

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KURUTULMUŞ VE AMBALAJLANMIŞ TARHANANIN  
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE IŞINLAMANIN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NERMİN TAŞOĞULLARI**

**DENİZLİ, ARALIK - 2017**

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KURUTULMUŞ VE AMBALAJLANMIŞ TARHANANIN**  
**KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE IŞINLAMANIN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NERMİN TAŞOĞULLARI**

**DENİZLİ, ARALIK - 2017**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Nermin TAŞOĞULLARI tarafından hazırlanan “KURUTULMUŞ VE AMBALAJLANMIŞ TARHANANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE İŞİNLAMANIN ETKİSİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15.12.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç.Dr. Ömer ŞİMŞEK  
Pamukkale Üniversitesi

Üye  
Prof.Dr. Yusuf YILMAZ  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Üye  
Prof.Dr. Sami Gökhan ÖZKAL  
Pamukkale Üniversitesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18/01/2018. tarih ve ...03/13... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2016FBE24 nolu proje numarası ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Nermin TAŞOĞULLARI**



## ÖZET

**KURUTULMUŞ VE AMBALAJLANMIŞ TARHANANIN KALİTE  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE IŞINLAMANIN ETKİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
NERMİN TAŞOĞULLARI  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ÖMER ŞİMŞEK)**

**DENİZLİ, ARALIK - 2017**

Tarhana; buğday unu ve yoğurt temel bileşenlerinden oluşan Anadolu insanının yazdan kış için hazırladığı ve sıklıkla tükettiği fermente gıdalardan birisidir. Geleneksel fermente gıda ürünümüz olan tarhanada, depolama esnasında böceklenme ve mikrobiyal bozulma oluşmaktadır. Gıdaların kalite ve güvenliğini sağlamak amacıyla uygulanan ışınlama teknolojisi, son yıllarda gıda kaynaklı hastalıklarda görülen büyük artış ile önem kazanmıştır. Gıdaların ışınlanması, mikroorganizmaların, parazitlerin ve böceklerin gelişimi ile depolama ve dağıtım sırasında oluşabilecek ciddi kayıpları kontrol altında tutabileceği öngörülen yöntemlerden biridir. Bu tez çalışmasının amacı da; ışınlamanın geleneksel ve yöresel ürünümüz olan tarhananın kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesidir. Buna göre Uşak yöresinden temin edilen ve ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış numunelere depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. ayında uygulanan mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel analiz sonuçlarına göre TAMB, Maya-Küf ve *Bacillus cereus* sayılarının, depolamanın başında ve sonunda ışınlama uygulanmamış örneklerde en yüksek, 5 kGy dozda ışınlama uygulanmış örneklerde ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek pH ve asitlik değerleri ile nem içeriği kontrol tarhanalarında iken, en düşük 5 kGy ışınlanmış tarhana örneklerinde bulunmuştur. Işınlama dozunun antioksidan aktivite değerlerinde önemli farklılıklara neden olmadığı belirlenmiş ve depolama süresine bağlı olarak önce artış sonra antioksidan aktivitede düşüşler meydana gelmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhana örneklerinde bulunurken, en yüksek toplam fenolik madde miktarı kontrol grubu tarhana örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük TBA miktarına ışınlama uygulanmamış örneklerin, en yüksek TBA miktarına ise, 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhana grubunun sahip olduğu görülmüştür. Örnekler arasında L, a ve b değerleri bakımından bir fark tespit edilmezken, en düşük a ve b değerleri kontrol tarhana örneklerinde tespit edilmiştir. Tüm bunlara karşın tarhana hamurlarına uygulanan ışınlama dozu arttıkça hamurlardan yapılan çorbaların kıvam katsayılarının azaldığı ve tarhana hamurlarının Newtonian akışkan davranışından uzaklaştığı gözlenmiştir. Sonuç olarak ışınlamanın tarhananın mikrobiyolojik özelliklerini iyileştirdiği, ancak reolojik özellikleri olumsuz etkilediği görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELER: Tarhana, Gıda Işınlama, İyonize Radyasyon, Gıda Muhafaza**

## ABSTRACT

### EFFECT OF IRRADIATION ON THE QUALITY PROPERTIES OF DRIED AND PACKAGED TARHANA

MSC THESIS

NERMİN TAŞOĞULLARI

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ÖMER ŞİMŞEK)

DENİZLİ, DECEMBER 2017

Tarhana, whose main ingredients are wheat flour and yoghurt, is a frequently consumed fermented food prepared by the Anatolians in the summer for the winter. In tarhana, our traditional fermented food product, infestation and microbial decomposition occur during storage. Irradiation technology, which is used to ensure the quality and safety of the food products, has gained importance with the significant increase in the food-borne diseases in the recent years. Irradiation of food products is one of the proposed methods that can control the loss of significant losses during storage and distribution due to the development of microorganisms, parasites and insects. The objective of this thesis study is; to identify the effect of irradiation on the quality features of our traditional and local product, tarhana. In this context, according to the results of the microbiological, chemical and physical analysis performed on the irradiated and non-irradiated samples from Uşak region, TAMB, yeast-mold and *Bacillus cereus* counts were the highest in samples not irradiated at the beginning and end of the storage, and the lowest in samples irradiated with an irradiation dose of 5 kGy. While the highest pH and acidity values and moisture content at the end of the storage were detected in the control tarhana, the lowest was detected in tarhana samples irradiated with an irradiation dose of 5 kGy. It was found that the irradiation dose does not lead to significant differences in the antioxidant activity values and depending on the duration of storage, there was an initial elevation of the antioxidant activity, which was then followed by reduction. The lowest amount of total phenolic compound was detected in the tarhana samples irradiated with an irradiation dose of 10 kGy, whereas the highest amount of total phenolic compound was detected in the tarhana samples in the control group. The lowest amount of TBA was found in the non-irradiated samples, whereas the highest amount of TBA was detected in the tarhana sample irradiated with an irradiation dose of 10 kGy. While no difference was detected between the samples in terms of L, a, and b values, the lowest a and b values were found in control tarhana samples. However, as the irradiation dose increased, it was found that the coefficient of viscosity of the soups prepared using the tarhana dough decreased and the tarhana dough diverged from Newtonian fluid behavior. In conclusion, it was found that irradiation improves the microbiological properties, but negatively affects the rheological properties of tarhana.

**KEYWORDS:** Tarhana, Food Irradiation, Ionized Radiation, Food Preservation

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	1
1.2 Literatür Özeti .....	2
1.2.1 Geleneksel Tarhananın Temel Özellikleri ve Üretimi .....	2
1.2.2 Gıda Işınlama Teknolojisi.....	8
Gıda Işınlama ve Tarihçesi.....	8
Işınlamanın Etki Mekanizması.....	10
Gıda Teknolojisinde Kullanılan Işınlama Uygulamaları .....	11
Gıda Endüstrisinde Işınlama Uygulaması için Yapılan Yasal Düzenlemeler .....	13
<b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>16</b>
2.1 Materyal.....	16
2.2 Metot.....	16
2.2.1 Tarhana Numunelerinin Işınlanması.....	16
2.2.2 Mikrobiyolojik Analizler .....	16
Toplam Aerofilik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı.....	16
Maya-Küf Sayımı .....	17
<i>Bacillus cereus</i> (BC) Sayımı .....	17
2.2.3 Fiziksel Analizler .....	18
Renk Tayini .....	18
Viskozite Tayini .....	18
2.2.4 Kimyasal Analizler .....	18
pH Tayini .....	18
Asitlik Derecesi Tayini .....	19
Nem Tayini.....	19
TBA Tayini .....	20
2,2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) Tayini .....	20
Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFMM) Tayini .....	21
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>22</b>
3.1 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Mikrobiyolojik Özellikleri.....	22
3.2 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Kimyasal Özellikleri .....	26
3.2.1 Tarhanaların pH, Asitlik Değeri ve Nem İçeriği .....	26
3.2.2 DPPH ile Antiradikal Aktivite Analiz Sonuçları.....	30
3.2.3 Tarhanalardaki Toplam Fenolik Madde Miktarı .....	32
3.2.4 TBA Analizi Sonuçları .....	33
3.3 Tarhana Örneklerine Uygulanan Fiziksel Analiz Sonuçları.....	36
3.3.1 Renk Analizi Sonuçları.....	36
3.3.2 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Reolojik Özellikleri ...	39



