

## İYONİZE RADYASYONLA BAHARATLARIN STERİLİZASYONU

### I- GAMMA IŞINLARININ KARABİBER VE KIRMIZIBİBERİN MİKROBİYEL FLORA, UÇUCU YAĞ VE DUYUSAL NİTELİKLERİNE ETKİSİ

Bülent Mutluer<sup>1</sup> İzzet Öztaşiran<sup>1</sup> Engin Şarer<sup>2</sup> Mine Akkuş<sup>1</sup>  
Sıtkı Ersen<sup>1</sup> Bengü Kaya<sup>1</sup>

Sterilization of Spices by Ionizing Radiation

#### I- The Effect of Gamma Rays on Microbial Flora, Volatile Oils and Sensory Properties of Black and Red Pepper

**Summary:** *The present study was undertaken to determine the microbial flora of spices (black and red pepper), to investigate the effective dose levels to reduce the microbial contamination and to evaluate the chemical and sensory changes in the irradiated pepper samples.*

*Black and red pepper consumed a lot in Turkey were irradiated with gamma rays at the dose levels of 1,3,5,10 kGy. The influence of gamma irradiation on aerobic plate count, aerobic spore-formers, Enterobacteriaceae, Micrococcus-Staphylococcus, Enterococcus, Lactobacillus, Clostridia, Pseudomonas, moulds and yeasts were determined by the drop-plate technique; volatile oil content by gas chromatography; and sensory properties were evaluated by the triangle test.*

*The results indicated that the irradiation at 5 kGy dose reduce the microbial counts of the samples below the required limits of  $10^4$  / g spices. The radiation applied at 10 kGy dose reduce microbial count to less than  $10^3$  / g; that means application of this dose level reduced the contamination of the samples properly. Radiation doses applied did not change the volatile oil content of the samples. No significant changes in sensorial attributes of irradiated and nonirradiated samples were found.*

**Özet:** *Bu çalışma, baharatların (kırmızıbiber ve karabiber) mikrobiyel florasını belirlemek, bu baharatlarda mikrobiyel kontaminasyonu*

1 TAEK. Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü.

2 A.Ü. Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalı.

azaltacak etkili ışınlama dozunu araştırmak ve ışınlanmış örneklerin kimyasal ve duyuşsal niteliklerinde meydana gelen değişiklikleri saptamak amacı ile ele alındı.

Türkiye'de yaygın şekilde tüketilen baharatlardan olan kırmızı ve karabiberlere ait örnekler gamma ışınları ile 1,3,5,10 kGy dozlarda ışınlandı. Gamma radyasyonunun aerob genel canlı, aerob spor oluşturanlar, Enterobacteriaceae, Micrococcus - Staphylococcus, Enterococcus, Lactobacillus, Clostridia, Pseudomonas, maya ve küfler üzerindeki etkisi damla-plak yöntemi ile, uçucu yağlar üzerindeki etkisi gaz kromatografi ile, duyuşsal nitelikler üzerindeki etkisi üçgen testle incelendi.

Sonuç olarak, 5 kGy dozla ışınlanan örneklerde mikroorganizma sayısının önerilen  $10^4$  / g lık limitin altına indiği, 10 kGy dozla ışınlanan örneklerde mikroorganizma sayısının 10 / g olduğu ve ışınlama etkisiyle önemli derecede dekontaminasyon sağlandığı görüldü. Işınlanan örneklerin uçucu yağ bileşimlerinde ve duyuşsal niteliklerinde ışınlanmamış örneklere göre önemli değişiklikler olmadığı saptandı.

### Giriş

Baharatlar üretimleri sırasında çok sayıda bakteri, maya ve küflerle kontamine olduklarından gıda endüstrisinde önemli sağlık sorunları yaratmakta ve ayrıca yarı işlenmiş ürünlerde, özellikle et ürünlerinde dayanma süresinin azalmasına neden olmaktadır (5,8). Yapılan araştırmalar çeşitli baharatlarda aerob genel canlı mikroorganizma sayısının  $10^5$ – $10^8$  / g olduğunu ortaya koymaktadır (2,9,14–16,20,22). Et ürünlerine genellikle % 0.1–1 oranında baharat ilave edildiği ve bir gram baharatın da  $10^5$ – $10^6$  adet mikroorganizma içerdiği dikkate alındığında, et ürününün her bir gramının baharat kullanımı nedeniyle  $10^3$ – $10^4$  adet mikroorganizma ile kontamine olduğu görülmektedir.

