

Fermente Sucukların Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Gamma Işınlamanın Etkisi

Effect of Gamma Irradiation on Physicochemical and Microbiological Quality of Fermented Sausages

Gülce Bedis KAYNARCA^{1*}, Tuncay GÜMÜŞ²

Özet


Isıl işlem görmüş sucuk teknolojik açıdan daha verimli bir ürün olmasına karşın tüketici tarafından pek de tercih edilmemektedir. Ülkemizde, tüketici tarafından tercih edilen fermente sucuk ise ne yazık ki mikrobiyal kalite bakımından zayıf bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Fermente sucuğun lezzetini olumsuz etkilemeden mikrobiyal açıdan daha güvenli hale getirilmesi önemli bir konudur. Bu amaçla araştırmamızda gama ışınlama kullanarak daha hızlı ve daha kaliteli ürünler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, tesadüfi örnekleme yöntemine göre seçilmiş 10 farklı markaya ait fermente sucuk örneklerinin mikrobiyal ve kimyasal özellikleri üzerine gamma ışınlamanın (0, 2, 4 ve 6 kGy) etkisi araştırılmıştır. Fermente sucuk örnekleri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, laktik asit bakterisi (LAB), sporlu bakteri sayısı, maya-küf sayısı, pH değeri, % protein içeriği, Hunter Lab renk değerleri ve yağ asitleri bileşimi bakımından incelenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre; *E. coli* ve *S. aureus* tespit edilen örneklerde 4 kGy'lik ışınlama işlemi patojen mikroorganizmaların tamamını inhibe etmeye yetmiştir. 6 kGy'lik ışınlama işlemi laktik asit bakterileri üzerinde %93, maya-küf tespit edilen örneklerde ise yaklaşık %90'lık azalma sağlamıştır. 4 kGy'lik bir ışınlama ile maksimum seviyede *E. coli* inhibisyonu sağlanmıştır. Işınlama işleminin mikroorganizmalar üzerine genel etkisi incelendiğinde patojen bakterilerin inhibisyonu laktik asit bakterileri ve maya-küflere göre daha düşük dozlarda gerçekleşmiştir. Işınlama işleminin örneklerin kimyasal özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde ise sucuk tekstüründe önemli bir değişme gözlenmezken, 6 kGy'lik ışınlamanın örneklerin yağ asitleri kompozisyonunda istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) değişimlere neden olduğu görülmüştür. Bu değişim ise, C14:1 trans, C16:1 trans, C17:1 trans ve C18:1 trans yağ oluşumu sonucunda trans yağ miktarındaki artışı ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Fermente sucuk, Gamma ışınlama, Mikrobiyolojik özellikler, Yağ asitleri kompozisyonu, Kimyasal özellikler.

Abstract

Heat treated sausages are not in demand by consumer although production of there are technologically more efficient. In our country, fermented sausage preferred by consumers is unfortunately a weak product in terms of microbial quality. It is an important issue to make fermented sausage safe from microbial aspect without adversely affecting its flavor. In our study, we aimed on obtaining faster and better quality products by using gamma irradiation. In this context, the effect of gamma irradiation (0, 2, 4 and 6 kGy) on the microbial and chemical

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Gülce Bedis KAYNARCA, Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırklareli, Türkiye. E-mail: b.gulcebedis@klu.edu.tr  ORCID: 0000-0001-7896-457X

² Tuncay GÜMÜŞ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye E-mail: tgumus@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0001-7635-5519.

Atıf/Citation: Kaynarca, G. B., Gümüş, T. Fermente Sucukların Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Gamma Işınlamanın Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 304-317.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2020

properties of fermented sausage samples belonging to 10 different brands selected according to random sampling method was investigated. Fermented sausage samples were analyzed in terms of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, lactic acid bacteria (LAB), spore bacteria and yeast-mold count, pH value, % protein content, Hunter Lab color values and fatty acids composition. According to results of microbiological analysis; irradiation of 4 kGy were inhibited all pathogenic microorganisms (*E.coli* and *S.aureus*). Irradiation of 6 kGy provided to reduction of lactic acid bacteria and yeast-mold count .respectively 93% and 90% in samples. A maximum level in *E. coli* of inhibition was achieved by irradiation of 4 kGy. When effect of irradiation on microorganisms was examined, the inhibition of pathogenic bacteria was been lower dose than lactic acid bacteria and yeast molds. When the effect of irradiation on the chemical properties of samples was examined, irradiation of 6 kGy was found to cause statistically significant ($p<0.05$) changes in the fatty acid composition of samples but, no significant change was observed in the other properties of fermented sausage samples. This change can be explained by the increase in trans fatty acid as a result of formation of C14: 1 trans, C16: 1 trans, C17: 1 trans and C18: 1 trans fatty acid.

Keywords: Fermented sausage, Gamma irradiation, Microbiological properties, Fatty acid composition, Chemical properties.

1.Giriş

Günümüzde, gıda talebinin artması ve teknolojinin gelişmesiyle üreticiler raf ömrü uzun, albenisi yüksek gıdalar üretmek ve piyasa ile rekabet edebilmek için her geçen gün daha fazla kimyasal katkı maddesi kullanımına ihtiyaç duymaktadır. Kullanılan katkı maddeleri ile birlikte gerek yaşam tarzı ve ekonomik durum gerekse beslenme şekline kaynaklanan hastalıklar çağımızda gittikçe artmaktadır. Bu doğrultuda gıda üretiminde kayıpları azaltacak, raf ömrünü artıracak ve güvenilirliği sağlayacak yeni yöntemlerin kullanımı ile ilgili çalışmalarda gittikçe önem kazanmaktadır. Bu yeni yöntemlerden bir tanesi de gıdaların ışınlanmasıdır. Gıda katkı maddelerinin azaltılması, gıdanın raf ömrünün artırılması, patojen bakterilerin öldürülmesi vb. sebeplerden ötürü gıdalar ışınlanabilmektedir. Konuyla ilgili olarak doğal katkı maddelerinin kullanımının araştırılmasının yanında, ışınlama işleminin beklentilere cevap vermesi, bu yöntemin popülaritesini arttırmıştır (Korel ve Orman, 2005).

Işınlama tekniği et ve et ürünlerinde patojenleri elimine eden en etkili yöntemlerden biridir. Patojenik (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*) ve bozulma etkeni bakterilerin gelişimini kontrol etmek için 10 kGy den düşük ışınlama dozları yeterli olmaktadır (Fu ve ark., 1995). Yapılan araştırmalarda, 5 kGy ve altındaki dozlarda et ürünlerinin mikrobiyolojik özellikleri üzerine gamma ışınlamanın olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Byun ve ark., 2000; Chouliara ve ark., 2006; Fadhel ve ark., 2016; Fregonesi ve ark., 2014; Gümüş ve ark., 2008; Kundu ve ark., 2014; Xavier Mde ve ark., 2014). Işınlama işlemi, et ürünlerinde başarılı bir patojen inaktivasyonu sağlamasına karşın kaliteyi değiştirmeme konusunda bir garanti verememektedir. Işınlama işleminin farklı gıdalarda belirli dozların üzerinde istenmeyen tat, koku, renk ve yapı değişimlerine neden olabileceği bildirilmiştir (Kim ve ark., 2002).

