

KANATLI ETLERİNİN İYONİZE RADYASYONLA MUHAFAZASI*

STORAGE OF POULTRY MEAT BY IRRADIATION

Emine ALKIN ¹, Fikri BAŞOĞLU

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

ÖZET: Kanatlı etlerinin ışınlama (iyonize radyasyon) ile muamele edilmesindeki amaç, ürünün raf ömrünü uzatmaktır. İyonize radyasyon mikrobiyolojik güvenliğin sağlanması ve kalitenin korunması için soğuk tekniği ile birlikte uygulanmalıdır. Bu metot, Avrupa ve ABD'de geniş bir şekilde kullanılmaktadır; fakat ülkemizde sadece bir firma dışında hala kullanılmamaktadır. Bu firma da söz konusu metodu sadece baharat, kurutulmuş sebzeler, kurutulmuş soğan, sarımsak tozları, kurutulmuş etler, donmuş balık, donmuş kurbağa budu ve salyangoz gibi ihraç ürünlerinde kullanmaktadır. İyonize radyasyon kanatlı etlerinin muhafazasında sağladığı avantajlarla gelecekte ümit verici bir metot olarak görülmektedir. Makale, bu muhafaza yönteminin avantajlarını ortaya koymak için hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kanatlı eti, ışınlama

ABSTRACT: The purpose of the treatment of the poultry meat with irradiation is to extend product shelf life. Irradiation should be used with cold technique to provide microbiological safety and quality protection. This method has been widespread used in European countries and USA, but this method has not been used any firm except one. This firm has been used the irradiation method in only protection of spice, dried vegetables, dried onion, garlic powder, dried meat, frozen fish, frozen frog legs and snail. Irradiation is appeared to be a hopeful method in the future with the advantages provided for the protection of poultry meat. This review is prepared with the aim of to bring up the advantages of this preservation method.

Keywords: Poultry meat, irradiation

GİRİŞ

Gıdaların ışınlanması üzerine ilk çalışmalar 1950'li yıllarda Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, Hollanda, Polonya, Rusya ve İngiltere'de başlanmıştır. 1970 yılında ışınlanmış gıdaların sağlık açısından güvenilirliklerini ve oluşan kimyasal değişikliklerin araştırılmasını kapsayan Uluslararası Gıda Işınlama Faaliyet Alanı Projesi (IFIP) oluşturulmuştur. Bu proje Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Uluslararası Atom Enerji Komisyonu (IAEA) ve üye olan 19 ülke (daha sonra bu sayı 24'e ulaşmıştır) araştırmacıları tarafından desteklenmiştir. Elde edilen sonuçlar devamlı olarak FAO/IAEA/WHO: Dünya Sağlık Örgütü Uzman Komitesi'nde oluşan Birleşik Komite (JECFI) tarafından değerlendirilmiş ve 1980 yılında 10 kGy (kiloGray: Işınlanan gıdanın her bir kilogramınca soğurulan ortalama radyasyon enerjisinin kilojoul olarak miktarıdır.) kadar olan dozlarla ışınlanmış gıdaların tüketiminin ışınlama ile kansorejen maddelerin oluşumuna, toksikolojik, mikrobiyolojik ve gıda sorunlarına yol açmadığına ve insanlar tarafından tüketilebileceğine ilişkin karar alınmıştır. IFIP projesi 1982 yılında başarılı bir şekilde tamamlanarak elde edilen sonuçlar 60'dan fazla teknik rapor ve birkaç kitap halinde yayınlanmıştır (Diehl, 2002). 1983 yılında, Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC) tarafından da Işınlanmış Gıdalar için Genel Kodeks Standardı kabul edilerek ışınlamanın gıdaların

* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

E-posta: ealkin@uludag.edu.tr

işlenmesi ve korunmasında etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu kabul edilmiştir (Loaharanu, 1996; Molins ve ark., 2001). 1997 yılı Aralık ayında, hamburger etinde bulunan *E. coli* O157:H7'ye bağlı zehirlenme ve bunun sonucunda ölümler meydana gelmiş ve bu olaydan sonra FDA donmuş yada soğukta depolanan çiğ et ve ürünlerinin gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların kontrolü için ışınlanmasını kabul etmiştir. 2001 yılında, CAC en yüksek ışınlama dozunu 10 kGy'a kadar yükseltmiştir (Diehl, 2002).