Gıda endüstrisinde önemli bir bakteriyel kontaminasyon kaynağı oluşları nedeniyle uzun zamandan bu yana baharatlardaki mikroorganizma sayısını azaltmağa yönelik çeşitli metotlar geliştirilmeğe çalışılmıştır. Başlangıçta bu amaçla kullanılan ısı ve UV ışınları ile sterilizasyon yöntemlerinde baharatların koku, lezzet ve aromasını oluşturan uçucu yağ ve diğer bileşenlerinde önemli kayıplar meydana gelmiş ve sterilizasyon etkisi de yeterli olamamıştır (7,11). Baharatların etilenoksit ile sterilizasyonu bu olumsuz etkilere sahip olmaması nedeniyle uzun yıllar kullanılmıştır. Ancak daha sonra mutajen etkiye sahip etilenklor-

hidrin oluşturduğunun saptanması sonucu baharatların bu yöntemle sterilizasyonu son yıllarda birçok ülkede yasaklanmıştır (3,6,22). İyonize ışınların baharatlarda mevcut mikroorganizma sayısını büyük ölçüde azalttığı, uçucu yağlarda miktar ve bileşim yönünden, duyuusal niteliklerde renk, koku ve lezzet yönünden önemli değişiklikler meydana getirmediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (4,11, 17-20,22,23). Bu konuda ışınlama dışında daha etkin ve pratik yöntemler geliştirilemediğinden ışınlamanın teknolojik bir zorunluluk olduğu kabul edilmektedir.

FAO / IAEA / WHO Ekspertler komitesinin 1980 yılında Cenevre' de yaptıkları toplantıda tüm gıda maddelerinin konservasyon amacı ile 10 kGy'e kadar dozlarla ışınlanabilecekleri kabul edilmiş ve bu doza kadar ışınlanmış gıda maddelerinin hiçbir toksik etki ve sağlık sorunu oluşturmadıkları bildirilmiştir (21). Bu açıklamalardan sonra gıdaların radyasyonla muhafazası giderek önem kazanmış ve çeşitli ülkeler tarafından benimsenmiştir. Halen 33 ülkede patojen mikroorganizmaları elemine etmek, genel canlı mikroorganizma sayısını azaltmak, çimlenmeyi önlemek ve insektlerle mücadele amacı ile çeşitli gıda ve yem maddelerinin ışınlanmasına yasal olarak izin verilmiştir. Bu ülkeler arasında baharatların 10 kGy'e kadar dozlarla ışınlanmasına koşulsuz olarak izin verenler: Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Fransa, Hollanda, Şili, Belçika, Brezilya, Norveç, İsrail ve Bengaldeş, geçici olarak izin verenler; Yeni Zelanda ve Demokratik Almanya'dır. Macaristan'da ise sadece sucuk ve salamlara katılan baharatların 5 kGy'e kadar dozlarla ışınlanmasına izin verilmektedir (13). Ülkemizde gıdaların radyasyonla muhafazasına yasal olarak izin verilmiş olmakla beraber bu konuda deneysel çalışmalar sürdürülmektedir.

Bu çalışma, ülkemizde yaygın olarak tüketilen baharatlardan kırmızı ve karabiberlerin mikrobiyel florasını belirlemek, bu baharatlardaki mevcut mikroorganizmaları inaktive edecek optimum ışınlama dozunu saptamak, ışınlama etkisi ile baharatların uçucu yağ ve duyuusal niteliklerinde meydana gelebilecek değişiklikleri incelemek amacı ile ele alınmıştır.

