

## KONTAMİNE FINDIK KÜSPESİ İÇEREN RASYONLA BESLENEN TAVUKLARDA RADYONÜKLİT KÜMÜLASYONU<sup>1</sup>

İbrahim TÜKENMEZ,<sup>2</sup> Ahmet ERGÜN,<sup>3</sup>  
Ahmet ÖNCÜER,<sup>4</sup> Tayfur BAKIOĞLU<sup>5</sup>

### Radionuclide Cumulation in Hens Fed on Ration with Comtaminated Hazelnut Meal

#### SUMMARY

In this study, it was determined the upper limits of cumulated radiocesium in eggs, meat, bone, liver, kidney and manure from hens fed diets containing hazelnut by-product residue from 1986 production contaminated by radioactive fallout resulting from Chernobly reactor accident. For human consumption, driven intervention levels were calculated for the meat of hens fed for 30 days, by some diets of %10 and 100% contaminated hazelnut by product residue containing 2223 Bq/kg Cs-137 and 430 Bq/kg Cs-134. The same experiment was repeated by using rats. According to derived intervention level, the meat and other product from chicken fed on %100 contaminated hazelnut meal found to be consumptional.

**Key words:** Radioactivity contamination; Contaminated hazel nut; Poultry ration; Dose equivalent

#### ÖZET

Bu çalışmada Çernobil reaktör kazası sonucu radyoaktif serpinti ile kontamine olan 1986 yılı fındık ürününden yan ürün olarak elde edilen fındık küspesi içeren yemlerle beslenen tavukların yumurta, et, kemik, karaciğer, böbrek ve gübrelerinde biriken radyosezyum üst sınırları tesbit edildi. 2223 Bq/kg Cs-137 ve 430 Bq/kg Cs-134 içeren fındık küspesinden hazırlanan %10 ve %100'lük diyetle 30 gün süreyle beslenen tavukların etleriyle insan beslenmesinde maruz kalınacak kirlenme değerleri hesaplandı. Denemeler farelerle tekrarlandı. Hesaplanan kirlenme değerlerine göre %100 kontamine fındık küspesi ile beslenen tavuk eti ve ürünlerinin yenilebilir olduğu sonucuna varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Radyoaktif kirlenme; Kontamine fındık küspesi; Kanatlı rasyonu; Doz eşdeğeri.

#### GİRİŞ

Bitkilerce alınan radyonüklitler, bitkisel yiyeceklerin yenilmesi sonucu, insana ya doğrudan doğruya, ya da bunları yiyen hayvanlardan sağlanan besinlerin yenilmesiyle dolaylı olarak geçer (3). Uzun ömürlü radyonüklitlerin toprak, bitki, hayvan yollarını izleyerek insana geçişi artan kümülatif basamaklarla olur (7). Radyoaktif serpinti ile kontamine olan bitkisel yiyeceklerle beslenen hayvanların belirli dokularında seçici olarak biriken radyonüklitler hem hayvana hem de

hayvansal besinleri yiyen insana zarar verir (2,3). Ayrıca çok geniş alanlardan toplanan yiyeceklerle beslenen hayvanların gübrelerinde derişen radyonüklitlerin daha dar bir alana atılmasıyla çevresel kirlenmede artış olur.

Et, kaza sonucu radyosezyum serpintisiyle temel kontaminasyon kaynağı olur. Etlerin radyosezyumla kirlenmesi hayvanların yediği kontamine yemlerle ve suyla olur; solunum önemli bir kontaminasyon yolu değildir (6). Sindirim yoluyla maruz kalınan iç ışınlanma radyasyon

1. TAEK tarafından desteklenmiştir.

2. Dr. TAEK Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü

3. Prof. Dr. A.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Besl. ve Besl. Hast. A.B.D.

4. Doç. Dr., TAEK Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü

5. Kimya Mühendisi, TAEK Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü

dozunun hesaplanmasında radyoaktivite ile radyasyon dozu arasında bir çok faktörün bilinmesini gerektiren karmaşık bir bağıntı vardır. Ancak Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP)'nin hazırladığı radyonüklere ait dönüşüm faktörleri kullanılarak hesaplamalar kolaylıkla ve daha çabuk yapılabilir.

