

# Gıdaların gama ışınları ile muhafazası

Arş. Gör. Zafer Gezgin  
Yrd. Doç. Dr. Gürbüz Güneş  
İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

Gıdaların kalite ve güvenliğini sağlamak amacıyla gama ve X ışınlarına maruz bırakılmasını kapsayan ışınlama teknolojisi, son yıllarda gıda kaynaklı hastalıklarda görülen büyük artış ile önem kazanmıştır. Işınlama gıdalarda patojenik mikroorganizmaları etkin bir şekilde öldürebilen soğuk bir işlemdir. Gıda güvenliğini sağlama amacının yanında ışınlama işlemi gıdaların raf ömürlerini uzatmak için de çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. Bu makalede ışınlamanın genel olarak gıda muhafazasında kullanımı incelenmiştir.

## ABSTRACT

Food irradiation involves exposure of foods to gamma and X rays to enhance quality and safety of foods. Occurrence of higher incidence of food-borne diseases during recent years irradiation has been an important tool to prevent these diseases. Irradiation is a cold process that can kill pathogenic microorganisms in foods effectively. Besides used for assurance of food safety, irradiation is also used to increase storage life and improve quality of variety of foods. We reviewed the usage of irradiation in food preservation in this paper.

## 1. GİRİŞ

Gıda ışınlama; basitçe, gıdaların pozitif ve negatif yükler oluşturabilecek derecede iyonize edici ışın kaynaklarına maruz bırakılmasıdır (Olson, 1998). Gıda ışınlamanın tarihi 1895'de Roentgen'in X ışınlarını keşfetmesi ve 1896'da Becquerel'in radyoaktiviteyi bulmasına kadar uzanır. Bu keşiflerle beraber iyonize edici ışınların canlı orga-

nizmalar üzerine etkisi konusundaki araştırmalarda büyük bir artış olmuş ve bu konudaki ilk patent 1905 yılında alınmıştır. 1609 no'lu bu İngiliz patenti; gıdaların, özellikle tahılların, radyoaktif kaynaklarca üretilmiş gama ışınlarına tabi tutuldukları takdirde kimyasal katkılara gerek kalmadan uzun süre yüksek kalitede saklanabileceklerini iddia ediyordu (Diehl, 2002). İlk yapılan araştırmalarda ışınlama ile çok uzun raf ömürlü gıdaların üretilebileceği düşünülmüş ancak beklenen bu sonuç elde edilemediğinden ve nükleer enerji karşıtı tutumların oluşmasından dolayı yapılan araştırmalar giderek azalmıştır.

Gelişmiş ülkelerde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde, son yıllarda büyük artış gösteren gıda kaynaklı zehirlenme ve enfeksiyonlar araştırma çevrelerini, sanayici, ve mevzuat ile ilgili resmi kurumları gıda güvenliği sağlayıcı etkin teknolojilerin araştırılmasına yönlendirmiştir. USDA tarafından yayınlanan bir çalışmaya göre, gıda kaynaklı yedi patojen (*Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *E. Coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* ve *Toxoplasma gondii*) A.B.D.'de her sene yaklaşık 3,3 ila 12,3 milyon arası hastalık vakasına sebebiyet vermekte ve yaklaşık 3,900 kişinin ölümüne ve büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. (Buzby ve Roberts, 1996). Bu verilerle gerçekleştirilen istatistikler ileriki senelerde hızla artan zararlara işaret etmiş ve böylece eski bir teknik olan ışınlama tekrar gündeme gelmiştir.

## 2. IŞINLAMA KAYNAKLARI VE ETKİ MEKANİZMALARI

Gıda ışınlama kaynakları; radyoaktif kaynaklar ve elektrikle çalışan makineler olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Radyoaktif kaynaklar; kapalı Kobalt-60 ( $Co^{60}$ ) ve Selyum-137 ( $Cs_{137}$ ) radyonüklit kaynaklarının yaydığı gama ışınları, elektrikle çalışanlar ise 5 MeV ve daha düşük enerjili makine

