

Çernobil Olayından Sonra Gıdalarda Radyasyon Yükü⁽¹⁾

Yazan : Prof. Dr. J.F. DIEHL — Çeviren : Doç. Dr. Aziz EKŞİ

ÇERNOBİL'deki reaktör kazasından sonraki ilk günlerde çok sayıda soru yöneltildi ve bu sorular hemen yanıtlanabilir nitelikte değildi. Gerçi saatle ifade edilen bir süre içerisinde çevredeki radyoaktif İYOT 131 ve gama ışını yayınlayan diğer izotopların miktarı saptanabilir ve böylece hava, toprak, su ve bitkideki kontaminasyonun boyutu hakkında bir fikir edinilebilirdi. Ancak PLUTONYUM 239 gibi alfa ve STRONSYUM 90 gibi beta ışın yayınlayıcılar ölçülmediği sürece, olası uzun süreli etkiler güvenilir şekilde değerlendirilemezdi. Bu izotopların tayini yalnızca komplike aygıt ve deneyimli personel değil, aynı zamanda uzun bir süre de gerektirmektedir. Şu sırada, hergün yöneltilen soruların yanıtlanmasında güven içinde olunacak ölçüm sonuçları elde bulunmaktadır. Aşağıdaki açıklamalar yalnızca kendi ölçümlerimize değil, aynı zamanda diğer enstitü ve kuruluşlardan alınan bilgilere de dayanmaktadır.

REAKTÖR yangınından sonra atmosfere geçen radyoaktif maddelerin yayılışı bir toz bulutunun dolaşması gibi düşünülebilir. Radyoaktif toz 30 Nisan 1986 da Federal Almanya bölgesine ulaştı. Havadaki radyoaktivite 2 Mayıs'ta maksimal düzeye erişti ve 7 Mayıs'a kadar tekrar normal değerine düştü. Bu 8 günde hemen hemen bütün açık yüzeylerde dolaşan radyoaktif izotop (veya radyonüklid) karışımında başlangıçta baskın (dominant) olan madde İYOT 131'dir. İlk günlerde otlaktaki bitkilerde bulunan miktar 15.000 Bq/kg dir (1 Bq = 1 Becquerel, saniyede 1 atom parçalanması demektir). Bu süre zarfında otlaktaki ineklerin sütünde radyasyon zaman zaman 1.500 Bq/l ye ulaşmıştır. Yıkanmamış marulda 3 Mayıs'ta yaklaşık 7.000 Bq/kg İYOT 131 bulunmuştur. Radyasyon Korumaya Komisyonun (RKK) tarafından 2 Mayıs'ta belirlenen limit süt için 500 Bq/l 4 Mayıs'ta yapraklı sebze için saptanan limit ise 250 Bq/kg dir. Çiftçiler, hayvanları ahırda tutma ve yeşil yem vermeme konusunda uyarıldı. Açık alandaki sebzelerin tümü sürülerek toprağa gömül-

mek zorundaydı. Şans eseri ÇERNOBİL olayı ıspanak, pazı ve soğan dışında hemen hiçbir sebzenin tarlada bulunmadığı bir zamana rastladı. Radyoaktif toz henüz toprak altında gelişen ürünlere ulaşmadı. Yıkanmış kuşkonmaz ve turpta örneğin anılmaya değer bir radyoaktivite artışı saptanmadı.

Alınan güvenlik önlemleri ile, satışa sunulan ürünlerde radyoaktivite miktarının RKK tarafından belirlenen limite ulaşmaması sağlandı. KARLSRUHE'deki süt merkezinin pastörize sütünde hiç bir zaman 60 Bq/l den fazla İYOT 131 bulunmadı. İYOT 131 kısa ömürlü radyonüklidlerden birisidir. Yarı ömrü 8 gündür, başka bir deyişle 100 Bq den 8 gün sonra daha 50 si, 16 gün sonra ise 25 i kalmakta ve bu böyle devam etmektedir. Yani İYOT 131 in önemi giderek azalmaktadır. Daha şimdiden (Haziran'ın ortası) çoğu sebze ve süt örneklerinde ölçülebilirlik sınırına düştü.