### Materyal ve Metot

Bu çalışmada Ankara piyasasında açık ve paketlenmiş halde satılan üç ayrı firmaya ait (Örnek A,B,C) karabiber ve kırmızıbiber örnekleri kullanıldı. Mikrobiyolojik ve organoleptik yönden incele-

necek örneklerden 10' ar g, uçucu yağlar yönünden incelenecek örneklerden 100' er g alınarak polietilen torbalara konuldu ve Cs<sup>137</sup> kaynağında (Mark 1-22 Irradiator, 10.000 Ci, JL Sheppard and Associates) 1,3,5,10 kGy dozlarla ışınıldı. Işınlama sırasında Fricke dozimetresi ile kaynak gücünün 1.86 kGy / saat olduğu belirlendi (12).

### Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik yönden incelenecek baharat örneklerinden aseptik koşullar altında 10' ar g alınarak steril plastik torbalar içersine konuldu ve 90 ml % 0.1 lik peptonlu su ile seyreltilerek stomacherde homojenize edildi. Aynı seyreltici ile deney tüplerinde 10<sup>-8</sup> e kadar seyreltildi ve her seyreltiden 1'er ml alınarak önceden hazırlanmış besi yerlerine üç ayrı seri halinde damla-palk yöntemine göre ekim yapıldı. Örnekler Tablo 1'de belirtilen besi yerlerinde ve inkübasyon koşulları altında aerob genel canlı, aerob spor oluşturanlar, Enterobacteriaceae, Micrococcus-Staphylococcus, Enterococcus, Lactobacillus, sülfid indirgeyen Clostridia, Pseudomonas, maya ve küf yönünden incelendi (10).

### Kimyasal Analizler

Uçucu yağ analizleri için önceden hazırlanmış 100'er g lık örneklerden su buharı distilasyonu ile uçucu yağlar ekstrakte edildi ve miktar yönünden incelendi (1). Elde edilen uçucu yağların bileşiminde meydana gelen değişiklikler, aşağıda belirtilen koşullar altında gaz kromatografik analizle saptandı (17,20).

Gaz kromatograf	: Hewlett Packard
Dedektör	: FID
Kolon	: 1.5 mm X 8 m'lik bakır kolon
Kolon dolgu maddesi	: Chromosorb W (60-80 mesh)
Stasyonier faz	: % 10 Carbowax 20 M
Kolon sıcaklığı	: 130 °C
Taşıyıcı gaz akış hızı	: 20 ml / dk.

### Duyusal Muayeneler

İncelenen örneklerin duysal niteliklerinde koku, lezzet ve renk yönünden meydana gelen değişiklikler 5 panel üyesi tarafından üçgen test ile değerlendirildi (22).

Tablo 1. Baharat örneklerinin mikrobiyolojik analizinde kullanılan besi yerleri ve inkubasyon koşulları (10).

Mikroorganizma türü	Besi yeri	İnkübasyon süresi	İnkübasyon ısısı	Açıklama
Aerob genel canlı	Plate Count Agar	3 gün	30°C	
Enterobacteriaceae	Violet Red Bile Glucose Agar	1 gün	37°C	Pseudomonas'ların elemine edilmesi için oksidaz test
Enterococcus	Citrat-Acid-Carbonate-Agar	2 gün	37°C	
Micrococcus / Staphylococcus	Baird Parker Agar	2 gün	37°C	Koagulaz test
Lactobacillus	Sorbic Acid Agar	2 gün	30°C	Mikroaerofilik inkübasyon
Maya - küf	Bier-würze Agar	3 gün	20°C	
Sülfid indirgeyen Clostridia	Sülfid Polymyxin-Sulfadiazin Agar	3 gün	37°C	Çok tabakalı tüp test
Pseudomonas	Glutamat-Stärke Phenolrot-Agar	3 gün	30°C	Oksidaz test

