

BAZI TOKSİK METAL İYONLARININ GIDALARA BULAŞMA KAYNAKLARI

Doç. Dr. Aziz EKŞİ

eryüzünde, var olan elementlerin tümü çok düşük düzeylerde bile olsa, gıdalarda da doğal olarak bulunmaktadır. Bazıları büyüme ve gelişme için, belirli miktarda olmak üzere besin yolu ile alınmak zorundadır. Örneğin demir eksik alındığında kansızlık, iyot yetersizliğinde ise guvartır gibi hastalıklar kendisini göstermektedir.

Elementlerin bir çoğu ise toksiktir. Belirli miktardan fazla alındıklarında sağlık üzerinde olumsuz etki yapmakta ya da zehirlenmeye yol açmaktadır. Arsenik, civa, kurşun, kadmiyum, bakır v.b. bunların başlıcalarıdır. Ancak, gıdalarda doğal olarak bulunan metal iyonu miktarı, genellikle sağlığı zararlı olacak düzeyde değildir. Metal yolu ile zehirlenme olayı, gıdadaki doğal miktarın bulaşma yolu ile yükselmesinden ileri gelmektedir.

Endüstrinin gelişmesi sonucu, çevre atıklar yolu ile kirlenmekte ve doğal denge bozulmaktadır. Hava, su ve toprağın kirlenmesine bağlı olarak, gıdaların doğal bileşimi de büyük ölçüde değişmektedir. Olaya yalnızca kirlenme açısından bakanlar, endüstrileşmeyi gelişme yerine gerileme olarak tanımlamaktadırlar. Bu, kuşkusuz tek yanlı ve abartılmış bir yaklaşımdır. Bir yönü ile de sağlıklı gelişme açısından uyarıcı olmaktadır.

Çevre kirlenmesinin gıdalarda yol açtığı değişimlerin başında, toksik metal iyonlarının bulaşması gelmektedir. Ancak gıdalara toksik metallerin bulaşması, yalnızca bu yolla olmamaktadır.

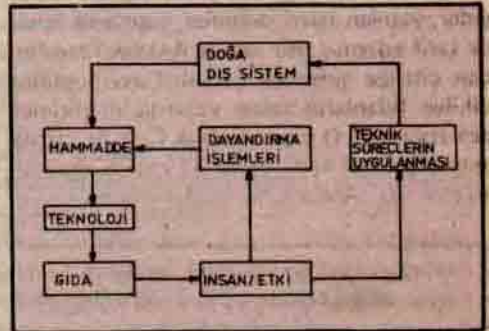
GIDA-METAL İLİŞKİSİ

Gıda, tohumluktan başlayan, tarla ve fabrikadan geçen ve tüketicide sonuçlanan oldukça uzun bir süreç içinde düşünülmelidir. Bu süreç, içerisindeki her aşamada gıda dolaylı ya da dolaysız, metallerle ilişkide bu-

lunmaktadır. Üretim öncesi (hammadde), üretim (işleme) ve üretim sonrası (depolama) söz konusu sürecin üç ana aşamasını oluşturmaktadır.

Gıdalara bulaşma olasılığı olan metallerden, sağlık açısından zararlı görülenler üzerinde özellikle durulmaktadır. Bunlara genel olarak, "toksik iz element" veya "ağır metal" adı verilmektedir. Ancak, kadmiyum ve arsenik gibi ağır metal olmadığı halde toksik etki yapan metaller olduğu gibi, büyüme için gerekli olduğu halde aşırı dozda alındığında toksik olan iz elementler de bulunmaktadır. Genellikle % 0.01 in altındaki konsantrasyonlarda "iz element" deyimini kullanılmaktadır. Gıdalarda belirli miktarın üzerinde bulunması sınırlanan ve son yıllarda özel bir ilgi gösterilen civa, kurşun, kadmiyum, arsenik ve bakır gibi metaller için "toksik metal" deyiminin kullanılması daha uygun olmaktadır. Bu metaller, doğadan bitkiye geçmekte, gıda yolu ile insan tarafından alınmakta, uygulanan değişik teknik süreçlerle yeniden doğaya dönmektedir (şekil 1) Endüstrinin gelişmesi ile, bu çember içerisinde dolaşan metal miktarı giderek artmaktadır.