Bu dönüşüm faktörleri herhangi bir radyonüklitin 1 Bq'lık miktarının insan vücuduna vereceği dozu belirtir (11). Bir yiyecek için türetilmiş kirlenme değeri kişi başına yıllık tüketim hızı ve doz dönüşüm faktörü ile ters, referans etkin doz eşdeğeriyle doğru orantılı olup  $DIL=RLD/m.d.$  şeklinde ifade edilir. Bu ifadede RLD referans etkin doz eşdeğeri ( $5 \times 10^{-3}$  Sv/yıl) > m yiyecek tüketim hızı (kg/yıl.kişi); d doz dönüşüm faktörü  $1 \times 10^{-8}$  Sv/Bq'dir. Bu hesaplama sonucu 5 mSv etkin doz eşdeğerinin altındaki yiyeceklerin tüketimine izin verilebilir, üstündekiler için gerekli uygun önlemler önerilir (5,11).

Bu çalışmada fındık küspesi ile beslenen tavuk ve farelerin doku ve organlarında radyoaktif üst sınırları tesbit edildi ve tavuk eti türetilmiş kirlenme değerleri hesaplandı.

## MATERYAL VE METOD

a) Hayvan Materyali: Araştırmada 20 adet 20 aylık damızlık tavuk (parent stock) ve 10 adet 3 aylık erkek beyaz sıçan kullanıldı.

b) Yem Materyali: Kullanılan 1986 ürünü kontamine fındık küspesi Fiskobirlikten, damızlık tavuk yemi Yem Sanayii Genel Müdürlüğü Ankara Yem Fabrikasından temin edildi.

c) Çok Kanallı Gama Spektrometre: Dikey HPG'e detektörlü (EG and G Ortec) çok kanallı (4096) gama analizörü (Canberra 35 plus) kullanıldı.

d) Standart: Örneklerin geometrisinde biçimlendirilen IAEA-152 süt tozu gama re-

ferans materyali kullanıldı.

Deneme onar adet 3 grup hayvan üzerinde 30 günlük yedirme (ad libitum) ile gerçekleştirildi. Birinci deneme grubu tavuklar (%100 fındık küspesi +%90 damızlık yem içeren karma yemle, ikinci deneme grubu tavuklar %100 fındık küspesi ile beslendi. 30. gün kesilen tavuklardan et (but), kemik (femur), karaciğer ve böbrek numuneleri alındı. Birinci gruptan günlük yumurtalar toplanmasına rağmen ikinci gruptan yumurta alınmadı. Yedirme denemesi sonunda her iki gruptan da 5 gübre örneği alındı. Üçüncü deneme grubu %100 fındık küspesi yedirilen farelerle yapıldı. 30.gün öldürülen farelerden aynı doku ve organlar alındı. Yaş örnekler %10 hata sınırı altında çok kanallı gama spektrometrede sayıldı. Spektrumlarda Cs-134'ün 604,7 ve 795,8 keV, Cs-137'nin 661.6 keV enerjili fotopik alanları IAEA-152 standardı spektrumundaki aynı enerji alanlarla karşılaştırılarak radyoaktivite hesaplandı. %100 fındık küspesi ile beslenen tavuk ve farelerden 30.gün alınan kan örneklerinde akuyuvar, alyuvar ve hematokrit değerleri ölçüldü. İnsan tüketimi için %10 ve %100 fındık küspesi ile beslenen tavuk etlerinde kirlenme düzeyleri hesaplandı (5,11).

## BULGULAR

Radyoaktivite ölçümlerinde farklı örnek geometrilerinde hazırlanan IAEA-152 standardı spektrumlarından alt deteksiyon limitleri (LLD) tablo 1'de görülmektedir.

Araştırmada kullanılan %100 kontamine fındık küspesinde 2223 Bq/kg Cs-137, 430 Bq/kg Cs-134 ölçüldü. Damızlık tavuk yeminde radyoaktivite ölçülemedi. %10 fındık küspesi içeren karma yemle beslenen birinci deneme grubu tavuklardan alınan yumurtalarda radyoaktif üst sınırları gözlenemedi. Doku ve organlardaki ölçümler Tablo 2'de verilmiştir. Bu deneme

grubunda Cs-134 gözlenemedi. Etlerde  $67.39 \pm 18.65$  Bq/kg Cs-137, gübrede  $110.44 \pm 15.38$  Bq/kg Cs-137 ölçüldü.

