

KALINTI VE BULAŞANLAR

- Gıdalar doğal olarak proteinler, karbonhidratlar vb. kimyasal bileşiklerden oluşmaktadır. Hammaddeden ürün oluşuncaya kadar olan tüm aşamalarda gıdalarda az veya çok ama mutlaka bir takım değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişimler belli düzeylerde olduğunda herhangi bir sakınca oluşturmazken oluşan maddelerin düzeyi belirli limitleri aşınca gıdanın tüketilemez bir duruma gelmesine yol açabilmektedir (örn. etin ızgara yapılmasında oluşabilen PAH'lar, akrilamid vb).
- Bazı maddelerin ise gıdaya dışarıdan bulaşabilir.
- Bitkinin veya hayvanın yetiştirilmesinde, uygulanan tekniklere göre bazı istenmeyen maddelerin bulunması söz konusu olabilmektedir.
- Bu maddeler kalıntı veya kontaminasyon olarak adlandırılmaktadır. Genel anlamda *kontaminasyonda gıdaya dışarıdan bulaşması veya gıdada oluşan maddeler söz konusuyken*, *kalıntıda yetiştirme-işleme sırasında kullanılan kimyasal maddelerden kalanlar söz konusudur*. Ülkemizde bu konudaki yasal belge Bulaşanlar Yönetmeliğidir ve bu yönetmelikte ayırım yapılmaksızın tümü BULAŞAN olarak nitelenmiştir.

- **TÜRK GIDA KODEKSİ BULAŞANLAR YÖNETMELİĞİ'ne (29 Aralık 2011 tarih ve 28157-3. mükerrer sayılı Resmi Gazete-RG)** göre bulaşanın tanımı şöyledir:
- **BULAŞAN:** Gıdaya kasten ilave edilmeyen, ancak gıdanın birincil üretim aşaması dahil üretimi, imalatı, işlenmesi, hazırlanması, işleme tabi tutulması, ambalajlanması, paketlenmesi, nakliyesi veya muhafazası ya da çevresel bulaşma sonucu gıdada bulunan hayvan tüyü, böcek parçası gibi yabancı maddeler hariç olmak üzere her tür maddeyi ifade etmektedir.
- Söz konusu yönetmelik gıdalarda bulunabilen *nitratları, mikotoksinleri, ağır metalleri, 3-monokloropropan 1,2 diolü (3-MCPD), dioksinleri ve dioksin benzeri poiklorlubifenilleri (PCP), polisiklik aromatik hidrokarbonları ve erüsik asiti* kapsamaktadır.
- Gıdalarda bulunması söz konusu pestisit kalıntıları için geçerli yasal doküman ise **TÜRK GIDA KODEKSİ PESTİSİTLERİN MAKSİMUM KALINTI LİMITLERİ YÖNETMELİĞİ'**dir.
- Bu yönetmelik, ilk olarak 28157-3. sayılı RG'de yayınlanmış, 28517 sayılı RG'de güncellenmiş ve son olarak da **25.08.2014 tarih ve 29099** sayılı RG'de yayınlanan yeni yönetmelik ile eskiler yürürlükten kaldırılmıştır.
- **Dolayısıyla pestisit kalıntılarına ilişkin olarak halen geçerli yasal belge 25.08.2014 tarih ve 29099 sayılı RG'de yayınlanan Yönetmeliktir.**
- *Katkı maddeleri kalıntıları için ise günümüzde geçerli yasal belge olan TÜRK GIDA KODEKSİ GIDA KATKI MADDELERİ YÖNETMELİĞİ'nden (30.06.2013 tarih ve 28693 RG) bu dersin «Gıda Katkı Maddeleri» bölümünde söz edilmişti.*

