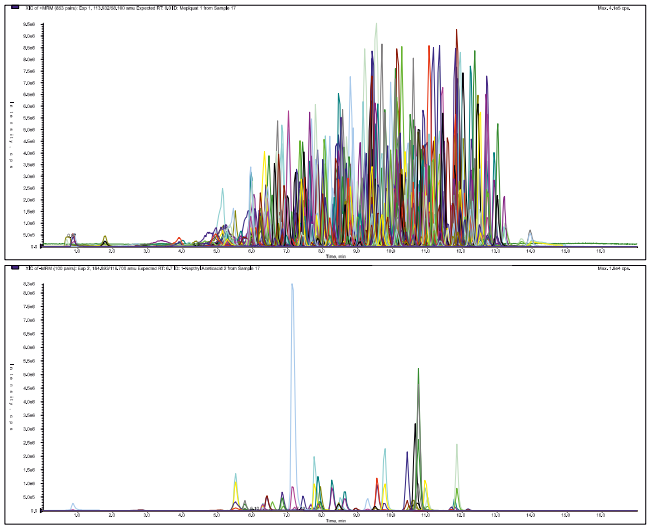
Numuneler, AOAC Official Method 2007.01 yöntemine göre ChromXpert QUECHERS kitleri ile hazırlandıktan sonra LC-MS/MS’e enjeksiyonu yapılır.

CHROMXPERT

QUECHERS KİTLERİ

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Synergi Fusion 2.5 µm (50x2.1 mm)
Analiz Süresi : 17 dakika
Mobil Faz : Su (Amonyum Format) ve Metanol (Amonyum Format)
İyonizasyon : ESI + / ESI –
Tarama Modu : Scheduled MRM™



Şekil 5-Negatif-pozitif polarite değişimi ve Scheduled MRM™ algoritması ile tek metotta analiz edilen 1 ppb 450 adet pestisit etken maddesine ait kromatogram.

SONUÇ

Bu çalışmada; Hızlı Polarite değişimi ve Scheduled MRM™ ile hassasiyette azalma olmadan kısa sürede analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar yaş meyve ve sebze için yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşılamaktadır. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak mevcut olan 666 adet pestisite ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır.

GIDALARDA POLAR PESTİSİT TAYİNİ

GİRİŞ

Son yıllarda kullanımı hızla artan pestisit ilaç kalıntılarının analiz edilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Çeşitli ülkelerde, ürünlerde pestisit kalıntısı taramaları yaparak gıda güvenilirliği ve potansiyel risk hakkında bilgi edinmek yolunda yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Özellikle gelişmiş ülkeler kendi ürünlerinde ve ithal ürünlerde bulunabilecek pestisitlerin maksimum oranlarını belirlemiş olup ilgili yönetmeliklerle sıkı bir şekilde denetimini yapmaktadır.

TÜİK tarafından tarım ilaçlarında 1979'da 8.396 ton dolayında olan tüketimin, 2008'de 20.000 tonu geçmiş olduğu belirlenmiştir. Ülkemizdeki kimyasal tarım ilaçlarının kullanımı insan sağlığı kadar çevreyi de etkileyebilecek bir biçimdedir. Bu sorunun en temel nedeni kontrolsüz ve bilinçsiz ilaç kullanımıdır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) uzmanlaşmış kanser kuruluşu olan Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu GDO'lu ürünlerin %80'inde kullanılan ot ilacı (herbisit) etken maddesi olan Glifosat (Glyphosate)'ın insanlarda muhtemelen kanser yaptığını açıklamıştır. Raporda da belirtildiği gibi, Glifosat en yaygın kullanılan herbisit olup değişik tarım, orman, şehir ve konut uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanımı, genetiği değiştirilmiş Glifosat herbisitine dayanıklı ürünlerin geliştirilmesiyle daha da artmıştır. Genellikle GDO'lu soya ve mısır üretiminde kullanılan glifosat, havada, suda ve yiyeceklerin yanı sıra ilaca maruz kalan tarım işçilerinin kan ve idrarlarında da tespit edilmiştir.

Rutin olarak yürütülen AOAC 2007 Quechers metodu ile yapılan pestisit analiz çalışmalarından farklı bir numune hazırlığına ve analiz metoduna sahip olan polar pestisitler gün geçtikçe önem kazanarak bu pestisitlerin analizi zorunlu hale gelmektedir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

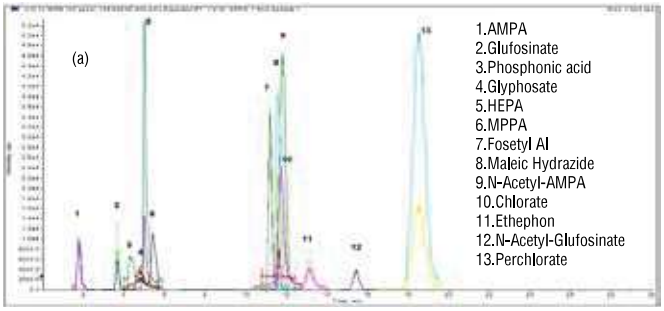
Numuneler Quppe metodu doğrultusunda basit bir numune ön hazırlığı olan olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanır ve 10 kat seyreltilerek direk olarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

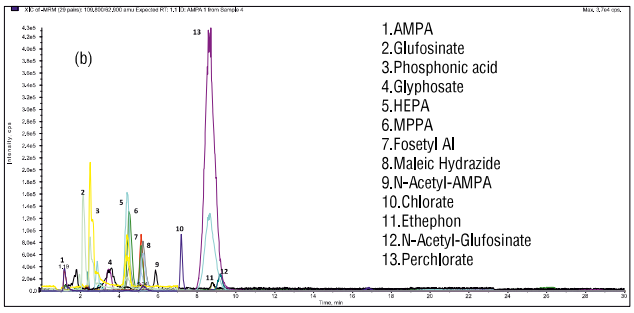
Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Thermo Hypercarb 5um (2.1 x 100 mm)
Analiz Süresi : 30 dakika
Mobil Faz : Su (Asetik Asit) ve Metanol (Asetik Asit)
İyonizasyon : ESI -
Tarama Modu : Scheduled MRM™

SONUÇ

Bu çalışmada; Scheduled MRM™ ile farklı matrikslerde (elma, limon, tarçın, kuru incir) analiz çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşıladığı görülmüştür. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak mevcut olan 666 adet pestisite ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır





Şekil 6- Scheduled MRM™ kullanılarak yapılan pestisit analizine ait kromatogram (a) Kuru incir (b) Elma

GIDA ÜRÜNLERİNDE PARAQUAT/DIQUAT ANALİZİ

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla arttığı çağımızda açlık sorununun çözümlenebilmesi için tarımsal üretimi arttırmada ilaçlar kullanılmaktadır. Tarım ürünlerinin üretimi sırasında, ilaçlama ile bu ürünlere kontaminasyon ile bulaşan ve daha sonra mamül gıda maddelerine yansıyan, kimyasal ilaç kalıntılarına "Pestisit" adı verilmektedir. Tarımsal ilaçların kullanımı; bir taraftan tarımsal üretimi artırırken diğer taraftan bilinçsiz ve hatalı kullanım sonucu doğrudan ya da dolaylı yollardan insan ve çevre sağlığı problemlerini de beraberinde getirirler.

Pestisitler tavsiye edilen dozların üzerinde kullanıldıklarında, gereğinden fazla sayıda ilaçlama yapıldığında, gerekmediği halde birden fazla ilaç karıştırılarak kullanıldığında veya son ilaçlama ile hasat dönemi arasında bırakılması gereken süreye riayet edilmediği durumlarda gıda maddelerinde fazla miktarda kalıntı bırakabilirler. Yüksek dozda pestisit kalıntısı içeren gıdalarla beslenen insanlarda ve çevredeki diğer canlılarda akut veya kronik zehirlenmelere neden olabildikleri gibi, özellikle bazı ürünlerde aroma ve kalite değişimleri meydana getirebilirler.

Gıdalardaki pestisit analizlerinde genellikle birden fazla pestisit aktif maddesi ile karşılaşılabilmektedir. Pestisit kullanmanın tartışılmaz faydalarına rağmen, özellikle gıdalar vasıtasıyla insan vücudunda akümüle olması ve çevre kirliliği üzerine olumsuz etkisi bu bileşiklerin zararları konusunda insanoğlunu gün geçtikçe daha fazla endişeye sevketmektedir. Pestisit kalıntıları gıda maddelerinde, insan, hayvan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek düzeylerde bulunmalıdır. Gıda maddelerindeki pestisit kalıntı miktarlarının bilinmesi insan sağlığı açısından olduğu kadar ihraç gıda ürünleri içinde oldukça büyük önem arzetmektedir. Gıda maddelerindeki pestisit kalıntı miktarlarının daha önceden tesbit edilip tolerans sınırlarını geçmemesi gerek tüketici sağlığı açısından ve gerekse ihraç gıda ürünlerinin geri dönmemesi açısından büyük öneme sahiptir.

Bu nedenle üretilen her bir yeni pestisit, piyasaya arzından önce farmakolojik ve toksikolojik denemelere tabii tutularak, tolerans sınırlarının önceden belirlenmesi mutlak surette gereklidir.

Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi "Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Yönetmeliği" ile pestisitlerin taze, işlenmiş veya kompozit bitkisel ve hayvansal gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum kalıntı limitleri belirlenmiştir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler Quppe metodu doğrultusunda basit bir numune ön hazırlığı olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

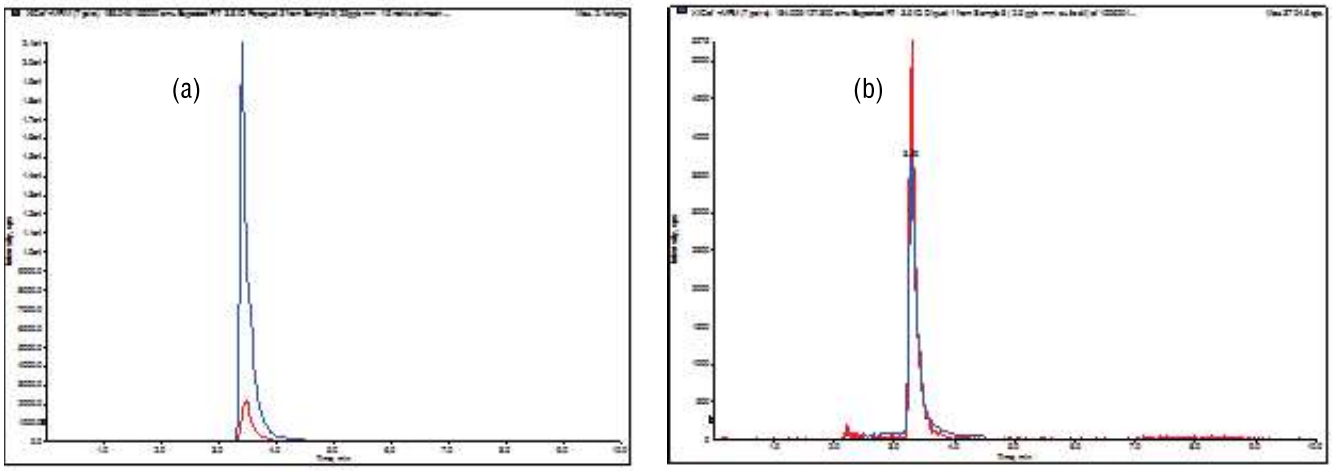
Analitik Kolon : SUPELCO Ascentis HILIC, 2.7um (2.1 x 100 mm)
Analiz Süresi : 10 dakika
Mobil Faz : Su (Ammonium Format) ve Asetonitril
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3
Paraquat 1	Pozitif	186/155
Paraquat 2	Pozitif	171/155
Diquat 1	Pozitif	184/127.8
Diquat 2	Pozitif	184/156

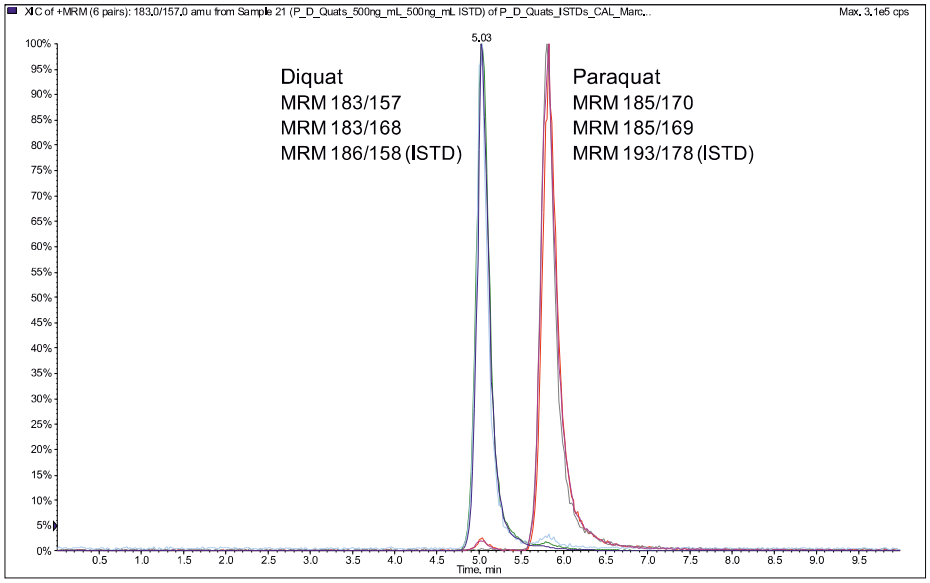
SONUÇ

Bu çalışmada; Scheduled MRM™ ile zor bir matrix olan kekik ile analiz çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşıladığı görülmüştür. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak mevcut olan 666 adet pestisite ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır.



Şekil 7- Scheduled MRM™ kullanılarak yapılan kekik numunesi ait pestisit analiz kromatogramı (a) Paraquat (b) Diquat

Aynı zamanda su numunelerinde direk enjeksiyon ile analiz çalışması yapılmaktadır. Numune ön hazırlık işlemine ihtiyaç duyulmamasından dolayı hem analiz maliyeti oldukça düşüktür hem de kısa sürede onlarca analiz yapma imkanı sağlamaktadır.



Şekil 8- Direk enjeksiyon ile analiz edilen su numunesine ait pestisit kromatogramı

JELİBONDA JELATİN TÜR ANALİZİ

GİRİŞ

Gıda bilimcileri; uzun yıllardır et ve et ürünlerinin türünün belirlenmesi konusunda birçok araştırma yapmaktadırlar. Toplum sağlığı, istenmeyen et ve sakatatların karıştırılması, dini inançları doğrultusunda bazı hayvanlara ait etleri tüketmeyen toplumların varlığı sebeplerinden dolayı bu araştırmalar her geçen gün artmakta ve yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. İçeriği yanlış beyan edilerek toplumu kandırmaya yönelik yapılan üretim sebebiyle özellikle dünya nüfusunun yaklaşık %23'ünü oluşturan Müslüman toplumlarda sadece domuz eti değil aynı zamanda domuz ürünlerinin de tüketilmemesinden dolayı gıda ürünlerinde tür tayini önem kazanmaktadır.

Piyasada bulunan jelibon ve şekerlemeler, dondurmalar, ilaç kapsülleri ve kozmetik ürünler içerisinde kullanılan jelatinin tür tespiti için PCR, ELISA gibi analiz yöntemleri kullanılmakta olup bu yöntemlere ait bazı kısıtlamalar bulunmaktadır.

Jelatinin üretim aşamasında yüksek sıcaklık ve asidik koşulların kullanılmasından dolayı hayvan DNA'sı zarar görmekte ve bu sebeple tür tespitinde kullanılacak olan PCR yöntemi zor veya imkansız olmaktadır. Bir diğer yöntem olarak ELISA protein bazlı bir metottur. Yöntemin, proteinin sadece bir parçasının tespit edilmesine olanak vermesi ve birden fazla protein belirleyicisinin olmamasından dolayı yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu kısıtlamaların dışında tolerans değerinin sıfır olmasından dolayı hassas cihazlar ile düşük tespit limitlerinde analiz yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple LC-MS/MS sistemleri tercih edilmektedir. Aynı zamanda proteinlerin tripsin ile parçalanmasının ardından elde edilen peptitler ile çoklu analiz imkanı sağlanır ve böylece jelatin türü belirlenmesinde kesin ve tekrarlanabilirliği yüksek sonuçlar elde edilir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler, NH4HCO3 içerisinde çözündürüldükten sonra tripsin ile peptitlerine parçalanır ve LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Gemini 5 µm (150x4.6 mm)
Analiz Süresi : 8 dakika
Mobil Faz : Su (Formik Asit) ve Asetonitril (Formik Asit)
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : Scheduled MRM™

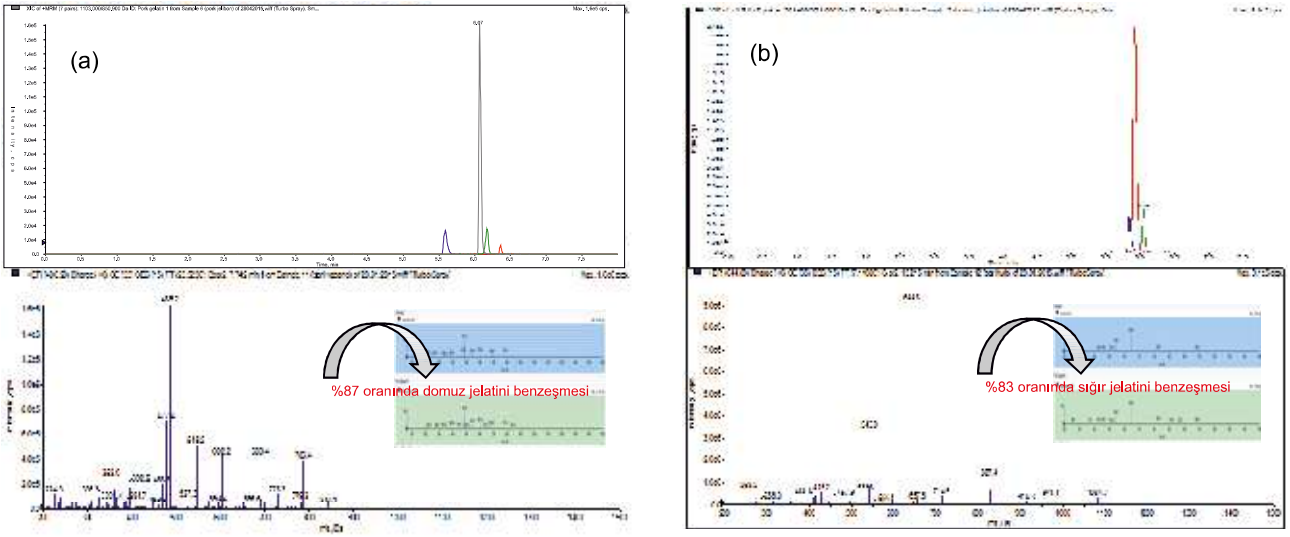
MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3
Domuz Jelatini 1	Pozitif	1103.0/850.9
Domuz Jelatini 2	Pozitif	486.2/786.4
Domuz Jelatini 3	Pozitif	921.5/1050.6
Domuz Jelatini 4	Pozitif	620.8/618.3
Sığır Jelatini 1	Pozitif	659.3/766.5
Sığır Jelatini 2	Pozitif	781.4/991.6
Sığır Jelatini 3	Pozitif	644.8/971.5