%100 fındık küspesi ile beslenen ikinci deneme grubu tavuklara ait sonuçlar Tablo 3'de verilmektedir. Et örneklerinde  $363.90 \pm 44.76$  Bg/kg Cs-137 ölçüldü. Gübrelerde ise  $278.86 \pm 34.71$  Bq/kg Cs-134,  $1622.21 \pm 40.12$  Bq/kg Cs-137 ölçüldü.

%100 fındık küspesi ile beslenen farelere ait ölçümler Tablo 4'de görülmektedir. Bu deneme grubuna ait örneklerde Cs-134 gözlenemedi, et örneklerinde  $1173.53 \pm 185.96$  Bq/kg Cs-137 ölçüldü.

Tavuk ve farelerin akyuvar, alyuvar ve hematokrit değerleri Tablo 5 ve 6'da verilmiştir. Bu parametrelerin normal sınırlar içinde olduğu görülmektedir (9,10).

%10 ve %100 kontamine fındık küspesi ile beslenen tavuk etleri için hesaplanan kirlenme değerinin aynı tüketim hızlarında karşılık gelen referans etkin doz eşdeğerleriyle karşılaştırılması Tablo 7'de görülmektedir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Birinci deneme fındık küspesinin kullanılabilceği üst sınır olan %10 oranında yeme katılmıştır. Bu denemede kemik ve böbrekte birikme, yumurtaya transfer olmadığı halde radyosezyum biyokinetiği gereği ette kümüle olmuştur. Sadece 3 karaciğer örneğinde ete oranla daha yüksek düzeyde Cs-137 birikmiştir (Tablo 2).

Türkiye'de kişi başına yıllık et tüketimi 35.8 kg (11), tavuk eti tüketimi miktarı 5.1 kg'dır (1). 36.8 kg/yıllık tüketim hızı ile  $67.39$  Bq/kg Cs-137 içeren birinci grup tavukların eti için hesaplanan  $10452$  Bq/kg'lık kirlenme değeri, 36.8 ve 5.1 kg/yıllık et tüketim hızı üzerinden düzeltilen referans etkin doz eşdeğerinin altındadır (Tablo 7). Ayrıca bu deneme grubu gübresinde bulunan  $110.44$  Bq/kg

Cs-137 aktivitesi çevre için müsaade edilen maksimum konsantrasyonun (MPC),  $7.4 \times 10^3$  Bq/kg altındadır.

İkinci deneme grubunda risk varsayımıyla %100 fındık küspesi kullanıldı. Birinci grup örneklerindeki Cs-137 yüküyle kıyaslandığında Cs-137 kirliliği bakımından ikinci grup hayvanların etkelirmede 5.7, karaciğerlerinde 3.9 ve gübrelerinde 15 kat artış gözlemlendi. İkinci grubun altında aşırı radyosezyum yükü vücutta etin dışındaki organlarda da kümüle olmuş böbrek ve dışkı konsantrasyonu artmıştır.

İkinci deneme grubu tavuklarda aşırı radyosezyum kümülasyonuna rağmen ette  $74.32$  Bq/kg Cs-134,  $363.90$  Bq/kg Cs-137 miktarları üzerinde hesaplanan kirlenme değerleri referans etkin doz eşdeğerinden düşüktür (Tablo 7). Bu gruba ait gübre konsantrasyonu da MPC'dan düşüktür.

İyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkilerinin belirlenmesi için tavuk ve fare kan örneklerinde yapılan akyuvar, alyuvar sayımları ve hematokrit yüzdeleri normal sınırlar içindedir (9,10). İyonlaştırıcı radyasyonun küçük dozlarında lenfosit ve alyuvar sayısında bir miktar azalma beklenir. Çünkü hemotopoetik dokunun mitotik aktiviteli genç hücrelerinin radyasyondan çabuk etkilendiği belirtilmektedir (4). Bu çalışmada düşük kümülatif doz etkisinin kan hücreleri sayısına ve hematokrit yüzdesine yansımadağı görüldü (Tablo 5,6).