Gıdaların Işınlanması

Mikroorganizmaları ortam sıcaklığını yükseltmeden engellediği soğuk sterilizasyon olarak da isimlendirilen gıda ışınlama işlemi (Reed ve Kaplan, 1996), gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ve biyokimyasal olayların engellenmesi, azaltılması, yok edilmesi, gıdaların raf ömürlerinin uzatılması, olgunlaşma süresinin kontrolü veya izleyen işlemlerdeki istenen değişiklikleri sağlamak amaçlarından biri veya birkaçı için belirlenmiş ışınlama dozunda uygun teknolojik ve hijyenik koşullarda yapılmaktadır (Anonymous, 1999). Enzimatik ve mikrobiyel açıdan çok duyarlı olan kanatlı etlerinde, yıllık depolama kaybı oldukça yüksektir. Bu durum da ışınlama işleminin önemini artırmaktadır (Lacroix ve Ouattara, 2000). Yapılan uzun süreli hayvan deneyimleri 70 kGy'dan daha yüksek dozlarda ışınlanmış gıdalarla hayvanların beslenmeleri sonucunda bununla ilgili sağlık sorunu oluşmadığı görülmüştür (Diehl, 2002).

Işınlamanın Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri

Düşük dozda ışınlama *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Shigella*, *Vibrio* ve *E. coli* O157:H7 gibi taze ette bulunabilecek patojen mikroorganizmaları yok etmekte, *Toxoplasma gondii*, trematodlar, protozoalar ile domuz etindeki *Trichinella spiralis*, sığır etindeki *Cysticercus cellulosae* ve *Taenia saginata* gibi şeritleri de ortadan kaldırmaktadır. *Staph. aureus*, *L. monocytogenes* ve *Aeromonas hydrophila* gibi patojen mikroorganizmaların gelişimi de 10 kGy'ın altında ışınlama ile engellenebilmektedir (Lacroix ve Ouattara, 2000; Molins ve ark., 2001). Molins ve ark. (2001), *Toxoplasma gondii* için 0.5 kGy, *Fasciola hepatica* için 0.7 kGy, *Clonorchis* cinsi için 0.15 kGy, *Angiostrongylus cantonensis* için 2.0 kGy, *Cysticercus bovis* (*Taenia saginata*) 0.4 kGy, *Cysticercus cellulosae* (*Taenia solium*) 0.2–0.6 kGy, *Trichinella spiralis* ise 0.1–0.3 kGy'ı öldürücü doz olarak bildirmişlerdir. Stecchini ve ark. (1995), kanatlı eti kıymaları üzerinde yaptıkları bir çalışmalarında 1kGy'dan daha yüksek dozların, *Aeromonas hydrophila*'a öldürücü doz olarak etki ettiği ve paketlenme koşullarının bu durumda etkili olmadığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda bu bakteriyi ortadan kaldırmak için gereken en az dozun 1.5 kGy olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada kanatlı eti kıymalarındaki 2°C deki D₁₀ değerini normal paketlenmede 0.12 kGy, vakum paketlenmede ise 0.14 kGy olarak bildirmektedirler. 2°C 'de 0.5 kGy ışınlamanın ise bu bakteriyi önemli derecede azalttığı saptanmıştır. Proteolitik olmayan *C. botulinum* proteolitik tiplerle karşılaştırıldığında ışınlamaya daha az dayanıklıdır. Bu yüzden, vejetatif patojenler spor formlardan daha düşük dozlarda ışınlama ile işlem görmelidir. Yapılan bir araştırmada, 71°C'de pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin depolama süresi 1–8 kGy ışınlamadan sonra 2 haftadan 5–8 haftaya çıkmıştır (Rybka – Rodgers, 2001).

Enterik viruslerin, *Clostridium* ve *Bacillus* endosporlarının düşük ışınlamaya direnci yüksektir. Et ve et ürünlerinde ışınlama uygulaması FDA ve USDA tarafından fumigant ve pestisitlerin kullanımı yerine önerilmektedir (Reed ve Kaplan, 1996). Lacroix ve Ouattara (2000), küfleri yok etmek için 1–3 kGy ışınlamanın yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ışınlama işleminin parazit, böcek ve akarlar karşı da etkili olduğu aynı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

Kanatlı Etlerinin Işınlanması

Tüketicileri *Salmonella*, *Staphylococcus* ve koliformlara karşı koruyarak daha uzun süre raf ömrü sağlamak ve ısı uygulamasının ürünü olumsuz yönde değiştirmesini engellemek amacı ile Britanya'daki tavuk üreticileri iyonize radyasyon teknolojisini sterilizasyon yöntemi olarak tercih etmektedirler (Sadat ve Volle, 2000).