<b>4. GENEL SONUÇLAR.....</b>	<b>44</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>46</b>
<b>6. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>53</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Tarhana üretim akış şeması.....	4
Şekil 1.2: Işınlanmış gıdayı ifade eden radura sembolü .....	13
Şekil 3.1: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama boyunca TAMB sayısı ve değişimi .....	23
Şekil 3.2: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecindeki Maya-Küf sayısı ve değişimi .....	24
Şekil 3.3: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecindeki <i>B. cereus</i> sayısı ve değişimi.....	25
Şekil 3.4: Farklı dozlarla ışınlanmış ve ışınlanmamış kuru tarhanaların 6 ay depolama boyunca pH değişimi .....	26
Şekil 3.5: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinde depolamayla birlikte %67'lik etanole geçen asitlik değeri değişimi.....	28
Şekil 3.6: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin depolama sürecinde % nem içeriği ve değişimi .....	29
Şekil 3.7: Tüm tarhana örneklerindeki DPPH ile antiradikal aktivite analiz sonuçları .....	31
Şekil 3.8: Tüm tarhana örneklerindeki TFMM analiz sonuçları.....	32
Şekil 3.9: Tüm tarhana örneklerinin depolamada TBA miktarı ve değişimi .....	34
Şekil 3.10: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerin depolama sürecinde L değeri ve değişimi.....	37
Şekil 3.11: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecinde a değeri ve değişimi .....	38
Şekil 3.12: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecinde b değeri ve değişimi .....	38
Şekil 3.13: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların kıvam katsayıları .....	41
Şekil 3.14: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların akış davranış indeksi değerleri .....	41

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 1.1: Tarhanada bulunan aminoasit, mineral ve vitamin içeriğinin ortalama değerleri.....	6
Tablo 1.2: ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından kabul edilen ışınlama dozları ....	12
Tablo 1.3: Gıda ışınlama alanındaki yasal düzenlemelerin kronolojisi .....	14
Tablo 1.4: Türk Gıda Kodeksi Işınlama Yönetmeliği'ne göre gıda gruplarında uygulanmasına izin verilen ışınlama dozları.....	15
Tablo 3.1: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlanmamış tarhana hamurlarında 0-6.aylarda yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları .....	23
Tablo 3.2: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların bazı kimyasal özellikleri.....	27
Tablo 3.3: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış tarhana hamurlarında 0-6.aylarda yapılan kimyasal analiz sonuçları .....	30
Tablo 3.4: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış tarhana hamurlarında 0-6.aylar arasında renk değişimi.....	36
Tablo 3.5: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların kıvam katsayıları ve akış davranış indeksi değerleri .....	40

## SEMBOL LİSTESİ

<b>mg</b>	: Miligram
<b>g</b>	: Gram
<b>kob</b>	: Koloni oluşturan birim
<b>kGy</b>	: Kilogray
<b>MeV</b>	: Milyon elektron volt
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>dk</b>	: Dakika
<b>K</b>	: Kıvam katsayısı
<b>n</b>	: Akış davranış indeksi
<b>N</b>	: Normalite
<b>M</b>	: Molarite
<b>µmol</b>	: Mikromol
<b>Pa</b>	: Pascal
<b>s</b>	: Saniye

## ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde her türlü desteği ve kolaylığı sağlayan, fikir ve düşünceleriyle her zaman yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ömer ŞİMŞEK'e, araştırmanın uygulama aşamasında yardım ve desteklerini gördüğüm değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Sami Gökhan ÖZKAL ve Yrd. Doç. Dr. Haluk ERGEZER'e içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmayı destekleyen Pamukkale Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve Bölüm Öğretim Üyeleri'ne, deneysel çalışmalarım esnasında bana destek veren ve tecrübelerinden faydalandığım Araş. Gör. Halil İbrahim KAYA ve Araş. Gör. Duygu ZEHİR'e teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmalarım esnasında yakın destekleri nedeniyle kuzenim Çisem SEZGİN, arkadaşlarım Kerime ESKİOCAK ve Mustafa MEMİŞ'e değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2017

Gıda Mühendisi Nermin TAŞOĞULLARI

# 1. GİRİŞ

Tarhana Anadolu insanının yazdan kış için hazırladığı ve sıklıkla tükettiği fermente gıdalardan birisidir. Ülkemizde besleyici ve iyileştirici özelliklere sahip, sindirimi kolay olması sebebiyle hasta insanlar tarafından da tüketilen tarhananın bileşimi ve üretim tekniği açısından yöresel farklılıklar bulunmaktadır. Tarhana üretiminde yöresel farklılıklar gözlenebilmesine rağmen buğday unu ve yoğurt tarhananın temel bileşenidir.

Türk halkının hazırladığı ve birçok kişinin diyetinde önemli bir yere sahip olmasının yanında, bebek beslenmesinde de kullanımı hızla yaygınlaşan geleneksel fermente gıda ürünümüz olan tarhanada, depolama esnasında böceklenme, mikrobiyal ve kimyasal bozulmalar ile kayıplar oluşmaktadır. Özellikle kuru bir gıda olması nedeniyle sıcak ve nemli ortamlarda bez veya plastik ambalajlar içerisinde larvaların gelişerek böceklenmesine veya mikrobiyolojik bozulmalara neden olmaktadır.

Gıdaların kalite ve güvenliğini sağlamak amacıyla gama ve X ışınlarına maruz bırakılmasını kapsayan ışınlama teknolojisi, son yıllarda gıda kaynaklı hastalıklarda görülen büyük artış ile önem kazanmıştır. Gıdaların ışınlanması, mikroorganizmaların, parazitlerin ve böceklerin gelişimi ile depolama ve dağıtım sırasında oluşabilecek ciddi kayıpları kontrol altında tutabileceği öngörülen yöntemlerden biridir. Gıda sistemlerine uygulanan enerjisi yüksek ışınlar, gıdalarda bulunan mikroorganizma veya larvaların DNA'larında hasar oluşturarak canlılıklarını durdurur. Bu yüzden gıdanın ısınmadan sterilizasyonunun sağlanması bu tekniğin soğuk sterilizasyon olarak anılmasına neden olmuştur. Son yıllarda ışınlama özellikle kuru gıdaların muhafazası amacıyla kullanılmaktadır.

## 1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının amacı ışınlamanın geleneksel ve yöresel ürünümüz olan tarhananın kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesidir. Ayrıca, kurutulmuş ve

ambalajlanmış tarhanalara uygulanacak ışınlamanın ürünün raf ömrü süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisinin araştırılması ile özellikle tarhananın depolanmasında yaşanan mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kayıpların önlenmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın diğer amacı ise elde edilecek veriler ile tarhanadaki ekonomik kayıpların engellenmesi sağlanarak raf ömrü uzun tarhanalar elde etmektir.

