

Kanatlı Etlerinin Işınlama (İyonize Radyasyon) İle Muhafazası

Emine ALKIN¹

Özet: Kanatlı etlerinin iyonize radyasyonla muamele edilmesindeki amaç ürünün raf ömrünü uzatmaktır. İyonize radyasyon mikrobiyolojik güvenliğin sağlanması ve kalitenin korunması için soğuk tekniği ile birlikte uygulanmalıdır. İyonize radyasyon, Avrupa ve ABD'de geniş bir şekilde kullanılmaktadır, fakat ülkemizde hala uygulama alanı bulunmamaktadır. İyonize radyasyon kanatlı etlerinin muhafazasında sağladığı avantajlarla gelecekte ümit verici bir metot olarak görünmektedir. Bu makale, bu muhafaza yönteminin avantajlarını ortaya koymak için hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kanatlı eti, ışınlama.

Protection Of Poultry Meat With Irradiation

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. Irradiation has been widespread used in Europe countries and USA, but there are still no application fields in our country. Irradiation is appeared to be an 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 prevention method.

Key Words: Poultry meat, irradiation

GİRİŞ

Gıdaların ışınlanması üzerine ilk ulusal araştırma çalışmaları 1950'li yılların ortalarında Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, Hollanda, Polonya, Rusya ve İngiltere'de başlamıştır. 1970 yılında ışınlanmış gıdaların sağlık açısından güvenilirliklerini ve oluşan kimyasal değişikliklerin araştırılmasını kapsayan Uluslararası Gıda Işınlama Faaliyet Alanı Projesi (IFIP) oluşturulmuştur. Bu projeyi Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Uluslararası Atom Enerji Komisyonu (IAEA) ve üye olan 19 ülke (daha sonra bu sayı 24'e ulaşmıştır) araştırmacıları desteklemiştir. Elde edilen sonuçlar devamlı olarak FAO/IAEA/WHO² Uzman Komitesi'nde oluşan Birleşik Komite (JECFI) tarafından değerlendirilmiş ve 1980 yılında 10 kGy (kiloGray³)'a kadar olan dozlarla ışınlanmış gıdaların tüketiminin ışınlama ile kanserojen maddelerin oluşumuna, toksikolojik, mikrobiyolojik ve besinsel sorunlara 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 (5, 17).

1983 yılında, Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC) tarafından da ışınlanmış Gıdalar için Genel Kodeks Standardı kabul edilerek ışınlamanın gıdaların işlenmesi ve korunmasında etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu kabul edilmiştir (13, 17).

1997 yılının Aralık ayında, hamburgerde bulunan E. coli O157:H7'ye bağlı zehirlenme ve bunun sonucunda ölümler meydana gelmiştir. Bu olaydan sonra, iyonize radyasyon endüstrisi et endüstrisinde yeni bir potansiyel uygulama olarak dikkatleri üzerine çekmiş ve FDA donmuş ya da 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 (4, 5).

Amerikan Et Enstitüsü (AMI), Ulusal Çiftlik ve Et Kurulu (NLMB), Ulusal Gıda Üreticileri Derneği (NFPA), gıda zehirlenmelerine karşı ışınlamanın kullanılmasını desteklemiştir. Ayrıca, Amerikan Tıp Derneği (AMA) ve Amerikan Beslenme Derneği (ADA), Gıda Teknolojileri Enstitüsü ve Ziraat Bilimi ve Teknolojisi Konseyi de ışınlanan gıdaların güvenliğini bildirmektedirler (7). ABD Tarım Bakanlığı (USDA) ve Gıda Güvenliği ve Kontrol Servisi (FSIS) de ışınlanmış et ve et ürünlerinin tüketimini onaylamaktadır (5). Günümüzde 40 ülkede 40 çeşit-

ten fazla gıda maddesinin ışınlanmasına ve tüketilmesine ilişkin yasal izinler mevcuttur. Işınlama işlemini bu ülkelerin 12'sinde kanatlılarda patojenlerin kontrolünde, 8'inde kırmızı etlerde, 13'ünde ise deniz ürünlerinde kullanılmaktadırlar (17).

KANATLI ETLERİNİN İŞINLANMASI

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 soğuk pastörizasyon yada sterilizasyon yöntemi olarak tercih etmektedirler (23).