- Gıdalarda ideal olan insan sağlığına zararlı olabilecek bileşiklerin (kalıntı-bulaşan) hiç bulunmamasıdır, ancak böyle bir durumun olması neredeyse olanaksızdır. Örneğin bir süt hayvanının yediği yemde herhangi bir mikotoksin varsa bu süte de geçecektir.
- İnsanların (ve pek çok canlıının) doğal detoksifikasyon mekanizmaları bulunur. Bunlar enzim sistemleridir. İnsanlar bu sistemlerin yardımıyla toksik bileşikleri bir ölçüde dönüştürerek-küçülterek vücuttan başta idrar yoluyla olmak üzere- atılabilir forma dönüştürürler.
- Toksikite üzerinde en önemli faktör o maddenin alınan dozudur. Örneğin tedavi için alınan ilacın bile dozu belli bir düzeye çıktığında bu artık ilaç değil, zehirdir. İsviçreli kimyager **Paracelsus**'un zehiri tanımlarken kullandığı "**Her madde zehirdir. Zehir olmayan madde yoktur; zehir ile ilacı ayıran dozdur**" şeklindeki ifade, modern toksikolojinin temelini oluşturmaktadır.
- Gıdalardaki toksik bileşiklerden tamamen kaçınmak çoğu zaman mümkün olmadığından bunlar için zarar veremeyeceği limitler belirlenmiştir. Buna Maksimum Limit adı verilir. Kalıntılar için ise maksimum kalıntı limiti, yaygın deyimle **Maksimum Residue Limit (MRL)** adı verilmektedir. Örneğin kırmızı biberdeki *Aflatoksin B₁* (küf toksini) için maksimum limit 5ppb, turunçgillerde *Alachlor* (pestisit) için MRL 10ppb'dir



Paracelsus
(1493-1541)

Gıdalarda Bulunabilen Başlıca Bulaşanlar

- Gıdaların yapısında çok farklı çeşit ve sayıda kalıntı bulunması söz konusu olabilir. Bunların başlıcaları şunlardır:
- Pestisitler
- Küf toksinleri
- Ağır metaller
- Gıda üretimi sırasında oluşabilen bileşikler (poliklorlu bileşikler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, akrilamid, biyojen aminler)
- Mikroorganizmalar
- Deterjan-dezenfektanlar
- Gıda katkıları
- Plastikler, plastik katkıları, ambalajdan geçebilen diğer maddeler
- Hormonlar
- Radyoaktif maddeler
- Allerjenler
- Antibiyotikler
- Veteriner ilaçları ve hormonları, bitki büyüme düzenleyicileri

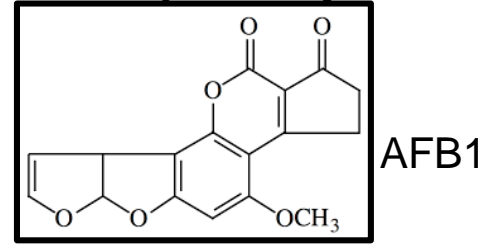
• Mikotoksinler:

- Mikotoksinler küflerin metabolitleridir. Başta *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* olmak üzere çok sayıda küf türü mikotoksin üretmektedir.
- Küfler doğada olağanüstü yaygındır ve gıda zincirinde sıklıkla bulunur. FAO, dünyadaki tahılların %25'inin mikotoksinlerle bulaşmış olduğunu tahmin etmektedir.
- Nem ve sıcaklık uygun ise küfler hemen her gıdada ürer ve mikotoksin üretir.
- En yaygın buldukları gıdalar tahıllar, yağlı tohumlar, kuruyemişler ve kurutulmuş meyve ve sebzelerdir.
- 350 küf türünün ürettiği 300'den fazla mikotoksin bulunur. Tarımsal açıdan en önemli olan küfler aflatoksinler, patulin, okratoksin, deoksinivalenol, nivalenol, T2-toksin, zearalenon ve fumonisinlerdir.
- Ekonomik açıdan en büyük sorun oluşturan aflatoksindir. Özellikle bu mikotoksin ve hepatit B virüsünün birlikte görüldüğü bölgelerde karaciğer kanseri yaygındır.

- Küfler doğada son derece yaygın olup gerektiğinde spor formunda uzun süreler canlılıklarını korurlar. Oluşum daha hemen tarlada başlar, hasat, taşıma, depolama, gıda üretimi aşamalarında devam eder ve *bu oluşumun tamamen önlenmesi neredeyse olanaksızdır.* Ancak, özellikle kurutma işleminde başta nem düşük olmak üzere çevresel koşullar uygunsa veya yapay kurutma uygulanmışsa ve kurutulmuş ürünlerin depolanmasında da uygun koşullar sağlanmışsa oluşumları minimumda tutulabilmektedir.
- Mikotoksinler akut toksik etkilerinin yanı sıra karsinojen, mutajen, ve teratojen etkilidirler. Etkileri yerleri arasında sinir sistemi, karaciğer, böbrekler vd. pek çok organ bulunmaktadır. Karsinojen olarak en etkili oldukları organ genellikle karaciğerdir.
- Bütün gelişmiş ülkeler gıdalardaki mikotoksin düzeyini sınırlandırmıştır ve ciddi olarak denetlemektedir.
- Bazı mikotoksinler pişirme veya proses koşullarında dayanıksızdır. Ancak bir bölümü çok dayanıklıdır. Örneğin yerkıstığına nemli ısıtma uygulandığında bazı aflatoksinler %20-80 oranında yok olmaktadır. Isı, küfleri yok etse de toksinleri canlı kalabilir.