Üçüncü deneme grubunda %100 fındık küspesi ile beslenen farelerde ölçülebilen Cs-137'nin et, kemik, karaciğer ve böbrekte bulunan oranları  $3.71:3.30:1.00:2.64$  olup en kümülatif doku yumuşak dokudur. Akyuvar, alyuvar ve hematokrit değerleri normal aralıkta gözlenmiştir.

Sonuç olarak %10 ve %100 kontamine fındık küspesi ile beslenen tavuk etleri için hesaplanan kirlenme değerlerine bakıldığında yenilebilir olduğu, gübrelerinden gelen çevre kir-

lenmesinin de MPC'dan düşük olduğu tespit edilmiştir.

### KAYNAKLAR

1. Arıkan, R., Yeni araştırmalara Göre Nüfusumuzun Gıda Tüketimindeki Gelişmeler ve Ticaretimize Muhtemel Etkileri. Gıda Sanayi'nin Sorunları ve Serbest Bölgelerin Gıda Sanayiine Beklenen Etkileri Sempozyumu, Adana (1986) 62.

2. Comar, C.L., Fallout from Nuclear Tests, U.S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge. 1966.

3. Dahlman, R.C., Auerbach, S.I., Dunaway, P.B., "Behavior of 137 Cs-Tagged Particles in a Fescue Meadow", Environmental Contamination by Radioactive Materials (Proc.Sem.Vienna, 1969), IAEA, Vienna (1969), 153.

4. Dienstbier, M.A. and Pospısil, J. (1967). Post-irradiation changes in the bone marrow and peripheral blood. In effects of ionizing radiation on the haematopoietic tissue. IAEA Vienna.

5. IAEA, Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Safety Series No.81, IAEA, Vienna, (1986).

6. IAEA. Measurement of Radionuclides in Food and The Environment, Technical Report Series No.295, IAEA, Vienna, (1989).

7. Karpuzcu, M., Çevre Mühendisliğine Giriş, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul (1988), 259.

8. Linsley, G.S., Simmons, J.R., "An Analysis of Long-term Exposure Pathways in The Terrestrial Environment Following the Release of Radioactive Materials to Atmosphere", Environmental Migration of Longlived Radionuclides (proc. Symp. Knoxville, 1981), IAEA, Vienna (1982) 223.

9. Maxwell, M.Wintrobe, M.D. (1969). Clinical hematology LEA Febiger, Philadelphia.

10. Melvin, J. Swenson, (1975). Dukes physiology of domestic animals. Cornell University Press Ithaca and London.

11. WHO, Derived Intervention Levels for Radionuclides in Food, WHO, Geneva, (1988).

Tablo 1. Farklı geometride örnekler için alt dedeksiyon limitleri (LLD)

Geometri	LLD	Bq/kg.
	Cs-134 604.7keV	Cs-137 661.6keV
Yem	9.36	9.08
Yumurta	6.40	6.25
Tavuk eti	17.86	4.56
Tavuk kemiği	20.86	15.41
Tavuk K.ciğeri	23.85	16.51
Tavuk Böbreği	46.35	40.73
Tavuk Gübresi	15.67	14.80
Fare eti	226.90	220.07
Fare kemiği	402.53	329.34
Fare k.ciğeri	200.16	198.94
Fare böbreği	226.90	220.07

Tablo 2. %10 Fındık küspesi ile beslenen birinci deneme grubu tavuklarda radyoaktivite miktarları

Tavuk No.	Cs-137 Bq/kg			
	Et	Kemik	K.ciğer	Böbrek
1	56.16	LLD	95.78	LLD
2	64.80	LLD	LLD	LLD
3	69.12	LLD	LLD	LLD
4	99.12	LLD	LLD	LLD
5	43.20	LLD	LLD	LLD
6	51.84	LLD	80.34	LLD
7	56.16	LLD	LLD	LLD
8	56.16	LLD	LLD	LLD
9	51.84	LLD	LLD	LLD
10	86.40	LLD	108.15	LLD
X±STD	67.39±18.65			

Tablo 3. %100 Fındık küspesi ile beslenen ikinci deneme grubu tavukların doku ve organlarında radyoaktivite miktarı, Bq/kg.