## Bulgular

### Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

İncelenen baharat örneklerinin mikrobiyel florasında ışınlama dozlarına bağlı olarak meydana gelen değişiklikler Tablo 2 ve Tablo 3' de gösterilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre;

a) İncelenen karabiber ve kırmızıbiber örneklerindeki mikroorganizma sayılarının tür ve gruplara göre değişmek üzere  $10^2-10^8$  / g arasında olduğu,

b) Ankara piyasasında açık ve paketlenmiş olarak satılan çeşitli firmalara ait baharat örnekleri arasında mikrobiyel kontaminasyon yönünden önemli farklar bulunmadığı,

c) 5 kGy dozda ışınlanan örneklerde incelenen tüm mikroorganizma sayılarının  $10^4$  / g'dan daha az olduğu,

d) 10 kGy dozun aerob genel canlı, aerob spor oluşturanlar ve sülfid indirgeyen Clostridia dışında diğer mikroorganizmalar bakımından tam bir sterilizasyon sağladığı saptandı.

### Uçucu Yağ Analizlerine Ait Bulgular

Baharat örneklerine ait uçucu yağların gaz kromatografisi ile yapılan analizlerine ait bulgular Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

İşinlanmış ve işinlanmamış baharat örneklerden su buharı distilasyonu ile elde edilen uçucu yağların miktarında ve bu yağların gaz kromatografisi ile yapılan analizleri sonucunda bileşimlerinde ışınlamaya bağlı önemli değişikliklerin meydana gelmediği görüldü.

### Duyusal Muayene Bulguları

Deneye alınan örneklerin 5 panel üyesi tarafından üçgen testle yapılan duyusal muayenesinde örnekler arasında renk, koku ve lezzet yönünden fark saptanmadı.

Tablo 2. Karabiber örneklerinde ışınlama dozlarına bağlı mikrobiyolojik değişiklikler (adet / gr.).

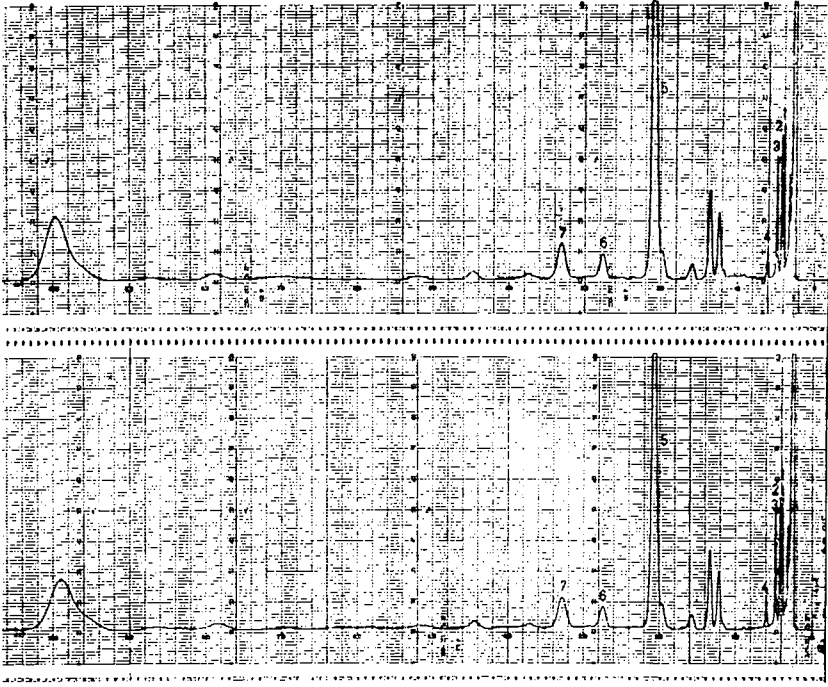
	Örnek	Işınlama dozu (kGy)				
		0	1	3	5	10
Aerob genel canlı	A	$4 \times 10^7$	$1.4 \times 10^7$	$1.4 \times 10^5$	$4 \cdot 10^3$	< 10
	B	$1 \times 10^8$	$5 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$7 \times 10^3$	< 10
	C	$7 \times 10^7$	$1.7 \times 10^7$	$1.5 \times 10^6$	$1 \times 10^3$	< 10
Aerob spor oluşturanlar	A	$7 \times 10^7$	$1.4 \times 10^7$	$4.4 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	< 10
	B	$1.8 \times 10^7$	$1.3 \times 10^7$	$7 \times 10^5$	$2 \times 10^2$	< 10
	C	$3.1 \times 10^7$	$1.6 \times 10^6$	$1.1 \times 10^6$	$4.2 \times 10^4$	< 10
Enterobacteriaceae	A	—	—	—	—	—
	B	$1.4 \times 10^5$	$9 \times 10^3$	< 10	< 10	—
	C	$2.1 \times 10^4$	$2.7 \times 10^3$	< 10	< 10	—
Micrococcus / staphylococcus	A	$1.3 \times 10^5$	$3.4 \times 10^4$	—	—	—
	B	$1.1 \times 10^4$	$2 \times 10^3$	—	—	—
	C	$2 \times 10^5$	$1 \times 10^5$	—	—	—
Enterococcus	A	$3.2 \times 10^2$	30	—	—	—
	B	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—
Lactobacillus	A	$8 \times 10^6$	$3.4 \times 10^4$	—	—	—
	B	$2 \times 10^4$	$9 \times 10^3$	—	—	—
	C	$1.8 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4$	—	—	—
Sülfid indirgeyen clostridia	A	40	< 30	< 30	< 30	< 30
	B	930	230	< 30	< 30	< 30
	C	40	< 30	< 30	< 30	< 30
Maya-küf	A	$1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^5$	< 30	< 30	—
	B	$1.2 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^3$	< 30	—
	C	$1.8 \times 10^5$	$1.7 \times 10^4$	$1.3 \times 10^2$	< 30	—
Pseudomonas	A	—	—	—	—	—
	B	$3.3 \times 10^5$	$4 \times 10^2$	—	—	—
	C	$2.2 \times 10^4$	$2 \times 10^2$	—	—	—