Uzun ömürlü radyonüklidlerden öncelikle SEZYUM 137 önemlidir. Bunun yarı ömrü yaklaşık 30 yıldır. Yarı ömrü uzun olmakla birlikte bu radyonüklidin de yaprak sebze ve sütteki miktarı açıkça azalmaktadır. Bunun nedeni, kısmen yaprak yüzeyindeki radyoaktif tozun bir kısmının yağmurla yıkanması ve kısmen de bitkinin büyümesi sonucu ortaya çıkan seyrelme etkisidir. Eğer 1 kg bitki kitlesinde 100 Bq SEZYUM 137 varsa ve büyüme sonucu bitki 2 kg olmuşsa, yağış olmasa bile miktar 50 Bq/kg a düşmektedir. Açık alanda yetişen ve yıkanmamış olan ve daima aynı kökten alınan ıspanak 9 Mayıs'ta 2400 Bq/kg İYOT 131 ve 250 Bq/kg SEZYUM 137 14 Mayıs'ta ise ancak 660 Bq/kg İYOT 131 ve 130 Bq/kg SEZYUM 137 içermektedir.

Otlak bitkileri için de benzeri durum geçerlidir. Bu nedenle, otlamaya rağmen sütte de korkulacak miktarda artış söz konusu değildir. En yüksek SEZYUM 137 pastörize sütte bulun-

(1) FLÜSSIGES OBST dergisinde (53; 344-348, TEMMUZ 1986)

«Radyoaktivit et in Lebensmitteln - ein Situationsbericht» başlığı ile yayınlanan yazı.

muştur ve bu 11 Bq/l dir. Sürekli olarak otlakta bulunan keçilerin sütünde 13 Mayıs'ta 360 Bq/l İYOT 131 ve 72 Bq/l SEZYUM 137 bulundu. Benzeri tarzda otlamanın etteki etkisi ortaya konuldu. Ağılda tutulan koyunların etinde 15 Mayıs'ta 5 Bq/kg SEZYUM 137 bulunmakta ve İYOT 131 bulunmamaktadır. Aynı çiftlikte ve sürekli açıkta dolaşan hayvanların eti ise aynı tarihte yaklaşık 400 Bq/kg İYOT ve 900 Bq/kg SEZYUM 137 içermektedir. Bu et piyasaya sürülmedi. Kuzey Baden yöresinden sağlanan sığır etinde Mayıs'ta maksimal 5 Bq/kg İYOT 131 ve 8 Bq/kg SEZYUM 137 bulundu. Şu sıralarda ette de İYOT 131 miktarı çoğunlukla ölçülebilir sınırın altındadır. Kuzey Almanya'da ölçülen İYOT ve SEZYUM değerleri çoğunlukla bölgemizdekinden daha düşüktür, DONAU güneyindeki bölgelerde sık sık daha yüksek değerler bulunmaktadır.

Buraya kadar fiziksel yarı ömürden söz edildi. Fakat ayrıca bir de biyolojik yarı ömür vardır. Bu süre SEZYUM için yaklaşık 100 gündür. Bunun anlamı, insan veya hayvan tarafından alınan belirli miktar sezyumun 100 gün sonra ancak yarısı vücutta kalmakta, geriye kalanı esas olarak idrarla atılmaktadır. Stronsiyumun biyolojik yarı ömrü ise çok uzundur (yaklaşık 50 yıl). Bu element daha çok kemikte toplanmakta ve bu yüzden çok yavaş serbest kalmaktadır. Gerek fiziksel ve gerekse biyolojik yarı ömrünün uzunluğu nedeni ile beta ışını yayan STRONSIYUM 90 özel bir önem taşımaktadır.

Bundan sonraki gelişme nasıl olacaktır? Mayıs'ın ilk günlerindeki radyoaktif yağış sonucu yalnızca açık alandaki yapraklı sebzeler, uyarılara rağmen devam eden otlatma sonucu ise süt ve et etkilendi. Daha önce tanımlanan nedenlerle (iyot 131 in fiziksel yarı ömrünün kısalığı, sezyum 137 nin hayvanlardan biyolojik yolla atılması) bu kontaminasyon azalacaktır. Gelecek aylarda olgunlaşacak olan meyve, tahıl, patates, yaz ve güz sebzeleri gibi ürünlerde, bitki Mayıs'ın başlangıcındaki kritik günlerde çiçeklenmiş bile olsa (meyve gibi), yüzey kontaminasyon hemen hemen hiç bulunmayacaktır.