Kırmızı etten daha fazla yararlanmak için üretilen çeşitli et ürünleri içerisinde fermente sucuk, tüketiciler tarafından lezzet ve kalite açısından çok fazla tercih edilen bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Fermente sucuk üretiminin uzun ve ekonomik olmayışı ısı işlem görmüş sucuk üretimini arttırsa da fermente sucuk, lezzet ve görünüş bakımından tüketiciler tarafından talep görmektedir (Çon ve ark., 2002; Kaban, 2013). Fermente et ürünleri üzerine yapılmış çalışmaların genelinde piyasadan temin edilen fermente sucukların patojenlerle kontamine olabileceği sonucuna varılmıştır (Büyükcinal ve ark., 2016; Çon ve ark., 2002; Erdoğan ve Ergün, 2005; Karakuş, 2011; Kaval ve ark., 2010; Kök ve ark., 2007; Öksüztepe ve ark., 2011; Pehlivanoglu ve ark., 2015; Sancak ve ark., 1996). Toplumda sucuk tüketme alışkanlıklarına bakıldığında, sucuk ısı işlemi tabii tutulmadan veya kısa süreli ısı işlemi tabii tutularak tüketilmektedir. Özellikle sucuklarda patojen bakteri bulunma riskini düşünüldüğünde bu durum tüketici açısından büyük risk oluşturmaktadır.

Bu çalışmamızda fermente sucuklarda gıda güvenliğini sağlamak amacıyla gelişebilen patojen bakteriler ve sporlu bakterilerin inhibisyonun yanında starter kültürlerin ışınlamaya dayanıklı olup olmadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda ışınlamanın fermente sucuktaki kimyasal özellikleri üzerine etkileri, özellikle yağ asidi bileşenleri; toplam doymamış yağ asidi ve toplam tekli doymamış yağ asidi miktarı, *trans* yağ oluşumu ve doymuş yağ asitlerindeki değişim tespit edilmiştir.

2.Materyal ve Metot

2.1.Materyal

Fermente sucuk örnekleri, tesadüfi örnekleme yöntemine göre Türkiye piyasasındaki marketlerden seçilmiş ve toplam 10 farklı ulusal markanın satışa hazır olarak ürettiği kantal sucuklardan seçilmiştir.

2.2.Metot

Sucukların her biri yaklaşık 250 gr olacak şekilde 4 eşit parçaya tartımı yapılarak ayrılmıştır. Ayrılan parçalardan her örneğin ilk grubu kontrol olarak seçilmiş, kalan parçalar 2, 4 ve 6 kGy ışınlama için gruplandırılmıştır. Gruplandırılan sucuklara ışınlama işlemi, Çerkezköy-Tekirdağ'da bulunan GAMMA-PAK Sterilizasyon Tic. A.Ş. tesisinde uygulanmıştır. Işınlama işlemi, Co⁶⁰ (1.25 MeV) gamma ışını (mds, Nordion, Kanada) kullanılarak yapılmıştır. Fermente sucuk örnekleri 0 kGy (kontrol), 2 kGy, 4 kGy ve 6 kGy'lik ışınlama

dozlarına sırasıyla 74, 150 ve 230 dk süreyle tabi tutulmuştur. Absorbans dozları Horwell Amber Perspex dosimeter ile kontrol edilmiştir. Işınlanmış örneklere hemen mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Kimyasal analizler için ise ışınlanan örnekler, derin dondurucuda -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Işınlanmış sucuk örneklerinden aseptik koşullara uygun bir şekilde 5g örnek tartılarak, steril poşetlere konulmuştur ve üzerine 45 ml steril fizyolojik tuzlu su (FTS, % 0,85 NaCl) ilave edilerek, stomacherde (Bag Mixer Interscience) 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Bunu takiben hazırlanan homojenattan (10^{-1}) direk mikrobiyolojik ekimler yapılmıştır. Steril koşullar laminar akışlı kabinde, UV-lamba ile sağlanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları log kob g^{-1} olarak verilmiştir (Dalmiş, 2007).

Laktik asit bakterisi, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve maya-küf sayımı için sırasıyla Man Rogosa Sharpe (MRS broth, Merck), Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX Merck) agar, Baird Parker Agar (BPA, Scharlau) ve Potato Dekstroz Agar (PDA, Merck) agar kullanılmıştır. Yayma plak yöntemi kullanılarak ekim yapılmış ve tipik koloniler sayılmıştır (Hughes ve ark., 2002; Kurt, 2012; Mehmet ve Gümüşsoy, 2005).

Stomacher ile homojen hale getirilmiş numunelerde sporlu bakteri aramak için dilüsyonlar su banyosunda 90 °C'de 10 dakika bekletilmiştir. Daha sonra normal bir besin ortamı olan Plate Count Agar (PCA, Difco) 'a ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra paralellerden biri areop şartlarda diğeri ise Anaerobik jar içerisinde Anaerob Cult (Merck) kullanılarak 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır. Gelişen kolonileri doğrulamak için tipik kolonilere spor boyaması yapılmıştır.

Spor boyama işlemi için preparat hazırlanmış, kurutulmuş ve tespit edilmiştir. Malaşit yeşili (% 5) solüsyonu ile 5 dk boyanmıştır. Daha sonra saf su ile yıkanıp, safraninle 30 saniye muamele edilmiştir. Tekrar saf su ile yıkandıktan sonra kurutulmuş ve immersiyon objektifi ile muayene edilmiş yeşil renkli olanlar spor kırmızı renkte olanlar basil olarak kabul edilmiştir (Sert, 2002).

2.4. Kimyasal Analizler

Sucuk örneklerinden alınan 10 gram örnek 100 ml saf su ile karıştırılmış ve ultra-turrax'da 1 dakika süreyle homojenize edildikten sonra, birleşik elektrotlu pH-metre (HANNA instruments pH 211 marka dijital pH metre) ile ölçüm yapılmıştır (Yalınkılıç, 2009).

Örneklerin kesit yüzeyi renk ölçümü Hunter Lab (Model D-25 LT) ile yapılmıştır. Petri kapları içerisine yayılan örnekler cihaz haznesine yerleştirilip 6 kez ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Hunter'in (a) değeri kırmızılık ve yeşilliği, (b) değeri ise sarılık ve maviliği ölçer. (L) ışık değeri ve aydınlık derecesini (Lightness) ölçer ve 100 tam beyaz, 0 siyah arasında değişir. Renksel ölçümler (a ve b) renk tayinlerini verir (Altan, 2014).

Protein analizleri Kjeldahl protein tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. (Gündüz, 2010).

Sucuk örneklerinden yeterli miktarlarda yağ çıkarıldıktan sonra elde edilen yağ örnekleri AOCS (1993)'nin Ce 2-66'nolu metoduna göre BF3-metanol ile metil esterlerine dönüştürülmüştür. Yağ asidi metil esterleri, % 100 sianopropil polisiloksan ile kaplanmış, silika kapiler kolon (CP Sil 88, 50 m x 250 μ m i.d., 0.20 μ m film; Chrompack, Middelburg, Hollanda) özelliğine sahip gaz kromatografisine (Perkin-Elmer 8320B) 0.5 μ L enjekte edilerek yağ asidi bileşimini gösteren kromatogramlar belirlenmiştir. Elde edilen pikler bileşenlerin veya yağ asitlerinin alıkonma zamanlarına göre tanımlanmış ve hesaplanmıştır.