Tablo 3. Kırmızıbiber örneklerinde ışınlama dozlarına bağlı mikrobiyolojik değişiklikler (adet / gr.).

	Örnek	Işınlama dozu (kGy)				
		0	1	3	5	10
Aerob genel canlı	A	$7.3 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	$7 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	< 10
	B	$1.2 \times 10^7$	$1 \times 10^7$	$2.5 \times 10^4$	$3 \times 10^2$	< 10
	C	$3 \times 10^7$	$2.6 \times 10^7$	$2.6 \times 10^6$	$8 \times 10^3$	< 10
Aerob spor oluşturanlar	A	$1 \times 10^6$	$5 \times 10^5$	$8 \times 10^3$	$2 \times 10^2$	< 10
	B	$7 \times 10^6$	$13 \times 10^5$	$5 \times 10^3$	$4 \times 10^2$	< 10
	C	$1.3 \times 10^7$	$8.6 \times 10^6$	$1.4 \times 10^6$	$3 \times 10^4$	< 10
Enterobacteriaceae	A	—	—	—	—	—
	B	$8 \times 10^4$	$2 \times 10^2$	< 10	< 10	—
	C	$2 \times 10^5$	$4 \times 10^2$	< 10	< 10	—
Micrococcus / staphylococcus	A	$5 \times 10^3$	$2 \times 10^2$	—	—	—
	B	$4.2 \times 10^4$	$2 \times 10^2$	—	—	—
	C	$2 \times 10^5$	$4 \times 10^3$	—	—	—
Enterococcus	A	$1.3 \times 10^2$	30	—	—	—
	B	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—
Lactobacillus	A	$2.2 \times 10^5$	$4 \times 10^2$	—	—	—
	B	$1 \times 10^3$	$2.3 \times 10^2$	—	—	—
	C	$3.2 \times 10^5$	$4 \times 10^2$	—	—	—
Sülfite indirgeyen clostridia	A	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
	B	40	40	< 30	< 30	< 30
	C	150	110	< 30	< 30	< 30
Maya-küf	A	$3 \times 10^6$	$2 \times 10^5$	$1.3 \times 10^4$	$2 \times 10^2$	—
	B	$1 \times 10^6$	$4 \times 10^4$	< 30	< 30	—
	C	$1.8 \times 10^5$	$2 \times 10^3$	< 30	< 30	—
Pseudomonas	A	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—