kaynaklı X ışınları veya 10 MeV ve daha düşük enerjide çalışan elektron hızlandırıcılar olabilmektedir (Olson, 1998). Bu kaynaklardan endüstride en yaygın olarak kullanılanı ise,  $Co^{60}$ 'dır (WHO, 1994).  $Co^{60}$  kaynaklı gama ışınlarının gıda endüstrisinde tercih edilmesinin sebebi, penetrasyon yani maddelerden geçebilme özelliklerinin kuvvetli olmasıdır (Erkmen, 2000).  $Co^{60}$ 'ın dezavantajları ise sürekli bir radyoaktif kaynak olması dolayısıyla X ışınları gibi istendiği zaman açılıp kapanma özelliğinin olmaması ve 5,3 yıl gibi kısa bir yarılanma ömrüne sahip olması sebebiyle kaynağın zamanla tükenmesi ve yenileme gerekliliğinin bulunması olarak özetlenebilir (Kilcast, D. 1995).  $Co^{60}$ , radyoaktif olmayan doğal  $Co^{59}$ 'un nötronlarla bombardımanı sonucu elde edilmekte olup nükleer sanayinin bir yan ürünü değildir. Diğer bir gama ışını kaynağı olan  $Cs_{137}$ , nükleer reaktörlerdeki kullanılmış yakıt çubuklarının tekrar işlenmesiyle elde edilmektedirler. Maliyeti daha düşük olmasına rağmen, hem nükleer enerji karşıtı çevrelerin eleştirileri hem de nükleer santrallerin giderek azalıyor olması, dolayısıyla bu çubukların da sınırlı sayıda bulunabilmeleri sebebiyle  $Cs_{137}$  gıda ışınlamada tercih edilmemektedir (Satin, 1993).

Gıda ışınlamada kullanılan bir diğer yöntem ise elektron hızlandırıcılarıdır. Elektron hızlandırıcılarla elde edilen enerjinin nüfuz etme özelliği zayıf olduğundan, uygulama alanı yüzey etkisinin arzulandığı ürünlerle sınırlıdır. İzin verilen maksimum enerji seviyesi olan 10 MeV'de hızlandırılmış elektronların geçiş derinliği 8 cm kadardır (Kilcast, 1995). Elektron hızlandırıcılar, Fransa'da ticari olarak donmuş tavuk ve kurbağa etinin ışınlanmasında, A.B.D. kırmızı ve beyaz et ürünlerinde başarıyla kullanılmaktadır. (Lagunas-Solar, 1995). Aynı zamanda bu ışınların uygulama alanları; hazır gıdalarda yüzey kontaminasyonunun engellenmesi, bir konveyör üzerindeki tahılların veya baharatların ışınlanması olmak üzere çeşitlendirilebilmektedir (Satin, 1993). Bu yöntemin en önemli avantajı, cihazın istendiği zaman açılıp kapanabilmesi, böylece radyasyon tehlikesine sebep olmamasıdır (Kilcast, 1995).

Işınlamanın etkisi temel olarak iki mekanizma ile açıklanmıştır: fiziksel (direkt) etki ve kimyasal (indirekt) etki. Fiziksel etkide gama ışınları doğrudan

mikroorganizmalarla, enzimlerle yada kritik bileşiklerle etkileşerek moleküllerin yapısındaki kimyasal bağların kırılmasına yol açarak bir takım serbest radikallerin oluşmasına veya moleküllerin parçalanmasına sebep olur (Satin, 1993). Kimyasal yada indirekt etkide ise gama ışınlarının direkt etkisi sonucu oluşan reaktif bileşikler gıdada değişik bileşenlerle reaksiyona girerek ışınlamada elde edilen sonucu ortaya koyabilmektedir (Karel, 1975).