Gıda işlemede hammadde olan meyve, sebze, et, süt ve benzerlerine işleme öncesi toksik metal bulaşması hava, su ve bitki koruma ilaçları olmak üzere başlıca üç kaynak-



Şekil 1: Metal İyonların Dolaşımı

tan olmaktadır. Bunların bir kısmı yıkama, haşlama gibi işlemlerle uzaklaştırılmakta, bir kısmı ise bulaşma dozu ve türüne bağlı olarak besinde kalmaktadır.

İşleme sırasında bir yandan hammaddede ki metal yükü azaltılırken, bir yandan da yeni bulaşmalar söz konusu olmaktadır. Bulaşmanın başlıca kaynağı, çoğu metalden yapılmış olan işletme araç ve gereçleridir. Ayrıca işlemede kullanılan tuz, su gibi katkı maddeleri de, metal bulaşması için önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Terkedilmiş bir uygulama olmakla birlikte, fasulye gibi sebzelerde yeşil rengi korumak amacı ile haşlama suyuna katılan bakırsülfat, konservelede bakır oranının artışına yol açmaktadır.

Depolama aşamasında gıdalarda toksik metal artışı, ambalaj ile gıda arasındaki karşılıklı etkileşim sonucunda olmaktadır (şekil 2). Bilindiği gibi teneke kutu, çok sayıda gıda için yaygın olarak kullanılan bir ambalaj maddesidir. Teneke kalitesi ve gıdanın cinsine bağlı olarak depolama sırasında demir, kurşun, kalay gibi metaller aşınarak konserveye geçmektedir.

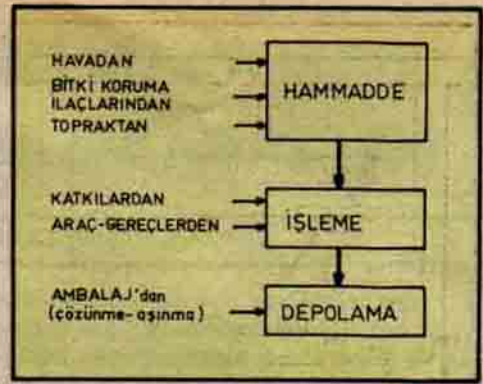
BULAŞMA YOLU

Özetlenen gıda-metal ilişkisi, gıdalarda metal bulaşma kaynakları hakkında genel bir fikir vermekle birlikte, her bir metalin bulaşması, kendisine özgü bir yol izlemektedir. Rastlanılan bulaşma ve zehirlenme olayları ile, bulaşma yolu daha bir açıklık kazanmaktadır.

CİVA (Hg):

Cıva bileşikleri yer kabuğunda yaygın olarak bulunmaktadır. Toz veya gaz formunda atmosfere geçmekte ve yağışlarla litosfer ve hidrosfere geri dönmektedir. Yağışlarla yeryüzüne yayılan cıva miktarı, yaklaşık otuz bin ton kadardır.

Son elli yıllık araştırma bulguları, yiyeceklerde doğal olarak bulunan cıva miktarında önemli bir değişim olmadığını göstermektedir. Ancak son yıllarda trajik sonuçlara yol açan yerel bulaşma olayları gözlemlenmektedir. 1953-1960 yılları arasında Japonya'daki minamita körfezinde yaşayan balıkçılar ve aileleri arasında yüzü