## **1.2 Literatür Özeti**

### **1.2.1 Geleneksel Tarhananın Temel Özellikleri ve Üretimi**

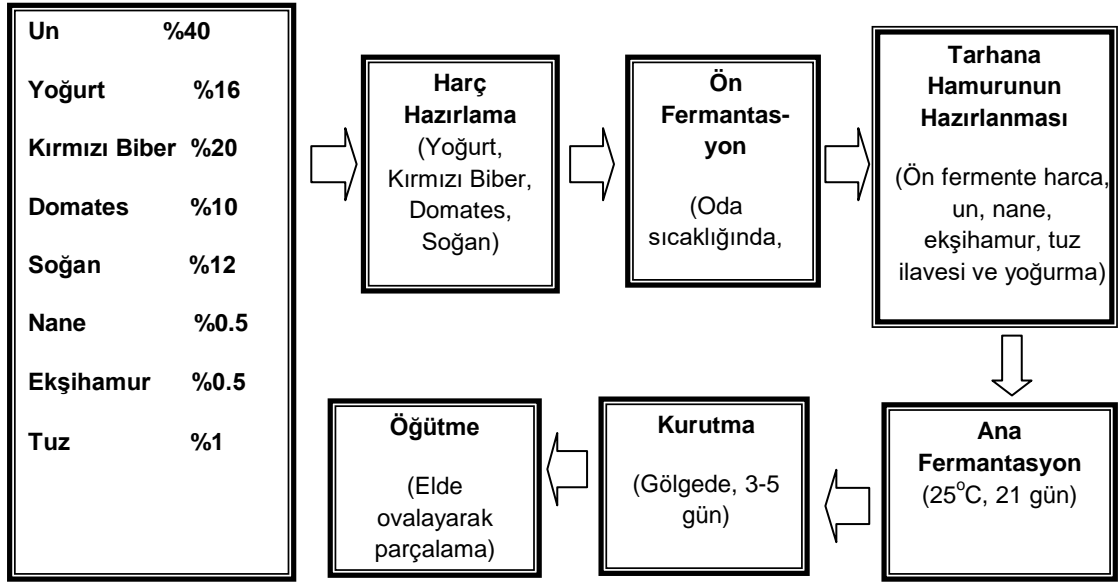
Dünya genelinde insanların beslenmesinde önemli bir oranı oluşturan fermente gıdalar (Temiz ve Pirkul 1991, Dağlıoğlu 2000, Erbaş ve diğ. 2006) besin değeri yüksek ve sağlıklı ürünler olarak değerlendirilirler ve insanların günlük diyetlerinde önemli bir yere sahiptirler. Çoğunlukla geleneksel yöntemlerle üretilmekte olan fermente gıdalar üretimde kullanılan hammadde ve fermentasyonda rol alan mikroorganizmalar sayesinde, çok çeşitlilik göstermektedir (Leroy ve De Vuyst 2004). Ülkemize özgü fermente bir ürün olan tarhana da genellikle çorba yapımında kullanılan tahıl bazlı geleneksel bir gıdadır (Akbaş ve Coşkun 2006). Tarhana; yoğurt, buğday unu, maya ile (domates, soğan, kırmızı biber, nane ve tuz v.b.) çeşitli pişmiş sebze ve baharatların karıştırılması ve ardından laktik asit bakterileri ve ekmek mayası vasıtasıyla fermentasyona tabi tutulmasıyla elde edilen geleneksel fermente bir üründür (İbanoğlu ve İbanoğlu 1999; İbanoğlu ve Ainsworth 2004). Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 2282 tarhana standardında ise, buğday unu, kırması, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat, koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir besin maddesi olarak tanımlanmıştır (Anonim 2004). Tarhana, bitkisel ve hayvansal hammaddelerin birlikte işlenmesi sonucu elde edilen ve beslenme değeri oldukça yüksek olan bir gıda maddesi olup iştah açıcı, sindirimi rahatlatan, bağırsak florasını düzenleyici özellikleri ile de önemli bir besindir (Göçmen ve diğ. 2003).

Tarhana'nın Orta Asya'dan göç eden Türkler ve Moğollar tarafından Anadolu, Orta Doğu, Macaristan ve Finlandiya'ya getirilerek tanıtıldığı ve Türkler tarafından sevilerek tüketildiği bilinmektedir (Temiz ve Pirkul 1990). Türkiye'de tarhana olarak bilinen bu gıda, Mısır, Suriye, Ürdün ve Lübnan'da kishk, Irak ve İran'da kushuk, Yunanistan'da trahanas, Macaristan'da tahonya, Finlandiya'da talkuna, Türkistan'da göce olarak isimlendirilmiştir (Yücecan ve diğ. 1988). Mesafelere bakıldığında tarhananın çok uzun bir yolculuk yaptığı görülmektedir. Bu yolculuklar esnasında sadece isimde değişiklik olmamıştır. Teknoloji ile beraber tarhananın içine konan hammaddelerin, fermantasyon şartlarının ve kurutma yöntemlerinin de değiştiği tarhana üzerine yapılan çeşitli araştırmalardan görülebilmektedir (Çakıroğlu 2008).

Ülkemizde besleyiciliği, sindirilebilirliği ve sağlığı iyileştirici olması sebebiyle bebekler ve hasta insanlar tarafından tüketilen (Karakaya ve Kavas 1999) tarhananın bileşimi ve üretim tekniği açısından yöresel farklılıklar bulunmaktadır. Tarhana standardında yer alan 4 farklı tarhana çeşidinin (Un tarhanası, Göce tarhanası, İrmik tarhanası ve Karışık tarhana) üretiminde buğday unu, kırık buğday ve buğday irmiği tek tek veya farklı oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır (Anonim 1981). Un tarhanasının üretiminde domates, soğan ve çeşitli otların kaynatılması sonucu bir harç karışımı elde edilmektedir. Bu karışıma yoğurt ve un ilave edilip hamur elde edilmekte ve fermantasyona bırakılmaktadır. Ağırlıklı olarak Ege Bölgesi'nde üretilmekte olan bu tip tarhananın fermantasyonu sonunda hamur ufalanarak güneşte kurutulmakta, kuruyan ürün elekten geçirilerek tekrar kurutulmaktadır (Şengün 2006, Siyamoğlu 1961). Tarhana üretimine ait üretim akışı Şekil 1.1'de verilmiştir (Anonim 2013a ).Göce tarhanasının üretiminde ise buğday kırması çiğ olarak veya az su ve tuz ile pişirilip, soğutulunca yoğurt ilave edilip fermantasyona tabi tutulmaktadır. Hamur fermantasyonunun ardından, tarhana hamuru iri parçalar halinde çarşaf üzerinde kurutulmaktadır. Bu tarhananın üretimi Ankara, Kahramanmaraş, Muğla ve Aydın yörelerinde yapılmaktadır (Şengün 2006, Siyamoğlu 1961). İrmik tarhanasının üretiminde buğday unu ve kırması kullanılmadan sadece irmik kullanılmakta olup, karışık tarhananın üretiminde ise; buğday unu, kırması ve irmikten en az ikisi kullanılarak üretim yapılmaktadır (Anonim 1981). Sütü tarhana olarak adlandırılan farklı bir tarhana çeşidi ise un, süt, yumurtanın karıştırılmasıyla Tokat, Sinop, Edirne, Tekirdağ gibi illerde



üretilmektedir. Bolu ve çevresinde un, kızılıcık pulpu ve tuzun karıştırıldıktan sonra kurutulmasıyla elde edilen kızılıcık tarhanası ise (Koca ve ark. 2006);buğday unu veya arpa göcesinin kızılıcık karışımıyla hazırlanmış bileşimi ile diğer tarhana türlerinden oldukça farklıdır (Yücecan ve diğ. 1988). Ülkemizde Eskişehir, Kastamonu ve Çankırı’da yaş tarhana olarak isimlendirilen tarhana da üretildikten sonra kurutulmadan tüketilmektedir (Erbaş 2003).



Şekil 1.1: Tarhana üretim akış şeması (Anonim 2013a ).

Fermentasyon ile daha ekonomik, güvenilir, lezzetli ve besleyici değerleri yüksek gıdalar elde edilmektedir. Fermentasyon esnasında oluşan organik asitler, ürünün pH'sını düşürerek istenmeyen bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki yaratmakta ve ürünlerin raf ömürleri uzamaktadır (Özbilgin 1983, Temiz ve Pirkul 1991). Özellikle aroma maddesi oluşumu için güçlü ve uzun bir fermentasyon ihtiyacı bulunmaktadır (Gilliland 1988). Tarhana fermentasyonunda, üretim esnasında kullanılan yoğurt ve ekşi hamurdan gelen laktik asit bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan laktik ve asetik asit başta olmak üzere propiyonik, sitrik, süksinik ve formik asit gibi organik asitler tarhananın karakteristik ekşi ve mayhoş tadının oluşumunda etkin rol oynamaktadır (Göçmen ve diğ. 2003). Laktik asit bakterileri, doğada yaygın olarak bulunmaları ve bazı gıdaların üretim ve olgunlaştırılmasındaki önemli rolleri sebebiyle gıda teknolojisinde büyük öneme sahiptirler (Çon 1995).

Laktik asit bakterileri asitliğin artırılması yanında, çeşitli aminoasitler ve küçük peptitler açığa çıkararak diğer mikroorganizmaların gelişmelerini ve metabolik aktivitelerini arttırmaktadır. Tat ve aroma üzerine olumlu etkileri de bulunmakta olup, küf ve bakteriyel kaynaklı bozulmaları geciktirmektedirler (Salminen ve diğ. 2006).