Kanatlı etlerinde patojen mikroorganizmaların kontrolü için soğuk depolanarlarda 1.5–2.5 kGy, dondurulmuş olanlarda ise 3.0–5.0 kGy dozunda ışınlama tavsiye edilmektedir. 2.5 kGy iyonize radyasyon uygulaması soğutulmuş kanatlıların depolama ömrünü uygulanmayanlara göre 2–3 kat artırmaktadır (Farkas, 1998). Yapılan bir araştırmada, 71°C'de pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin 2 haftalık depolama süresi 1–8 kGy ışınlama ile 5–8 haftaya çıkmıştır (Rybka–Rodgers, 2001). Gıda Işınlama Yönetmeliği'ne göre (Anonymous, 1999), taze veya dondurulmuş kanatlı etlerinde patojen mikroorganizmaları azaltmak için 7 kGy, raf ömrünü uzatmak ve parazit enfeksiyonlarını kontrol etmek için ise 3 kGy ışınlama alt sınır olarak belirlenmiştir.

İyonize radyasyon lipid peroksidasyonuna ve diğer kimyasal değişikliklere neden olabilen serbest radikaller oluşturarak, kanatlı etlerinin kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Kanatlı etleri kırmızı etlerden daha fazla çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içerdiklerinden ışınlama sonucunda oluşan oksidatif ve diğer değişikliklerden kaynaklanan istenmeyen kokuların oluşumuna daha duyarlıdır (Nam ve ark., 2001). Mahrouf ve ark. (1998), yaptıkları bir çalışmada biberiye özütü ve kekik uygulamasının ışınlama ile birlikte, kanatlı etlerinde kullanımının *Salmonella* tehlikesini azalttığını, organoleptik özellikleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu; tavuğun 3 kGy ışınlama sonucunda açık paketlendiğinde 10, vakumda paketlenmede 11, biberiye özütü ve kekik kullanıldığında ise 15 gün raf ömrüne sahip olduğunu, hatta 5 kGy ışınlama sonucunda bütün örneklerin 15 günden daha fazla dayanma süresine sahip olduğunu bildirmektedirler.

Çizelge 1'de çeşitli ülkelerde kanatlı etlerinin mikrobiyel kontrolünde iyonize radyasyon uygulanmasına izin verilen tarihler ve en yüksek dozlar verilmektedir (Farkas, 1998).

Çizelge 1. Kanatlıların mikrobiyel kontrolü için iyonize radyasyon uygulanması

Ülke	Ürün cinsi	Yıl	Maksimum doz (kGy)
Bangladeş	Tavuk	1983	7
Brezilya	Kanatlı	1985	7
Şili	Tavuk	1985	7
Çin	Tavuk (dilimlenmiş)	1994	8
Kosta Rika	Tavuk	1994	7
Hırvatistan	Kanatlı (taze)	1994	3
Hırvatistan	Kanatlı (donmuş)	1994	7
Fransa	Kanatlı	1990	5
Fransa	Mekanik olarak ayrılmış kanatlı	1985	5
İsrail	Kanatlı	1987	7
Meksika	Tavuk (taze veya donmuş) ve tavuk ürünleri	1995	7
Hollanda	Kanatlı	1992	10.5
Pakistan	Kanatlı (taze, donmuş)	1996	5
Güney Afrika	Kanatlı	1989	10
Suriye	Tavuk	1986	7
Tayland	Tavuk	1986	7
İngiltere	Kanatlı	1991	7
ABD	Kanatlı (taze veya donmuş)	1992	3