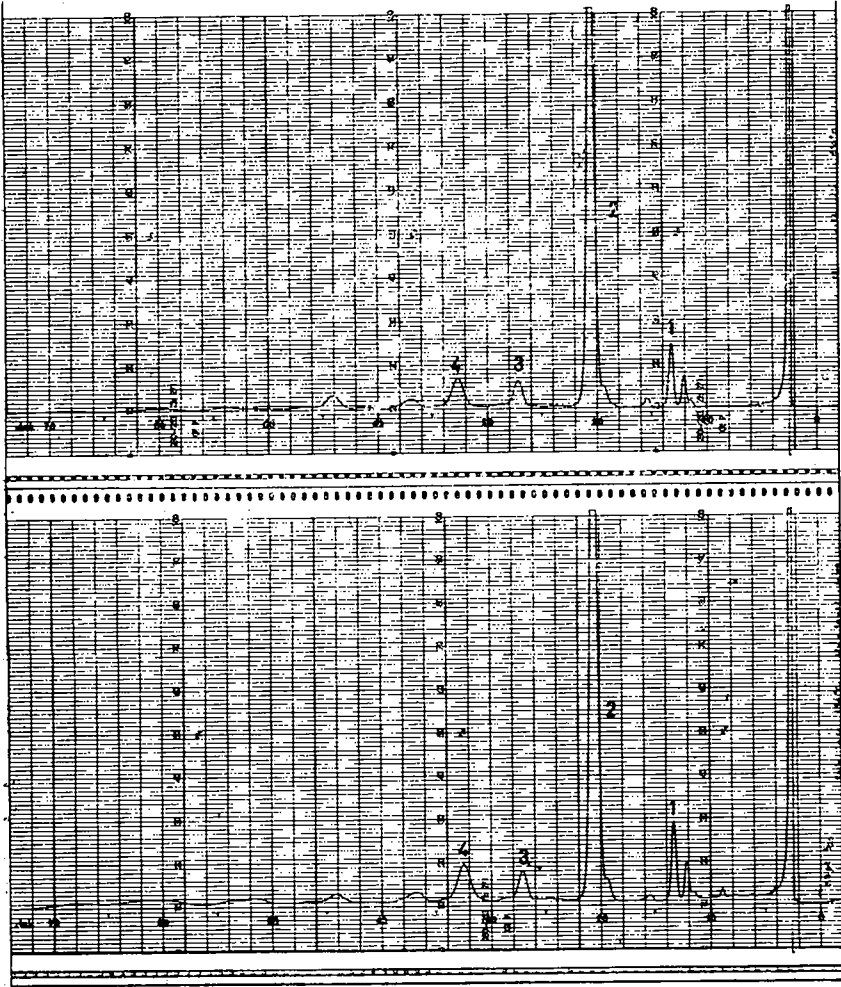


Şekil 1. Işınlanmış (10 kGy) ve ışınlanmamış karabiber örneklerinin uçucu yağlarına ait kromatogram.



Üstte: ışınlanmamış örnek, altta: ışınlanmış (10 kGy) örnek,  
1:α-pinen, 2:kampen, 3:limonen, 4:p-simen, 5:karyofillen, 6:izoborneol, 7:borneol.

Şekil 2. Işınlanmış (10 kGy) ve ışınlanmamış kırmızıbiber örneklerinin uçucu yağlarına ait kromatogram.



Üste: ışınlanmamış örnek, altta: ışınlanmış (10 kGy) örnek,  
1: tiyon, 2: ayırt edilemedi, 3: izoborneol, 4: borneol.