### 3. IŞINLAMA UYGULAMALARI

Işınlama tekniği, gıdalara birçok farklı amaçla uygulanabilmektedir. Başlıca uygulamalar ise; beyaz ve kırmızı et, balık ve baharatlarda hijyenik kalite ve dayanma süresinin yükseltilmesi, meyve ve tahıl gibi tarım ürünlerinde böceklerle mücadele, patates ve soğan gibi ürünlerde filizlenmenin engellenmesi, hasat sonrasında meyvelerin olgunlaşma sürelerinin uzatılması dolayısıyla daha uzun süre saklanabilmelerinin sağlanması ve soğutmaya gerek duyulmadan uzun süre dayanabilen ışınlanarak sterilizasyona uğratılmış gıdaların üretilmesi olarak sıralanabilir (WHO, 1994). Günümüzde et ve tavuk ürünleri için daha çok ısıl prosesler tercih edilmekte, fakat bu yöntemler ürünün ısı merkezinde ve ürün boyunca gerekli sıcaklıklara çıkmadığından mikrobiyal riskler konusunda gerekli güvenliği sağlayamamaktadırlar. Oysa ışınlamada homojen bir nüfuz söz konusu olduğundan bu risk ortadan kalkmaktadır (Satin, 1993). Böceklerle mücadele ve karantina uygulamalarında, 1984'de etilen dibromid gazının yasaklanmasıyla birlikte bir açık oluşmuş, ve ışınlama bu alanda, özellikle tropik meyvelerin işlenmesinde kullanılır hale gelmiştir (Kader, 1986). Bu alanda sıcak su ve soğuk hava uygulamalarının yanısıra metil bromid ve benzeri kimyasalların kullanımı ve bu tekniklerin kombinasyonları gibi alternatifler de bulunmakla beraber ürün yelpazesi olarak bakarsak hiçbiri ışınlama kadar geniş kullanım alanına sahip değildir (Kader, 1986). Işınlama sayesinde, ürünler, alternatif proseslerin zorunlu kıldığı şekilde yeşilken değil, olgunlaştıktan sonra toplanabilmekte, böylece doğal olarak olgunlaşmış daha lezzetli ve kaliteli ürünler elde edilmektedir. Örnek vermek gerekirse ışınlama yöntemiyle, Hawaii'den Amerika'ya ağaçta olgunlaşmış olmasına rağmen böcek ve yumurtaları-

nı içermeyen papaya ve diğer tropik meyvelerin it-halatı mümkün olmaktadır (Diehl, 2002). Filizlenmenin önlenmesinde ise, özellikle haşlama vb. alternatif yöntemlerin duyuşal özellikler açısından istenmeyen değışimlere yol açtığı patates ve soğan gibi ürünlerde düşük dozlarda ışınlama yeterli olmaktadır (Satin, 1993).

Gıda ışınlama işleminin kullanımı, aralarında A.B.D, Fransa, Kanada, İngiltere gibi gelişmiş ülkeler de bulunan birçok ülkede çeşitli ürünler için onaylanmıştır (Tablo 1). Tablo 1’de belirtilen ülkelere ilave olarak ışınlama prosesinin onaylandığı ülkeler arasında Hırvatistan, Rusya Federasyonu ve Ukrayna da bulunmaktadır.

Işınlamada uygulanacak doz ışınlanacak gıdanın bileşenlerine (nem, yağ, protein, karbonhidrat), ışınlama anındaki sıcaklık ve atmosferin bileşenlerine (özellikle O<sub>2</sub> içeriğine) ve ışınlama hızına göre değışebilmektedir (Karel, 1975). Genellikle kuru yada az nemli gıdalara uygulanacak ışınlama dozu taze ve su içeriği düşük gıdalara göre daha fazladır. Örneğin, meyve ve sebzelerde yaklaşık %80-95 oranında su ve hücre boşluklarında toplam hacmin ortalama %20’si kadar oksijen bulunduğundan, büyük miktarda su ve O<sub>2</sub> bazlı serbest radikal oluşur, dolayısıyla ışınlamanın etkinliği artar (Kader, 1986). Buna binaen her gıda grubunda

farklı amaçlar için kullanılabilen doz aralıkları standartlarla belirlenmiştir. Tablo 2. ve Tablo 3.’de sırasıyla ülkemiz Gıda Işınlama Yönetmeliği ve FDA’nın belirlediği sınırlar yer almaktadır. Standart ve yönetmeliklerde belirtilen bu sınırlar tamamen gıdanın kalitesi ile ilgilidir. Yani steril ürün elde etme amacıyla bu dozların aşılması durumunda ışınlama işlemi gıdalarda kalite düşüşüne sebep olabilmekte ve böylece gıdanın pazarlanması ve tüketiciler tarafından organoleptik olarak kabul edilebilirliği olumsuz yönde etkilenmektedir. (Tritsch, 2000)