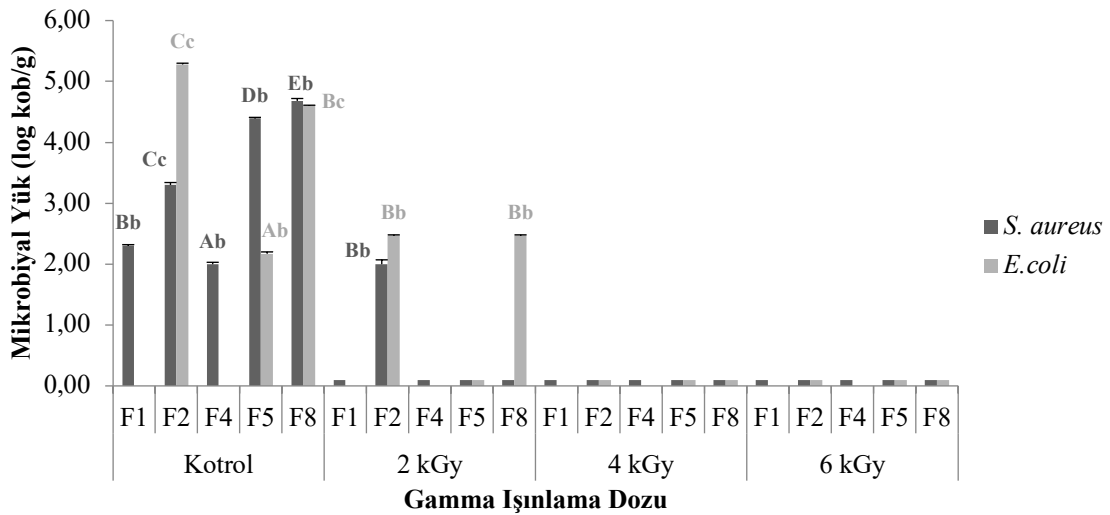
2.5. İstatistiksel Analiz

Araştırmalardan elde edilen veriler SPSS Statistics 18.0 paket programı kullanılarak Oneway Anova varyans analizine ve Paired-T testine tabi tutulup farklılıkların istatistiksel önemlilik sınırları belirlenmiştir. İstatistiksel analizde güven aralığı $p < 0.05$ olarak seçilmiştir. Oneway Anova analizine göre istatistiksel olarak önemli bulunan varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçları çizelgeler halinde özetlenmiş ve önemli bulunan değişiklikler farklı harflerle gruplandırılmıştır.

3.Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Fermente sucuk örneklerinde tespit edilen *E.coli* ve *S.aureus* bakterileri üzerine gamma ışınlanmanın etkisi Şekil 1’de gösterilmiştir. Örneklerin kontrol gruplarında, *E. coli*, 10 örneğin 3’ünde en fazla F2 örneğinde 5.28 log kob g⁻¹, en az ise K örneğinde 2.17 log kob g⁻¹ olarak bulunmuştur. *E.coli* tespit edilen örneklerde 2 kGy’lik ışınlama ile yaklaşık %99 azalma olurken, F2 örneğinde 2kGy’lik ışınlama ile yaklaşık %53 azalma tespit edilmiştir. B örneğinde ise 2 kGy’lik ışınlama *E.coli* sayısında üzerine yaklaşık %46 azalma sağlarken, 4kGy’lik ışınlama ile *E.coli*’nin %99’u örneklerin tümünde inhibe edilmiştir.

Kök ve ark. (2007) toplam 100 fermente sucuk örneğinin 16 tanesinde, Öksüztepe ve ark. (2011) mevcut örneklerini %15’inde, Erdoğan ve Ergün (2005)’de örneklerinin %15’inde, Kaval ve ark. (2010) araştırılan sucuk örneklerinin tümünde *E.coli* belirlemişlerdir. Karakuş (2011) ise çalışmamızdaki gibi 10 örneğin 3’ünde *E. coli* tespit ettiğini bildirmiştir. Satışa sunulan fermente sucuklarda tespit edilen *E.coli*’nin düşük dozlarla ışınlama ile inhibe edilmesi gıda güvenliği bakımından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. Fermente sucuk örneklerinde tespit edilen patojen bakteriler üzerine gamma ışınlanmanın etkisi.

*A-D: Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

*a-c: Işınlama dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Figure 1. Effect of gamma irradiation on pathogenic bacteria detected in fermented sausage samples.

*A-D: The difference between the samples is statistically significant ($p < 0.05$).

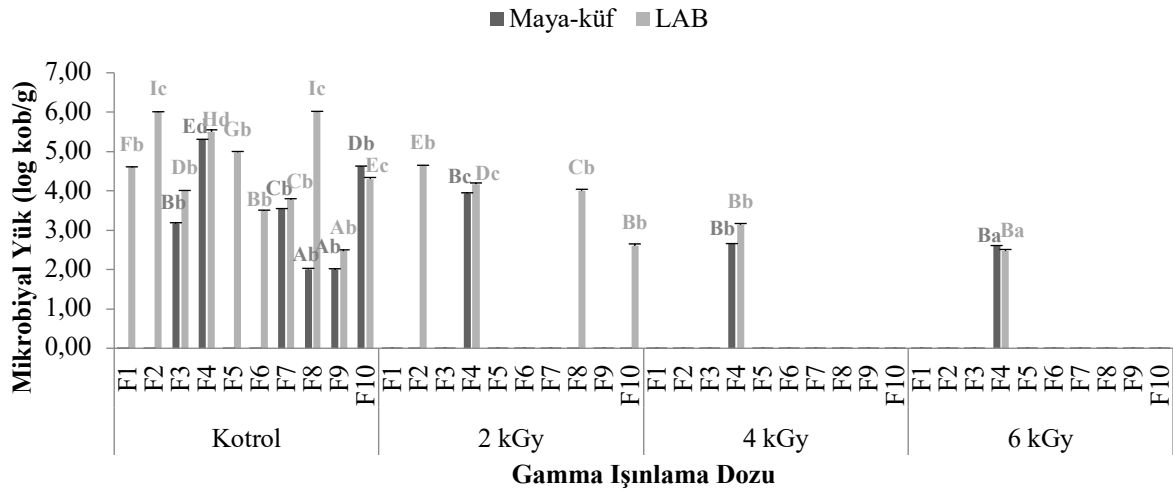
*a-c: The difference between irradiation doses is statistically significant ($p < 0.05$).

S. aureus’ a 10 örneğin 5’inde rastlanmış ve *S. aureus* saptanan fermente sucuklar da en fazla F8 örneğinde $4.68 \pm 0,04$ log kob g⁻¹, en az ise F4 örneğinde $2.00 \pm 0,03$ log kob g⁻¹ bakteri saptanmıştır. Fermente sucukların *S. aureus* sayısı 2.00-4.68 log kob g⁻¹ aralığında değişmektedir. Bu çalışmada tespit edilen ortalama *S. aureus* sayısı 3.33 ± 0.03 log kob g⁻¹’dir. 2 kGy’lik ışınlama F2 örneğinde *S. aureus* sayısı üzerinde yaklaşık %40 etkili olurken, 4 kGy’lik ışınlama %99’unu inhibe etmiştir. F1, F4, F5 ve F8 örneklerinde ise 2 kGy’lik bir ışınlama %99 etkili olmuştur. F1, F4, F5 ve F8 örneklerindeki *S.aureus* bakterisini yaklaşık 2 kGy’lik bir ışınlama dozu inhibe etmeye yetmiştir.

Çalışmamızda tespit edilen değer, Kök ve ark. (2007)’nin buldukları 3.95 ± 0.05 log kob g⁻¹ Çon ve ark. (2002) ’nin buldukları 4.57 log kob g⁻¹, Öksüztepe ve ark. (2011)’nin buldukları 3.99 log kob g⁻¹ ve Sancak ve ark. (1996)’nin buldukları 3.63 log kob g⁻¹ değerlerinden düşük, Karakuş (2011)’in bulduğu 3.07 log kob g⁻¹’dan yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

S. aureus özellikle pH değeri 4.2' nin üstünde olan fermente et ürünlerinde bulunabilme olasılığı yüksek olan bir bakteri türüdür. Bu nedenle, araştırma kapsamında sucuk örneklerinin *S. aureus* sayısı da belirlenmiştir. Ancak *S. aureus* ile gerçekleşen gıda zehirlenmeleri için minimum enfeksiyon dozunun 10^6 kob g^{-1} ' dan daha fazla olması gerektiği için (Çon ve ark., 2002), yaptığımız bu çalışma kapsamında incelenen fermente sucuk örneklerindeki *S. aureus* sayılarının zehirlenme etmeni olmayacağı açıktır. Ancak, yinede satışa sunulan fermente sucuk örneklerinde tespit edilen *S. aureus*' un düşük dozlarda ışınlama ile inhibe edilmesi gıda güvenliği bakımından oldukça önemlidir.