Co₆₀ ve Cs₁₃₇ kullanılması ile oluşan γ ışınları paketlenmiş kanatlı etlerine uygulanabilmektedir. 2-7 kGy ise patojen mikroorganizmaların sayısını önemli ölçüde düşürmekte, 1 kGy ışınlama ızgaralık karkaslardaki Enterobacteriaceae ve Salmonella sayısını 10 kat azaltmaktadır. Dondurulmuş karkasa uygulanan ışınlama daha az etkili olmakta ve yeterli bir uygulama için 5 kGy ve daha yüksek dozların kullanılması gerekmektedir (8). 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 (7, 18). Yapılan bir araştırmada, 71°C'de pişirilmiş tavuk göğüs etlerinin 2 haftalık depolama süresi 1-8 kGy ışınlama ile 5-8 haftaya çıkmıştır (22).

Gıda Işınlama Yönetmeliği'ne göre (2), 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 olan ve olmayan değişikliklerden kaynaklanan istenmeyen kokuların oluşumuna daha duyarlıdırlar (6, 20). Fakat ışınlama ile birlikte biberiye özütü ya da kekik ile marinyasyon uygulamasının linoleik, linolenik ve araşidonik asitlerin parçalanmasını engelleyici etkisi bulunduğu bildirilmektedir (12). MAHROUR ve ark. (14, 15), yaptıkları bir çalışmada biberiye özütü ve kekik

¹ Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği - Bursa

² WHO: Dünya Sağlık Örgütü

³ KiloGray: Işınlanan gıdanın her bir kilogramına soğurulan ortalama radyasyon enerjisinin kilojoul olarak miktarıdır.

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 paketlenen 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.

NAM ve AHN (20), 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 (19). Özellikle açık paketlenen kanatlı etlerindeki lipid oksidasyonunu daha fazla arttırmaktadır (6, 19).

Lipitlere benzer şekilde proteinlerde de ışınlama sonucunda serbest radikaller oluşmaktadır. Özellikle kükürt içeren amino asitler ışınlamaya oldukça duyarlıdır. Bu amino asitler parçalanarak metil ve etil merkaptan, dimetildisülfid, karbonil sülfid veya H₂S şekline dönüşerek kötü kokuya neden olurlar. Oksijensiz ortamda H₂S ve diğer sülfid formları, oksijen varlığında ise NH₃ ve H₂SO₄ daha fazla miktarda oluşmaktadır. Özellikle ışınlamaya duyarlı amino asitler sistin, metiyonin ve triptofandır (12). Kanatlı etlerinde istenmeyen kokuların oluşması için en düşük ışınlama dozu 2.5 kGy olarak bildirilmiştir (9).

MILLAR ve ark. (16)'ın 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 miyogloblin ile tepkimesi sonucu oluşan karboksihem pigmenti, karboksimiyogloblin, karboksihemoglobin ve oksimiyoglobinden kaynaklandığını tespit etmişlerdir (16).

Bazı araştırmacılara göre, iyonize radyasyon uygulanmış çiğ tavuk etlerinde kanlı ve tatlı bir aroma ortaya çıkmaktadır. Işın kaynağı ve amino asitlerin radyolojik indirgenmesi ile oluşan kükürt bileşenleri, 10 kGy'dan daha düşük dozlarda meydana gelmemektedirler. Başta metil merkaptan ve H₂S olmak üzere çoğu kükürt bileşenleri ışınlamadan kaynaklanan kokulardan önemli derecede sorumludurlar. Örneğin, dimetiltrisülfid, cis-3 ve trans-6 nonenalmetiltiyometan ışınlama uygulanmış piliç etlerinde en kuvvetli istenmeyen koku bileşenleridir (6). ÖZTAN (21), kanatlı etlerinin 4 mGr (megarad)'a kadar ışınlanması sonucu uygulamada kükürt kokusu duyulduğunu, 4-10 kGy arası yapılan yüksek dozda ışınlamada ise aşırı amonyak kokusu ortaya çıktığını bildirmektedir. FARKAS (7), organoleptik olarak ışınlama dozu eşliğini (5-10°C sıcaklıktaki uygulamada) hindi etinde 1.5 kGy, tavuk etinde 2.5 kGy olarak bildirmektedir.

Çizelge 1'de bazı kanatlı etlerinde yaygın olarak görülebilen spor oluşturmamayan patojen bakterilerin D₁₀ değerleri verilmiştir (7).