Gıda fermantasyonlarında sıklıkla kullanılan laktik asit bakterileri homo ve hetero-fermantatif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Heterofermantatif laktik asit bakterileri laktik asit, asetik asit, bu asitlerin etil esterleri, karbondioksit ve birçok aromatik bileşik oluştururken, homo-fermantatif laktik asit bakterileri temel olarak laktik asit oluşturur (Bozkurt 2006). Özdemir ve diğ. (2007) tarhana ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, tarhana örneklerinde aroma bileşiklerinin çoğunlukla aldehitler, esterler, ketonlar, alkoller, terpenler, furan, fenoller, kükürt bileşikleri ve asitlerden meydana geldiğini belirterek homo ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin ürettikleri bileşiklerin farkını ortaya koymuşlardır. Türkiye tarhanalarının mikro florasının araştırılması yönünde Şengül ve diğ. (2009), tarafından yapılan DNA temelli detaylı bir çalışmada toplanan 226 izolatın %27'sinin *Pediococcus acidilactici*, %19'unun *Streptococcus thermophilus*, %19'unun *Lactobacillus fermentum*, %12'sinin *Enterococcus faecium*, %7'sinin *Pediococcus pentosaceus*, %5'inin *Leuconostoc pseudomesenteroides*, %4'ünün *Weissella cibaria*, %2'sinin *Lactobacillus plantarum*, %2'sinin *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus*, %2'sinin *Leuconostoc citreum*, %1'inin *Lactobacillus paraplantarum* ve %0.5'inin *Lactobacillus casei* içerdiği tespit edilmiştir. Settanni ve diğ. (2011) tarafından kontrollü koşullarda üretilen tarhanaların mikro florası üzerinde yapılan bir diğer çalışmada, *L. plantarum* ve *P. acidilactici* suşlarının ağırlıklı olarak florada yer aldığı belirtilmiştir. Tarhana hamurunda maya florasının belirlenmesine yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır. Settanni ve diğ. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, tarhana fermantasyonu sırasında 90 maya kolonisi izole edilmiş ve bu izolatların 5,8S ITS rRNA geni çoğaltılarak *CfoI*, *HaeIII* ve *HinfI* restriksiyon endonükleaz enzimlerinin kullanıldığı RFLP yöntemi ile tanımlama yapılarak örneklerin tümünde *S. cerevisiae* maya türünün baskın florayı oluşturduğu rapor edilmiştir.

Geleneksel gıdalarımızdan biri olan ve hammaddesini buğday türevleri ile yoğurdun oluşturduğu tarhana, bitkisel ve hayvansal proteinlerin birleştiği

mükemmel bir gıdadır. Türk mutfağında bileşimi ve besin değeri açısından ayrı bir önem arz etmektedir. Tarhana üretimi esnasında gerçekleşen laktik asit fermentasyonu, ürünün muhafazasında önemli bir yere sahipken fermentasyon sırasında karbonhidratların, yağların ve proteinlerin hidrolizi, sindirim açısından da ürüne avantaj sağlamaktadır (Dayısoylu ve diğ. 2002). Tarhana hammaddelerinden olan un, lisin ve treonin gibi aminoasitleri az miktarda içerdiğinden düşük kaliteli bir protein kaynağı olup, diğer ana bileşeni olan yoğurtta bu aminoasitler yüksek oranda bulunmaktadır. Böylece tarhana üretiminde önemli iki bileşen olan un ve yoğurt birbirlerini tamamlayarak daha yüksek kaliteli bir protein kaynağı oluşturmaktadır (Özbiçin 1983). Tarhananın aminoasit içeriği Tablo 1’de verilmiştir (Dağlıoğlu 2000). Tarhana özellikle B grubu vitaminlerinden tiyamin ve pridoksin yönünden zengin olup iyi bir vitamin ve mineral kaynağıdır. B grubu vitaminleri metabolizma olaylarında önemli görevlere sahiptir ve eksikliklerinde de özel bazı hastalıklara neden olabilirler. Tarhana minerallerden de kalsiyum, magnezyum ve potasyum yönünden oldukça zengindir. Tarhananın vitamin ve mineral içeriği Tablo 1.1’de verilmiştir (Dağlıoğlu 2000).

Tablo 1.1: Tarhanada bulunan aminoasit, mineral ve vitamin içeriğinin ortalama değerleri(Dağlıoğlu 2000).

<b>Aminoasit</b>	<b>Ortalama içerik (mg/100g)</b>	<b>Mineral-Vitamin</b>	<b>Ortalama içerik (mg/100g)</b>
Lisin	581	Kalsiyum	109
Histidin	610	Demir	3.6
Arginin	555	Sodyum	634
Aspartik asit	1440	Potasyum	114
Treonin	856	Magnezyum	78
Serin	1130	Çinko	1.8
Glutamik asit	5305	Bakır	450
Prolin	6094	Manganez	612
Glisin	457	Vitamin B1	0.01
Alanin	570	Vitamin B2	0.08
Sistin	164		
Valin	851		
Metionin	324		
İzolösin	654		
Lösin	1152		
Tirosin	392		

Tarhananın bileşimi; standart bir üretim yöntemi olmadığından dolayı kullanılan malzemelere ve miktarlarına bağlı olarak değişmektedir (Akbaş ve Coşkun 2006). Türk Standartları Enstitüsü Tarhana Standardı'na göre tarhanada; protein miktarı kuru maddede en az %12, rutubet miktarı en çok %10, tuz miktarı kuru maddede en çok %10, asitlik derecesi (%67'lik alkole geçen) en az 15, en çok 40, külün %10'luk HCl'de çözünmeyen kısmı, tuz hariç en çok % 0,2 olmalıdır. Tarhanalar kendine özgü, sarımtırak kırmızı renkte, koku, tat ve görünüşte olmalı; kirlenmiş bozulmuş olmamalı; içinde yabancı organik madde bulunmamalıdır (Anonim 1981). Ayrıca tarhana standardına göre tarhana da bulunabilecek maksimum aerobik mezofilik bakteri sayısı  $1 \times 10^4$  kob/g, küf ve maya sayısı da  $1 \times 10^3$  kob/g olarak sınırlandırılmıştır (Anonim 2004).

Coşkun (2002)'nin ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada; tarhana örneklerinin tuz içeriği, %4,19, %2,26, %1,79; toplam protein içeriği, %11,61, %11,57, %11,91; %10'luk HCl'de çözünmeyen kül içeriği, %0,19, %0,10, %0,13 ve yağ içeriği değerleri %2,26, %3,05, %3,47 olarak bulunurken, İbanoğlu ve diğ. (1999) tarafından tarhana üretiminde farklı maddelerin fermantasyon aktivitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise; örneklerin protein, %16, %16,2, %16,7; yağ, %3,5, %3,8, %4,5; tuz %2,2, %5,7, %5,9 ve kül değerleri, %1,8, %7,4, %7,7 olarak belirlenmiştir. Erol (2010) tarafından, besin değeri yüksek bir meyve olan keçiboynuzunun tarhanaya katkısının etkilerinin incelendiği bir çalışmada; tarhana örneklerinin kül, % 1,55 - %1,88; protein, %16,47 - %16,63; Ca, %80,44 - %99,61; Mg, %39,13 - %42,39; K, %500,23 - %580,93; P, %297,13 - %304,87; Zn, %0,99 - %1,20 ve Cu değerleri, %0,23 - %0,25 olarak bulunmuştur. Temiz ve Pirkul (1991), farklı bileşimlerde üretilen tarhanaların kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada ise örneklerin; toplam protein %14,54 - %20,04; Ca, %52,60 - %104,60; Fe, %3,23 - %5,5 ve Zn, %1,29 - %2,11 olarak bulmuşlardır.

## 1.2.2 Gıda Işınlama Teknolojisi

### Gıda Işınlama ve Tarihçesi

Gıda endüstrisi ve resmi otoriteler gıda güvenliğini sağlamak ve geliştirmek için yıllarca çaba göstermişlerdir. Bu çabalar tüketicilere; güvenli gıda işleme bilgilerini sunmayı, gıda kontrol sistemlerinin yenilenmesini ve gıdalardaki patojen kontaminasyonları azaltmak için alternatif üretim proseslerinin keşfedilmesini içermektedir(Morrison ve diğ. 1997). Tüketicilerin birçok önemli gıda kaynaklı hastalıktan korunması, gıda üretim zinciri boyunca kontrolün sağlanması ile mümkün olmuştur. Bu uygulamada güvenliğin derecesi prosese, riske ve riski kontrol altına almak için uygulanan teknolojiye bağlıdır. Gıda maddelerinin tümünde temel hijyen ve sanitasyon uygulamaları ürünlerin besin değerlerini ve raf ömürlerini kontrol altına alırken bazı ölümcül patojenlerle kontamine olma riski bulunan gıdalar için ilave önlemler alınması gerekmektedir. Patojen riskini azaltmada etkili olduğuna inanılan işlemlerden biri de ışınlama uygulamasıdır (Morrison ve diğ. 1997, Karadağ 2005).