Tavuk No.	Et	Kemik	Karaciğer	Böbrek				
	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
1	80.32	362.01	LLD	250.40	99.44	464.19	LLD	500.32
2	60.33	286.33	LLD	LLD	LLD	241.08	LLD	615.67
3	61.06	308.88	LLD	LLD	172.91	472.21	267.31	LLD
4	61.13	323.31	160.63	314.75	147.79	399.07	315.18	525.95
5	92.09	363.36	270.75	358.76	168.41	155.46	LLD	LLD
6	79.19	392.69	LLD	289.67	176.66	549.90	LLD	656.98
7	73.74	427.90	151.36	350.27	159.32	506.23	523.24	663.11
8	84.72	400.46	LLD	261.46	120.20	358.19	LLD	631.69
9	97.62	387.46	LLD	307.29	155.92	356.77	LLD	LLD
10	53.02	386.64	LLD	LLD	145.68	422.31	LLD	LLD
X	74.32	363.90	194.25	304.66	149.59	392.54	368.61	598.95
±1STD	15.00	44.76	66.42	41.13	25.40	120.97	136.05	69.13

Tablo 4. %100 Fındık küspesi ile beslenen üçüncü deneme grubu farelerin doku ve organlarında radyoaktivite miktarları Bq/kg.

Fare No.	Et Cs-137	Kemik Cs-137	Karaciğer Cs-137	Böbrek Cs-137
1	99.42	LLD	LLD	LLD
2	LLD	1206.24	310.87	744.58
3	1034.87	LLD	LLD	LLD
4	1247.61	LLD	359.78	LLD
5	1495.80	793.55	230.39	LLD
6	970.61	LLD	222.50	924.07
7	1245.39	1133.26	457.67	LLD
8	1221.02	LLD	LLD	LLD
X	1173.53	1044.35	316.23	834.33
±1STD	185.96	220.24	97.56	126.92

Tablo 5. %100 Fındık küspesi ile beslenen tavukların kanlarında Akyuvarlar, Alyuvarlar ve Hematokrit değerleri.

Tavuk No.	Akyuvar 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Alyuvar 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Hematokrit % Hacim
1	30.5	2.78	27
2	30.0	2.99	28
3	29.4	3.00	27
4	25.2	2.63	27
5	37.3	2.41	26
6	38.1	2.17	29
7	39.1	2.00	29
8	40.1	2.99	27
9	42.1	2.41	27
10	35.1	2.72	28
X±STD	34.6±5.57	2.61±1.65	27±3.8

Tablo 6. %100 Fındık küspesi ile beslenen farelerin kanlarında Akyuvar, Alyuvar ve Hematokrit değerleri

Tavuk No.	Akyuvar 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Alyuvar 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Hematokrit % Hacim
1	10.47	6.23	51
2	11.72	7.86	50
3	8.28	6.94	49
4	7.03	8.49	53
5	11.72	9.8	52
6	7.03	11.42	47
7	7.81	9.62	50
8	7.18	6.47	60
9	13.13	7.48	48
10	10.63	8.81	47
X±STD	9.50±2.29	8.31±1.65	50±3.8

Tablo 7. Kişi başına yıllık 100 kg (referans), 36.8 kg (ulusal) et ve 5.1 kg (ulusal) tavuk eti tüketim hızına göre radyosezyumla kontamine olmuş tavuk etleri için hesaplanan tüketilmiş kirlenme değeri (DIL) Bq/kg

	Referans etkin doz değeri (ICRP)	% 10 Fındık küspesi ile besleme	% 100 Fındık küspesi ile besleme
Tüketim,kg/y: DIL,Bq/kg.	$\frac{100}{10000}$ $\frac{36.8}{27174}$ $\frac{5.1}{19607}$	$\frac{38.8}{10452}$ $\frac{5.1}{75415}$	$\frac{36.8}{7955}$ $\frac{5.1}{57395}$