Bazı önemli mikotoksinler

- **Aflatoksinler:**
- Üzerinde en çok çalışılan ve gıdalarda en önemli olan mikotoksindir.
- Aflatoksin (AF) *Aspergillus flavus*'un ürettiği toksin demektir. Kuruyemişlerde, yağlı tohumlarda, mısırdaki, incirde sıklıkla rastlanabilmektedir.
- *Aspergillus* türleri aflatoksin ve okratoksin A dışında başka mikotoksinler de üretir. Karaciğer üzerinde toksik etkilidir ve sonucu kansere varan hastalıklara neden olabilir. En tehlikelisi olan AFB1 karaciğer kanserinin önemli bir oluşturucusudur. Hepatit B virüsü ile sinerjistik etki yapar. İkisi bir aradaysa risk çok artar (ABD'de karaciğer kanseri ve hepatit B azdır).



- Bu mikotoksinin 4 tipi bulunur. Bunlar B1 (*bkz. formül*), B2, G1 ve G2'dir. Kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların sütünde bu toksinlerin metabolize olmuş formları olan M1 ve M2 de söz konusudur. AFB1, AFM1'e dönüşür ve süte geçer. Bunun karsinojenik potansiyeli AFB1'in yarısı kadardır. Aflatoksinler ısıya karşı stabildir. Amonyak uygulaması aflatoksinlerin düzeyini ve aktivitesini azaltır.
- AFB1'in LD₅₀ değeri 0.3-9.0 mg/kg bw/gün kadardır. Ölüm, karaciğer tahribi ve iç kanama nedeniyle yaklaşık 72 saatte görülür. TGK'ne göre tahıllarda ve kuruyemişlerde AFB1 limiti genel olarak 2-12, bebek gıdalarında 0.1 ppb kadardır (*detayları internette TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde bulabilirsiniz*).

- ***Fusarium* Toksinleri:**

Bu mikroorganizmaların ürettiği toksinler iki grupta ele alınabilir. Hedef organ öncelikle karaciğerdir.

(1) Trikotesenler:

- Bu grupta 80'den fazla toksin bulunur. Başlıcaları T2 toksin, deoksinivalenol, HT2 toksin ve neosolaniol'dür. Akut toksisiteleri 50-70 mg/kg bw/gün'dür. Başlıca olumsuzlukları protein sentezini bloke etmeleridir. T2 toksin sinir sistemini etkiler, kanama ve ödemlere yol açar. En çok bulunduğu gıda tahıllardır.

(2) Trikotesen olmayanlar:

- En önemli iki grup fumonisinler ve zearalenon'dür. Uygun olmayan koşullarda tahıllarda ve özellikle mısırlarda sıklıkla rastlanır.

TGK'ne göre gıdalarda bulunabilecek maksimum düzey (genellikle):

- Deoksinivalenol: 200-1750 mg/kg
- Fumonisinler :20-4000mg/kg
- Zearalenon: 20-400 mg/kg

(detayları internette TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde bulabilirsiniz).

- **Penicillium toksinleri:**
- En önemli iki toksin rubratoksin ve patulin'dir. Sırasıyla *P. rubrum* ve *P. expansum* üretir.
- Rubratoksin özellikle mısırdaki, patulin ise başta elma olmak üzere meyvelerde önem taşır. Rubratoksin ve patulinin LD₅₀ değerleri sırasıyla 6.6 ve 5-30mg/kg bw/gün'dür.
- Hedef organ karaciğerdir (Rubratoksin ayrıca böbrekte de etkili).
- Patuline özellikle meyve suyu üretiminde çok dikkat edilmelidir. Patulin asit koşullarda oldukça stabildir. TGK'ne göre patulin limiti genellikle 20-80mg/kg'dır.
- **Diğer Mikotoksinler:**
- Dersin önceki bölümlerinde söz edildiği üzere 300'den fazla mikotoksin söz konusudur. Burada son olarak Okratoksin A'dan söz edilecektir. Bu mikotoksini *Aspergillus ochraceus* üretir. Tahıllarda yaygındır. Diğer hedef gıdalar soya, yerfıstığı ve peynirdir. LD₅₀ değeri 20-50 mg/kg bw/gün'dür. Başlıca hedef organ böbrek ve sinir sistemidir. TGK'ne göre okratoksin A limiti genellikle 3-10 mg/kg'dır.
- **Not:** TGK'de görüleceği üzere tüm mikotoksinler için limit bebek gıdalarında daha azdır.