Gıda muhafaza yöntemlerinden birisi olan ışınlama gıdaların raf ömürlerinin uzatılması amacıyla geliştirilmiştir. Aynı zamanda gıdaların çürüme, bozulma ve böceklenmesini önleyip gıdalardan kaynaklı hastalıklara neden olan mikroorganizmalardan arındıran bir gıda koruma yöntemidir (Demirci ve Güner, 2008). Dünya Sağlık Örgütü'ne (1991) göre gıda ışınlaması; gıda maddelerini iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakma işlemidir. İyonize radyasyon gıdalardaki elektronları atomik bağlarından kopararak temas olmadan iletebilen enerjidir. Olson'a (1998) göre ışınlama; gıdayı, pozitif ve negatif yükler oluşturmaya yetecek miktarda iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakmadır. Emilen radyasyon enerjisinin miktarı, gray birimi (veya kilogray, kGy) cinsinden ölçülür ve bir gray kilogram başına 1 joule'e eşittir.

Gıdaların ışınlama ile muhafazası bir soğuk sterilizasyon yöntemi olup bu durum gıdaların kalitesinin korunmasında ışınlamanın diğer metotlara karşı en büyük avantajını oluşturmaktadır. Gıdaları koruma yöntemi olarak uygulanan iyonize radyasyon esnasındaki enerji ihtiyacı; konserve, soğutma ve dondurmaya nazaran daha düşük seviyededir. Paketlenmiş ve dondurulmuş gıdalara uygulanabilir

olmasının yanında uygulama sonrası bekleme süresi gerektirmez (Anonim 1988, Demirci ve Güner 2008, Çetinkaya ve diğ. 2006). Kimyasal kalıntı bırakmaz, gıdanın dokusunu, rengini ve lezzetini de değiştirmez (Morrison ve diğ. 1997). Ayrıca bu muhafaza yöntemi ışınlama enerjisinin dozuna bağlı olarak; patojenleri azaltmak veya ortadan kaldırmak böcek ve zararlıları yok etmek, tüm mikroorganizmaları (bazı virüsler hariç) ortadan kaldırmak, gıda koruyucusu olarak kullanılan bazı kimyasal maddelerin kullanımını azaltmak, meyve ve sebze de çürümeyi önlemek, kuru gıdaları küflere karşı korumak, fungusit kalıntı problemini gidermek amacıyla da uygulanmaktadır (Korel ve Orman 2005, Olson 1998). Gıda ürünlerinde ışınlamanın başlıca uygulamaları; beyaz ve kırmızı et, balık ve baharatlarda hijyenik kalite ve raf ömürlerinin yükseltilmesi, meyve ve tahıl gibi tarım ürünlerinde böceklerle mücadele edilmesi, patates ve soğan gibi ürünlerde filizlenmenin engellenmesi, hasat sonrasında meyvelerin olgunlaşma sürelerinin uzatılarak daha uzun süre saklanabilmelerinin sağlanması olarak sıralanabilir (WHO 1994).

Gıda ışınlamanın tarihi Roentgen'in 1895 yılında Xışınlarını keşfetmesi ve Becquerel'in 1896'da radyoaktiviteyi bulmasına kadar uzanmaktadır. Bu keşiflerin ardından iyonize edici ışınların canlı organizmalar üzerine etkisi konusunda yapılan araştırmalarda büyük bir patlama olmuş ve bu konudaki ilk patent olan 1609 no'lu İngiliz patenti 1905 yılında alınmıştır. Bu patente göre; gıdaların (özellikle tahıllar) radyoaktif kaynaklar tarafından üretilmiş gama ışınlarına tabi tutulmalarıyla kimyasal katkılara gerek kalmadan uzun süre yüksek kalitede saklanabilecekleri öne sürülmüştür (Diehl 2002). 1920'li yılların başlarında Fransız bilim adamları ışınlamanın gıda muhafaza yöntemi olarak kullanılabilceğini göstermişlerdir. ABD'de ise, II. Dünya Savaşı'ndan sonra 1950'li yıllarda gıdaların ışınlanarak muhafaza edilmesi metodu ele alınmaya başlanmıştır. 1970'li yılların başında ise NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) astronotların et tüketimi için sterilizasyon amacıyla ışınlama yöntemini kullanmaya başlamıştır. ABD Gıda ve İlaç Dairesi; (FDA), 1963 yılında ışınlama uygulamalarına ilk kez buğday ve buğday ununda böceklenmenin önlenmesi amacıyla izin vermiştir. 1985 yılından sonra ise domuz etinde trişinosis etkeninden korunmak için 1986 yılında, bazı meyve ve sebze ile tahıl ürünlerinde olgunlaştırmanın geciktirilmesi, 1990 yılında ise; paketlenmiş veya dondurulmuş kanatlı etlerinde ışınlama uygulamalarına başlanmıştır (A.D.A. 2000, Webb ve Penner 2000).

## **Işınlamanın Etki Mekanizması**

Işınlamanın etki mekanizması direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde açıklanmaktadır. Direkt etkide, yüksek enerjili ışınlar, mikroorganizmaların DNA'sı ile, enzimlerle ya da hücre için elzem olan bileşikler ile etkileşime girerek moleküllerin yapısındaki kimyasal bağların kırılmasına, bir takım serbest radikallerin oluşmasına veya moleküllerin parçalanmasına neden olurlar (Gezgin ve Güneş 2003). Gıdalarda ışınlamanın uygulanmasının etkili bir şekilde olabilmesi hücre bölünmesi sırasında DNA sentezini inhibe etmesine bağlıdır. Işınlama ile hücre DNA'larının zarar görmesidevamında mikroorganizmaların ölümü ile sonuçlanır. Enerji fotonu veya elektron hücrenin genetik materyaline rastgele çarparak DNA'da lezyonlara sebep olur ve bu lezyonlar DNA'nın tek veya çift iplikçiğinde kırılmalara neden olmaktadır. Tek iplikçik lezyonları çoğunlukla ölümcül olmayıp, çift iplikçik kırılmaları ise DNA'yı iki parçaya ayırır yani hücre için ölümcüldür. DNA'nın yapısından dolayı çift iplikçik lezyonları tek iplikçik lezyonlarına göre daha az sıklıkta oluşmaktadır. Işınlama işlemi; DNA'daki pürin, pirimidin ve deoksiriboz şekerine kimyasal olarak zarar verir ayrıca fizikokimyasal zararlanmalar ile fosfodiester bağlarında tek veya çift iplikçik kırılmalarına neden olur (Farkas 1997).

İndirekt etkide ise; genetik materyale yakın moleküller (özellikle su molekülleri) ile radyasyon interaksyonu söz konusudur. Radyasyon su molekülünden bir elektron ayrılmasına neden olur. İndirekt etkiyi, özellikle sudan oluşan radyolitik ürünler olan serbest radikaller ile genetik materyal arasında gerçekleşen reaksiyonlar oluşturmaktadır. Sudan oluşan radikaller arasında H, OH ve  $e^-_{aq}$  bulunmaktadır. OH iyonları ve hidrojen peroksit en önemli reaktif komponentlerdir. Bu moleküller nükleik asitler ve kimyasal bağlar ile reaksiyon oluşturmaktadır. Işınlamanın oluşturduğu çift iplikçik kırılmaları, tek iplikçik kırılmalarının %5-10'unu oluşturmaktadır. Birçok mikroorganizma tek iplikçik kırılmalarını onarabiliyorken, *E.coli* gibi ışınlamaya hassas mikroorganizmalar çift iplikçik kırılmasını onaramamaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon DNA'nın çevresinde bir su tabakası oluşturarak DNA hasarının %90'ını oluşturmaktadır. Bundan ötürü canlı hücrelerde indirekt radyasyon zararı daha baskındır (Grant ve Peterson 1989, Farkas 1997).