Kök yolu ile kontaminasyon durumu nasıldır? Yağışla toprağa geçen radyonüklidler, kök

ya da yumru yolu ile bitki tarafından alınmayacak mıdır? Henüz köke ulaşmadan önce radyonüklid önemli ölçüde parçalanmış olacağı için bu olay İYOT 131 açısından önemsizdir.

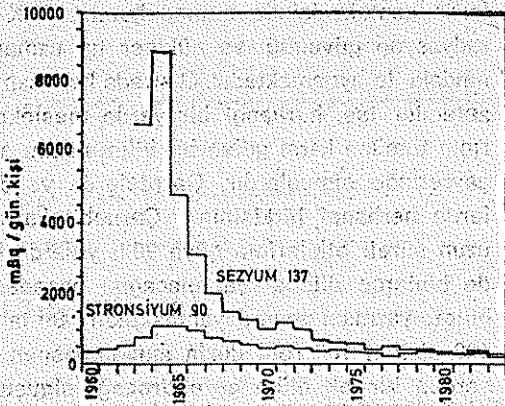
SEZYUM 137 ise topraktaki mineral maddelere sıkı olarak bağlanmakta ve bu yüzden bitki metabolizmasında çok az kullanılabilir. Buna karşılık topraktaki STRONSIYUM 90, bitki tarafından kalsiyum gibi alınmaktadır.

Çernobil'de havaya karışan radyonüklid karışımında şans eseri nispeten az miktarda STRONSIYUM 90 bulunmaktadır (50 li ve 60 lı yıllarda atom bombası denemelerinde çevreye yayıldan daha az). O yıllarda Federal Almanya'da metrekaresine 3.000 Bq stronsiyum 90 inmişken, Çernobil olayı sonucu yayılan miktar maksimal 300 Bq dir. Toprakta bitkiye ve oradan da hayvan ve insana geçen stronsiyum 90 miktarı, önceki atom bombası denemelerindekinin en çok % 10 u kadar olabilir. Çernobil'den kaynaklanan yağışın minimal düzeyde plutonyum 239 içerdiğini saptadığımız zaman çok rahatladık. Görünüşe göre grafit yangınındaki sıcaklık, plutonyum ve stronsiyum gibi zor uçan elementlerin buharlaşmasına yol açabilecek kadar yüksek değildi.

60 lı yıllarla karşılaştırma, genel bir sonuç çıkarılması için oldukça yeterlidir. Karlsruhe'deki Federal Araştırma Kuruluşu, 30 yıldan beri gıdalardaki çevre radyasyonu kontrolü için merkez görevini yaptığından dolayı, bu karşılaştırmanın yapılması bizim için zor değildir. 1956 dan günümüze kadar, hangi gıdaların, ne zaman ve ne kadar radyoaktivite içerdiği konusunda gerçekten tam bir döküm bulunmaktadır. 1964 yılında SEZYUM 137 miktarı için yıllık ortalama değer sığır etinde 36, dana etinde 39, domuz etinde 27, buğdayda 21, sütte 7, sebzelerde ve sert çekirdekli meyvelerde yaklaşık 5, patatesten 2 Bq/kg dir. 1986 yılının ortalama değerleri, olsa olsa süt ve yaprak sebze bu düzeye ulaşacaktır ve 1987 de ise pratik olarak Çernobil'den önceki düzeye dönecektir.

Buna karşılık atom bombası testlerinin, yalnız 1964 yılında değil, daha 10 yıl süre ile önemli kontaminasyona yol açtığı ŞEKİL 1'den