SONUÇ

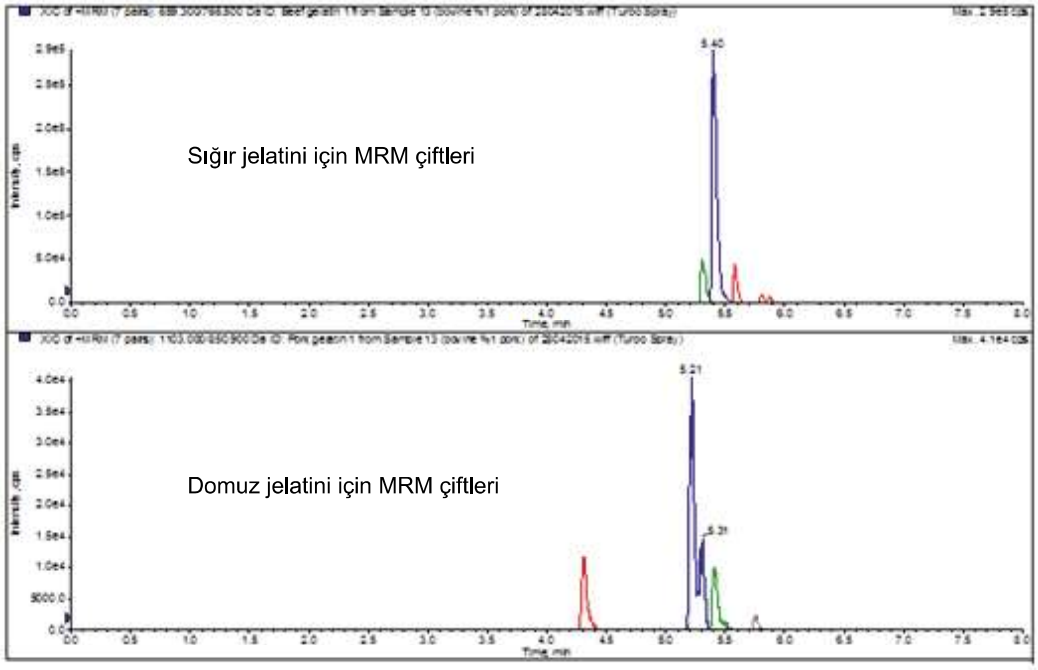
Saf halde alınan sığır ve domuz jelatinlerinin QTrap™-EPI ile kütle spektrumları elde edilerek kütüphaneye eklenmiştir.

Domuz jelatini ve sığır jelatini kullanılarak üretilen iki farklı jelibon numunesi hazırlanarak enjeksiyon yapılmıştır. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak numunelere ait kütle spektrumları elde edilmiş ve kütüphane taraması ile konfirmasyon sağlanmıştır. Buna göre %87 oranında domuz jelatini, %83 oranında sığır jelatini benzeşmesi sağlanmıştır.



Şekil 9- Jelibon numunelerine ait kromatogram ve kütle spektrumları (a) Domuz jelatini içeren jelibon numunesine ait kromatogram ve kütle spektrumları (b) Sığır jelatini içeren jelibon numunesine ait kromatogram ve kütle spektrumları

Sığır jelatini içerisine %50 ve %1 oranlarında domuz jelatini spike edilmiş ve analiz yapılmıştır. Buna göre basit bir numune hazırlığı sonunda analiz edilen numunelerde %1 oranında domuz jelatini bulunmasına rağmen tespit edilmiş ve QTrap™ teknolojisi kullanılarak kütüphane taraması yapılarak konfirmasyon sağlanmış ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 10- %1 oranında domuz jelatini içeren sığır jelatin numunesine ait kromatogram

ETTE TÜR TAYİNİ

GİRİŞ

Et, insanın beslenmesinde çok önemli yeri olan temel gıda maddelerinden birisidir. Uluslararası et ticaretinin artması, yapılan hileleri de artırmıştır. Bu bakımdan et türlerinin belirlenmesi tüketicilerin korunması ve hilelerin önlenmesi bakımından önem arz etmektedir.

Gıda bilimcileri; uzun yıllardır et ve et ürünlerinin türünün belirlenmesi konusunda birçok araştırma yapmaktadırlar. Toplum sağlığı, istenmeyen et ve sakatatların karıştırılması, dini inançları doğrultusunda bazı hayvanlara ait etleri tüketmeyen toplumların varlığı sebeplerinden dolayı bu araştırmalar her geçen gün artmakta ve yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. İçeriği yanlış beyan edilerek toplumu kandırmaya yönelik yapılan üretim sebebiyle özellikte dünya nüfusunun yaklaşık %23'ünü oluşturan Müslüman toplumlarda özellikle domuz etinden dolayı gıda ürünlerinde tür tayini önem kazanmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği'nin 13. maddesindeki ambalajlama, etiketleme ve işaretleme bilgisi gereğince, ürünün ait olduğu kasaplık hayvan türü, ürün ismi ile birlikte etikette belirtilmelidir. Koyun, keçi, sığır, manda etlerinden hazırlanmış kırmızı et karışımlarının etiketinde ürünün elde edildiği türe ait yüzde miktarlarının etikette belirtilmesi gerekmektedir. Yine aynı şekilde Türk Gıda Kodeks'i Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği'nin 12. maddesi gereğince ürünlerin etiketinde, ürünün ait olduğu kanatlı hayvan türü ürünün ismi ile birlikte etikette belirtilmesi gerekmektedir. Tür tayininde PCR gibi DNA bazlı analiz yöntemleri kullanılmakta olup bu yöntemlere ait bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Çünkü DNA et proses edilirken zarar görebilir ya da değişebilir. ELISA gibi protein bazlı metotlarda ise proteinin sadece küçük bir kısmı dedekte edildiği için sıkıntılar yaşanmaktadır. Ayrıca her tür için farklı bir kit kullanılması analiz maliyeti açısından değerlendirildiğinde yüksek olmaktadır. Tolerans değerinin sıfır olmasından dolayı hassas cihazlar ile düşük tespit limitlerinde analiz yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple LC-MS/MS sistemleri tercih edilmektedir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

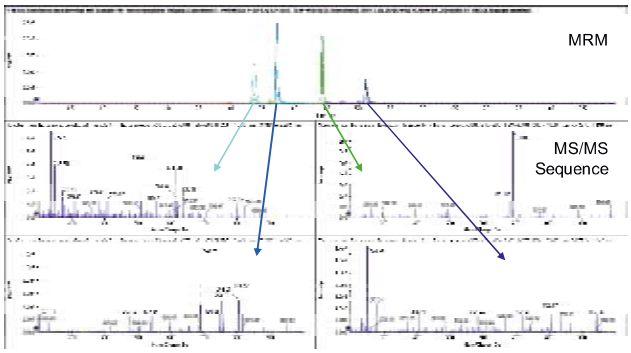
Numuneler sıvı-sıvı ekstraksiyonu, tripsin ile parçalama ardından SPE ekstraksiyonu ile hazırlanarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

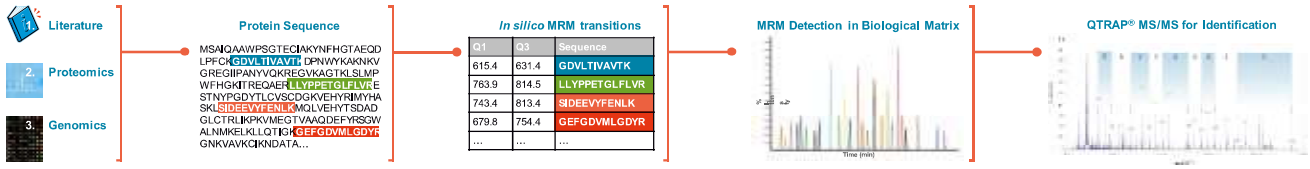
SONUÇ

Farklı et türleri çalışılarak peptitlere ait iyon çiftleri belirlenmiştir. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak kütle spektrumları elde edilmiş ve kütüphane ile karşılaştırma yapılarak konfirmasyon sağlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde %1 oranında bile karışım olsa bile tespit edilebilmektedir.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : HALO C18 2.7um (50 x 0.5 mm) (Micro LC)
Analiz Süresi : 11 dakika
Mobil Faz : Su (Formik Asit) ve Asetonitril (Formik Asit)
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : Scheduled MRM™





Şekil 11- MIDAS Akış şeması ve et numunesine ait elde edilen peptitler ve kütle spektrumları

ZEYTİNYAĞINDA TAĞŞİŞ VE ORİJİN BELİRLEME

GİRİŞ

Zeytinyağının son zamanlardaki popülaritesi duyusal özellikleriyle ve sağlık açısından faydalarıyla ilişkilendirilebilir. Oleik asitin ana bileşenini oluşturduğu iyi dengelenmiş yağ asitleri kompozisyonu ile vitamin ve doğal antioksidanlar gibi iz miktardaki biyomoleküller zeytinyağının faydalarıyla bağdaştırılmaktadır. Zeytinyağının sağlık açısından öneminin ortaya konması ile birlikte bu ürüne olan talep de artmıştır. Ürüne olan talepten ve üretim maliyetinin de yüksekliğinden dolayı zeytinyağı diğer yemeklik yağlara göre ekonomik değeri daha yüksek bir yağdır.

Yenilebilir yağların kaliteleri, elde edildikleri hammadde, uygulanan tarım yöntemi, hasat zamanı ve şekli, işleme tekniği ve depolama koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bu yüzden yenilebilir yağların kalite özelliklerinin belirlenmesi üretici ve tüketiciler için önem taşımaktadır. Bu amaçla çok çeşitli enstrümantal ve kimyasal analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Yenilebilir yağların kalite parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan geleneksel yöntemler güvenilir sonuç vermelerinin yanında, uzun zaman almaları, uzman analiste gereksinim duymaları ve kullanılan kimyasalların analist sağlığı için tehlike arz etmesi gibi olumsuzlukları bulunmaktadır. Zeytinyağı gibi yenilebilir yağların çeşit ve orijinlerinin belirlenmesinde en önemli bileşenler yağ asitleri, steroller, fenoller, trigliseritler ve tokoferoller olduğu bildirilmiştir. Bu bileşenlerin yağlardaki miktar ve kompozisyonları çeşit, çevre ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Bitkisel yağların katkılandırılması özellikle tüketiciler için önem arz eden bir konudur. Çoğunlukla üretim maliyeti fazla olan, satışı pahalı, besin kalitesi yüksek yağlar daha ucuz yağlar ile tağşişe uğratılabilmektedir. Bu konuda en fazla tağşişe uğrayan yağlardan bir tanesi sızma zeytinyağıdır. Sızma zeytinyağı pirina veya daha ucuz sınıf zeytinyağları ile tağşiş edilmektedir. Zeytinyağının tağşişi yağ asitleri kompozisyonu ve/veya sterol kompozisyonun belirlenmesi suretiyle saptanabilmektedir.