Şekil 2: Gıdalara Toksik Metal Bulaşma Kaynakları

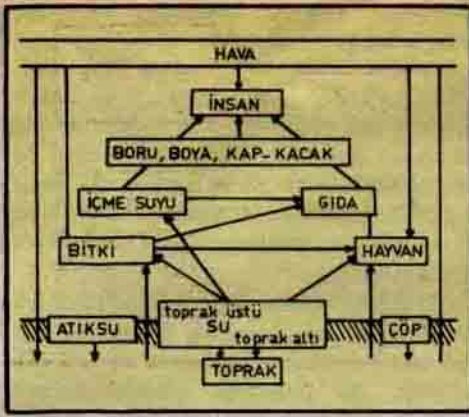
aşkın insan "minamita hastalığı" denilen sinir bozukluğuna yakalanmıştır. Önceleri bulaşıcı olduğu sandan bu durumun, daha sonra yüksek dozda metil-Hg içeren balık ve deniz hayvanlarının yenilmesinden ileri geldiği anlaşılmıştır. 1965 yılına kadar bilinen ölüm sayısı ise kırkıbirdir.

Cıvanın bulaşma kaynağının ise, asetaldehit işleyen ve atıklarını bu körfeze boşaltan bir fabrika olduğu saptanmıştır. Bu fabrika katalizator olarak cıvaoksit kullanmakta ve işleme sırasında metil-Hg oluşmaktadır. Bu körfezde yakalanan balıklarda saptanan cıva miktarı 100 mg/kg'a kadar yükselmektedir. Ağuna akarsuyu kıyısında da benzeri bir olaya rastlanılmıştır.

Bu bulgular büyük yankılara yol açmış ve daha sonra diğer ülkelerde de benzeri çalışmalar yapılmıştır. İsveç'te bir kağıt fabrikasının, Kanada'da ise sodyumklorit ten elektrolitik yolla klor ve sodyumhidroksit elde edilen bir işletmenin atıklarının boşaltıldığı bölgedeki canlılarda yüksek düzeyde cıva bulunmuştur.

Cıvalı bileşikler, tahıl tohumluklarının dezenfeksiyonunda da kullanılmaktadır. Böylesi tohumlukların yenilmesi sonucunda, yalnızca Irak'ta beşyüzü aşkın insan ölmüştür. ABD'de cıvalı tohumlukla yemlenen bir domuzun etinin yenilmesi de, cıva zehirlenmesine yol açmış bulunmaktadır.

Gözüyor ki, Hg zehirlenmelerinde ana etken, endüstri atıkları yolu ile çevrenin kirlenmesi ve çevreden gıdalara Hg bulaşmasıdır. Öte yandan nehir, ve göllerin tortuların-



Resim 3: İnsanın Kurşun Alım Kaynakları

da bulunan anorganik civa bileşikleri, bazı mikroorganizmalar tarafından metil-Hg'ya dönüştürülmektedir. Endüstri atıkları ile bulaşmış bazı sularda yaşayan balıklarda, bu nedenle de metil-Hg bulunabilmektedir. Yaşlı balıklar genç olanlardan, yırtıcı balıklar ise uysal olanlardan daha çok civa içermektedir.

KURŞUN (Pb):

Kurşun doğada silfit, oksit ve karbonat olarak çoğunlukla gümüş ile birlikte bulunmaktadır. Kurşun bileşikleri günümüzde akümülatör, elektrik kablosu, boya ve sırt yapımında kullanılmaktadır. Taş kömürü gibi kurşun içeren materyallerin yanması, çevredeki kurşun miktarını artırmaktadır. İnsanın kurşun alımı, oldukça karmaşık yollardan olmaktadır (şekil 3).

Kurşunun çevreye yayılmasında en önemli kaynaklardan birisi, motorlu araçların eksoz gazıdır. Yakıtın yanması sırasında kurşun tetraetilden kurşunklorit, kurşun oksit ve benzeri anorganik kurşun bileşikleri oluşmaktadır. Eksoz gazındaki kurşunun yaklaşık yarısı, karayolunun iki yanındaki üç metrelik alana çökerek yayılmaktadır. Daha düşük düzeyde oluşan ve kurşun tozu içeren aerosolün yayılması ise dünya ölçüsünde olmaktadır. Yoğun ulaşım yapılan karayollarının yakınında yetişen bitkilerdeki kurşun oranı 100 mg/kg'a kadar yükselmektedir. Gerek hava, gerek toprak ve gerekse bitkiadaki

kurşun düzeyi, karayolundan uzaklaştıkça düşmektedir (şekil 4).