Nam ve Ahn (2002), hindi göğüs etlerinde yapmış oldukları çalışmada yükseltgenme–indirgenme potansiyelinin ışınlama ile birlikte düştüğünü, vakum paketlenmenin bu olayı arttırdığını saptamışlardır. Işınlama işleminden dolayı oluşan serbest radikaller lipid oksidasyonunu teşvik edici rol oynamakta ve bu durum ışınlanmış kanatlı etlerinin tespitinde de kullanılmaktadır. Özellikle açık paketlenme kanatlı etlerindeki lipid oksidasyonu daha fazla arttırmaktadır (Nam ve ark., 2001). Aynı şekilde proteinlerde de ışınlama sonucunda serbest radikaller oluşmaktadır. Özellikle kükürt içeren amino asitler ışınlamaya oldukça duyarlıdır. Bu amino asitler parçalanarak metil ve etil merkaptan, dimetildisülfit, karbonil sülfit veya H₂S şekline dönüşerek kötü kokuya neden olurlar. Oksijensiz ortamda H₂S ve diğer sülfit formları, oksijen varlığında ise NH₃ ve H₂SO₄ daha fazla miktarda oluşmaktadır. Özellikle ışınlamaya duyarlı amino asitler sistin, metyonin ve triptofandır

(Lacroix ve Ouattara, 2000). Çizelge 2'de bazı kanatlı tiplerinde yaygın olarak görülebilen spor oluşturmeyan patojen bakterilerin D_{10} değerleri verilmiştir (Farkas 1998).

Çizelge 2. Bazı kanatlı eti ürünlerindeki bazı spor oluşturmeyan bakterilerin D_{10} değerleri

Bakteri adı	Et cinsi	Sıcaklık (°C)	Paketleme ortamı	D_{10} (kGy)	
<i>Campylobacter jejuni</i>	Bütün hindi (dondurulmuş)	0-5	Hava	0.186	
		30 ± 10		0.162	
		-30 ± 10°C		0.293	
<i>E. coli</i> O157:H7	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti	0	Hava	0.26 ± 0.01	
			Vakum	0.27 ± 0.01	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Tavuk eti kıyması	Belirtilmemiş	Hava	0.417 - 0.533	
	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti	2 - 4		0.27 - 0.77	
<i>S. typhimurium</i>	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti	20	Hava	0.52 - 0.56	
			Vakum	0.52 - 0.56	
		-20	Hava	0.45 - 0.70	
			Vakum	0.48 - 0.79	
	Tavuk kıyması	4	Hava	0.436 - 0.502	
			CO ₂	0.436 - 0.502	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Tavuk eti kıyması	4	N ₂	0.550 - 0.662	
			Hava	0.419	
			CO ₂	0.411	
			Vakum	0.398	
	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti (pepton ile tamponlanmış)	0	Vakum	N ₂	0.371
				Hava	0.26 - 0.36

Millar ve ark. (2000)'in ışınlanmış kanatlı etlerinin rengi üzerine yaptıkları bir araştırma sonucunda, tüm kanatlı cinslerinin etlerinin renginin ışınlanmamış olanlardan daha kırmızı olduğunu saptamışlar ve bunun nedeninin de ışınlanma sonucu meydana gelen CO'in miyoglobinin ile tepkimesi sonucu oluşan karboksihem pigmenti, karboksimiyoglobinin, karboksihemoglobinin ve oksimiyoglobinden kaynaklandığını tespit etmişlerdir (Millar ve ark., 2000).

Bazı araştırmacılar, iyonize radyasyon uygulanmış çiğ tavuk etlerinde kanlı ve tatlı bir aroma ortaya çıktığını bildirmektedirler. Başta metil merkaptan ve H₂S olmak üzere çoğu kükürt bileşenleri ışınlanmadan kaynaklanan kokulardan önemli derecede sorumludurlar. Örneğin, dimetiltrisülfid, cis-3 ve trans-6 nonenalmetiltiyometan ışınlama uygulanmış piliç etlerinde en kuvvetli istenmeyen koku bileşenleridir (Du ve ark., 2000). Farkas (1998), organoleptik olarak ışınlama dozu eşliğini (5-10°C sıcaklıktaki uygulamada) hindi etinde 1.5 kGy, tavuk etinde 2.5 kGy olarak bildirmektedir.