Fermente sucuğun olgunlaşmasında, hakim floranın oluşması ve sucuğa has kalite kriterlerinin meydana gelmesinde öncü olan laktik asit bakterilerinin markaların ışınlama grupları arasındaki farkı incelendiğinde kontrol ve 2 kGy ışınlanan örnekler arasında önemli bulunurken 4 kGy ve 6 kGy ışınlanan örnekler arasındaki fark F4 örneği hariç önemsiz bulunmuştur. Fermente sucuk örneklerinde Maya-küf ve Laktik asit bakterileri üzerine gamma ışınlamanın etkisi Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. Fermente sucuk örneklerinde tespit edilen Maya-küf ve Laktik asit bakterileri üzerine gamma ışınlamanın etkisi.

*A-I: Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

*a-d: Örneklerin ışınlama dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Figure 2. Effect of gamma irradiation on Mold-yeast and Lactic acid bacteria detected in fermented sausage samples.

*A-I: The difference between the samples is statistically significant ($p < 0.05$).

*a-d: The difference between irradiation doses is statistically significant ($p < 0.05$).

Ortalama LAB sayısı 4.51 ± 0.04 log kob g^{-1} ' dir. Fermente sucuklar üzerinde yapılmış çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışmadaki laktik asit bakteri sayısının Çoksever (2009) 5.72 log kob g^{-1} , Kaval ve ark. (2010) 5.74 log kob g^{-1} , Öksüztepe ve ark. (2011) 8.56 log kob g^{-1} , Erkmen ve Bozkurt (2004) 6.55 log kob g^{-1} , Karakuş (2011) 6.94 log kob g^{-1} değerlerinden düşük olduğu gözlemlenmiştir. Pehlivanoğlu ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada piyasadan temin ettikleri 30 fermente sucuk numunesinin 22' sinin tam fermente sucuk olmadığını ileri sürmüşlerdir. Laktik asit bakterilerinin 14 üründe 1 log kob g^{-1} ' ın altında olduğunu tespit etmişlerdir. Bulduğumuz değerlerin yapılan diğer çalışmalardan düşük olmasını, bazı ürünlerin tam fermente sucuk özelliğine sahip olmaması şeklinde açıklayabiliriz.

Örneklerin 90 °C' de 10 dakika ısıtılma tabi tutulduktan sonra; Anaerobik şartlarda sporlu bakteri aranması muhtemel *Clostridium* spp. varlığının belirlenmesi için, Aerobik şartlarda sporlu bakteri aranması ise muhtemel *Bacillus* spp. varlığının belirlenmesi için yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler sonucunda anaerob bakteri tespit edilemezken, aerob şartlarda ışınlanmamış F1, F2, F3 ve F8 örneklerinde bakteri tespit edilmiş ve bunların sporlu

olup olmadıklarını belirlemek için tipik kolonilere spor boyaması testi uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda sporlu bakteriye rastlanmamış, bu bakterilerin ısıya dayanıklı bakteriler olduğu kanısına varılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda maya küf tespit edilen örnekler arasında en fazla maya- küf sayısı F4 örneğinde $5.30 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. En az maya küf sayısı ise F8 ve F9 örneklerinde $2.00 \log \text{ kob } g^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Maya küf belirlenen fermente sucuklardaki ortalama maya küf sayısı ise $3.73 \pm 0.03 \log \text{ kob } g^{-1}$ 'dir. F1, F3, F5, F6, F7 ve F9 örneklerinde 2 kGy'lik ışınlama işleminin, maya-küf veya laktik asit bakterisi sayısını tespit edilebilir seviyesinin ($<10^1 \text{ kob } g^{-1}$) altına düşürdüğü için yaklaşık olarak %99 etkili olduğu görülmüştür. F4 örneğinde 2 kGy'lik ışınlama, maya küf sayısı üzerine yaklaşık % 26, 4 kGy'lik ışınlama %50 ve 6 kGy'lik ışınlama ise %51 etki etmiştir. Aynı zamanda F4 örneğindeki maya-küf ve laktik asit bakterilerinin gamma ışınlamaya dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Fermente sucukların olgunlaşmalarının ilk günlerinde çevre koşullarına bağlı olarak küf ve mayaların sayısında hızlı bir artış olmakta ve sayıları $10^6 \text{ kob } g^{-1}$ 'a kadar ulaşmaktadır. İlerleyen günlerde; pH, su aktivitesi ve redoks potansiyel değerinin düşmesiyle olgunlaşmanın sonuna doğru maya-küf sayısı azalmakta ve sucuğun dış kısımlarına doğru yoğunlaşmaktadır (Inal, 1973; Tekinşen ve ark., 1982). Gelişen bu küf ve mayaların bazı türleri sucuklarda renk, aroma ve koku özellikleri üzerine olumlu etkiye sahipken, diğer bazı türleri ise sucukların bozulmasına neden olmaktadır (Şenol ve Nazlı, 1996).

Sucuk örneklerinde yapılan çalışmalara göre bulduğumuz ortalama maya-küf sayısı $3.73 \pm 0.03 \log \text{ kob } g^{-1}$, Çon ve ark. (2002); Çoksever (2009); Demirci ve ark. (2004); Karakuş (2011) ve Sancak ve ark. (1996)'ın bulunduğu değerlerden düşüve ark.k; Erkmen ve Bozkurt (2004); Kaval ve ark. (2010) ve Pehlivanoglu ve ark. (2015)'nin bulunduğu değerlerin arasında Kök ve ark. (2007) ve Öksüztepe ve ark. (2011)'nin bulunduğu değerlerden yüksek çıkmıştır.

Chouliara ve ark. (2006) yunan tipi fermente sucuklar üzerine yaptıkları çalışmada enterokok ve patojenik stafilokokun $2 \log \text{ kob } g^{-1}$ 'dan az azaldığını ve mayalardan sonra laktik asit bakterilerinin ışınlamaya en dirençli türler olduklarını belirtmişlerdir. Buna paralel olarak çalışmamızda da *S. aureus* ve *E. coli* tüm ışınlama dozlarından etkilenmiştir. 2 kGy'lik ışınlama sonucunda *E. coli* tespit edilen 3 örneğinin 2'sinde hala mikroorganizma bulunurken *S. aureus* tespit edilen 5 örneğin sadece 1'inde bakteri tespit edilmiştir. 4 kGy'lik ışınlama sonucunda ise hiçbir örnekte *S. aureus* ve *E. coli*'ye rastlanmamıştır. Tüm bu sonuçların ışığında maya- küf ve laktik asit bakterileri ışınlamaya en dayanıklı türler olarak belirlenmiştir.

Fermente sucuk örneklerine yapılan protein ve pH analizleri sonucunda örneklerin 2,4 ve 6 kGy ışınlama işlemine tabi tutulan partilerinde istatistiksel olarak önemli bir değişme olmadığı tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama pH ve % protein miktarları Tablo 1' de verilmiştir. En yüksek protein içeriği %18 ile F9 örneğinde olurken F5 en düşük protein miktarına sahip örnek olmuştur. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri 2018/52' nolu Tebliğ kapsamında (toplam et proteini değeri kütlece en az % 16) F2, F5, F6 ve F7 örneklerinin protein içerikleri uygunsuz bulunmuştur. 10 örneğin ortalaması alındığında fermente sucukların % protein içeriği 16.01 ± 1.05 olarak belirlenmiştir. Bu değer; Kurt (2012), Demirci ve ark. (2004) ve Sancak ve ark. (1996)'ın buldukları % protein oranının altında, Karakuş (2011), Öksüztepe ve ark. (2011) ve Turhan ve ark. (2010)' ün bulunduğu değerlerin arasındadır.