anlaşılmaktadır. Günde kişi başına (yetişkin) alınan aktivite miktarı burada mBq (milibequerel, 1 bequerelin binde biri) olarak ifade edilmiştir. 1964 yılında kişi başına bir günde gıda ile alınan sezyum 137 miktarı 9 Bq, stronsiyum 90 miktarı ise 1 Bq'dir. Yılların akışı içerisinde stronsiyum 90 a kıyasla sezyum 137 aktivitesinin daha hızlı azalması, daha önce söylenenlerle açıklık kazanmaktadır. Yani toprakta mevcut sezyumun bitki tarafından kısıtlı alınışı, eğer atmosferden yeni bir radyoaktif yağış gelmemişse, gıdaların üründe sezyum 137 miktarının stronsiyum 90 miktarından daha hızlı azalması sonucunu vermektedir. Çernobil'den sonra sütteki iyot miktarı (maksimal değerler 10 - 20 Bq/l arasındadır) 60 lı yıllardakinden daha yüksektir. Bununla birlikte Çernobil kazası nedeni ile ortaya çıkan radyasyon yükü, atom bombası denemelerinden daha düşüktür. Bunun nedeni, atom bombası testleri ile aylarca ve yıllarca atmosfere yeni iyot 131 yayılırken, Çernobil olayında bir kaç hafta hızlı bir iyot 131 yayılmış olmasıdır.



Şekil 1. Gıda ile Alman Stronsiyum 90 ve Sezyum 137 Aktivitesi (günde kişi başına mBq olarak)

Yük kavramı, radyonüklidlerin vücuda alınması ile ortaya çıkan radyasyon dozu hakkında bir kaç kelime daha söylenmesini gerektirmektedir. Şimdiye kadar sözü edilen şey Bq olarak ölçülen radyoaktivitedir. Radyasyon dozu ise rem veya milirem olarak ifade edilmektedir. Vücutta her hangibir düzeyde tutulan Bq in, ne kadar mrem e yol açacağıının

söylenmesi o kadar kolay değildir. Her bir radyonükliddeki durum, biyolojik yarı ömre ve yayılan ışına (alfa, beta veya gama) bağlı olarak farklıdır. Ayrıca radyonüklidin organizmanın neresinde biriktiğinin de dikkate alınması gereklidir. Örneğin İYOT 131 için kritik organ guatr bezesi iken, STRONSIYUM 90 için kemik zarı ve kemik iliğidir. RKK tarafından İYOT 131 için sütte 50 Bq/l ve sebze de 250 Bq/kg limitleri öyle seçilmiştir ki, küçük bir çocuk maksimum 3 rem lik guatr bezesi dozunu aşmasın. Hiç bir çocuk her gün izin verilen maksimal kontaminasyon düzeyinde süt ve sebze almayacağı için, bu doz gerçekte daha çok 0,3 rem veya 300 mrem düzeyinde bulunmaktadır.

SEZYUM 137 ile ilgili olarak RKK, Federal Almanya'nın en yoğun radyasyon bulunan bölgelerinde bile 1986 yılındaki maksimal dozun yetişkinlerde 70, çocuklarda 90 mrem olacağını tahmin etmektedir. Ortalama değer ise daha çok 10 - 20 mrem olması gerekmektedir. Çernobil kazasının yol açtığı stronsiyum 90'la ilgili doz ise kesinlikle yılda 1 mrem in altındadır.

Toplam radyasyon ile ortaya çıkan yük, yalnızca hesaplanmamakta, aynı zamanda «vücut tarayıcı» denilen aygıtlarla ölçülmektedir. Bu ölçüm sonuçları gıda yanında solunumla havadan alınan radyonüklid miktarını da yansıtmaktadır. 12 Mayıs'a kadar alınan toplam radyasyon için tam vücut dozu yaklaşık 5 mrem olarak ölçülmüştür ve bunun 1 mrem den azı sezyumdan kaynaklanmaktadır. Toplam yükün değerlendirilmesinde, vücuda alınan radyonüklidten kaynaklanan radyasyona ek olarak dışardan gelen radyasyonun da hesaba katılması gereklidir. Çernobil olayının sonucu ek olarak ortaya çıkan bu değer, 1986 yılında yaklaşık 10 mrem düzeyinde bulunmalıdır. Elbette bu açıklamalar yalnızca Federal Almanya için geçerlidir. Ukrayna'daki durum tümüyle başkadır. Federal Araştırma Bakanlığı'nın 9 HAZİRAN tarihli açıklamasına göre Çernobil reaktör kazasının neden olduğu 50 yıl içindeki efektif radyasyon dozu Federal Almanya bölgesinde kişi başına 150 - 200 mrem olacaktır.