## **Gıda Teknolojisinde Kullanılan Işınlama Uygulamaları**

Radyoaktif maddeler, atomlarının sürekli olarak parçalanması sırasında çevreye alfa, beta, gama ve X-ışınları gibi ışınlar yayarlar. Bu ışınlar iyonize ışın olarak adlandırılır ve bunlar çarptıkları materyalde elektrik yüklü iyonların oluşmasına neden olurlar. İyonize ışınlar, iyonize olmayan görünür ışığa göre daha fazla enerjiye sahiptirler (Acar 1999, Yıldırım 2010). Gıdaların muhafazasında ise gama ışınları, X ışınları ve hızlandırılmış elektron ışınları kullanılmaktadır (Olson 1998, Atasever ve Atasever 2007). Bu ışınların kullanılma nedenleri gıda maddesinde koruyucu etkiyi oluşturarak gıdada paketlenme materyalinde radyoaktiviteyi indüklememeleridir. Yukarıda bahsedilen diğer radyasyon tipleri ise gıdaların ışınlanmasında kullanılmamaktadır (Dickson 2001, Anonymous 2005).

Gama ışınları endüstride en yaygın kullanılan ışın olup kapalı Kobalt-60 (Co-60) ve Sezyum-137 (Cs-137) kaynaklarından yayılır (WHO 1983, Diehl 1995, A.D.A. 2000, Atasever ve Atasever 2007, Yıldırım 2010). Işınlar doğrudan ışınlanacak gıda maddesi üzerine verilir ve gıda hiçbir zaman kobalt veya sezyum ile direkt temas ettirilmez, böylece gıdalar radyoaktif özellik kazanmazlar (Korel ve Orman 2005, Mol ve Ceylan 2011, Yıldırım 2010). X-ışınları 5 MeV (milyon elektron volt) ve daha düşük enerjide çalışan kaynaklardan üretilen ışınlardır. Bu ışınların malzemeye penetrasyonu ve doz hızı yüksek olduğu için ışınlama süresi kısadır (A.D.A. 2000). Hızlandırılmış elektronlar 10 MeV ve daha düşük enerjide çalışan jeneratörlerde üretilen ışınlar olup bu ışınların dezavantajını penetrasyon gücünün düşük olması oluşturmaktadır (Webb ve Penner 2000).

Gıdaya uygulanması gereken enerjinin dozunu; gıdayı iyonize enerjiye maruz bırakma süresi ile gıdanın yoğunluğu ve radyasyon kaynağı tarafından soğurulan enerji miktarı belirler (Morrison ve diğ. 1992, Diehl 1995, A.D.A. 2000). Gıdalara uygulanacak radyasyonun dozu Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından belirlenmektedir. FDA radyasyon seviyelerini 3 kategoriye ayırmıştır (Acar 1999, A.D.A. 2000). Düşük doz (<1 kGy) ışınlamaya radurizasyon denmektedir. Bu doz seviyesi pastörizasyona eşdeğer ışınlama uygulaması olup bu işlem ile gıdaların kalitesini olumsuz etkileyen mikroorganizmaların sayılarının azaltılması amaçlanmaktadır. Düşük doz uygulaması genellikle taze ve kurutulmuş meyve ve



sebzelerin raf ömürlerinin uzatılmasında (Lacroix ve Ouattara 2000) ve domuz etinde *Trichinella* parazitini kontrol etmek için uygulanmaktadır (Acar 1999). Orta doz (<10 kGy) ışınlamaya radisidasyon denilmektedir ve ışınlama dozu 2,5 kGy ile <10 kGy arasındadır. Bu doz uygulaması spor oluşturmeyen patojen mikroorganizma yükünün azaltılmasında kullanılmakta olup sütün pastörizasyonuna benzetilmektedir. Radisidasyon viral patojenlerin öldürülmesinde yetersiz kalmaktadır. 2,5 kGy düzeyinde ışınlama *Vibrio parahaemolyticus* veya kanatlılarda *Salmonella* inaktivasyonu için yeterli olduğu halde aynı etki donmuş ürünlerde ancak 5 kGy ile sağlanmaktadır. Yüksek doz (10 kGy üzeri) uygulamalarına radapertizasyon veya radyasyonla sterilizasyon denilmekte ve ticari sterilizasyon uygulamasına benzetilmektedir. Bu amaçla kullanılan ışınlama dozları 10–45 kGy arasındadır. Yüksek doz uygulamalarında gıdaların renk ve koku gibi duyuşal özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu sebeple ısıtım işlem, dondurma gibi diğere gıda muhafaza yöntemleri ile birlikte uygulanması önerilmektedir (Acar 1999). ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından kabul edilen iyonlaştırıcı radyasyon dozları, gıdalara hangi amaçla uygulandığı ve onaylandığı tarihe göre Tablo 1.2’de verilmiştir (Olson 1998, Webb ve Penner 2000).

Tablo 1.2: ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından kabul edilen ışınlama dozları (Olson 1998, Webb ve Penner 2000).

Ürün	İzin verilen doz (kGy)	Amaç	Tarih
Buğday, buğday unu	0.2-0.5	Böcek oluşumunun önlenmesi	1963
Beyaz patates	0.05-0.15	Çimlenmenin engellenmesi	1964
Domuz eti	0.3-1	<i>Trichinella spiralis</i> 'in kontrolü	1985
Kurutulmuş enzimler	<10	Mikrobiyal kontrol	1986
Meyve	<1	Olgunlaşmayı erteleme, böcek oluşumunu önleme	1986
Taze sebzeler	<1	Temizleme	1986
Otlar	<30	Mikrobiyal kontrol	1986
Baharatlar	<30	Mikrobiyal kontrol	1986
Mevsimlik sebze	<30	Mikrobiyal kontrol	1986
Kümes hayvanları (Taze yada dondurulmuş)	<3	Mikrobiyal kontrol	1990
Et (Ambalajlı dondurulmuş)	>44	Sterilizasyon	1995
Hayvan yemi ve evcil hayvan yemi	2-25	Salmonella kontrolü	1995
Et (Pişmemiş, soğutulmuş)	<4.5	Mikrobiyal kontrol	1997
Et (Pişmemiş, dondurulmuş)	<7	Mikrobiyal kontrol	1997

## Gıda Endüstrisinde Işınlama Uygulaması için Yapılan Yasal Düzenlemeler

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 1981 yılında düzenlenen JECFI(Işınlanmış Gıdaların Güvenliğinde FAO/IAEA/WHO Uzmanlar Ortak Kurulu) toplantısında gıda güvenliği açısından ışınlanmış gıdaların güvenliği ile ilgili tüm bilgiler ele alınmış ve insan sağlığı açısından bir sorun oluşturmayacağına karar verilen 10 kGy'lik ışınlama dozu onaylanmıştır (Durmaz ve Sancak 2014). Dünya çapında 30'dan fazla ülke bu yöntemin uygulanmasına yasal olarak izin vermiştir. Hollanda'da günlük 2 ton, Belçika'da 1 ton ışınlanmış gıda üretimi mevcuttur. Güney Afrika'da mango, papaya ve sebzeler ışınlanarak muhafaza edilmektedir. Kanada'da patateslerde filizlenmeyi önlemek amacıyla ışınlama uygulanan tesisler bulunmaktadır (Webb ve Penner 2000). Yumru ve çiçek soğan ile depolanmış tahıllar, kurutulmuş katkıları, et, kümes hayvanları ve balık ile meyve gibi bazı hammaddelerin ışınlanması son 60 yılda literatürde geniş yer bulmuştur. Işınlanmış baharatlar, otlar ve kurutulmuş sebze çeşnileri şu anda birçok ülkede geniş bir kullanım alanına sahiptir (Demirci ve Güner 2008). Gıda ışınlama alanındaki yasal düzenlemeler kronolojik olarak Tablo 1.3'de verilmiştir (Molins 2001, Abbas ve Halkman 2003).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (USFDA) tarafından tüketicinin bilgilendirilmesini sağlamak amacıyla 1980 yılından itibaren ışınlanmış ürünün paketi üzerine radura sembolü konulması yasal bir zorunluluk haline getirilmiştir. Ayrıca, ışınlanmış gıdaların ambalajlarında radura sembolü ile birlikte "Işınlanmıştır" yada "Işınlama İşlemi Yapılmıştır" ibarelerinin kullanılması şartı da getirilmiştir (Atasever ve Atasever 2007, Mol ve Ceylan 2011, Korel ve Orman 2005).



Şekil 1.2: Işınlanmış gıdayı ifade eden radura sembolü

Tablo 1.3:Gıda ışınlama alanındaki yasal düzenlemelerin kronolojisi (Molins 2001, Abbas ve Halkman 2003).