Çizelge 1. Bazı Kanatlı Eti Ürünlerindeki Spor Oluşturmamayan Bakterilerin D₁₀ Değerleri (FARKAS 1998)

Bakteri adı	Et cinsi	Sıcaklık (°C)	Paketleme ortamı	D ₁₀ (kGy)	
Campylobacter jejuni	Bütün hindi (dondurulmuş)	0-5	Hava	0.186	
		30±10		0.162	
		-30±10°C		0.293	
E. coli O157:H7	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti	0	Hava	0.26±0.01	
			Vakum	0.27±0.01	
Listeria monocytogenes	Tavuk eti kıyması	Belirtilmemiş	Hava	0.417 - 0.533	
	Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk eti				2-4
S. typhimurium	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	
Staphylococcus aureus	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	0.419
				CO ₂	0.411
				Vakum	0.398

-20°C ile 20°C arasında 6.65 kGy doza kadar uygulanan γ ışınlarının tavuk etinin tiamin, niacin, 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, niacin, 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 (24).

MAHROUR ve ark. (14), yaptıkları çalışmada kanatlı etlerinin kalite ve güvenliğini sağlamak üzere Salmonella ve saprofit mikroorganizmaları yok etmek için 5 kGy ışınlanmanın yüksek derecede etkili olduğunu saptamışlardır.

Işınlama uygulanmış kanatlı etlerinin buzdolabı koşullarında depolanması sırasında bozulma yapan mikroflorada Moraxella hakim olmaktadır. Enterokoklar da ışınlamaya dirençli olduklarından, bozulmuş ürünlerde fazla sayıda bulunur. Clostridium perfringens sporları uygulanabilen ışınlama dozuna dayanıklı olduğu için, uygun şekilde depolanmayan ürünlerde sorun oluşturabilir. 5-7 kGy doz Salmonella'yı 10000 kez azaltır ve bu doz Salmonella'nın kontrolü için yeterlidir (8).

Enterik bakteriler, ışınlamaya sporsuz diğer bakterilerden daha dirençlidir. Bu nedenle ışınlama uygulanmış kanatlı etlerinde, Salmonella ve diğer enterik bakteriler aranmalıdır (8). Endüstrileşmiş ülkelerde kanatlı ürünlerinin %60'ından daha fazlasının Salmonella ve Campylobacter gibi patojen mikroorganizmalarla buluşuk olduğu bildirilmektedir (17).

Kanatlı etlerinin ışınlanmasındaki amaç ürün raf ömrünün uzatılmasıdır. Bu uygulama ile soğuk muhafaza koşullarında bu etlerin kısmen mikrobiyolojik yönden güvenilirliklerinin sağlanması, kısmen de kalitelerinin korunması esas alınmalıdır. Fakat uygulama sırasında kullanılacak ışınlama dozunun amaca uygun olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. Yapılan kaynak araştırmalarında tavuk etlerini ışınlamada uygulanan ışın dozunun 1-10 kGy arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Tavuk etlerinde karakteristik ışınlama lezzetinin duyulmaması için gerekli olan eşik dozu 2.5-3 kGy olduğu bildirilirken, çok yüksek düzeyde uygulanan dozun tavuk etlerinde renk bozulması ve yumuşamaya neden olduğu da açıklanmıştır. Düşük dozda ışınlama tavuk göğüs ve but etlerinde hem bakteriyolojik güvenilirlik, hem de kalitenin korunmasını olumlu yönde etkilemiştir (11).

Tavuk etlerinin ışınlanması üzerine yapılan bir araştırmada ışınlanmanın toplam mezofil aerob ve toplam psikrofil aerob bakteriler üzerine olan etkisinin Staphylococcus cinsi ve laktik asit bakterilerine göre daha yüksek düzeyde olduğunu, pH ve TBA değerleri açısından ışınlanmanın değişiklik oluşturmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte 3 kGy ışınlanmış örneklerin raf ömrü 27 gün civarında olurken, 2 kGy ışınlı örnekler 24 günde, 1 kGy ışınlı örnekler 18 günde, vakumlu kontroller 15 günde, açık kontroller 9 gün civarında tüketim özelliğini yitirmiştir (11).

KOLSARICI ve KIRIMCA (11), 1, 2, 3 kGy gibi düşük dozlarda ışınlanmanın tavuk etinin pH'sı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmektedirler. 2 kGy ışın dozu toplam bakteri yükünü etkili bir şekilde azaltmaktadır. Tavuk but ve göğüs etlerinde laktik asit bakteri sayısında azalma, yalnızca 3 kGy ışınlanan örneklerde görülmüştür. Laktik asit bakterileri ışınlamaya

en dirençli bakteriler olarak tespit edilmiştir (11).