Ancak bu yöntemlerin pahalı olmaları, tekrar edilebilirliklerinin düşük olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu sebeple numune hazırlama işleminin olmadığı ve kesin, doğru, tekraredilebilir sonuçların elde edildiği LC-MS/MS yöntemleri öne çıkmaktadır.

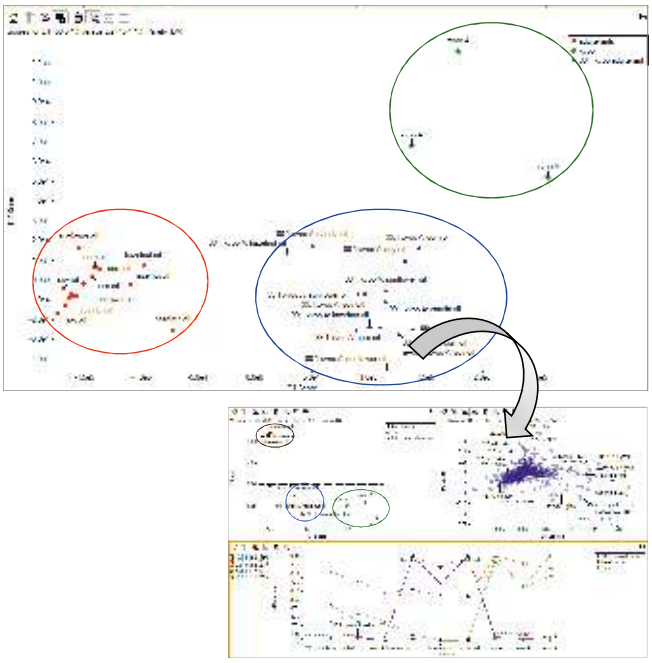
YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler hekzan/izopropanol karışımı ile seyreltilerek direk olarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Spherisorb Silica column 5 um (250 x 4.6 mm) (Normal-Phase Chromatography)
Analiz Süresi : 15 dakika
Mobil Faz : Hekzan ve İzopropanol
İyonizasyon : APCI
Tarama Modu : MRM



Şekil 12- Zeytinyağı ve tağşiş yağlara ait MasterView™ PCA analiz sonuçları

SONUÇ

Piyasada bulunan farklı yağ türleri (susam, sındık, mısır, kanola, ayçiçeği, soya vb.) zeytinyağı ile farklı oranlarda karıştırılmış ve QTrap™ teknolojisi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar MarkerView™ PCA algoritması ile değerlendirilmiş ve tağşiş yağlar eser miktarda dahi olsa tespit edilebilmiştir.

LC-MS/MS İLE GIDALARDA ALERJEN ANALİZİ

GİRİŞ

Gıda alerjisi, insan bağışıklık sistemi tarafından belirli bir gıdaya karsı başlatılan aşırı duyarlılık reaksiyonudur. İnsan sağlığı ve gıda güvenliğini tehdit eden bir unsur olan alerjenler yetişkinlerin yaklaşık %2-4'ünde ve çocukların %6'sında gıda alerjisine sebep olmaktadır.
Gıda güvenliğinin sağlanmasında alerjenlerle ilgili yapılan çalışmalar oldukça önemlidir. Gıda ile ilgili hastalıkların doğru değerlendirilmesinde, bağışıklık sistemi kaynaklı gıda alerjisi ve bağışıklık sistemine bağlı olmayan gıda intoleransı arasındaki farkın anlaşılması kritik önem taşımaktadır.
Moleküler düzeyde gıda alerjenlerinin karakterizasyonu ve fonksiyonlarının ayrıntılı olarak anlaşılması, gıda alerjisinin teşhisi ve tedavisi ile ilgili yaklaşımların gelişmesine yol açabilecektir. Ayrıca, tüketicilerin ve üreticilerin gıda alerjisi konusunda bilinçlenmesi, üreticilerin gıdalarda bulunabilecek alerjen bileşenleri etikette açıkça belirtmesi gerekliliğine titizlikle uyması, alerjisi olan kişilerin alerjiden sorumlu alerjen gıdayı tüketmemeye dikkat etmesi ile gıda alerjilerinin engellenmesine yardım edebilecektir.
Allerjenlerin tayin ve tespitinde kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. ELISA yöntemlerinde yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar elde edilebilmektedir. Ayrıca her allerjen için ayrı ELISA kitine ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir tarafta kullanılan PCR yönteminde ise allerjenin varlığı değil organizmadan gelen bir madde olup olmadığı bakıldığı için yine yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu sebeple çoklu alerjenik proteinlerin belirlenmesi güvenilir sonuçlar elde edilmesi anlamında bir zorunluluktur. Bu sebeple hem daha düşük limitlerde çalışma imkanı, hem de çoklu peptid analizinden dolayı güvenilir sonuçların elde edilmesi sebebiyle LC-MS/MS vazgeçilmez bir çözümdür.Avrupa Birliği'nin oluşturduğu ve AB uyum yasaları çerçevesinde ülkemizde de kabul edilen yasal düzenlemeye göre, gluten/gliadin, yumurta, yerfıstığı, fındık, badem, soya, sülfit, süt ve laktoz etikette belirtilmesi gereken alerjenler arasındadır. İzin verilen seviyeler, alerjik reaksiyonu tetikleyebilecek eşik değerler hakkındaki bilimsel bulgulara dayanmaktadır.
Ülkemizde etiketlendirme ve alerjenler ile ilgili yasal düzenleme Türk Gıda Kodeksi'nde "Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği"nde yer almaktadır.Bu bileşenler son üründe farklı bir formda olsalar bile, etikette açıkça belirtilmelidirler.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

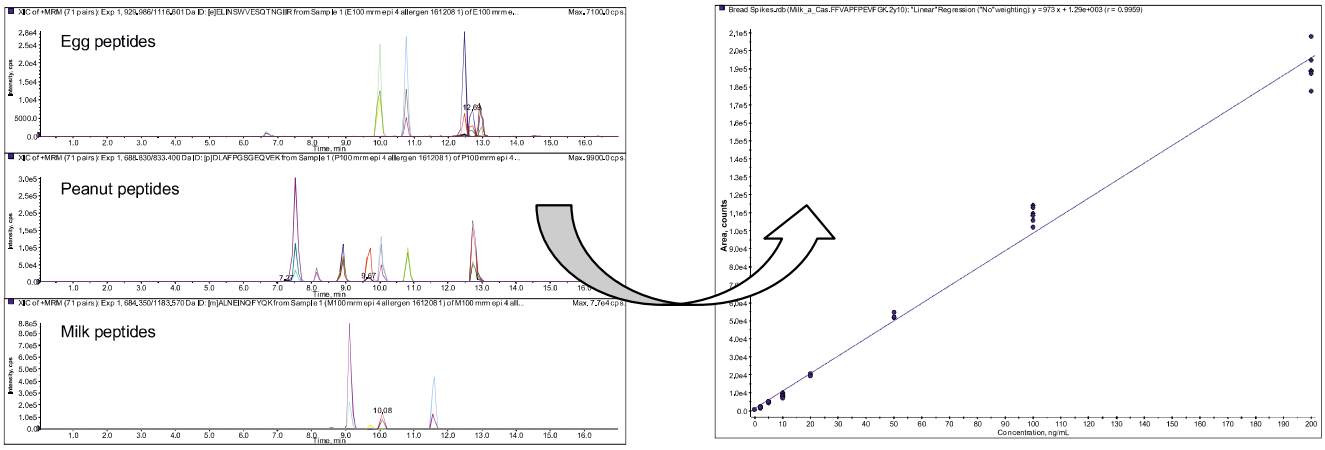
Numuneler sıvı-sıvı ekstraksiyonu, tripsin ile parçalama ardından SPE ekstraksiyonu ile hazırlanarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

SONUÇ

Farklı alerjenler ile çalışma yapılmış ve her alerjen için belirleyici olan MRM çiftleri ile peptit haritaları çıkarılmıştır

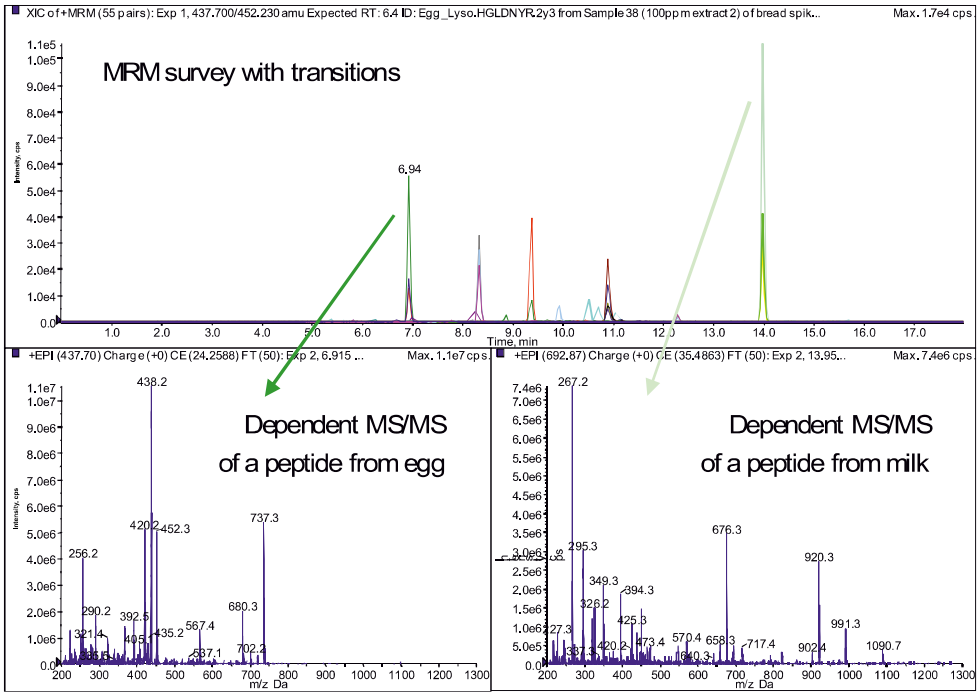
Analitik Koşullar

Analitik Kolon	: Phenomenex Synergi Hydro-RP 4 um (150 x 2.1 mm)
Analiz Süresi	: 18 dakika
Mobil Faz	: Su (Formik Asit ve Trifloroasetik Asit) ve Asetonitril (Formik Asit ve Trifloroasetik Asit)
İyonizasyon	: ESI +
Tarama Modu	: Scheduled MRM™