Örneklerin pH değerleri 5.14 ile 5.57 arasında değişmektedir. F2, F9 ve F10 örneklerini pH değerleri Türk Gıda Kodeksi 2018/52 nolu Tebliğ'e (pH değeri en yüksek 5.4) göre yüksek bulunmuştur. F2 ve F10 örneklerinde yüksek oranda LAB tespit edilmesine karşın pH değerinin yüksek olması, sucukların ısı işlem kullanılarak daha kısa sürede doğal kurutma uygulanmadan üretilmiş olmaları ile açıklanabilir (Pehlivanoglu ve ark., 2015). Türk sucuğu ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen pH değerleri, incelendiğinde, Sancak ve ark. (1996), Çoksever (2009) ve Geçgel (2016)'un buldukları değerlerden düşük, Öksüztepe ve ark. (2011) 'in buldukları ortalama değerden büyük, Demirci ve ark. (2004), Erkmen ve Bozkurt (2004), Kaval ve ark. (2010), Pehlivanoglu ve ark. (2015) ve Poçan ve ark. (2015)'in buldukları değerler ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 1. Fermente Sucuk örneklerinin % Protein ve pH değerleri.
Table 1. % Protein and pH values of fermented sausage samples.

Örnek	% Protein	pH
F1	16.11±0.01 ^e	5.36±0.04 ^{de}
F2	15.80±0.02^c	5.50±0.05^f
F3	16.39±0.02 ^h	5.35±0.03 ^{de}
F4	16.73±0.03 ⁱ	5.25±0.03 ^b
F5	14.21±0.01^a	5.34±0.03 ^{cd}
F6	15.99±0.03^d	5.17±0.03 ^a
F7	14.43±0.01^b	5.30±0.02 ^{cd}
F8	16.28±0.02 ^g	5.29±0.02 ^{bc}
F9	18.00±0.03 ^j	5.47±0.02^f
F10	16.19±0.02 ^f	5.51±0.04^f

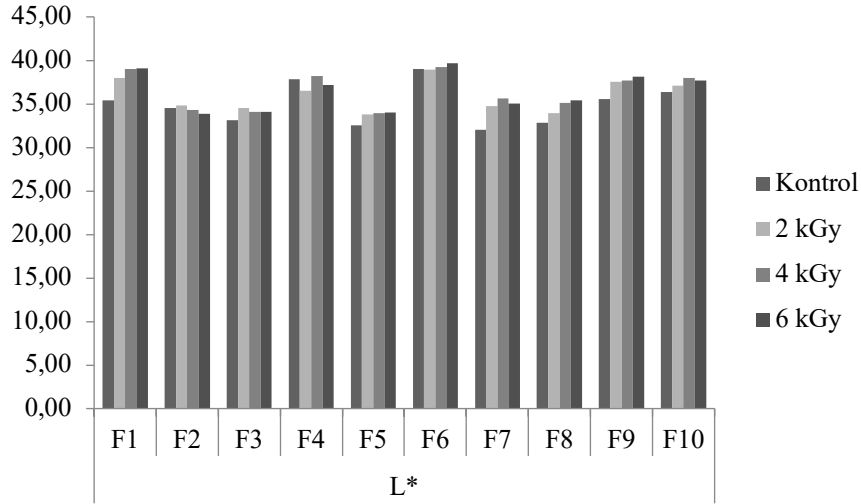
^{*a-j} Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

^{*a-j} The difference between the samples is statistically significant ($p<0.05$).

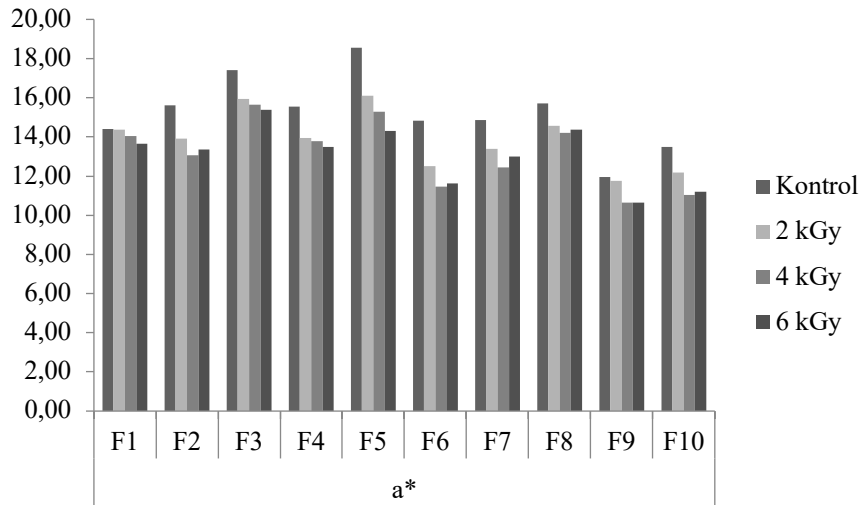
Fermente sucuklarda önemli parametrelerden olan Hunter Lab L* renk değerleri Şekil 4' te verilmiştir. Işınlama işleminin örneklerin L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek kırmızılık ve sarılık değerleri kontrol grubu örneklerde bulunmuştur. En düşük L* değeri ise ışınlama işlemi görmemiş örneklerde tespit edilmiştir. Yani ışınlama işlemi ile renk koyulaşmıştır. Kontrol grubu örneklerin L* değeri 32.57±0.05 (F7) ile 38.99±0.08 (F8) arasında değişmektedir. En yüksek parlaklık değeri ise 6 kGy ışınlamaya maruz bırakılmış F6 örneğinde 39.65±0.01 olarak bulunmuştur. Örneklerin %70'inde L* değerinde istatistiksel olarak en büyük değişim 4 kGy ışınlama sonucundan olmuştur. 4-6 kGy ışınlama arasında; örneklerin 2 tanesinde istatistiksel olarak bir değişim gözlemlenmemişken 5' inde parlaklık değerinde azalma, 3'ünde ise artış meydana geldiği görülmüştür ($p<0.05$). Örneklerin geneline bakıldığında ışınlama şiddeti arttıkça L* değeri de artış göstermiştir. İstatistiksel olarak L* değerindeki en az değişim 2 kGy ışınlanan örneklerde dir.

Kontrol grubu örneklerin b* değerleri 10.30±0.03-15.17±0.07 aralığında değişmektedir. 2 kGy ışınlanan örneklerin % 90'ında kontrol gruplarına göre b* değerinde istatistiksel olarak bir azalma görülmüştür. 4kGy ışınlanan örneklerin % 80'inde 2 kGy ışınlananlara göre istatistiksel olarak daha fazla azalma olduğu tespit edilmiş olup 6 kGy ışınlananlarda ise 4 kGy ışınlananlara göre 3 tanesinde azalma olduğu belirlenmiştir. Genel olarak ışınlamanın şiddeti arttıkça b* değerinde önemli bir azalma olmuştur ($p<0.05$). b* değerlerine göre Işınlama dozu arttıkça sucuk örneklerinin rengi sarıdan maviye doğru geçiş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).