İŞINLAMANNIN TÜKETİCİ TERCİHİNE ETKİLERİ

Tüketici kabulü açısından dünya çapında yapılan çok sayıda araştırmadan olumlu sonuç alınmış ve bir bütün olarak ele alındığında, yapılan araştırmalar tüketicilerin ışınlanmış gıdalara karşı tepkilerinin 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 (3, 5). Bu kampanyalar özellikle ışınlanmış gıda tüketildiğinde kanser olunacağı şeklindeki korkutmadır (10).

İlk olarak, ışınlanmış gıdaları tüketen kişilerde bilinçaltındaki nükleer enerji korkusu ile bir tereddüt yaşanmakta, fakat zamanla ışınlanmış gıdaların tüketimi artmaktadır. Örneğin, 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 Parekenciler Birliği tarafından telefonla yapılan benzer anket çalışmasında ise ankete katılan 1000 kişiden 800'ünün patojen bakterileri öldürdüğü için ışınlanmış gıdaları satın almak istedikleri sonucuna ulaşılmıştır (10). Tüketicilerin ışınlanmış gıdalara yönelik çekingenlikleri, ışınlamadan duyduğu korku ve bu işlem hakkındaki bilgilerinin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır (13).

KOLSARICI ve KIRIMCA (11), yaptıkları bir çalışmada ışınlanmış örneklerin duyuşal özelliklerini iyi olarak saptamışlar ve ışınlama uygulanmayan kontrol grubuna göre önemli bir fark bulamamışlardır. Işınlanarak soğuk muhafazaya alınmış tavuk but ve göğüs etleri renk, görünüş, aroma, gevreklik gibi duyuşal özellikleri açısından kontrollere göre farklı bulunmamış ve pazarlama oranının iyi olduğuna karar verilmiştir. Işınlanan etlerin raf ömürleri kontrollere (ışınlanmamış) göre oldukça uzamıştır. Açık kontrollerin 9. günde yapılan analizlerinde tüketim özelliklerini kaybettiği saptanırken, vakumlu kontrollerin 15. günde, 1 kGy ışınlı örneklerin 18. günde, 2 kGy ışınlı örneklerin 24. günde, 3 kGy ışınlı örneklerin ise 27. günde tüketim özelliklerini yitirdikleri belirlenmiştir.

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. Ayrıca, ışınlanmış gıdaların mikrobiyolojik açıdan daha güvenli olduğuna inanan anneler çocuklarının daha güvenli beslenmesini sağlayabilmek için bu gıdaları erkeklerden daha fazla tercih etmektedirler (10).

Işınlanmanın faydaları ve bu gıdaların güvenirliliği hakkındaki bilgiler, tüketiciler tarafından bu ürünlerin anlaşılabilirliğini ve kabul edilebilirliğini arttırmaktadır. Çin, Fransa, Güney Afrika ve Tayland gibi ülkelerde ışınlanmış gıdalar etiketinde belirtilecek şekilde olarak satışa sunulmakta ve tüketicide ışınlanmış gıdalara karşı bir isteksizlik gözlenmemektedir (13).

Ticari bir firma tarafından Güney Afrika'da yapılan ve tüketicilerin ışınlanmış gıdalara karşı olan davranışlarını inceleyen bir anket çalışmasında, tüketicilerin %54'ünün ışınlanmış gıdaları 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 (4).

Yapılan bir başka anket çalışmasında tüketicilerin en fazla sırasıyla, gıdalardaki bakteriler, saklama koşulları, pestisitler, hormon ve ilaç kalıntıları ile daha fazla ilgilendikleri, bunlardan sonra genetik olarak gıdaların değiştirilmesi ve ışınlanması ile ilgilendikleri, tüketicilerin ışınlamayı yeni teknolojinin bir ürünü olarak gördükleri ortaya çıkmıştır (18).

Işın kullanımına destek olan kuruluşlar, Amerikan Sağlık Birliği (AMA), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda Teknolojileri Enstitüsü, Amerikan Bilim ve Sağlık Konseyi, Zırai Bilim ve Teknoloji Konseyi ve Amerikan Veteriner Hekimler Birliği'dir. Birçok ünlü Amerikan bilim adamı ve sağlık yetkilileri ışınlamayı desteklemekte ve ışınlamanın birçok gıda zehirlenmelerinden meydana gelen ölümleri önlediğini savunmaktadır (17).

Gıda Pazarlama Enstitüsü (FMI), Ulusal Lokantalar Birliği ve Amerikan Et Enstitüsü'nün ulusal düzeyde 1000 tüketicinin ışınlanmış gıdalar üzerindeki davranışları üzerine yaptıkları bir çalışmada ışınlanmış gıdaların güvenli oldukları sonucuna varılmıştır. 1990'lı yıllarda tüketiciler, gıda güvenliği açısından özellikle et ve kanatlı etinin ışınlanmasının faydalarını anlamış görünmektedir (1).