1958	ABD FDA: Gıda ışınlamanın fiziksel bir işlem değil, gıda katkısı olduğunu öne sürmüştür.
1958	SSCB: Patates ve tahılların ışınlanmasını onaylamıştır.
1960	Kanada: Patateslerin ışınlanmasını onaylamıştır.
1963	ABD FDA: Domuz salamı, buğday, buğday unu ve patatesin ışınlanmasını onaylamıştır.
1964	ABD FDA: Esnek ambalaj materyali ile paketlenmiş gıdalarda da ışınlama işlemini onaylamıştır.
1976	JECFI: Işınlama işleminin fiziksel bir proses olduğunu önermiştir.
1979	ABD FDA: Kendi içlerinde ışınlanmış gıda komitesi oluşturulmuştur.
1980	JECFI: Maksimum ortalama ışınlama dozu olarak 10 kGy 'e kadar izin verilmiştir.
1983	ABD FDA ve Kanada Sağlık Dairesi: Baharatın ışınlanmasını onaylamıştır.
1985	ABD FDA: <i>Trichinosis</i> 'i kontrol altına almak için domuz etlerinin ışınlama ile pastörizasyonunu onaylamıştır (en az 0,3 , en çok 1,0 kGy).
1986	ABD FDA: Meyve, sebzeler ve diğer gıdalar için 1,0 kGy ışınlama dozuna izin vermiştir.
1990	ABD: Patojenlerin eliminasyonu için piliçlerin ışınlanmasının uygun olacağını açıklamıştır (1,5-3,0 kGy).
1994	ABD USDA: Kırmızı et ürünlerinde iyonize radyasyon dozunu, dondurulmamış etlerde en çok 4,5, dondurulmuş etlerde ise 7,5 kGy olarak belirlemiştir.
1996	Dünya: Ticari olarak gıdaları ışınlayan ülke sayısı 28 'e ve bir ya da daha fazla gıdanın ışınlanmasını onaylayan ülke sayısı 40 'a çıkmıştır.
1997	FAO/IAEA/WHO: Yüksek doz gıda ışınlama çalışma grubu her dozdaki gıda ışınlamanın güvenli olduğunu ancak yüksek doz ışınlamasına gerek olmadığını bildirmiştir.
1997	ABD FDA: Patojenlerin kontrolü için etlerin ışınlanmasını onaylamıştır.
1997	ICGFI: Uluslararası Gıda Işınlama Danışma Grubu üyesi ülke sayısı 45 'e çıkmıştır.
1998	ABD FDA: Işınlanmış gıda veya gıda katkısı bulunan gıda etiketlerinde "ışınlanmış" deyiminin açıkça gösterilmesi için yeni düzenlemeler getirmiştir.
1999	Avrupa Topluluğu: Baharat, çeşni ve aromatik bitkilerin ışınlanmasında yönetmelikleri yenilemiştir.
2000	ABD FDA: Yumurta kabuklarındaki <i>Salmonella</i> 'nın kontrolü ve tohumlarda filizlenmeyi önlemek için ışınlamada yeni düzenlemeler getirmiştir.

FDA: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

SSCB: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği

JECFI: Işınlanmış Gıdaların Güvenliğinde FAO/IAEA/WHO Uzmanlar Ortak Kurulu

USDA: ABD Tarım Bakanlığı

FAO: Gıda ve Tarım Örgütü

IAEA: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

ICGFI: Gıda Işınlaması Hakkında Uluslararası Danışma Grubu

Türkiye’de Gıda Işınlama Yönetmeliği(5996, 2690 sayılı kanun ve 18861 sayılı tüzüğe göre hazırlanmıştır) ise, ilk olarak 6 Kasım 1999’da 23868 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanmıştır. Bu yönetmelik sadece izin verilen yasal dozları değil aynı zamanda, gıda maddelerinin ışınlanmasındaki esas ve usülleri, gıda ışınlama tesislerinin kurulması, ışınlanmış gıdaların pazarlanması ve bu işlemlere ilişkin lisans, tecil, istihdam, kontrol, denetim, ithalat ve ihracata dair esas ve usülleri de içermektedir. 2002’de yapılan değişiklik neticesinde yönetmeliğin tıbbi gözetim altındaki steril gıdaya ihtiyaç duyan hastalar için hazırlanan gıdaları kapsamadığı özellikle belirtilmiştir (Anonim 2002). Yönetmeliğe göre Kobalt-60 (Co-60) ve Sezyum-137 (Cs-137) radyonüklit kaynaklarından yayılgama ışınları, 5 MeV ve daha düşük enerjide çalışan makine kaynaklarından üretilen X ışınları ve 10 MeV ve daha düşük enerjide çalışan makine kaynaklarından üretilen elektronlar izin verilen ışın kaynaklarını oluşturmaktadır (Çetinkaya ve Halkman 2006).

Tablo 1.4: Türk Gıda Kodeksi Işınlama Yönetmeliği’ne (5996, 2690 sayılı kanun ve 18861 sayılı tüzüğe göre hazırlanmıştır) göre gıda gruplarında uygulanmasına izin verilen ışınlama dozları (Anonim 2002). (X: Minimum doz düzeyi belli bir zararlı organizma için belirlenebilir. X<sup>a</sup>: Minimum doz düzeyi gıdanın hijyenik kalitesini temin edecek düzeyde belirlenebilir. X<sup>b</sup>: 10 kGy’nin üzerindeki maksimum doz düzeyleri, gıdanın tümündeki minimum ve maksimum doz ortalaması 10 kGy’i aşmayacak şekilde uygulanır).

Gıda Grubu	Amaç	Doz (kGy)	
		Min.	Max.
Grup 1. Soğanlar, kökler ve yumrular	Depolama sırasında filizlenme, çimlenme ve tomurcuklanmayı önlemek		0.2
Grup 2. Taze meyve ve sebzeler (Grup 1’in dışındakiler)	a) Olgunlaşmayı geciktirmek b) Böceklenmeyi önlemek c) Raf ömrünü uzatmak d) Karantina kontrolü	X	1 1 2.5 1
Grup 3. Hububat, öğütülmüş hububat ürünleri, kabuklu yemişler, yağlı tohumlar, kurutulmuş sebzeler ve kurutulmuş meyveler	a) Böceklenmeyi önlemek b) Mikroorganizmaları azaltmak c) Raf ömrünü uzatmak		1 5 5
Grup 4. Çiğ balık, kabuklu deniz hayvanları ve bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş), dondurulmuş kurbağa bacağı	a) Bazı patojenik bakterileri azaltmak b) Raf ömrünü uzatmak c) Paraziter enfeksiyonların kontrolü	X X <sup>a</sup>	5 3 2
Grup 5. Kanatlı, kırmızı et ile bunların ürünleri (taze veya dondurulmuş)	a) Bazı patojenik bakterileri azaltmak b) Raf ömrünü uzatmak c) Paraziter enfeksiyonların kontrolü	X X <sup>a</sup>	7 3 2
Grup 6. Kuru sebzeler, baharatlar, kuru otlar, çesniler ve bitkisel çaylar	a) Bazı patojenik bakterileri azaltmak b) Böceklenmeyi önlemek	X	10 X <sup>b</sup> 1
Grup 7. Hayvansal orjinli kurutulmuş gıdalar	a) Böceklenmeyi önlemek b) Küflerin kontrolü		1 3

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **2.1 Materyal**

Çalışmada materyal olarak Uşak yöresinde üretim yapan ticari bir işletmeden aynı üretim yılı ve partiden temin edilen 5 kg'lık polietilen plastik torbalarda hazırlanan 8 adet tarhana numunesi iki paralelli olacak şekilde kullanıldı.

### **2.2 Metot**

#### **2.2.1 Tarhana Numunelerinin Işınlanması**

Tarhana numuneleri Gamma-Pak/Tekirdağ firmasında ışınlandı. Söz konusu uygulama 2.5, 5 ve 10 kGy'lık dozlarda yapıldı. Işınlamanın etkisinin belirlenmesi için uygulama yapılmayan tarhana numuneleri de kontrol olarak kullanıldı. Işınlamadan sonra tarhana numuneleri 25 °C'de 6 ay kendi ambalajlarında depolandı. Depolamanın 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. ayında tarhana örneklerine çeşitli analizler uygulandı.

#### **2.2.2 Mikrobiyolojik Analizler**

#### **Toplam Aerofilik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı**

Örneklerdeki TAMB sayımlarının yapılması amacıyla depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. aylarında alınan 10 g tarhana örnekleri 90 mL peptonlu fizyolojik su ile stomacherde (Seward Medical, London, UK) 1 dakika homojenize edilerek dilüsyonları hazırlandı. Daha sonra bu dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA) besiyerine dökme yöntemine göre iki paralelli ekim yapıldı. TAMB sayısı 30 °C'de 48 saat inkübasyon sonunda besiyeri üzerinde gelişen tüm koloniler sayılarak tespit

edildi. Mikrobiyolojik sayım sonuçları kob/g cinsinden ifade edildi (Scheirlinck ve diğ. 2008,Şimşek ve diğ. 2012).