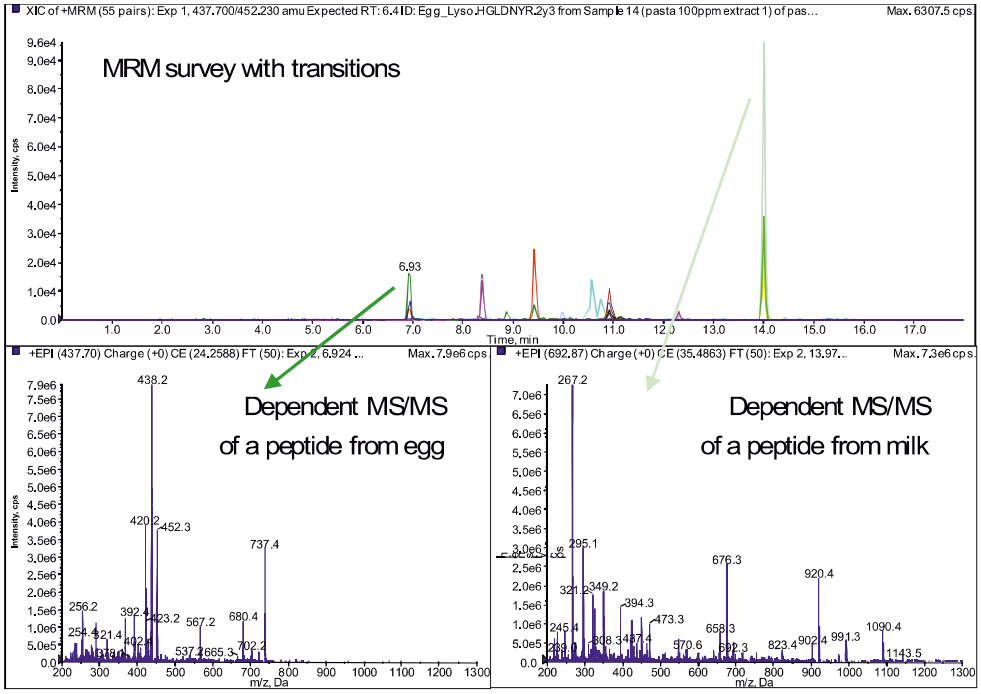


Şekil 13- Yerfıstığı, yumurta ve süt için belirlenen alerjenlerin peptit haritası ve süt için elde edilen kalibrasyon grafiği

Süt ve yumurta alerjenleri makarna ve ekmek numunesine spike edilerek analiz edilmiştir. Proteinlerin tripsin ile parçalanması yöntemine dayanan numune hazırlığının ardından enjeksiyon yapılan numunede aynı zamanda QTrap™ teknolojisinden faydalanılarak kütle spektrumları elde edilmiştir. Aynı enjeksiyonda hem MRM oranı hem de kütle spektrumları ile karşılaştırma yapılarak güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Böylece false pozitif sonuçlar ortadan kaldırılmış olur.



Şekil 14- Ekmek numunesinde analiz edilen yumurta ve süt peptidlerine ait kromatogram ve kütle spektrumları



Şekil 15- Makarna numunesinde analiz edilen yumurta ve süt peptidlerine ait kromatogram ve kütle spektrumları

BEBEK MAMALARINDA B VİTAMİNİ ANALİZLERİ

GİRİŞ

Ülkemizde bebek ve çocuklar için özel süt ve süt ürünleri, sindirime ve kolesterol düşürmeye yardımcı yoğurt ve yoğurt bazlı içecekler gibi fonksiyonel gıdalar tüketicilere sunulmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, besinlerin yanı sıra sağlığa yararlı bileşenler içeren gıdalardır. Bu bileşenler, gıdanın içinde doğal olarak bulunabilir, işleme sırasında eklenebilir veya doğal olarak bulunan miktara ekleme yapılarak kuvvetlendirme yapılabilir. Dayanıklılıklarının düşük olması nedeniyle, vitamin katkılarının dikkatle izlenmesi gerekmektedir.

Vitamin B bileşenleri hücre metabolizmasında oldukça önemli rol oynamaktadırlar. B vitamini yönünden eksik olan gıdalar ile beslenme depresyon ve yüksek tansiyon problemlerine yol açmaktadır. Amerika FDA tarafından bireylerin alması gereken günlük B vitamini değerleri belirlenmiştir. Matriksin oldukça kompleks yapıda olmasından dolayı vitamin analizleri sıkıntılıdır. Yüksek seçiciliğe sahip clean-up aşamasına sahip numune hazırlık yöntemleri uygulanmalıdır. Çoğunlukla ELISA ve HPLC yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemlerde vitaminler tekli olarak ya da sınıf olarak analiz edilebilmektedir. Numune hazırlığının basit ve tüm vitaminlerin tek bir analizde tespit edildiği LC-MS/MS yöntemleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Numune hazırlığının basit ve hızlı oluşu ve tüm grupların tek seferde hazırlanmasından dolayı analiz maliyeti düşüktür. Ayrıca yüksek seçicilik ve hassasiyete sahip olan LC-MS/MS sistemleri ile interferans riski yoktur ve bu sayede daha doğru analiz sonuçları elde edilmektedir.

Ülkemizde B vitaminlerinin olması gereken en düşük ve en yüksek miktarları Türk Gıda Kodeksi'nin "Devam Fomülleri tebliği" ile belirlenmiştir.

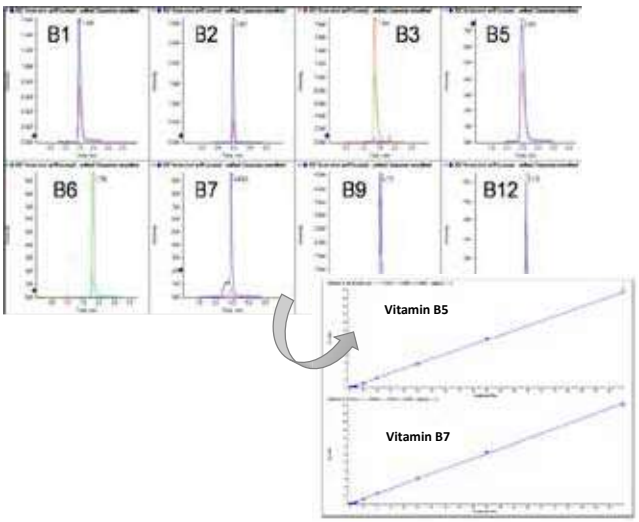
YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler basit bir numune hazırlığı olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanarak direk olarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon	: Phenomenex Luna HILIC 3 µm (100 x 2 mm)
Analiz Süresi	: 11 dakika
Mobil Faz	: Su (Formik Asit) ve Metanol (Formik Asit)
İyonizasyon	: ESI +
Tarama Modu	: Scheduled MRM™



Şekil 16- Bebek mamasında analiz edilen B vitaminlerine ait kromatogram

SONUÇ

Basit bir numune hazırlığı olan sıvı-sıvı ekstraksiyon ile hazırlanan numuneler analiz edilmiştir. Buna göre tüm B vitaminleri tek enjeksiyon ile çalışılabilmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde 0.1-100 µg/kg arasında lineer aralığa sahip olan B vitaminleri hızlı bir şekilde analiz edilmektedir.

VETERİNER İLAÇ KALINTILARI / ANTİBİYOTİK ANALİZİ

GİRİŞ

Antibiyotikler enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde ve gıda değeri olan çiftlik hayvanlarının büyümelerini ve verimlerini teşvik edici olarak geniş çapta kullanılmaktadırlar. ß-laktam, tetrasiklinler, kloramfenikol, makrolidler, spektinomisin, linkozamid, sulfonamid, nitrofuran, nitroimidazol, trimethoprim, polimiksin, kinolon ve makrosiklik grubu ilaçlar belirtilen amaçlar için sahada en fazla kullanılan ilaçlardır.

Ancak bu ilaçların sahada uygun olmayan şekillerde ve yasal olmayan kullanımları sonucu et, süt, yumurta, bal ve hayvanların yenilebilir diğer dokularında kalıntılar oluşmaktadır. Antibiyotik kalıntı varlığı insanlarda alerjik reaksiyonlara yol açabildiği gibi tehlikeli sağlık problemlerine yol açabilecek olan patojenik bakterilerde antibiyotik direncinin artması gibi ciddi durumlara da sebep olur. Bunlara ek olarak kalıntılar fermente gıdaların kalitelerinde düşüklüğe yol açabilir. Tüm bu tehlikeli ve ciddi problemlerden dolayı da, gıda maddelerinde ilaç kalıntılarının tespiti tüketiciler için önemli bir konudur. Etkin bir gıda güvenliğinin sağlanması için sahada bilinçsiz antibiyotik kullanımından kaçınılması ve gıdalardaki olası antibiyotik kalıntılarının sorumlu yasal otorite tarafından sıklıkla izlenmesi de gereklidir.

Günümüzde antibiyotik kalıntılarının farklı gıda maddelerinde tespiti için birçok gelişmiş ve kantitatif ölçüm yeteneğine sahip analitik metotlar kullanılmaktadır. ELISA, GC, HPLC ve LC-MS/MS kullanılan metotlar arasındadır. Bu yöntemler arasında seçiciliği ve hassasiyeti en yüksek olan LC-MS/MS yöntemleri tercih edilmektedir. Ayrıca hızlı ve kolay numune hazırlama yöntemleri sayesinde analiz maliyetleri oldukça düşmektedir. Kısa sürede hazırlanan numuneler analize hazır olmakta ve bu sayede kısa sürede onlarda analiz yapılabilemektedir.