Türk Gıda Işınlama Yönetmeliği, ilk olarak 6 Kasım 1999’da Resmi Gazete’de yayınlanmış ve ilk değışiklik 15 Ekim 2002’de gerçekleştirilmiştir. Yönetmelik tabloda belirtilen doz sınırlamalarına ek olarak; gıda maddelerinin ışınlanmasındaki esas ve usulleri, gıda ışınlama tesislerinin kurulması, ışınlanmış gıdaların pazarlanması ve bu işlemlere ilişkin lisans, tescil, istihdam, kontrol, denetim, ithalat ve ihracata dair esas ve usulleri içermektedir. 2002’de yapılan değışiklik uyarınca yönetmeliğin, tıbbi gözetim altındaki steril gıdaya ihtiyaç duyan hastalar için hazırlanan gıdaları kapsamadığı özellikle belirtilmiştir. Yönetmeliğin hazırlanması, 560 Sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin 4,5,6,7,12,13 ve 15. maddeleri ile 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanununun 4 ve 10. maddelerindeki hükümlerine dayandırılmaktadır (Anonim, 2002). Türkiye’de biri ticari değeri araştırma amaçlı olarak çalışan iki adet ışınlama tesisi bulunmaktadır. Ticari olarak çalışan tesis Çerçeköy’de 1994 yılında kurulmuştur ve kaynak olarak 101 PBq (3.000.000 Ci) kapasiteli, metal şeklinde çift kapsüllü Co<sup>60</sup> radyoaktif kaynak kalemleri kullanılmaktadır (Anonim, 2003). Bu firma, tıbbi malzeme ve gıda ışınlama alanlarında faaliyet gösterirken (Anonim, 2003), diğer tesis araştırma amaçlı olarak kurulan Ankara’daki TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) bünyesinde dir. TAEK, 1956 yılında Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği olarak kurulan, 1982 yılında ise Başbakan’a bağlı olarak yeniden yapılanan resmi bir kurum olup; gıda ışınlama tesislerine lisans verme, gıdaların ışınlanıp ışınlanmadığı, ışınlandıysa hangi dozlarda ışınlandığına dair analizleri gerçekleştirmek, ışınla-

**Tablo 1. Alfabetik sıra ile ışınlamanın onaylandığı ülkelerden bazıları ve onaylanan ürün sayıları. (KAERI, 2002)**

Ülkeler	Onaylanan ürün sayısı	Ülkeler	Onaylanan ürün sayısı
A.B.D	55	İsrail	42
Arjantin	10	İtalya	2
Bangladeş	19	Japonya	1
Belçika	10	Kanada	7
Birleşik Krallık	51	Kore	13
Brezilya	16	Küba	3
Bulgaristan	18	Macaristan	13
Çek Cumhuriyeti	3	Meksika	8
Çin	22	Norveç	3
Danimarka	2	Pakistan	4
Endonezya	7	Polonya	6
Filipinler	3	Suriye	16
Finlandiya	2	Şili	18
Fransa	38	Tayland	26
Güney Afrika	80	Tayvan	14
Hindistan	4	Uruguay	1
Hollanda	20	Vietnam	5
İran	1	Yugoslavya	23
İspanya	2		

**Tablo 2. Türk Gıda İşinleme Yönetmeliği'ne göre gıda gruplarında belirli teknolojik amaçlara göre uygulanmasına izin verilen işinleme dozları.(Anonim, 2002)**

GIDA GRUBU	AMAÇ	DOZ (kGy)	
		Minimum	Maksimum
Grup 1- Soğanlar, kökler ve yumrular	Depolama sırasında filizlenme, çimlenme ve tomurcuklanmayı önlemek		0,2
Grup 2- Taze meyve sebzeler (Grup 1'in dışındakiler)	a) Olgunlaşmayı geciktirmek		1,0
	b) Böceklenmeyi önlemek		1,0
	c) Raf ömrünü uzatmak		2,5
	d) Karantina kontrolü	(X)	1,0
Grup 3- Hububat, öğütülmüş hububat ürünleri, kabuklu yemişler, yağlı tohumlar, baklagiller, kurutulmuş sebzeler ve kurutulmuş meyveler	a) Böceklenmeyi önlemek		1,0
	b) Mikroorganizmaları azaltmak		5,0
	c) Raf ömrünü uzatmak		5,0
Grup 4- Çiğ balık kabuklu deniz hayvanları ve bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş), dondurulmuş kurbağa bacağı	a) Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak	(X)	5,0
	b) Raf ömrünü uzatmak		3,0
	c) Paraziter enfeksiyonların kontrolü	(XX)	2,0
Grup 5- Kanatlı, kırmızı et ile bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş)	a) Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak	(X)	7,0
	b) Raf ömrünü uzatmak		3,0
	c) Paraziter enfeksiyonların kontrolü	(XX)	3,0
Grup 6- Kuru sebzeler, baharatlar, kuru otlar, çeşniler ve bitkisel çaylar	a) Bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak	(X)	10,0(XXX)
	b) Böceklenmeyi önlemek		1,0
Grup 7- Hayvansal orijinli kurutulmuş gıdalar	a) Böceklenmeyi önlemek		1,0
	b) Küflerin kontrolü		3,0

(X) Minimum doz düzeyi belli bir zararlı organizma için belirlenebilir.