• Ağır Metaller:

- Ağır metaller stabil elementlerdir ve vücutta çok yavaş metabolize olurlar, bu nedenle de birikirler. Bunların büyük çoğunluğunun vücutta bilinen bir fonksiyonu yoktur, ancak son derece toksiktirler.
- Bunların birikme düzeyi vücudun detoksifikasyon düzeyinden fazla ise oluşan birikim vücudun temel enzimatik proseslerini bloke eder. Bu metaller kurşun, civa, arsenik ve kadmiyumdur. Bunlar doğada bulunurlar, doğal nedenlerle veya madencilik-endüstri yoluyla besin zincirine karışabilirler. Su kaynaklarına geçip toprağa, akarsulara ve oradan da denize geçip su ürünleri yoluyla insanlara ulaşabilirler.
- **Kurşun:** Su ve gıda yoluyla insanlarca alınmaktadır. Kan, sinir sistemi ve böbrekleri etkiler. Doza bağlı olarak çocuklardaki zihinsel gelişimi etkiler. Kurşun su boruları ve konserve kutularının ek yeri nedeniyle eskiden toksisitesine daha çok rastlanmaktaydı (günümüzde yok). Kurşunsuz benzin kullanımı ile doğaya salınımı-ve dolaylı olarak besin zincirine geçişimi- önemli düzeyde azaltılmıştır. TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre max. düzey 0.02 (süt) - 1.5 (kabuklu-yumuşakça) ppm arasında değişmektedir.

Civa:

- Önemli bir bölümü insanların neden olduğu yollarla (*altın madenciliği, alkali ve metal prosesleri*) ve kayalardan yıkanma sonucu ortaya çıkmaktadır. Bakteriyal yollarla daha toksik olan metil civaya dönüşür, oradan küçük su canlılarına ve hayvanlara geçer. Proteinlere bağlanır. İnsanlara geçişte ana kaynak balıklar ve üretiminde kullanılan kostik sodanın içerdiği civa kalıntısı nedeniyle hidroflorokarbonlardır. Metil civa çok zehirlidir ve sinir sisteminde çoğunlukla geri dönüşümsüz hasarlara yol açar. Bazı ülkelerde hamilelerin civayı az, omega yağ asitlerini çok içeren sardalya ve somon tüketmeleri önerilmektedir. Max limit 0.1-1.0 ppm kadardır.

Arsenik:

- Vücutta başta DNA olmak üzere pek çok biyomolekülle reaksiyona girmektedir. Ana kaynak sular, başta da yeraltı sularıdır. Bitki yetiştirilen toprakta As düzeyi yüksekse bu bitkilere (özellikle pirinç, buğday, yulaf) ve dolayısıyla gıdalara geçmektedir. Tahılların kabuk (kepek) kısmında yoğunlaşmaktadır. TGK'nde limit bulunmamaktadır.

Kadmiyum:

- Volkanik topraklarda boldur. Endüstriyel atıklarda bulunur ve sulara geçer. Şarj edilebilir Ni-Cd pillerden geçiş çok önemlidir. Sigara dumanında bulunur. Midye vs. önemli kaynağıdır. Böbrekte birikir ve yaşam boyu atılamadığından hasara neden olur. TGK'nde max limit 0.05-1.0 ppm'dir.

Diğer metaller:

- Gıdalardaki normal düzeyleri kronik bir hastalığa yol açmaz. Üzerinde durulan metaller Al, An, Bi, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Sn, Vn ve Zn'dur. Metal toksisitesi genel olarak sinir sisteminde, böbrek, karaciğer, ve akciğerde olumsuz etkilere neden olur. Son zamanlarda Al üzerinde çok durulmaktadır ve bu metalin zararının önceden düşünülenenden daha fazla olabileceği konusunda bazı veriler bulunmaktadır.