Sonuç olarak; kanatlı etlerinin ışınlanarak korunması yurt dışında oldukça yaygın bir yöntemdir. Ülkemizde de bu yöntemin yaygınlaşması kanatlı etlerinin tüketiminden kaynaklanan gıda zehirlenmelerinin ve bu etlerin bozulmasından ortaya çıkan ekonomik kaybın önlenmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. ADAMS, P., 2000. *Where's The Beef? An Update on Meat Irradiation in The USA. Radiation Physics and Chemistry* 57 (2000) 231 – 233.
2. ANONYMOUS., 1999. *Gıda Işınlama Yönetmeliği. Yetki Kanunu* 560, 2690. 06 – 11 – 1999 ve 23868 sayılı Resmî Gazete.
3. BOISSEAU, P., 1994. *Irradiation And The Food Industry In France. Food Technology* 48 (5) 138 – 140.
4. BRUYN., 2000. *The Application of High Dose Food Irradiation in South Africa. Radiation Physics and Chemistry* 57 (2000) 223 – 225.
5. DIEHL, J. E., 2002. *Food Irradiation – Past, Present and Future. Radiation Physics and Chemistry* 63 (2002) 211–215.
6. 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.
7. FARKAS, J., 1998. *Irradiation As A Method for Decontaminating Food. International Journal of Food Microbiology* 44 (1998) 189 – 204.
8. GÖKTAN, D., 1990. *Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 21. Bornova, İzmir.* 292 s.
9. HANIS, T., P. JELEN, P. KLIR, J. MNUKOVA, B. PEREZ, M. PESEK., 1989. *Poultry Meat Irradiation Effect of Temperature on Chemical Changes and Inactivation of Microorganisms. Journal of Food Protection* 52 (1989) 26 – 29.
10. HUNTER, C., 2000. *Changing Attitudes to Irradiation Throughout The Food Chain. Radiation and Physics and Chemistry* 57 (2000) 239 – 243.
11. KOLSARICI, N., G. KIRIMCA., 1995. *Radurizasyonun Tavuk Etilerinin Dnyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda* 20 (2) 67 – 73.
12. 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.
13. LOAHARANU, P., 1996. *Irradiation As A Cold Pasteurization Process of Food. Veterinary Parasitology* 64 (1996) 71 – 82.
14. MAHROUR, A., M. LACROIX, J. NKETSA – TABIRI, N. CALDERON, M. GAGNON., 1998a. *Antimicrobial Properties Of Natural Substances In Irradiated Fresh Poultry. Radiat. Phys.* 52 (1 – 6) 81 – 84.
15. MAHROUR, A., M. LACROIX, J. NKETSA – TABIRI, N. CALDERON, M. GAGNON., 1998b. *Antioxidant Properties Of Natural Substances In Irradiated Fresh Poultry. Radiat. Phys.* 52 (1 – 6) 77 – 80.
16. MILLAR, S. J., B. W. MOSS, M. H. STEVENSON., 2000. *The Effect of Ionising Radiation on The Color of Leg and Breast of Poultry Meat. Meat Science* 55 (2000) 361 – 370.
17. MOLINS, R.A., Y. MOTARJEMI, F. K. KAUFSTEIN., 2001. *Irradiation: A Critical Control Point In Ensuring the Microbiological Safety of Raw Foods. Food Control* 12 (2001) 347 – 356.
18. MURANO, E. A., 1995. *Irradiation Of Fresh Meats. Food Technology* 46 (12) 52 – 54.
19. 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* 59 (2001) 22 – 28.
20. 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.
21. ÖZTAN, A., 1993. *Et Bilimi ve Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları Yayın No: 19. Ankara.* 277 s.
22. RYBKA – RODGERS, S., 2001. *Improvement Of Food Safety Design Of Cook-Chill Foods. Food Research International.* 34 (5) 449 – 455.
23. 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.
24. THAYER, D. W., 1994. *Wholesomeness Of Irradiated Foods. Food Technology* 48 (5) 132 – 135.
25. VILLAVICENCIO, A. L. C. H., J. MANCINI – FILHO, H. DELINCEE., 2000. *Application of A Rapid Screening Method to Detect Irradiated Meat in Brazil. Radiation Physics and Chemistry* 57 (2000) 295 – 298.