(XX) Minimum doz düzeyi gıdanın hijyenik kalitesini temin edecek düzeyde belirlenebilir.

(XXX) 10 kGy'nin üzerindeki maksimum doz düzeyleri, gıdanın tümündeki minimum ve maksimum doz ortalaması 10 kGy'yi aşmayacak şekilde uygulanır.

ma tesislerinin radyasyon güvenliği ve işinleme proses kontrolü gibi görevlerinin yanı sıra insan sağlığı ve çevrenin radyasyondan korunması, radyoaktif maddeleri ve radyasyon cihazlarını bulunduran tesislerin ve nükleer reaktörlerin denetlenmesi için uygulanacak yasa, tüzük ve yönetmeliklerin hazırlanması ve halkın nükleer enerji ile ilgili konularda doğru, eksiksiz ve tarafsız bilgilendirilmesi gibi görevleri de bulunmaktadır (TAEK, 2003). TAEK'e ait araştırma amaçlı sterilizasyon tesisi ise 1993 yılında kurulmuştur (Alkan, 2003).

#### 4. İŞINLAMANIN GÜVENLİĞİ VE TÜKETİCİ PERSPEKTİFİ

Gama ışınları ne kadar yüksek dozda uygulanırsa uygulansın gıdaları radyoaktif hale getirmezler. (Joint FAO/IAEA/WHO Study Group, 1999).

Yönetmeliklerle belirlenen doz sınırları daha önce de belirtildiği gibi tamamen gıdanın kalitesini düşüren doz sınırları olarak tespit edilmiştir. Özellikle son 35 yılda A.B.D.'de USDA ve FDA'nın yoğun çabalarıyla işinleme prosesinin gıda endüstrisi ve toplum sağlık ve refahı için önemi ortaya konulmuştur. Son 6 yıl içerisinde Amerika'da bu konuda önemli adımlar atılmış olup, bir devlet kurumu olan "National Radiation Information Center"(Gıda İşinleme Bilgi Merkezi) kurulmuş ve USDA tarafından kırmızı et ve kümes hayvanı etlerinin işinlanmasının sağlıklı olduğunu kabul eden yasa yayınlanmıştır (Young, 2003). Günümüzde tüketicilerin bir kısmının hala işinleme işleminin gıdaları radyoaktif hale getirebileceğini zannetmeleri ve bir takım nükleer enerji karşıtı grupların bu konudaki faaliyetleri sonucu işinlamanın kabul edilebilirliği

**Tablo 3. A.B.D’de FDA (Food and Drug Administration) tarafından kabul edilen iyonize edici ışınlama uygulamaları (Olson, 1998).**

Ürün	Doz (kGy)	Amaç	Tarih
Buğday, buğday unu	0,2-0,5	Böceklerle mücadele	1963
Patates	0,05-0,15	Filizlenmeyi önleme	1964
Domuz eti	0,3-0,1	Trichinella Spiralis kontrolü	22.7.1985
Enzimler(kurutulmuş)	En fazla 10	Mikrobiyal kontrol	18.4.1986
Meyveler	En fazla 1	Böceklerle mücadele ve olgunlaşmayı geciktirme	18.4.1986
Taze sebzeler	En fazla 1	Böceklerle mücadele	18.4.1986
Otlar	En fazla 30	Mikrobiyal kontrol	18.4.1986
Baharatlar	En fazla 30	Mikrobiyal kontrol	18.4.1986
Sebze kaynaklı çeşniler	En fazla 30	Mikrobiyal kontrol	18.4.1986
Taze veya donmuş kümes hayvanları	En fazla 3	Mikrobiyal kontrol	2.5.1990
Donmuş ve paketlenmiş etler*	En az 44	Sterilizasyon	8.3.1995
Hayvan yemleri	2-25	Salmonella kontrolü	28.9.1995
Soğutulmuş çiğ etler	En fazla 4,5	Mikrobiyal kontrol	2.12.1997
Dondurulmuş çiğ etler	En fazla 7	Mikrobiyal kontrol	2.12.1997

\* Sadece NASA uzay programları için geçerli.