### Tartışma ve Sonuç

Gıda endüstrisinde önemli sağlık sorunlarına ve ekonomik kayıplara neden olan baharatların sterilizasyonu için güvenilir ve pratik yöntemlerin geliştirilememiş olması, araştırmacıları bu konuda iyonize ışınların etkilerini incelemeye yöneltmiştir. Tjaberg (18), 5 kGy'dozda gamma ışınlarının baharatlardaki mikroorganizma sayısını önemli ölçüde azalttığını, 15 kGy dozun tam bir sterilizasyon sağladığını, İnal ve ark. (11), 8 kGy dozda, incelenen örneklerin  $7/10^6$ 'nin, 10 kGy dozda tamamının steril durumda olduğunu, Sharma ve ark. (17), 7.5-10 kGy, Zehnder ve ark. (23), 5-10 kGy dozların baharatlarda tam bir sterilizasyon sağladığını, Weber (20) ve Eiss (4), 10 kGy dozda mikroorganizma sayısının  $10^4$  / g adedin altına indiğini saptamışlar ve uygulanan dozların baharatların uçucu yağ ve duyuşsal niteliklerinde önemli değişiklikler meydana getirmediğini belirtmişlerdir. Baharatların sterilizasyonu için araştırmacılar tarafından gerekli görülen ışınlama dozlarının farklı oluşu, incelenen örneklerin içerdikleri mikroorganizma sayılarının az veya çokluğu ile ilgilidir. Çünkü sterilizasyon için gerekli ışınlama dozu, başlangıçtaki mikroorganizma sayısına bağlı olarak değişmektedir. Bu konuda bugüne kadar yapılan çalışmalar dikkate alındığında iyonize ışınların baharatlardaki kontaminasyonu azaltıcı etkisinin başlangıçtaki mikroorganizma sayısına ve türüne bağlı olarak değişmekle birlikte 10 kGy dozda yeterli bir dekontaminasyon sağlandığı görülmektedir. Bu bakımdan tarafımızdan yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular daha önce yapılan araştırma sonuçlarına uymaktadır.

Federal Alman Gıda Bilim ve Yasaları Birliği'nin tanımlamalarına göre baharatlar,  $10^4$  / g'dan daha az sayıda mikroorganizma içerecek şekilde işlem gördüklerinde mikroorganizma sayısı yeterli şekilde azaltılmış kabul edilmektedir (20). Bu durum dikkate alındığında iyonize ışınların 5-7.5 kGy dozlarda dahi yeterli etkiye sahip oldukları görülmektedir.

Baharat sterilizasyonunun halk sağlığı açısından önemi ve bu konuda iyonize radyasyon kullanımının teknolojik bir zorunluluk oluşu nedeniyle gıdaların radyasyonla muhafazasına yasal olarak izin verilmeyen ülkelerde dahi, örneğin Federal Almanya'da, baharatların radyasyonla sterilizasyonu için özel izinler verilmesi planlanmaktadır (3).

Baharatların ülkemizde yaygın olarak kullanıldığı, bazı yarı işlenmiş gıda ve yemeklerde çığ olarak tüketildiği, üretim ve pazarlama sırasında gerekli hijyenik önlemlere yeterli şekilde uyulmadığı dikkate alındığında konu ülkemiz için de önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Ankara piyasasında satılan karabiber ve kırmızıbiberlerin mikrobiyel kontaminasyon durumlarını belirlemek ve bu baharatların sterilizasyonlarında kullanılabilecek optimum gamma ışın dozunu saptamak amacı ile ele alınan bu çalışmada, incelenen baharat örneklerinin, mikroorganizma türlerine göre değişmek üzere başlangıçta  $10^2$ – $10^8$  / g adet mikroorganizma içerdiği, örneklerde tüm mikroorganizmaların sayısının 5 kGy dozda  $10^4$  / g'ın altına düştüğü, 10 kGy dozda aerob genel canlı, aerob spor oluşturanlar ve sülfid indirgeyen Clostridia'nın 10 /g adetten daha az olduğu, bunlar dışında kalan diğer mikroorganizmalar bakımından tam bir sterilizasyon sağlandığı, uygulanan dozların örneklerin uçucu yağlarında ve duyuusal niteliklerinde değişiklikler meydana getirmediği görülmüştür.