Bu yolla kurşun bulaşmasını önlemek amacı ile bazı ülkelerde benzindeki Pb oranının düşürülmesi için yasal sınırlamalar konulmaktadır.

Kurşunun diğer bir bulaşma yolu da endüstriyel atıklardır. Bir demir-döküm atölyesinin çevresindeki toprak ve bitki örtüsü ile otlayan ineklerin et ve sütünde yüksek dozda kurşun bulunmuştur. Kurşun miktarı atölyeden uzaklaştıkça azalmaktadır (tablo 1).

Kurşun içeren kalaylı kaplar ve kurşunlu sırla kaplanmış çömlekler, günümüzde önemi azalmış olmakla birlikte, gıdalara Pb bulaşmasının başlıca kaynaklarından birisidir. Böyle kaplarda turşu, meyve suyu, salata gibi yiyeceklerin saklanması, bulaşma olasılığını artırmaktadır.

Yiyeceklerle kurşun bulaşma yollarından bir diğeri de, meyve yetiştiriciliğinde püskürtme ilacı olarak kullanılan kurşunarsenattır. Bu uygulama, sakıncasından dolayı çoğu ülkede terkedilmiş bulunmaktadır.

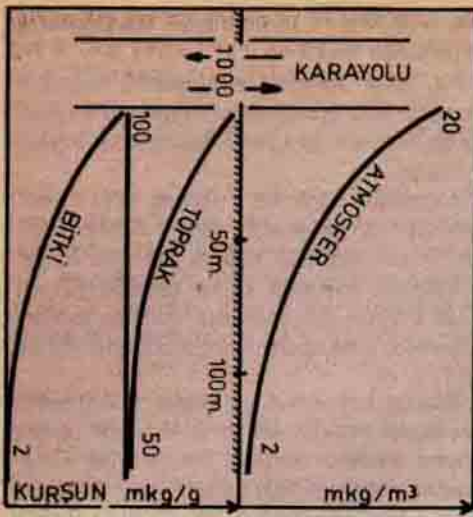
Teneke kutuda konserve edilen yiyecek ve içeceklere kurşun bulaşma nedeni ise, kutunun lehim yerinden kurşunun aşınarak konserveye geçmesidir. Bilindiği gibi lehim kurşun-kalay karışımından oluşmaktadır. Lehim yerinin lakla kapatılması, konserveledeki kurşun artışını azaltmaktadır.

KADMIYUM (Cd):

Kadmium ve bileşikleri, çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Paslanmayı önle-

Örnek	Atölyeden Uzaklık (km)	Katımadde Pb Miktarı (ppm)
Kuru ot	1.2	157
	2.0	47
	2.5	51
	3.0	22
Sığır ciğeri	0.7-3	6.2-19
	3 -6	5.9-25
	6 -12	3.0-7.0
	12 -20	1.7-3.5
	100	1.1-2.3

Tablo 1:



Şekil 4: Karayolundan Değişik Uzaklıklarda Kurşun (Pb) Miktarı

mek amacı ile kaplama, boyayapımı, yapay madde yapımı için stabilizatör, alaşım ve lehim Ni-Cd akümülatörü, yan iletken ve foto-sel başlıca kullanım alanlarıdır. Kimyasal açıdan çinkoya benzediği ve çinko ile birlikte bulunduğu için, galvanizli demir saçların tümü aynı zamanda Cd da içermektedir. Kömür ve petrolün yanması sonucunda fazla miktarda Cd emisyonu serbest kalmaktadır. Ayrıca fosforlu gübre yolu ile de kadmiyum tarım topraklarına yayılmaktadır. Tütün, doğal olarak fazla miktarda Cd içermekte ve akciğerde kolayca resorbe edilmektedir. Yirmi sigara içilmesi ile alınan kadmiyum miktarı günlük besinle alınanın yaklaşık birbuçuk katı kadardır.