henüz arzulanan seviyeye ulaşmamıştır (Young, 2003). Oysa ışınlama konusu, şimdiye kadar üzerinde en çok araştırma ve çalışma yapılmış gıda prosesidir ve şu an uygulanan bir çok yöntemden daha güvenli olduğu da bu çalışmalarla ispatlanmıştır (Satin, 1993). Bu durum, tüketicinin bilinçlendirilmesinin ne kadar önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

Yaklaşık 100 yıl kadar önce, pastörizasyonun kullanımını geciktiren sebepler ne tesadüftür ki günümüzde de ışınlama prosesine karşı çıkar amaçlı tüketici grupları tarafından aynı şekilde kullanılmaktadır. Pastörizasyon karşıtları, düşük kaliteli süt satımına olanak sağlayacağı ve sağlıklı laktik asit bakterilerini öldürerek sütün ekşimeden kokuşmasına yol açacağını savunmuşlar, ışınlama karşıtları da benzer şekilde ışınlamanın bozulmuş gıdaları maskeleyerek için kullanılacağı ve faydalı mikroorganizmaları öldürerek zararlı mikroorganizmaların gelişmesi için uygun ortam oluşturacağı iddiasıyla ortaya çıkmışlardır (Satin, 1993). O yıllarda pastörizasyon karşıtları ayrıca bu işlemin sütün kompozisyonunu bozduğunu, enzim ve hormonlara zarar vererek sütteki “yaşam”ı öldürdüğünü ve besin değerini düşürdüğünü ileri sürerek, bir anlamda farkında olmadan günümüzde ışınlanmış gıdaların doğal olmadığı yönünde oluşan yanlış imajın temelini atmışlardır. Hem pastörizasyon karşıtları hem de ışınlama karşıtları benzer şekilde bu işlemlerin bakteri-

yel toksinleri yok etmediğini savunmuşlar ve her iki grup da bu prosesler sonucunda gıdaların lezzetinin olumsuz yönde etkilendiği saviyle toplumu ikna etmeye çalışmışlardır (Satin, 1993). Pasteur’ün 1860’larda temelini attığı, bugün faydaları neredeyse herkes tarafından kabul edilmiş ve yaygın olarak kullanılan bir yöntem olan pastörizasyon, tüketici gruplarının engelleme çalışmaları sonucu ancak bundan 60 sene sonra yani 1920’lerde yaygın hale gelebilmiştir (Satin, 1993).

Gıda ışınlama halen kısıtlı olarak kullanılıyor olsa da, şimdiye kadar yapılmış olan tüketici araştırmaları göstermiştir ki, konu ile ilgili bilince ulaşmış tüketiciler daha yüksek ücret ödemek pahasına ışınlanmış gıdaları tercih etme eğilimi göstermektedirler (Satin, 1993). 1994’de Atlanta bölgesinde posta yoluyla gerçekleştirilen bir anketin sonuçlarına göre, tüketicilerin %72’si ışınlamadan haberdar olmakla beraber, bu grubun %87,5’i bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir (Resurreccion ve ark., 1995). “Işınlanmış gıda tüketir misiniz?” sorusuna ise %45 evet yanıtını verirken, %19 tüketmeyeceğini, kalan %36 ise kararsız olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar bu sonuçların, tüketicilere ışınlanmış et, balık ve beyaz et ürünleri tüketme olanağı sunulduğu takdirde daha olumlu yanıtlar elde edileceğine işaret ettiğini savunmuşlardır (Resurreccion ve ark., 1995). Hatta Tayvan’da yerel bir et ürününün satışında yapıldığı gibi, ışınlanan ürünlerin üzerine ürünün



Şekil 1. Işınlanmış ürünlerin ambalajında bulunması zorunlu olan ışınlama işleminin uygulandığını ifade eden 'radura' sembolü

ışınlandığını gösteren "radura" sembolünün (Şekil 1) yanısıra bu ürünün neden ışınladığı ve ışınlanamamış benzerlerinin ne gibi riskler taşıdığı belirtilirse, hem tüketicilerin bu konudaki bilgisi hem de ışınlanmış ürünlerin tercih edilme oranı artacaktır (Satin, 1993).