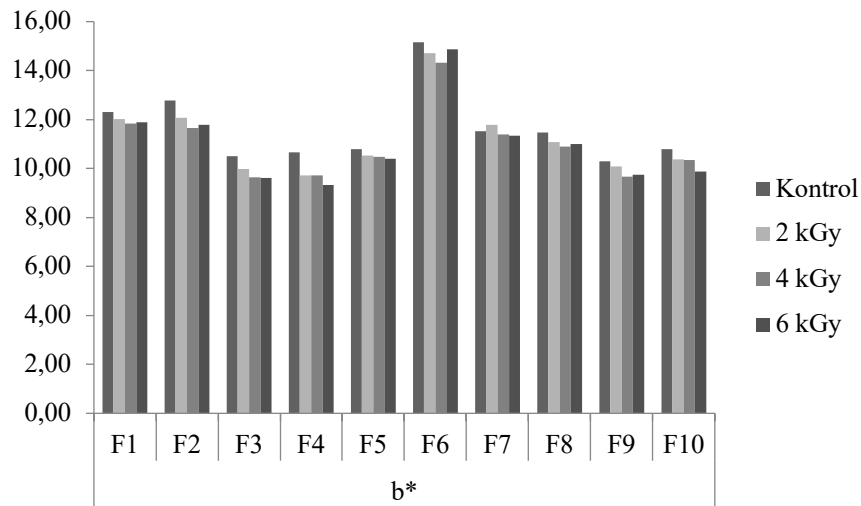
Tüm örnek gruplarına bakıldığında en düşük a* değeri 10.63±0.06 bulunurken en yüksek değer 18.56±0.09 olarak bulunmuştur. Örneklerin % 90'ında en yüksek a* değerleri kontrol grubunda bulunmuştur. İstatistiksel olarak en düşük kırmızılık değerleri ise 6 kGy ışınlanan örneklerin %70'inde tespit edilmiştir ($p<0.05$). 2 kGy ışınlama işlemi örneklerin a* değerlerinde istatistiksel olarak en az değişime sebebiyet veren doz olarak belirlenmiştir. Genel olarak ışınlama dozu arttıkça örneklerin kırmızılık değerlerinde azalma mavilik değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Fermente sucuklarda ışınlama işlemi ile L* değerindeki değişim.
 Figure 4. Change in L* value by irradiation in fermented sausages.



Şekil 5. Fermente sucuklarda ışınlama işlemi ile a* değerindeki değişim.
 Figure 5. Change in a* value by irradiation in fermented sausages.



Şekil 6. Fermente sucuklarda ışınlama işlemi ile b* değerindeki değişim.
 Figure 6. Change in b* value by irradiation in fermented sausages.

Örneklerin ışınlama işlemi sonucunda toplam renk farkı (ΔE) değişimlerine bakıldığında istatistiksel olarak en büyük değişim kontrol grupları ile 4 kGy ışınlanan gruplar arasında olmuştur. Genel olarak ΔE bakımından ışınlama işleminden en fazla F7 örneği etkilenmiştir. ΔE değerinde, en az değişim 6 kGy ışınlanan örneklerin 6'sı ve 2 kGy ışınlanan örneklerin 4'ünde olmuştur. Toplam renk farkındaki değişim örnekler bazında değerlendirildiğinde en az değişim F6 örneğinin 6 kGy ışınlanmış gurubunda bulunmuştur. Renk analiz sonuçlarımız Karakuş (2011) ve Chouliara ve ark. (2006)'un buldukları değerlerden yüksek; Poçan ve ark. (2015)'un buldukları değerler ile paralellik göstermektedir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde; 4 kGy'lik bir ışınlama ile patojen bakterilerin neredeyse tamamının inhibe olduğunun belirlenmesine karşın, bu dozda (4 kGy) maya-küf sayısının dirençli olduğunun tespit edilmesi, 6 kGy'lik bir ışınlama işleminin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda örneklerin maksimum dozda (6kGy) yağ asitleri bileşiminde meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla Tablo 2 ve 3'te verilen analizler yapılmıştır. Fermente sucukların 6 kGy ışınlama işlemi ile yağ asitleri bileşimindeki değişim aşağıdaki gibidir.

Işınlama işleminin sucuğun tekstürel özellikleri üzerine etkisi düşük olduğundan yağ asitleri kompozisyondaki değişimi görebilmek adına analiz kontrol grubu ile 6 kGy ışınlanmış örnek grupları arasında yapılmıştır. Yağ asitleri oranları; C16:0 %24.35-31.50; C16:1 %2.92-5.02; C18:0 %15.14-26.17; C18:1n9 %29.44-38.34; C18:2n6 %1.65-3.06 ve C18:1trans %1.36-3.20 değerleri arasında bulunmuştur (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2 ve 3'te de görüldüğü üzere fermente sucuk örneklerinin yağ asidi bileşiminin büyük bir kısmını C18:1 (%34.16), C16:0 (% 26.33) ve C18:0 (%20.77) yağ asitleri oluşturmaktadır. Işınlama işlemi ile toplam doymuş yağ asitlerinin oranı örneklerin tümünde artış göstermiştir. 6 kGy ışınlanma sonucunda ürünlerin C16:0 ve C18:0 içeriklerinde sırasıyla %12.54 ve %6.04 oranda artış meydana gelmiştir. Çalışmamızda kullanılan fermente sucukların yağ asitleri bileşiminin ortalama % 34.16'sını oluşturan C18:1n9, incelediğimiz tüm örneklerde ışınlama dozuna bağlı olarak kontrol grubuna göre önemli ($p<0.05$) ölçüde azalma göstermiştir.

Toplam doymamış yağ asidi oranı 6 kGy'lik ışınlanmanın etkisi ile tüm örneklerde önemli ($p<0.05$) derecede azalmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri üzerine 6 kGy'lik ışınlanmanın etkisini incelediğimizde örneklerin tümünde önemli ($p<0.05$) derecede azalma saptanmıştır.

Örneklerde trans yağ asidi olarak tespit edilen; C14:1 trans, C16:1 trans, C17:1 trans ve C18:1 trans yağ asitlerinin % oranı ortalama olarak sırasıyla 0.38 ± 0.04 ; 0.91 ± 0.03 ; 0.18 ± 0.01 ve 2.28 ± 0.03 olarak bulunmuştur. Gamma ışınlama işlemi sonucunda örneklerin tümünde toplam trans yağ asidi içeriği önemli ($p<0.05$) derecede artış göstermiştir. En fazla toplam trans yağ asidi artışı F7 örneğinde %16.41 olurken en az artış F8 örneğinde %3.55 bulunmuştur. Sonuç olarak ışınlama işleminden en fazla olumsuz etkilenen örnek, F2 örneği olmuştur.

Tablo 2. Fermente sucuklarda yağ asidi bileşimi üzerine ışınlama işleminin etkisi.

Table 2. Effect of irradiation on fatty acid composition in fermented sausages.

Yağ Asitleri (%)	Işınlama dozu (kGy)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<i>C10:0</i> <i>Kaprik asit</i>	Kontrol (0)	0.08	0.09	0.09	0.09	0.11	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
	6	0.09	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.09	0.08	0.09	0.09
<i>C12:0</i> <i>Laurik asit</i>	Kontrol (0)	0.05	0.08	0.09	0.11	0.70	0.07	0.06	0.08	0.05	0.05
	6	0.06	0.09	0.10	0.12	0.72	0.08	0.07	0.09	0.06	0.06
<i>C14:0</i> <i>Miristik asit</i>	Kontrol (0)	3.05	3.58	3.32	3.61	3.26	3.21	3.16	3.05	3.41	3.21
	6	3.17	4.51	3.63	3.88	3.68	3.42	3.31	3.15	3.47	3.28