Japonya'da yerel olarak ortaya çıkan "itai-itai" hastalığının nedeni yüksek dozda kadmiyum içeren pirinç yenilmesidir. Pirinçteki kadmiyum oranının yükselmesi ise, yine bulaşma yolu ile olmaktadır. Kurşun, kadmiyum ve çinko içerdiği için işletilen bir maden ocağının suları, yıllarca Jintsu nehrine akıtılmıştır. Bu nehir ile sulanan tarlalardaki pirinçlerin kadmiyum oranı yükseldiğinden 1940-1945 yılları arasında iki yüz kişi hastalanmıştır. Kemik ve eklem yerlerinde ağrılara yol açan ve sık sık ölümlerle sonuçlanan bu hastalık, 1945 yılından bu yana görülmemektedir. Bu hastalığın ortaya çıkışında, kadmiyum yanında diğer bazı olguların da etkili olduğu sanılmaktadır. Savaş

yıllarındaki yetersiz beslenme, sık gebe kalma ve emzirme gibi.

Ayrıntısı henüz bilinmeyen endüstriyel atıklar yanında, gübre olarak kullanılan tasfiye çamurlarının da bitkilerdeki kadmiyum oranının yükselmesine neden olduğu sanılmaktadır. Pb ve Hg gibi ağır metal iyonlarının tersine kadmiyum, bitkilerin hem kök ve hem de yaprakları tarafından kolayca alınabilmektedir.

Öte yandan kadmiyum sarısı, sırlı çömlek yapımında kullanıldığı gibi, kadmiyum alaşımli metal kapların yapımında da kullanılmaktadır. Bu yolla da gıdalara önemli miktarda kadmiyum bulaşmaktadır.

ARSENİK (As),

Bağcılık ve meyvecilikte bakırarsenitasetat ve bakırsenit, zararlılarla savaş aracı olarak kullanılmaktadır. Bu uygulama da birçok ülkede bırakılmıştır. Bu yolla ortaya çıkan çok sayıda kronik ve kısmen öldürücü arsenik zehirlenmesi olaylarına rastlanılmaktadır.

Bu yüzyılın başında İngiltere'de bira içenler arasında götülen arsenik zehirlenmesine, bira yapımında katkı maddesi olarak kullanılan glukoz şurubunun yol açtığı sanılmaktadır.

DİĞER:

Anılan toksik metal iyonlarından başka, gıdalara bulaşma olasılığı fazla olan ve bu nedenle belirli miktarın üzerinde bulunmaları yasaklanan diğer metallerin başlıcaları krom, nikel, kalay, demir, bakır ve antimondur.

Gıda işlemede kullanılan araç-gereç ve mutfakta kullanılan kap-kaçak, bu metallerin başlıca bulaşma kaynağıdır. Ayrıca Ni petrol ve kömürün yanması sonucu atmosfer yolu ile Fe ve Sn ise konserve kutusunun aşınması sonucu ambalaj yolu ile gıdalara bulaşmaktadır. Ülkemizizde sık rastlanan ve "bakır çalınması" diye bilinen zehirlenmede, mikrobiyel etkilerin de işe karıştığı sanılmaktadır.