#### Literatür

1. Association of Official Analytical Chemists (1980). *Official Methods of Analysis of A.O.A.C.*, 13 th Ed. A.O.A.C. Washington.
2. Christensen, C.M., Fanse, H.A., Nelson, G.H., Bates, F., Mirocha, C.J. (1967). *Microflora of black and red pepper*. Appl. Microbiol., 15: 622–626.
3. Codura, E. (1984). *Gesetze und Verordnungen. Z. Lebens. Unters. Forsch.*, 178 (3): Gl.
4. Eiss, I.M. (1984). *Irradiation of spices and herbs*. Food Technol. in Australia, 36(8): 362–366, 370.
5. Eschmann, K.H. (1965). *Gewürze-eine Quelle bakteriologischer Infektionen*. Alimnenta, 4: 83–87.
6. Gerhard, U. (1982). *Aethylenoxydanwendung in der Lebensmittelindustrie*. Fleischwirtsch., 62: 1129–1130.
7. Gottschalk, H.M. (1977). *Review on Spices-Present Status of Decontamination Techniques such as Gamma Irradiation*. Food Irradiation Inf., No. 7, IAEA, Vienna.
8. Hadlok, R. (1969). *Schimmel- und Pilzkontamination von Fleischerzeugnissen durch naturbelassene Gewürze*. Fleischwirtsch., 49: 1601–1603.
9. Hartgen, H., Kahlau, D.İ. (1985). *Bedeutung der Koloniezahl bei Haushaltsgewürzen*. Fleischwirtsch., 65 (1): 99–102.

10. Henner, S., Hartgen, H., Kleih, W., Schneiderhan, M. (1983). *Mikrobiologischer Status von Gewürzen für Fleischerzeugnisse*. Fleischwirtsch., 63(6): 1051-1053.
11. İnal, T., Keskin, S., Tezcan, İ., Tolgay, Z. (1975). *Gewürzsterilisation durch Anwendung von Gamma-Strahlen*. Fleischwirtsch., 55: 675-677.
12. International Atomic Energy Agency (1977). *Manual of Food Irradiation Dosimetry*. Technical Reports Series. No. 7, IAEA, Vienna.
13. International Atomic Energy Agency (1985). *Food Irradiation Newsletter*. 9 (2): 29-39.
14. Julseth, R.M., Deibel, R.H. (1974). *Microbial profile of selected spices and herbs at import*. J. Milk Food Technol., 37: 414-419.
15. Powers, E.M., Lawyer, R., Masauka, Y. (1975). *Microbiology of processed spices*. J. Milk Food Technol., 38: 683-687.
16. Schwab, H.A., Harpestad, A.D., Swartzentruber, A., Lacier, J.M., Wentz, B.A., Duran, A.P., Barnard, R.J., Read, JR., R.B. (1982). *Microbiological quality of some spices and herbs in retail markets*. Appl. Environ. Microbiol., 44 (3): 627-630.
17. Sharma, A., Ghanekar, A.S., P-Desai, S.R., Nadkarni, G.B. (1984). *Microbiological status and antifungal properties of irradiated spices*. J. Agric. Food Chem., 32: 1061-1063.
18. Tjaberg, T.B. (1972). *The effect of ionizing radiation on the microbiological content and volatile constituents of spices*. J. Appl. Bact. 35: 473-478.
19. Uchman, W., Fiszer, W., Mroz, I., Pawlik, A. (1983). *The influence of radapertization upon some sensory properties of black pepper*. Nahrung, 5: 461-468.
20. Weber, H. (1983). *Gewürzentkeimung*. Fleischwirtsch., 63 (6): 1065-1071.
21. World Health Organization (1981). *Wholesomeness of Irradiated Food*. FAO / IAEA / WHO, Technical Report Series, 659, Vienna.
22. Zehnder, J.H. (1979). *Zur Keimverminderung bei Gewürzen mit Hilfe ionisierender Strahlen*. Alimenta, 18: 43-48.
23. Zehnder, J.H., Ettel, W. (1981). *Zur Keimverminderung in Gewürzen mit Hilfe ionisierender Strahlen*. Alimenta, 20:95-100.