-20°C ile 20°C arasında 6.65 kGy doza kadar uygulanan γ ışınlarının tavuk etinin tiamin, niasin, pridoksin ve kobalamin içeriğine etkileri araştırılmış, belirgin kayıpların görüldüğü tek vitamin tiamin olmuştur. γ ışınları ile işlem gören ürünlerde tiamin miktarları donmuş kontrol örneğine göre oldukça düşük bulunmuştur. 3 kGy'a kadar ışınlanan tavuk etindeki vitamin kayıpları %8.6 olup, beslenme açısından çok büyük önem taşımamaktadır. İyonize radyasyon ile sterilize edilmiş tavuk etiyle ilgili yapılan bir çalışmada, amino asitler, serbest yağ asitleri, peroksit değeri, riboflavin, pridoksin, niasin, pantotenik asit, biotin, folik asit, kolin, A, D, K, B₁₂ vitaminleri üzerine ışınlanmanın olumsuz bir etkisine rastlanmamıştır. Ayrıca bu etlerin peroksit değerleri ışınlanmış etlerle karşılaştırıldığında yükselme göstermemiş ve uzun süreli tüketimleri sonucu toksik etkisine rastlanmamıştır (Thayer, 1994).

Tavuk etinde *Salmonella* gelişmesini tümünden önlemek için 2.5 kGy'dan daha yüksek dozda ışınlama gerekmektedir. Fakat 2.5 kGy'dan daha yüksek dozda ışınlama radyasyon kokusuna neden olmaktadır. Yapılan bir çalışmada, 12 kGy ile ışınlanmış tavuk etlerinin depolama ömrünün 12 güne kadar uzadığı

belirlenmiştir. Mahrour ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada kanatlı etlerinin kalite ve güvenliğini sağlamak üzere *Salmonella* ve saprofit mikroorganizmaları yok etmek için 5 kGy ışınlamanın yüksek derecede etkili olduğunu saptamışlardır.

Işınlamanın Tüketici Tercihine Etkileri

Tüketici kabulü açısından dünya çapında yapılan çok sayıda araştırmada olumlu sonuç alınmış ve tüketicilerin ışınlanmış gıdalara karşı görüşlerinin yeterince olumlu olduğunu ve hızla gelişebilecek bir pazar talebinin varlığını göstermiştir. Bununla birlikte iyi organize olmuş yanlış bilgilendirme kampanyalarının tüketicileri korkuttuğu da açık bir gerçektir (Diehl, 2002).

Işınlanmış gıdalara karşı tüketici davranışları incelendiğinde, en önemli faktörler olarak kişinin nükleer bir olay yaşayıp yaşamama, yaşı, eğitim durumu ve aile statüsünün ön plana çıktığı görülmektedir (Hunter, 2000). Yapılan bir anket çalışmasında 1993 yılında ışınlanmış gıdaları tüketenler %45 iken, 1995 yılında bu oran %55'e yükselmiş, 1999 yılında ABD'de Gıda Pazarlama Enstitüsü ve Perekendeciler Birliği tarafından yapılan anket çalışmasında ise ankete katılan 1000 kişiden 800'ünün patojen bakterileri öldürdüğü için ışınlanmış gıdalara satın almak istedikleri sonucuna ulaşılmıştır (Hunter, 2000). Tüketicilerin ışınlanmış gıdalara yönelik çekingenlikleri, ışınlamadan duyduğu korku ve bu işlem hakkındaki bilgilerinin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır (Loaharanu, 1996).

Işınlanmış gıdaların faydaları ve güvenirliliği hakkındaki bilgilendirme, tüketiciler tarafından bu ürünlerin anlaşılabilirliğini ve kabul edilebilirliğini arttırmaktadır. Çin, Fransa, Güney Afrika ve Tayland gibi ülkelerde ışınlanmış gıdalar etiketinde belirtilerek perakende olarak satışa sunulmakta ve tüketicide ışınlanmış gıdalara karşı bir isteksizlik gözlenmemektedir (Loaharanu, 1996). Çin'de 21 erkek ve 22 bayan gönüllü üzerinde yapılan bir beslenme denemesinde 15 hafta boyunca toplam kalori alımlarının %62-71'i ışınlanmış gıdalardan sağlanmıştır. Araştırma sonunda gıdaların biyokimyasal, fiziksel ve duyuşsal değerlendirilmeleri yapıldığında, ışınlanmış gıdaların tüketimi ile ilişkili herhangi bir olumsuz veriye rastlanmamıştır (Thayer, 1994). Ticari bir firma tarafından Güney Afrika'da yapılan ve tüketicilerin ışınlanmış gıdalara karşı olan davranışlarını inceleyen bir anket çalışmasında, tüketicilerin %54'ünün ışınlanmış gıdalara satın aldıkları, %29'unun ise satın almadığı, bilgilendirildikten ve ışınlanmış gıdaların tadılmasından sonra ise %76'sının bu ürünleri satın alabileceği, %5'inin ise satın almayacağı saptanmıştır (Bruyn, 2000).