TOKSİK DOZ VE ETKİ

Civa zehirlenmelerinde daha çok alkil civa bileşikleri (CH₃-Hg-CH₃, metil civa gibi) söz

Metal İyonu	Haftalık Tolerans (mg/kişi)	Haftada Besinle Alınan (mg/kişi)
Cıva (Hg)	0.3	0.05
Kurşun (Pb)	3.0	0.85
Kadmiyum (Cd)	0.5	0.25

Tablo 2. Bazı Toksik Metal İyonlarının Tolerans Sınırları ve Besinlerle Alınan Miktarı:

konusu olmaktadır. Vücut ağırlığının 1 kg'ı başına günde 4 mikrogram Hg alındığında, ilk zehirlenme belirtileri görülmektedir. Geçici olarak alınmasında sakınca görülmemeyen miktar, kişi başına haftada 0.2 mg metil-Hg veya 0.3 mg toplam Hg dir. Doğal olarak fazla miktarda Hg içeren gıdalar, balık, av hayvanı eti ve mantardır. Mantar yalnızca radyoaktif elementleri değil, civayı da biriktirmektedir. Gıda yolu ile haftada kişi başına alınan Hg miktarının 0.035-0.070 mg arasında değiştiği sanılmaktadır (tablo 2).

Kurşun için haftada kişi başına alınmasında sakınca görülmemeyen doz, 3 mg dir. Alışılmış diyetle alınan miktar ise kişi başına 0.85 mg olarak hesaplanmaktadır. Eski çağlarda yaşayan insanların saç ve kemiklerinde daha fazla kurşun bulunması, kurşunlu kaplar ve su boruları yolu ile olan bulaşmaya bağlanmaktadır. Kurşun zehirlenmesi gevşeklik ve duyarsızlıkla başlamakta ve doz yükseldiğinde davranış bozuklukları görülmektedir.

Besin yolu ile haftada kişi başına alınan kadmiyum miktarı ise 0.25 mg dolayındadır. Alınmasında sakınca görülmemeyen haftalık doz 0.4-0.5 mg olarak tahmin edilmektedir. Daha 15 mg Cd alındığında bile şiddetli ve kesik ishale ilk zehirlenme belirtileri kendisini göstermektedir.

Arsenik zehirlenmesi belirtileri ciğer, mer-

kezi sinir sistemi ve deride ortaya çıkmaktadır. Besinlerle günde kişi başına 0.02-1 mg kadar arsenik alındığı sanılmaktadır.

SONUÇ

Görülüyor ki toksik metal iyonlarının gıda lara bulaşması için çok sayıda kaynak bulunmaktadır. Endüstrileşmeye bağlı çevre kirlenmesi, bulaşma oranını artırmaktadır. Ortaya çıkan çok sayıda zehirlenme olayı, tüketicinin sağlık açısından daha özenle korunması gerektiğini göstermektedir.

Ülkemizde konu ile ilgili araştırmaların başlaması yenidir. İlk bulgulara göre, korozyon sonucu konservelerde ve endüstriyel atıklar sonucu kirlenen sularda yaşayan canlılarda uyarıcı dozda metal iyonu bulunmaktadır.

KAYNAK

BERG, H.W., J.F. DIEHL und H. FRANK. 1978. Rückstaende und Verunreinigungen in Lebensmittelnd. Steinkopff Verlag. Darmstadt. 165 s.

BIELIG, H.J. und F.M. ROUWEN. 1977. Zur Prage möglicher Kontaminationen von Fruchtsafterzeugnissen. Flüssiges Obst 44, 433-440.

EKŞİ, A. 1976. Konserve Kutularında Korozyon Olayı. Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yayını 6. Bursa 43 s.

GÜRSES, Ö.L. 1971. Türk Konservelerinde Demir Kalay ve Kurşun Miktarları Üzerinde Araştırma (doktora Tezi). A.U. Ziraat Fak. Yayını: 611/354. Ankara. 98 s.

KAYMAKÇALAN, Ş. 1969. Besinlerle Husule Gelen Kimyasal Zehirlenmeler. TÜBİTAK Besin Simpozyumu, 344-368. Ankara.

YİĞİT, V. 1979. Bazı Gıda Maddelerinde Kimyasal Kontaminantlar, TÜBİTAK Beslenme ve Gıda Teknolojisi Ünitesi Yayını: 37. Gebze. 49 s.

"İlim ve fen nerede ise orada olacağız ve her ferdin, milletin kafasına koyacağız. İlim ve fen için kayıt ve şart yoktur."

ATATÜRK