Ülkemizde hayvansal gıdalarda bulunabilecek veteriner ilaçların sınıflandırılması ve maksimum kalıntı limitleri; Türk Gıda Kodeksi'nin "Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif maddelerin sınıflandırılması ve maksimum kalıntı limitleri yönetmeliği" ile belirlenmiştir.

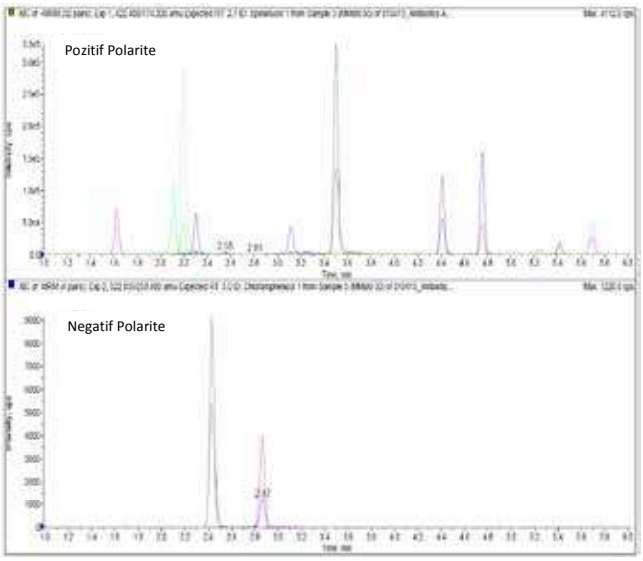
YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler sıvı-sıvı ekstraksiyonun ardından clean-up işlemi uygulandıktan sonra LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon	: Phenomenex Gemini C18 3 µm (50 x 2.0 mm)
Analiz Süresi	: 10 dakika
Mobil Faz	: Su (Formik Asit) ve Metanol (Formik Asit)
İyonizasyon	: ESI + / ESI -
Tarama Modu	: Scheduled MRM™



Şekil 17-Negatif-pozitif polarite değişimi ve Scheduled MRM™ algoritması ile tek metotta analiz edilen balda antibiyotik analizine ait kromatogram.

SONUÇ

Bu çalışmada; Hızlı Polarite değişimi ve Scheduled MRM™ ile hassasiyette azalma olmadan kısa sürede analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşılamaktadır. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak mevcut olan 244 adet veteriner ilaç/ antibiyotiklere ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır.

GIDA VE İÇECEKLERDE TATLANDIRICI TAYİNİ

GİRİŞ

Tatlandırıcılar, günlük yaşamda kullandığımız şekerin yerini almak üzere üretilen, aynı miktardaki şekerden daha tatlı olan ve daha az enerji içeren kimyasal maddelerdir. Başlangıçta şeker hastalarının tatlandırma gereksiniminin giderilmesi için kullanılmış olmakla birlikte, günümüzde fazla kilolu insanlar, vücut şeklini korumaya çalışanlar ve şekerin diş sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak isteyenler tarafından da yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Fakat Aspartam, sakarin veya sukraloz gibi yapay tatlandırıcılar, diyabetin ilk evresi olan şeker duyarsızlığını (glukoz intoleransı) tetikleyerek, diyabet hastalığına sebep olmaktadır.

Koruyucular, tatlandırıcılar, renklendiriciler ve uyarıcılar gibi besleyici olmayan gıda katkı maddeleri gıda ve içecek ürünlerinde sıklıkla kullanılırlar. Gıda kalite kontrol sürecinde gıda katkı maddelerinin analizi, bu katkı maddelerinin uluslararası gıda kalite kontrol kriterlerini karşıladığından emin olmak açısından önemlidir. Gıda katkı maddelerinin kullanımı dikkatli bir şekilde incelenmektedir ve gıda üreticileri ürünlerinin belli kriterleri karşıladığını göstermelidir. Bu regülasyonlar Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi örgütler tarafından yürütülmektedir. Ayrıca, yapay tatlandırıcıların kullanımı çoğu ülkede düzenlenmektedir ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tüm tatlandırıcılar için "Günlük Kabul Edilebilir Alım Miktarı (ADI)" belirlemiştir. Yapılan regülasyonlar, gıda katkı maddelerinin gıda güvenliğinin tehlikeye atılmadığından emin olmaya yöneliktir.

Gıda katkı maddelerinin analizinde kullanılabilecek pek çok analitik metot bulunmaktadır. Yüksek seçicilik ve hassasiyete sahip olan LC-MS/MS sistemleri ile numune ön hazırlık işlemine ihtiyaç duyulmadan hızlı ve güvenilir analiz yapma imkanı sağlanır.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler 100/1000 kat su ile seyreltildikten sonra direk olarak LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

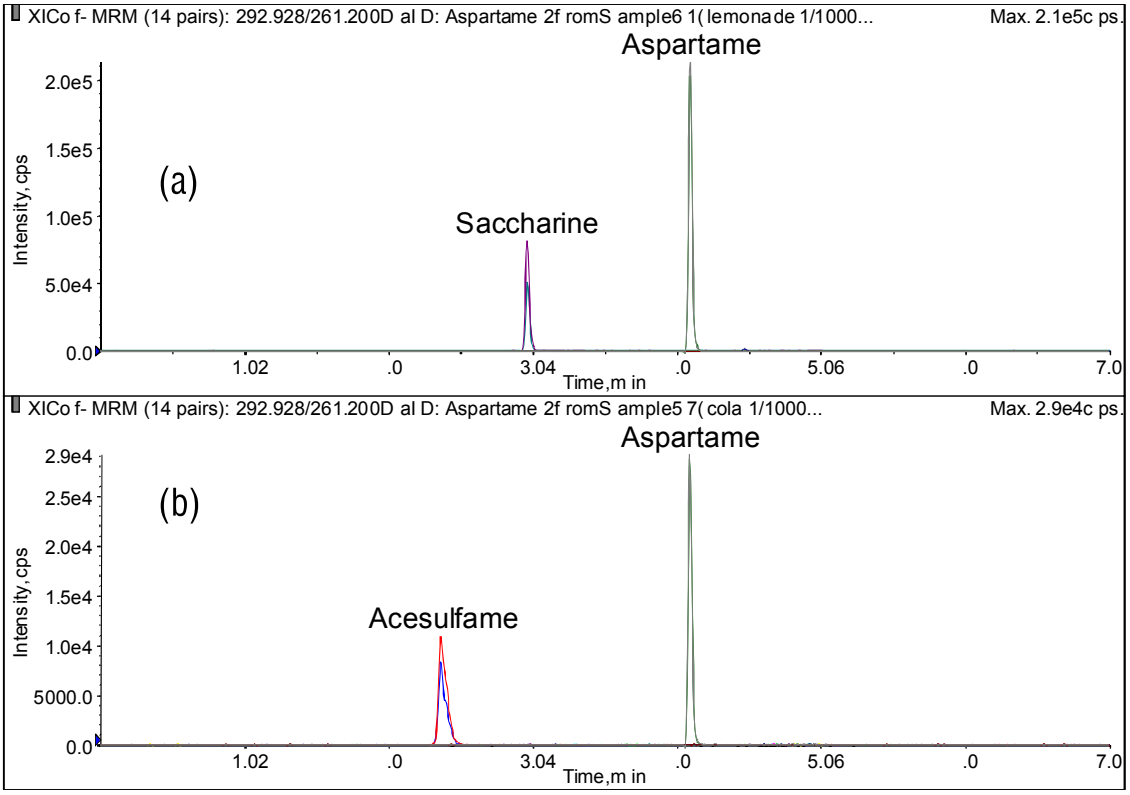
Analitik Kolon : Phenomenex Synergi 4 µm (150 x 2.1 mm)
Analiz Süresi : 7 dakika
Mobil Faz : Su (Formik Asit) ve Metanol (Formik Asit)
İyonizasyon : ESI -
Tarama Modu : Scheduled MRM™

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3	Q1/Q3
Acesulfame	Negatif	162/82	162/78
Aspartame	Negatif	293/200	293/261
Cyclamate	Negatif	178/80	178/79
Glycyrrhizin	Negatif	821/351	821/113
Neohesperidin	Negatif	611/303	611/166
Saccharin	Negatif	182/42	182/106
Sucralose	Negatif	395/359	397/361