Birçok ünlü Amerikan bilim adamı ve sağlık yetkilileri ışınlamayı desteklemekte ve ışınlamanın birçok gıda zehirlenmelerinden meydana gelen ölümleri önlediğini savunmaktadır (Reed ve Kaplan, 1996).

Sonuç olarak; ülkemizde de özellikle kanatlı etlerinin bu şekilde korunması hem tüketicilerin güvenliği açısından, hem de ülke ekonomisi açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonymous 1999. Gıda Işınlama Yönetmeliği. Yetki Kanunu 560, 2690. 06 – 11 – 1999 ve 23868 sayılı Resmi Gazete.
- Bruyn, 2000. The Application of High Dose Food Irradiation in South Africa. *Radiation Physics and Chemistry* 57 (2000) 223 – 225.
- Diehl, J. F. 2002. Food Irradiation – Past, Present and Future. *Radiation Physics and Chemistry* 63 (2002) 211 – 215.
- Du, M., D. U. Ahn, K. C. Nam, J. L. Sell 2000. Influence Of Dietary Conjugated Linoleic Acid On Volatile Profiles, Color And Lipid Oxidation Of Irradiated Raw Chicken Meat. *Meat Science* 56 (2000) 387 – 395.
- Farkas, J. 1998. Irradiation As A Method for Decontaminating Food. *International Journal of Food Microbiology* 44 (1998) 189 – 204.
- Hunter, C. 2000. Changing Attitudes to Irradiation Throughout The Food Chain. *Radiation and Physics and Chemistry* 57 (2000) 239 – 243.
- Lacroix, M., B. Ouattara 2000. Combined Industrial Processes with Irradiation to Assure Innocuity and Preservation of Food Products – A Review. *Food Research International* 33 (2000) 719 – 724.
- Loaharanu, P. 1996. Irradiation As A Cold Pasteurization Process of Food. *Veterinary Parasitology* 64 (1996) 71 – 82.
- Mahrour, A., M. Lacroix, J. Nketsa – Tabiri, N. Calderon, M. Gagnon 1998. Antimicrobial Properties of Natural Substances In Irradiated Fresh Poultry. *Radiat. Phys.* 52 (1 – 6) 81 – 84.

- Nam, K. C., M. Du, C. Jo, D. U. Ahn 2001. Cholesterol Oxidation Products in Irradiated Raw Meat with Different Packaging and Storage Time. *Meat Science*
- Nam, K. C., D. U. Ahn 2002. Carbon Monoxide – Heme Pigment is Responsible for The Pink Color in Irradiated Raw Turkey Breast Meat. *Meat Science* 60 (2002) 25 – 33.
- Reed, C. A., B. Kaplan 1996. A Useful Food Safety Tool Irradiation Technology. *AVMA Journal Of The American Veterinary Medical Association. News* 1 August 1996. 2 p.
- Rybka – Rodgers, S. 2001. Improvement Of Food Safety Design Of Cook-Chilli Foods. *Food Research International*. 34 (5) 449 – 455.
- Sadat, T., C. Volle 2000. Integration of A Linear Accelerator Into A Production Line of Mechanically Deboned Separated Poultry Meat. *Radiation Physics and Chemistry* 57 (2000) 613 – 617.
- Stecchini, M. L., I. Sarais, M. Del Torre, P. G. Fucchi 1995. Effect of Electron Irradiation and Packaging Atmosphere on The Survival of *Aeromonas hydrophila* in Minced Poultry Meat. *Radiation Phys. Chem.* 46 (4 – 6) 779 – 784.
- Thayer, D. W. 1994. Wholesomeness Of Irradiated Foods. *Food Technology* 48 (5) 132 – 135. 02244428970-401, 02244428077, ealkin@uludag.edu.tr