Bu sayıların daha iyi anlaşılabilmesi için aşağıdaki bilgiler de önemlidir : Çevrede, gi-

dalarda ve vücudumuzda da doğal radyonüklid-ler vardır. Ve daima da olmuştur (örneğin gama ışını yayımlayan POTASYUM 40, beta ışını yayımlayan KARBON 14 ve alfa ışını yayımlayan RADYUM 226 ve TORYUM 232). Bunlar yetişkin bir insan vücudunda yılda yaklaşık 30 mrem radyasyona yol açmaktadır. Ayrıca insanlık daha başlangıçtan beri kozmik ışınların ve toprağın doğal radyoaktivitesi ile karşı karşıya-dır.

Kozmik ışınlar, eğer deriz seviyesinde yaşanıyorsa yılda 30 mrem radyasyona yol açmakta ve deniz seviyesinden yükseldikçe bu değer artmaktadır. Tepkili uçaklarla yapılan yaklaşık 10 km yüksekliğindeki uçuşlarda saat başına 0.5 mrem radyasyon alındığının dikkate alınması gereklidir. Buna göre uçak personeli ek olarak yılda 100 mrem veya daha fazla radyasyon almaktadır. Toprak radyoaktivitesi tortul kayalarda yıllık yaklaşık 30 mrem, yerli kayalarda yılda yaklaşık 200 mrem dir. HİNDİSTAN ve BREZİLYA'nın bazı bölgelerinde ise yıllık 500 mrem in üzerindedir. İnşaat malzemesindeki radyum, toryum ve potasyum miktarına bağlı olarak Federal Almanya'da evlerdeki radyasyon yükü de oldukça farklıdır. Ahşap bir evdekine kıyasla doğal taştan yapılmış bir evde oturmak yılda 80 mrem lik ek bir yükü de beraberinde getirmektedir. İçden gelen radyasyonun, dıştan gelen kozmik ve toprak radyasyonundan daha farklı etki yaptığı iddiası yanlıştır. İster dıştaki radyasyondan, isterse vücuttaki bileşiklerden kaynaklansın, farketmez, bir mrem bir mrem dir.

Federal Almanya'daki doğal radyasyon yükü nerede ve nasıl oturulduğuna bağlı olarak, kişi başına yıllık 100 - 400 mrem, 50 yıllık ise 5000 - 20.000 mrem arasında bulunmaktadır. Çernobil kazasının sonucu ortaya çıkan ek doz ise doğal radyasyondan kaynaklanan dozun yaklaşık % 1-4 dür. Bir kez röntgen çektilmesi ise birkaç yüz mrem, doza yol açabilmektedir.

60 lı yılların başlangıcındaki atom bombası testleri vücut dozunu yılda 10 mrem yükseltmiştir ve bu değer 10 yıl içinde yılda 1 mrem dozunun altına düşmüştür. Atom bombası testlerinden açığa çıkan İYOT 131 in ço-

cukların guvatr bezesindeki dozu 1962 yılında 100 mrem dolayındadır.

Yüksek radyasyon dozları (yaklaşık 50 rem den itibaren) sağlık açısından zararlıdır ve kanserojen etkisi de söz konusudur. Düşük radyasyon dozlarının da zararlı etki yapmadığı, on yıllık araştırmalara rağmen kanıtlanmadı. Doğal radyasyon yükündeki dalgalanmaların ve atom bombası testleri ile yükselen radyasyon yükünün sağlık açısından zararlı etki yaptığı veya yapmakta olduğu konusunda da hiçbir ipucu bulunmamaktadır. Çernobil sonucu ortaya çıkan ek yük, doğal radyasyon yüküne kıyasla az olacağı için, Federal Almanya'da insan ve hayvan üzerine hiçbir etki beklenmemektedir. RKK bunu, gebe ve emzikli kadınlar ve onların çocukları için de geçerli olduğunu kesin olarak saptamıştır. Bitkiler ise radyasyona karşı, memelî hayvanlardan daha dayanıklıdır. Sık sık yöneltilen ve ÇERNOBİL olayının bitki gelişmesine zarar verip vermediği veya ürün miktarını azaltıp azaltmayacağı konusundaki sorunun yanıtı da hayırdır.