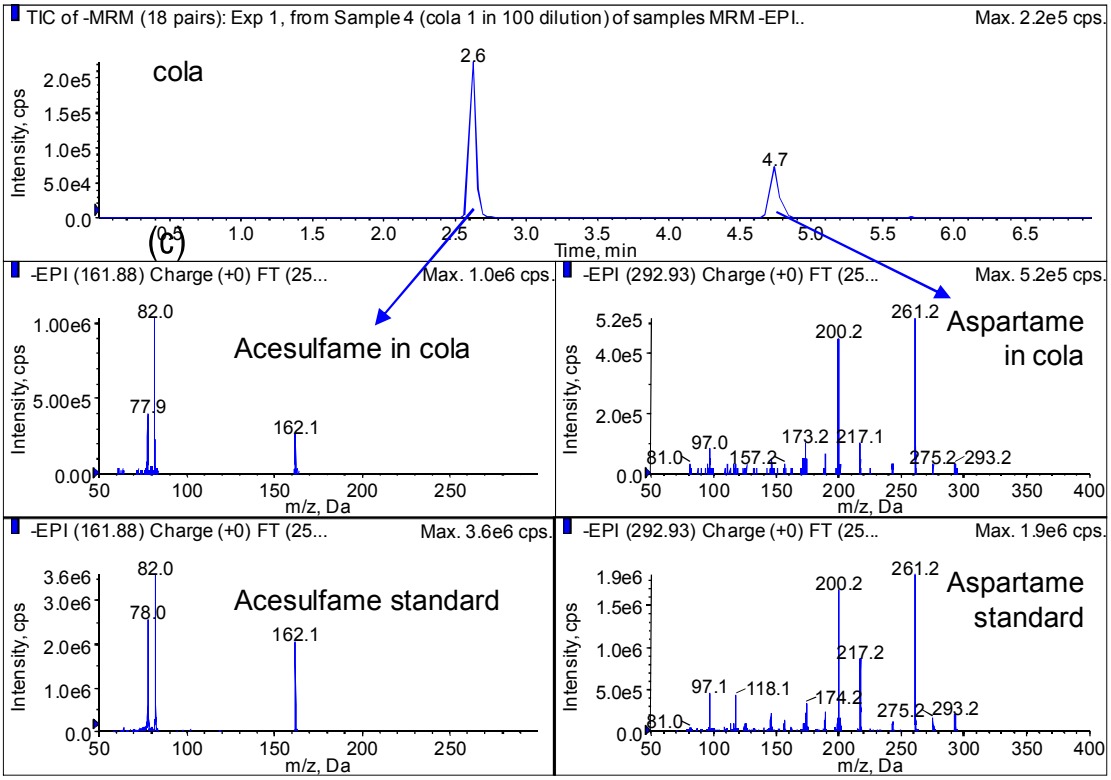
SONUÇ

Limonata ve Kola numuneleri için 100 kat seyreltme ile analiz yapılmıştır. LC-MS/MS ile elde edilen sonuçlar diğer metotlar ile karşılaştırıldığında 5 kat daha hızlı sonuç alınmaktadır. Ayrıca hassasiyetin yüksek olmasından dolayı numune hazırlığı sadece seyreltme ile yapılmakta ve elde edilen sonuçlar incelendiğinde LOQ seviyelerinin belirlenmiş yasal limitlerin altında olduğu görülmüştür.



Şekil 18- Scheduled MRM™ ile yapılan tatlandırıcı analiz kromatogramı (a) Limonata (b) Kola

Kola numunesi aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen kütle spektrumları ile kütüphane karşılaştırması yapılmıştır. Böylece tek enjeksiyonda hem kantitatif sonuçlar elde edilir, hem de kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu güvenilirlik sağlanır.



Şekil 19- QTrap-EPI kullanılarak analiz edilen kola numunesine ait tatlandırıcı kütle spektrumları

İÇME SULARINDA POLİSİKLİK AROMATİK HİDROKARBON (PAH) ANALİZİ

GİRİŞ

Günümüzde hızla gelişen sanayileşme insan yaşamını önemli ölçüde kolaylaştırırken birçok çevre sorununu da bir arada getirmiştir. İnsan nüfusundaki ve şehirleşme oranındaki hızlı artış çevre kirliliğine neden olan diğer önemli etkenlerdir. Bu etkenler içerisinde yer alan Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), karbon ve hidrojen atomunun iki ya da daha fazla aromatik zincirle oluşturduğu çeşitli organik bileşiklerin oluşturduğu bir grubu temsil eder.

Pek çok PAH, çeşitli yanma prosesleri sonucu (orman yangınları, fosil yakıtların yanması vb.) ve piroliz kaynaklarından atmosfer yoluyla çevreye giriş yapar. Ancak düşük çözünürlüğü ve partiküler maddeye olan çekimi nedeniyle genellikle suda kayda değer konsantrasyonlarda görülmez. İçme suyunda PAH konsantrasyonlarının ana kaynağı, içme suyu dağıtım şebekesinde boruları korozyondan korumak için kullanılan kömür katranı kaplamasıdır.

PAH'lar yağ içeren bütün vücut dokularımıza girebilir, çoğunlukla karaciğer, yağ ve böbrekte depolanma eğilimindedir. PAH'lar tümör başlatıcı, geliştirici ve ilerletici özellikleri olan bileşiklerdir. Hayvanlar ile yapılan çalışmalarda kısa ya da uzun vadede PAH'lara maruz kaldıklarında bağışıklık sisteminde, vücut sıvılarında sorunlara, akciğer, mesane ve deri kanserlerine neden olduğu görülmüştür.

Doğada 100'ün üzerinde PAH bileşiği tespit edilmiştir. Ancak kanserojen ve toksik etkisinin daha fazla olduğu düşünülen 16 PAH bileşiği öncelikli kirleticiler arasında kabul edilmiştir. Su için limitler "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği"nde belirlenmiştir. Bu bileşiklerin tespit ve tayini için birçok analitik yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılan HPLC yöntemidir. Fakat bu yöntemde, oldukça uzun ve zahmetli aynı zamanda yüksek maliyetli bir numune ön hazırlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde HPLC yöntemi ile yönetmelikte verilen limitleri karşılamakta zorluk çekildiği görülmüştür. Buna karşılık numune hazırlığına ihtiyaç duyulmayan direk olarak numunenin enjeksiyonuna dayanan LC-MS/MS metodu; hem zaman açısından hem de analiz maliyeti açısından avantaj getirmektedir

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler hiçbir ön işleme tabi tutulmadan direk olarak viale alınır ve LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

MRM çiftleri:

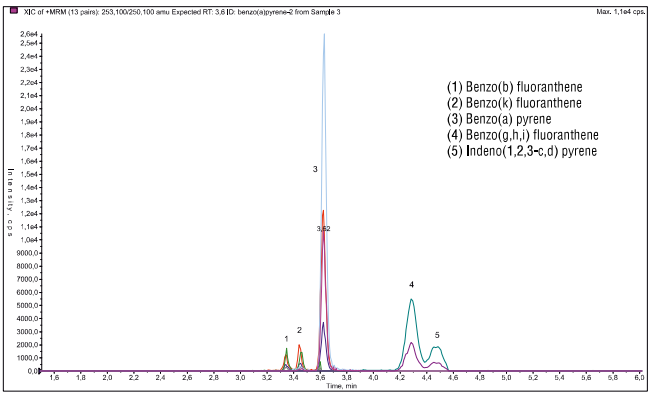
Bileşik	Polarite	Q1/Q3	Q1/Q3
Benzo(a)pyrene	Pozitif	253/252	253/250
Benzo(b)fluorenthene	Pozitif	252/250	252/224
Benzo(k)fluorenthene	Pozitif	252/250	252/224
Benzo(g,h,i) perylene	Pozitif	276/274	276/272
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene	Pozitif	276/274	276/272

SONUÇ

Su numunesinin hiçbir ön işleme tabi tutulmadan direk olarak LC-MS/MS sistemine verilmesi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde yönetmelikte belirlenen limitleri rahatlıkla karşıladığı görülmüştür.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon : Phenomenex Kinetex Phenyl-Hexyl 1.7 um (100x2.1 mm)
Analiz Süresi : 6 dakika
Mobil Faz : Su ve Asetonitril
İyonizasyon : APCI
Tarama Modu : Scheduled MRM™



Şekil 20- Su numunesi için Scheduled MRM™ ile yapılan PAH analizine ait kromatogram

İÇME SULARINDA AKRİLAMİD ANALİZİ

GİRİŞ

Akrilamid, yıllardır ticari olarak üretilen ve çeşitli endüstri dallarında kullanılan bir monomerdir. En geniş kullanım alanı içme suyu ve endüstriyel atık suların arıtımında flokülant (topaklaştırıcı) olarak kullanılan suda çözünebilen poliakrilamidlerin üretimidir. Akrilamidin insanlarda ve deney hayvanlarında güçlü toksik etkileri bilinmektedir. Akrilamidin endüstride yaygın olarak kullanımı ve kalıntı akrilamid monomeri içeren polimerlerin suların arıtımında kullanılması, içme ve yüzey sularında akrilamid bulunabileceğini düşündürmektedir.

Akrilamid, Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından "İnsan İçin Muhtemel Kanserojenik Madde" olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple içme sularında miktarlarının kontrol edilmesi oldukça önemlidir.

Akrilamidin tayin ve tespiti için bir çok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler arasından numune hazırlığına ihtiyaç duyulmadan numunenin direk olarak cihaza enjeksiyonu ile analiz edilmesine olanak sağlayan LC-MS/MS yöntemleri tercih edilmektedir. Numune ön hazırlığına ihtiyaç duyulmaması sebebiyle analiz maliyeti yok denecek kadar azdır. Yüksek seçicilik ve hassasiyet ile ön planda olan LC-MS/MS sistemleri hızlı ve kolay analiz imkanı sağlamaktadır.

Ülkemizde Su için limitler "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği"nde belirlenmiştir.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

Numuneler hiçbir ön işleme tabi tutulmadan direk olarak viale alınır ve LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

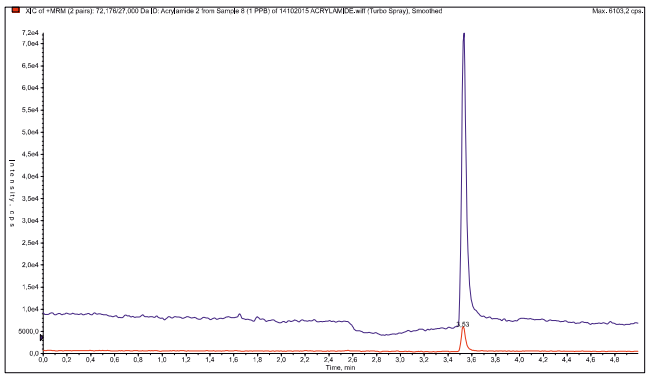
Analitik Kolon : Phenomenex Luna C18 3 um (150x3 mm)
Analiz Süresi : 5 dakika
Mobil Faz : Su (Formik Asit) ve Asetonitril
İyonizasyon : ESI +
Tarama Modu : MRM

MRM çiftleri:

Bileşik	Polarite	Q1/Q3
Akrilamid 1	Pozitif	72/55
Akrilamid 2	Pozitif	72/44
Akrilamid 3	Pozitif	72/27

SONUÇ

Su numunesinin hiçbir ön işleme tabi tutulmadan direk olarak LC-MS/MS sistemine verilmesi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde yönetmelikte belirlenen limitleri rahatlıkla karşıladığı görülmüştür.