<i>C14:1</i> <i>Miristoleik</i>	Kontrol (0)	0.53	0.78	0.68	0.72	0.65	0.68	0.61	0.62	0.69	0.69
	6	0.48	0.68	0.55	0.66	0.64	0.66	0.60	0.61	0.67	0.65
<i>C14:1 Trans</i>	Kontrol (0)	0.26	0.34	0.56	0.39	0.37	0.29	0.32	0.32	0.26	0.32
	6	0.27	0.74	0.72	0.41	0.44	0.30	0.33	0.34	0.32	0.37
<i>C16:0</i> <i>Palmitik asit</i>	Kontrol (0)	24.35	27.99	27.42	28.28	26.93	25.67	25.21	25.40	26.14	25.88
	6	25.70	31.50	27.69	29.12	28.41	26.82	26.37	25.89	26.19	26.42
<i>C16:1</i> <i>Palmitoleik</i>	Kontrol (0)	2.99	4.57	3.75	3.61	4.44	3.26	3.04	3.24	5.02	4.41
	6	2.92	4.23	3.73	3.59	4.07	3.14	3.01	3.21	4.68	4.31
<i>C16:1 Trans</i>	Kontrol (0)	0.87	0.89	0.86	1.10	0.85	0.88	0.85	0.88	0.76	0.84
	6	0.92	0.92	0.98	1.22	0.87	0.96	0.92	0.89	0.79	0.91
<i>C17:0</i> <i>Margarik</i>	Kontrol (0)	1.54	1.52	1.68	1.59	1.64	1.65	1.75	1.59	1.50	1.67
	6	1.63	1.72	1.79	1.68	1.65	1.69	1.83	1.60	1.76	1.78
<i>C17:1</i> <i>Heptadesenoik</i>	Kontrol (0)	0.45	0.63	0.57	0.48	0.59	0.46	0.61	0.45	0.65	0.66
	6	0.43	0.56	0.50	0.39	0.58	0.37	0.54	0.43	0.81	0.76
<i>C17:1 Trans</i>	Kontrol (0)	0.17	0.11	0.17	0.17	0.23	0.12	0.17	0.18	0.12	0.17
	6	0.18	0.17	0.20	0.19	0.24	0.17	0.20	0.20	0.19	0.22
<i>C18:0</i> <i>Stearik</i>	Kontrol (0)	23.70	16.86	21.45	22.22	18.00	25.43	23.65	23.57	15.14	17.63
	6	23.87	17.88	22.62	22.48	18.99	26.17	23.82	23.89	15.66	17.93

Tablo 3. Fermente sucuklarda yağ asidi bileşimi üzerine ışınlama işleminin etkisi (Devam).
Table 3. Effect of irradiation on fatty acid composition in fermented sausages (Continued).

Yağ Asitleri (%)	Işınlama dozu (kGy)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<i>C18:1n9</i> <i>Oleik</i>	Kontrol (0)	34.17	35.28	33.07	31.21	35.35	30.01	33.30	33.87	38.34	36.98
	6	33.67	32.21	32.31	30.18	33.48	29.44	33.05	33.49	37.83	35.91
<i>C18:2n6</i> <i>Linoleik</i>	Kontrol (0)	3.06	2.26	2.35	2.23	2.20	2.54	2.41	2.65	2.88	2.67
	6	2.44	1.71	2.06	1.99	1.65	2.48	2.05	2.55	2.35	2.18
<i>C18:1trans</i>	Kontrol (0)	2.92	2.01	1.88	2.00	1.36	3.01	2.25	2.28	2.19	2.21
	6	3.20	2.07	1.91	2.13	1.70	3.08	2.55	2.36	2.23	2.26

C20:0 <i>Araşidik</i>	Kontrol (0)	0.11	0.08	0.12	0.12	0.09	0.17	0.12	0.11	0.11	0.31
	6	0.13	0.15	0.13	0.13	0.12	0.19	0.18	0.17	0.15	0.35
C20:1 <i>Eikosenoik</i>	Kontrol (0)	0.33	0.19	0.23	0.34	0.28	0.22	0.44	0.14	0.71	0.82
	6	0.05	0.05	0.09	0.23	0.16	0.11	0.32	0.05	0.57	0.74
Toplam Yağ Asitleri	Kontrol (0)	98.63	97.26	98.29	98.27	97.05	97.75	98.03	98.50	98.05	98.60
	6	99.21	99.30	99.12	98.52	97.52	99.20	99.24	99.00	97.82	98.22
Tanımlanmayan Toplam Yağ Asitleri	Kontrol (0)	1.37	2.74	1.71	1.73	2.95	2.25	1.97	1.50	1.95	1.40
	6	0.79	0.70	0.88	1.48	2.48	0.80	0.76	1.00	2.18	1.78
Toplam Doymuş Yağ Asitleri	Kontrol (0)	52.88	50.20	54.17	56.02	50.73	56.28	54.03	53.87	46.43	48.83
	6	54.65	55.96	56.07	57.53	53.69	58.49	55.67	54.87	47.38	49.91
Toplam Doymamış Yağ Asitleri	Kontrol (0)	45.75	47.06	44.12	42.25	46.32	41.47	44.00	44.63	51.62	49.77
	6	44.96	43.34	43.05	40.99	43.83	40.71	43.57	44.13	50.44	48.31
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi	Kontrol (0)	42.69	44.80	41.77	40.02	44.12	38.93	41.59	41.98	48.74	47.10
	6	42.12	41.63	40.99	39.00	42.18	38.23	41.52	41.58	48.09	46.13
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	Kontrol (0)	3.06	2.26	2.35	2.23	2.20	2.54	2.41	2.65	2.88	2.67
	6	2.84	1.71	2.06	1.99	1.65	2.48	2.05	2.55	2.35	2.18
Toplam Trans Yağ Asitleri	Kontrol (0)	4.22	3.35	3.47	3.66	2.81	4.30	3.59	3.66	3.33	3.54
	6	4.57	3.90	3.81	3.95	3.25	4.51	4.00	3.79	3.53	3.76

Fermente sucukların 6 kGy dozda ışınlanması sonucu, yağ asidi bileşimlerindeki değişimler Chen ve ark. (2007), Yılmaz ve Geçgel (2007) ve Stefanova ve ark., (2011) yapmış oldukları çalışmalarla paralellik göstermiştir.