Bizim durum değerlendirmemiz, o haftalarda kontakt içinde bulunduğumuz RKK daki radyasyon güvenliği ve nükleer tıp uzmanlarındaki ile uyumaktadır. O sırada heyecanlı gazeteciler ise, herhangi bir yerde meslektaşlarının tümüne karşı gelen bir bilim adamı arama gayretinde olmuşlardır. Gazetelerde ve dergilerde herhangi birkişinin, Çernobil kazasının uzun süreli etkilerinin güya 90 lı yıllarda bizde de binlerce ölüme mal olacağını önceden bililipte yazması neye dayanmaktadır? Bu tahmin, 100 kişinin 100 rem dozla ışınlanması kanserden bir ek ölüm gerektireceği olgusundan yola çıkmaktadır. Bu herkesçe kabul edilen bir gerçektir. Çok kuşkuolu olan ise, en düşük radyasyon dozlarının da kansere yol açacağı varsayımdır ve güya doğrusal olarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

10 rem dozda kanserden ölüm	1 000 kişide 1
1 rem	10 000
100 mrem	100 000
10 mrem	1 000 000

Şimdi buna göre çok sayıda çocuğun, haftalar boyunca ve günlük olarak içinde 50 Bq/l İYOT 131 bulunan 1 litre süt (RKK tarafından

belirlenen limite uygun) içtiği de varsayılırsa, daha şimdiden kanserden bir kaç bin ek ölüm olayı da hesaplanabilir. Gerçi bu, bir gazete manşeti olarak çok etkilidir, ama gerçekte ilişkisi çok azdır.

Bir kaç soru bu gün bile henüz daha kesinlikle yanıtlanamamaktadır. Mantarın fazla miktarda sezyum depolama özelliğinde olduğu bilinmektedir. 60 lı yıllarda yabancı olarak yetişen yemeklik mantarlarda kısmen 1 000 Bq/kg in üzerinde SEZYUM 137 bulunmuştur ve 80 li yılların başında da bu miktarın 100 Bq/kg in üzerinde bulunması pek seyrek değildir. Mantar, meşe, yosun gibi sezyum akümüle eden bitkiler karaca, yabancı domuz vb. hayvanlar tarafından yenilmektedir ve bunun sonucu olarak yabancı hayvanların etinde evcil hayvanların etine oranla daha fazla sezyum bulunmaktadır. Yirmi yılı aşkın süre önce 400 Bq/kg in üzerinde (ren etinde 1 000 Bq/kg dan fazla) değerler bulundu, o zaman hiç kimse yenilme yaşağı konulmasını düşünmedi. Daha 1983 te

bulunan değerler karacada 20 Bq/kg, geyik ve yabancı domuzda 50 q/kg a ulaşmaktadır. Çernobil olayından sonra ve bir kaza sonucu ölen karaca etinde (13 Mayıs 1986) 240 - 275 Bq/kg bulundu. Önümüzdeki haftalarda ve aylarda bu miktarın ne kadar olacağını hiç kimse daha önceden kesinlikle söyleyemez. Yabancı mantarlardaki ilk ölçüm sonuçları şaşılacak kadar düşük değerler (10 Bq/kg in altında) vermektedir. Satışa sunulan taze mantarlar ve mantar konserveleri gibi yabancı hayvan eti de devlet kontrolü altında bulunmaktadır. Her koşul altında tüketici, bu gıdalardaki miktarın bile 31 Mayıs 1986 tarihli ortak pazar yönetmeliği ile saptanan 600 Bq/kg SEZYUM 137 limitini aşmadığı gerçeğinden yola çıkabilir.

Bu koşullar altında gıda tüketim alışkanlıklarında herhangi bir değişiklik için artık hiçbir gerekçe yoktur. Tüketicinin meyve, sebze ve süt tüketimini kısması beslenme fizyolojisi açısından anlamsızdır.

Prof. Dr. J. F. DIEHL

Leiter der Bundesforschungsanstalt für Ernährung

Engesserstr. 20

D - 7500 KARLSRUHE

Doç. Dr. Aziz EKŞİ

Ankara Üniv. Ziraat Fak.
Gıda Bilimi ve Tek.

Anabilim Dalı

ANKARA