Şekil 21- Su numunesi ile yapılan Akrilamid analizine ait kromatogram

İÇME SULARINDA MULTİ-PESTİSİT ANALİZİ

GİRİŞ

İnsan yaşamını kolaylaştırmak için üretilen birçok kimyasal, üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar, insan sağlığı ve çevre açısından küresel bir tehdit oluşturmaktadır. Dünyadaki kimyasal sanayi üreticileri para kazanma içgüdüsüyle ve çoğunlukla insan sağlığı ve çevreye olan etkilerini ciddi boyutlarda araştırmadan her yıl binlerce kimyasal bileşiği üretip piyasaya sürmektedir. İnsan yaşam kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmakta olan kimyasallar ve özellikle tarımsal üretimde kullanılan pestisitler; kontrolsüz, bilinçsiz ve gereksiz yere kullanılmaları sonucunda bireyin yaşamını ve yaşadığı çevreyi çok ciddi anlamda tehdit eder konuma gelmiştir.
Mevcut sorun, sadece ülkemizin bir sorunu olmayıp, küresel bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarımda kullanılan pestisitler, ayrıca kalıntılarıyla soframıza kadar sebze ve meyve olarak gelmekte ve pek çok hastalığa neden olabilmektedir. Tarımsal alanlara, orman veya bahçelere uygulanan pestisitler havaya, su ve toprağa, oradan da bu ortamlarda yaşayan diğer canlılara geçmekte ve ölmelerine sebep olmaktadır.
Dünya sağlık örgütünün (WHO) 1995 yılında yayınlanan raporuna göre, her yıl dünyada kabaca 1 milyon insan pestisit sebebiyle zehirlenmekte, 20.000 kadarı da ölmektedir. Pestisitlerle insanların teması, ilaç üretimi, taşıma, depolama, kullanma ve ilaç kalıntısı içeren ürünlerin tüketimi sırasında olmaktadır. Bu etkileşim sonunda insan vücuduna girmeleri ise ağız, deri ve solunum yoluyla olmaktadır. Pestisitlerin yanı sıra, parçalanma ürünleri olan metabolitleri de insanlara zehir etkili olabilmektedir. Bu maddelerin bir kısmı birikime uğradığı, bir kısmı da birikmediği halde sinir hücrelerinde tahribat yaptığı için tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir.
Bu kimyasalların tespiti için birçok analitik yöntem mevcuttur. Numuneye hiçbir ön işlem uygulanmadan direk olarak enjeksiyonuna dayanan LC-MS/MS metotları avantajları göz önüne alındığında birinci sıraya yerleşmiştir. Su için limitler "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği"nde belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda belirlenmiş limitlerin rahatlıkla karşılandığı görülmüştür.

YÖNTEM

Numune Hazırlığı

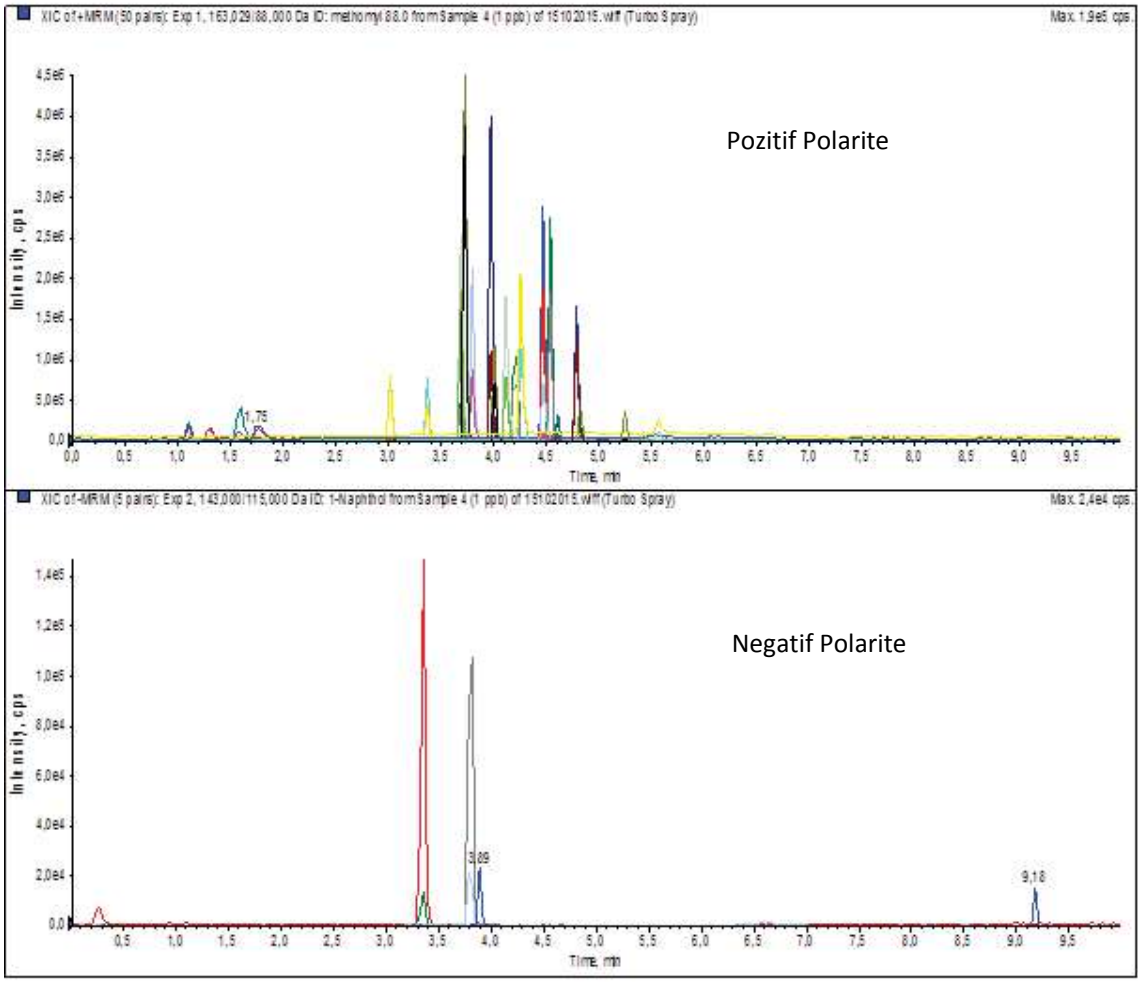
Numuneler hiçbir ön işleme tabi tutulmadan direk olarak viale alınır ve LC-MS/MS'e enjeksiyonu yapılır.

Analitik Koşullar

Analitik Kolon	: Phenomenex Kinetex C18 2.6 um (50x2.1 mm)
Analiz Süresi	: 10 dakika
Mobil Faz	: Su (Amonyum Format) ve Metanol (Amonyum Format)
İyonizasyon	: ESI + / ESI -
Tarama Modu	: MRM

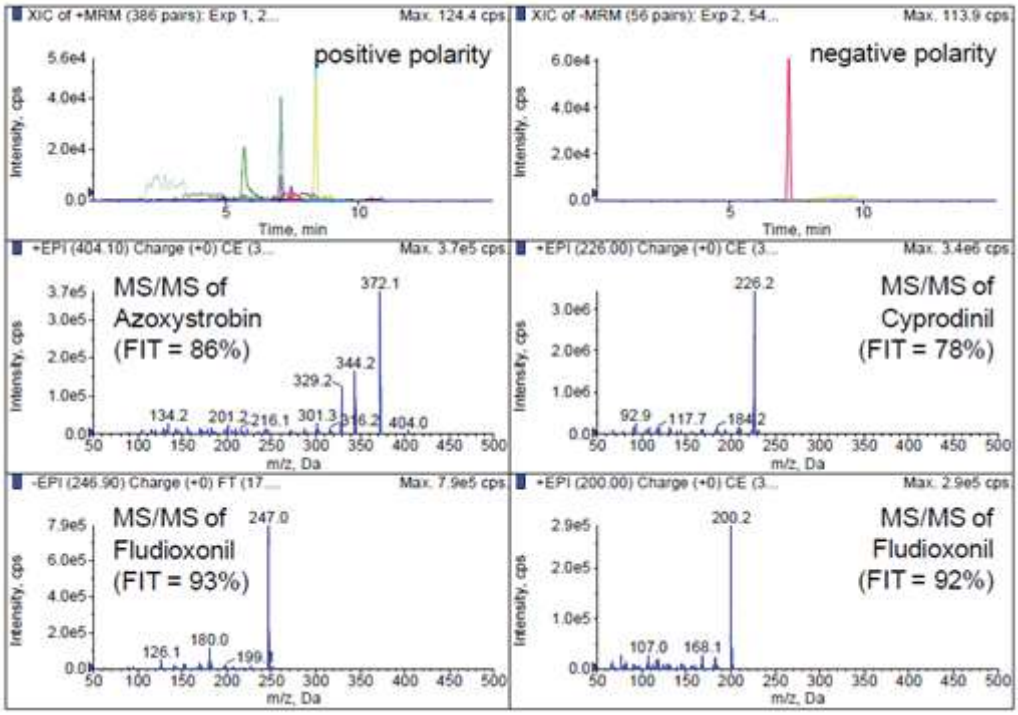
SONUÇ

Bu çalışmada; Hızlı Polarite değişimi ve Scheduled MRM™ ile hassasiyette azalma olmadan kısa sürede analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar su için yönetmelikte verilen limitleri rahatlıkla karşılamaktadır. Aynı zamanda QTrap™ teknolojisi kullanılarak mevcut olan 666 adet pestisite ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır.



Şekil 22-Negatif-pozitif polarite değişimi ve Scheduled MRM™ algoritması ile tek metotta analiz edilen 1ppb 30 adet pestisit etken maddesine ait kromatogram.

Aynı zamanda su numunesi QTrap-EPI teknolojisi kullanılarak mevcut olan 666 adet pestisite ait kütüphane taraması ile konfirmasyon sonucu rapor güvenliği sağlanmaktadır.



Şekil 23-Negatif-pozitif polarite değişimi ve QTrap-EPI ile tek metotta analiz edilen su numunesine ait kromatogram.

SPEKTROTEK
Spektrotek A.Ş.
www.spektrotek.com
info@spektrotek.com
t: 0 216 688 57 78
f: 0 216 688 57 69