4.Sonuç ve Öneriler

Çalışmamız, Türkiye piyasasında üretilen ulusal markalara ait fermente sucukların insan sağlığı için tehlike oluşturabilecek *E. coli* ve *S. aureus* gibi patojenlerle kontamine olabileceğini göstermiştir. Bu durum üretim aşamasında kaliteli hammadde, tuzlama işlemleri, starter kültürlerin aktivitesi, personel hijyeni, alet ve ekipman temizliği gibi önlemlerle giderilebilir. Ürüne sonradan bulaşmayı önlemek ve ürünü ısıl işleme tabi tutmadan ambalajlı bir şekilde tüketici sağlığına uygun olarak piyasaya sunmak için ışınlama işlemi uygulanabilir. Çalışmamız, patojen bakterilerin maksimum 4 kGy gibi düşük bir dozda ışınlama ile inhibe edilebileceğini göstermiştir. Bu durum, sucuk örneklerinde düşük dozlarda ışınlama yapılarak, sucuk tekstüründe önemli bir değişim belirlenmezken, mikrobiyal açıdan daha kaliteli bir ürün elde edilebileceğini göstermiştir. Ayrıca sucukta *Clostridium botulinum*'u inhibe etmek için kullanılan nitrit miktarını düşürmek amacıyla düşük dozlarda ışınlama işleminin bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Altan, D.D. (2014). *Kuşburnu meyvesinin geleneksel yöntemle meyve suyuna işlenmesi aşamalarında antioksidan kapasite değişiminin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Büyükcünal, S.K., Şakar, F.Ş., Turhan, İ., Erginbaş, Ç., Sandıkçı Altunatmaz, S., Yılmaz Aksu, F., Yılmaz Eker, F., Kahraman, T. (2016). Presence of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 and Nitrate-Nitrite Residue Levels in Turkish Traditional Fermented Meat Products (Sucuk and Pastırma). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22(2): 233-236
- Byun, M.W., Lee, J.W., Yook, H.S., Lee, K.H., Kim, S., Kim, W.J., Kim, K.S. (2000). Effect of gamma irradiation on the raw meat in Bologna sausage production. *International journal of food science & technology* 35(6): 599-601
- Chen, Y., Zhou, G., Zhu, X., Xu, X., Tang, X., Gao, F. (2007). Effect of low dose gamma irradiation on beef quality and fatty acid composition of beef intramuscular lipid. *Meat Science* 75(3): 423-431
- Chouliara, I., Samelis, J., Kakouri, A., Badeka, A., Savvaidis, I., Riganakos, K., Kontominas, M. (2006). Effect of irradiation of frozen meat/fat trimmings on microbiological and physicochemical quality attributes of dry fermented sausages. *Meat Science* 74(2): 303-311
- Çoksever, E. (2009). *Farklı oranlarda turunc albedosu ilavesinin sucuk kalitesi üzerine etkisi*. (Doktora Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Çon, A., Doğu, M., Gökalp, H. (2002). Afyon'da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 26: 11-16
- Dalmış, Ü. (2007). *Sucukta Üretim ve Depolama Srasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmeler*. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Demirci, M., Kantarcı, A., Yılmaz, İ. (2004). İstanbul Piyasasında Üretilen Bazı Fermente Sucukların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi.. *Türkiye 8. Gıda Kongresi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 26-28 Mayıs 2004, P.71. Bursa, Türkiye.
- Erdoğrul, Ö., Ergün, Ö. (2005). Kahramanmaraş Piyasasında Tüketilen Sucukların Bazı Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 31(1): 55-65
- Erkmen, O., Bozkurt, H. (2004). Quality characteristics of retailed sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Technology and Biotechnology* 42(1): 63-70
- Fadhel, Y.B., Leroy, V., Dussault, D., St-Yves, F., Lauzon, M., Salmieri, S., Jamshidian, M., Vu, D.K., Lacroix, M. (2016). Combined effects of marinating and γ -irradiation in ensuring safety, protection of nutritional value and increase in shelf-life of ready-to-cook meat for immunocompromised patients. *Meat Science* 118: 43-51.
- Fregonesi, R.P., Portes, R.G., Aguiar, A.M.M., Figueira, L.C., Gonçalves, C.B., Arthur, V., Lima, C.G., Fernandes, A.M., Trindade, M.A. (2014). Irradiated vacuum-packed lamb meat stored under refrigeration: Microbiology, physicochemical stability and sensory acceptance. *Meat Science* 97(2): 151-155
- Fu, A.H., Sebranek, J., Murano, E. (1995). Survival of *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* and *Escherichia coli* O157: H7 and quality changes after irradiation of beef steaks and ground beef. *Journal of Food Science* 60(5): 972-977
- Geçgel, Ü. (2016). Soğuk pres yağlar ilave edilerek üretilen fermente sucukların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(4)
- Gumus, T., Demirci, A.Ş., Velioglu, H.M., Velioglu, S.D., Yılmaz, I., Sagdic, O. (2008). Application of gamma irradiation for inactivation of three pathogenic bacteria inoculated into meatballs. *Radiation Physics and Chemistry* 77(9): 1093-1096
- Gündüz, A. (2010). *Diyet lif ilave edilerek üretilen hamburger köftesinin kalite özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Hughes, M., Kerry, J., Arendt, E., Kenneally, P., McSweeney, P., O'Neill, E. (2002). Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Science* 62(2): 205-216
- Inal, T. (1973). Türk fermente sucuğunun bakteriyolojik kalitesi ve mikrobiyolojik standardizasyonu. *Bornova Veteriner Araştırma Enstitüsü Dergisi* 14(26-27): 95-103.
- Kaban, G. (2013). Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. *Meat Science* 95(4): 912-918.
- Karakuş, M.C. (2011). *Tokat bölgesinde üretilen bez sucukların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
- Kaval, N., Öncül, N., Yildirim, Z., Ensoy, Ü. (2010). Tokat bez sucuğunun mikrobiyolojik niteliklerinin incelenmesi. *The 1st International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*. 15-17 April, P. 418. Tekirdağ, Turkey.
- Kim, Y., Nam, K., Ahn, D. (2002). Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. *Meat Science* 61(3): 257-265
- Korel, F., Orman, S. (2005). Gıda Işınlaması, Uygulamaları ve Tüketicinin Işınlanmış Gıdaya Bakış Açısı. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(2): 19-27
- Kök, F., Özbey, G., Muz, A. (2007). Aydın ilinde satışa sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik kalitelerinin incelenmesi. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 21(6): 249-252
- Kundu, D., Gill, A., Lui, C., Goswami, N., Holley, R. (2014). Use of low dose e-beam irradiation to reduce *E. coli* O157: H7, non-O157 (VTEC) *E. coli* and *Salmonella* viability on meat surfaces. *Meat Science* 96(1): 413-418
- Kurt, A. (2012). *Fermente Sucuk Üretiminde Kuru İncir ve Taze Siyah İncir Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar

- Mehmet, E.F.E., Gümüşsoy, K.S. (2005). Ankara garnizonunda tüketime sunulan tavuk etlerinin mikrobiyolojik analizi. *Sağlık Bilimleri Dergisi* 14(3): 151-157
- Öksüztepe, G., Güran, H.Ş., İncili, G.K., Gül, S.B. (2011). Elazığ'da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 25(3): 107-117
- Pehlivanoglu, H., Nazlı, B., İmamoğlu, H., Çakır, B. (2015). Piyasada fermente sucuk olarak satılan ürünlerin kalite özelliklerinin saptanması ve geleneksel Türk fermente sucuğu ile karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 41(2): 191-198
- Poçan, H.B., Babaoğlu, A.S., Kübra, Ü., Karakaya, M. (2015). Ticari Olarak Satışa Sunulan Farklı Tip Sucukların Fizikokimyasal ve Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences* (4): 1-10
- Sancak, Y.C., Kayaardı, S., Sağun, E., İşleyici, Ö., Sancak, H. (1996). Van piyasasında tüketime sunulan fermente Türk sucuklarının fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve organoleptik niteliklerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 7(1): 67-73
- Sert, S. (2002). Genel mikrobiyoloji laboratuvar notları: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi: Ders Yayınları, Erzurum
- Stefanova, R., Toshkov, S., Vasilev, N.V., Vassilev, N.G., Marekov, I.N. (2011). Effect of gamma-ray irradiation on the fatty acid profile of irradiated beef meat. *Food chemistry* 127(2): 461-466
- Şenol, A., Nazlı, B. (1996). Fermente sucuklarda bozulmalara neden olan faktörlerin tespiti üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22(2): 355-370
- Tekinşen, O., Dinçer, B., Kaymaz, Ş., Yücel, A. (1982). Türk sucuğunun olgunlaşması sırasında mikrobiyel flora ve organoleptik niteliklerindeki değişimler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 29: 111-130
- Turhan, S., Temiz, H., Üstün, N. (2010). Bez sucukların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *The 1st International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*. 15-17 April, Tekirdağ, Turkey.
- Xavier Mde L., Dauber, C., Mussio, P., Delgado, E., Maquieira, A., Soria, A., Curuchet, A., Marquez, R., Mendez, C., López, T. (2014). Use of mild irradiation doses to control pathogenic bacteria on meat trimmings for production of patties aiming at provoking minimal changes in quality attributes. *Meat Science* 98(3): 383-391
- Yalınkılıç, B. (2009). *Sucuk Üretiminde Portakal Lifli Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Yılmaz, I., Geçgel, U. (2007). Effects of gamma irradiation on trans fatty acid composition in ground beef. *Food Control* 18(6): 635-638