## 5. SONUÇ

Gıdaların ışınlaması konusunda yapılmış çok sayıda bilimsel araştırma göstermiştir ki, ışınlama prosesi, özellikle gıda güvenliği açısından oldukça önemli bir araçtır. Bu prosesin güvenilirliği ise; USDA, FDA, FSIS, IAEA, FAO, WHO gibi bir çok bağımsız ve itibarlı kuruluşun ayrı ayrı çalışmalarıyla onaylanmış, gıdaların kalite ve güvenliğinin muhafazasındaki etkisi ortaya konulmuştur. Yukarıda Tablo 1'de de görüldüğü gibi ışınlama bir çok ülkede fiilen uygulanan bir yöntemdir. Yapılan birtakım anketlerin de gösterdiği gibi; ışınlamanın tüketiciye doğru şekilde anlatılması durumunda, kabul edilebilirliği konusunda önemli bir problem yaşanmayacaktır. Etkin ve doğru tanıtım sayesinde bu yöntem tüketicilerce daha fazla kabul göreceğinden, hem uygulanan ülke sayısında hem de ürün çeşitliliğinde artış olacak, hem de talep artışıyla ışınlanmış ürünler raflardaki yerini alarak bütün tüketiciler için ulaşılabilir hale gelecektir. Uzun vadede ise; gıda kaynaklı rahatsızlıklarda önemli bir azalma sağlanacak, böylece iş gücü ve gıda kayıplarının azalması yanında tedavi ve tıbbi masrafların da azalmasıyla önemli ölçüde ekonomik kazançlar elde edilecektir.

## KAYNAKLAR:

1. Alkan, H. 2003. Radyasyonla sterilizasyon ve biyolojik yük kontrolü. [http://www.gammapak.com/RADYASYONLU\\_%20STERIL\\_dosyalar/frame.htm](http://www.gammapak.com/RADYASYONLU_%20STERIL_dosyalar/frame.htm).
2. Anonim 2002. Gıda ışınlama yönetmeliği. Resmi Gazete Tarih: 15.10.2002, Sayı:24907.
3. Anonim, 2003. <http://www.gammapak.com/hakkimizda.html>.
4. Buzby, J.C. ve Roberts, T. 1996. ERS updates U.S. foodborne disease costs for seven pathogens. FoodReview September-October 1996: 20-25
5. Çopur, U. ve Tamer, E. 1998. Gıdaların radyasyonla muhafazaları. Dünya Gıda Dergisi, Ocak 1998: 40-44.

6. Diehl, J.F. 2002. Food irradiation-past, present and future. Radition Physics and Chemistry 63: 211-215.

7. Erkmen, O. 2000. Kaliteli ve güvenli gıda üretimi için ışınlama yöntemi. Dünya Gıda Dergisi, Şubat 2000:58-61.

8. Joint FAO/IAEA/WHO Study Group, 1999. Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. WHO technical report series:890. Geneva.

9. Kader, A.A. 1986. Potential applications of ionizing radiation in postharvest handling of fresh fruits and vegetables. Food Technology June 1986: 117-121.

10. Karel, M. 1975. Radiation preservation of foods. "Principles of Food Science", Part II. Fennema (Ed.), sf 93-129. Marcel Dekker Inc., NY.

11. Kilcast, D. 1995. Food irradiation:current problems and future potential. International Biodeterioration&Biodegradation:279-296.

12. Lagunas-Solar, M.C., 1995. Radiation processing of foods: an overview of scientific principles and current status. Journal of Food Protection, 58(2):186-192.

13. Olson, D.G. 1998. Scientific status summary: irradiation of food. Food Technology, 52(1): 56-62 .

14. Resurreccion, A.V.A., Galvez, F.C.F, Fletcher, S.M. ve Misra, S.K., 1995. Consumer attitudes toward irradiated food:results of a new study. Journal of Food Protection, 58(2):193-196 .

15. Satin, M. 1993. Food Irradiation: A Guidebook. Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, U.S.A.

16. TAEK, 2003. <http://www.taek.gov.tr/index.html>.

17. Tritsch, G.L. 2000. Food irradiation. Nutrition 16: 698-718.

18. WHO, 1994. Safety and nutritional adequacy of irradiated food. World Health Organization, Geneva.

19. Young, A.L 2003. Food irradiation: after 35 years, have we made progress. A government perspective. Environmental Science And Pollution Research International, 10(2):82-88.

20. KAERI, 2002. International assesment on wholesomeness of irradiated foods. [http://www.kaeri.re.kr/food/english/frame/newbody/body\\_3/1\\_4/intro3.htm](http://www.kaeri.re.kr/food/english/frame/newbody/body_3/1_4/intro3.htm)