### **Maya-Küf Sayımı**

Maya – Küf sayımlarının tespit edilmesi amacıyla örneklerden depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. aylarında alınan 10 g tarhana 90 mL peptonlu fizyolojik su ile stomacherde (Seward Medical, London, UK) 1 dakika homojenize edilerek dilüsyonları hazırlandı. Daha sonra bu dilüsyonlardan Dichloran Rose Bengal Chlortetracycline Agar (DRBC agar) besiyerine dökme yöntemine göre iki paralelli ekim yapıldı. Maya – Küf sayımı 28 - 30 °C’de 48 saat inkübasyon sonunda gelişme gösteren petriyerler sayılarak tespit edildi. Mikrobiyolojik sayım sonuçları kob/g cinsinden ifade edildi (Scheirlinck ve diğ. 2008, Groenewald ve diğ. 2008,Şimşek ve diğ. 2012).

### ***Bacillus cereus* (BC) Sayımı**

Tarhana örneklerindeki *BC* sayımının tespit edilmesi amacıyla depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. aylarında tarhanalardan alınan 10 g örnek 90 mL peptonlu fizyolojik su ile stomacherde (Seward Medical, London, UK) 1 dakika homojenize edilerek dilüsyonları hazırlandı. Daha sonra bu dilüsyonlardan *BC* Agar besiyerine dökme yöntemine göre iki paralelli ekim yapıldı. Petriyerler 28 - 30 °C’de 3 – 5 gün inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda üreme görülen petriyerler sayılarak tespit edildi. Mikrobiyolojik sayım sonuçları kob/g cinsinden ifade edildi(Scheirlinck ve diğ. 2008, Groenewald ve diğ. 2008,Şimşek ve diğ. 2012).

### 2.2.3 Fiziksel Analizler

#### Renk Tayini

Renk ölçümleri; Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, ABD) ile yapıldı. Hunter Lab renk skalasına göre L = 0 (siyah), L = 100 (beyaz); -a (yeşillik), +a (kırmızılık); -b (mavilik), +b (sarılık) değerleri depolamanın 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. ayında tarhana örneklerinde belirlendi (Anonim 1995).

#### Viskozite Tayini

Depolanan tarhanalarda viskozite değerlerinin tespit edilmesi için 10 g tarhana örneği tartıldı ve üzerine 90 mL saf su ilave edilerek % 10'luk (w/v) tarhana-su karışımı hazırlandı. Bu karışım mekanik çalkalayıcıda ısıtılarak 20 dakika kaynatıldı. Tarhana-su karışımlarının kıvam katsayısı (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri, Brookfield programmable DV-II+ (Middleboro, Massachusetts, ABD) S28 no'lu başlık kullanılarak ölçülmüştür. Analiz için hazırlanan örnekten, sirkülasyonlu su banyosuna bağlı numune kabına (Brookfield Accessories, SC4-13R) aktarıldı ve 70°C'de 19 farklı hızda (5, 8, 10, 15, 17, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 90, 105, 120, 140, 160, 180 rpm) ölçümleri yapıp akış eğrileri çizilerek K ve n değerlerinin belirlenmesi sağlanmıştır (Hayta ve diğ. 2002).

### 2.2.4 Kimyasal Analizler

#### pH Tayini

Tarhana örneklerinin pH ölçümü, dijital pH metre (Hanna Instruments HI 8314) kullanılarak tespit edildi. 10 g tarhana örneği tartılarak üzerine 90 mL ultra saf su eklendi. Ardından manyetik karıştırıcıda homojen bir karışım oluşuncaya dek karıştırıldı. Sonra prob örneğin içerisine daldırılarak sabitlenen değer okundu. pH ölçümleri tüm örnekler için 2 tekrarlı olarak gerçekleştirildi.

## Asitlik Derecesi Tayini

Tarhana örneklerinin asitlik derecelerini belirleyebilmek için 10 g örnek tartılarak bir erlen içine konuldu. Üzerine 50 mL %67'lik etanol ilave edilerek 5 dakika boyunca spatül yardımıyla karıştırılarak çözündürüldü. Ardından içerik filtre kağıdından süzdürüldü. Süzütüden 10 mL alındı ve üzerine 2-3 damla fenolftalein belirteç çözeltisi konularak sabit pembe renk oluşuncaya kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edildi. Tarhananın asitlik derecesi harcanan NaOH çözeltisinin miktarı 5 ile çarpılarak bulundu (Anonim 2004).

## Nem Tayini

Depolanan örneklerin nem miktarları AOAC (1990)'a göre belirlendi. Analiz için etüvde  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit ağırlığa kadar kurutulan ve sonra 0.1 mg duyarlı hassas terazide darası alınan alüminyum kurutma kaplarına tarhana örneklerinden yaklaşık 5 g tartıldı. Örnekler sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar etüvde  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kurutuldu. Etüvden çıkarılan örnekler desikatöre alındı ve hassas terazide tartıldı. Kurutma esnasında uzaklaşan nem miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\% \text{Nem} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

$m_1$  = Kurutulmuş boş kurutma kabının ağırlığı (g)

$m_2$  = Tarhana örneği + kurutma kabının ağırlığı (g)

$m_3$  = İçinde tarhana örneği bulunan kurutma kabının kurutma işleminden sonraki ağırlığı (g)



## TBA Tayini

5 g tarhana örneği tartılarak erlene aktarıldı ve üzerine 50 mL %20'lik trikloroasetik asit (TCA) (Merck, Almanya) çözeltilisi ilave edilerek homojenizatörde 2 dk. parçalandı. Ardından karışım üzerine 50 mL su konuldu ve 1 dk. daha parçalandı. Karışım 100 mL'lik balon jøjeye huniden filtre kağıdı yardımıyla süzöldü. Süzöntüden 5 mL alınarak 50 mL'lik deney tüpüne koyuldu. Üzerine 0.02 M TBA çözeltilisi ilave edildi. Aynı şekilde 5 mL 1:1 TCA/Su ve 0.02 M TBA ile kör hazırlandı. Tüpler karıştırılarak 80C'lik su banyosunda 35 dk. bekletildi. Ardından spektrofotometrede (PG Instruments Ltd., T80 UV/VISSpectrometer) 532 nm'de kör ile sıfırlanıp tarhana örneklerinin absorbsansları okundu.

## 2,2-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) Yöntemiyle Antioksidan Aktivite Tayini

Tarhana numunelerinin antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini indirgeme Singh ve diğ. (2002) metoduna göre gerçekleştirildi. Antioksidan aktiviteyi belirlemek amacıyla öncelikle tarhana örneklerinden uygun ekstraktlar hazırlandı. 1g tarhana üzerine 10 mL metanol eklenerek oda sıcaklığında 1 saat bekletildi. Ardından ekstraktlardan 0.1 mL alınarak vialler içeresine eklendi. Her bir vialde 5 mL DPPH çözeltilisi eklenerek vorteks ile karıştırıldı ve 27<sup>0</sup>C'de 20 dakika inkübe edildi. Sonrasında 517 nm dalga boyunda okundu. Kör çözelti olarak saf metanol, kontrol çözeltilisi olarak 0.1 mL ekstrakt yerine 0.1 mL su eklendi. Ekstraktların antioksidan kapasitesinin bir ölçüsü olan %ARA değerleri aşğıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\%ARA = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100$$

## **Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFMM) Tayini**

Uygun materyalden çeşitli çözücüler ile alınan ekstraktlarda toplam fenolik madde içeriği (TFMM) analizi orijinali Singleton ve Rossi (1965) tarafından verilen metoda dayanan, Li ve diğ. (2006a) tarafından modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirildi. TFMM, kateşin ve tannik asit cinsinden (mg/g) hesaplandı.

Fenolik madde tayini için öncelikle tarhana örneklerinden uygun ekstraktlar hazırlandı. 1g tarhana üzerine 10 mL metanol eklenerek oda sıcaklığında 1 saat bekletildi. Ardından bu karışımdan 0.5 mL alınarak seyreltilen bu ekstrakt üzerine 0.2 N 2.5 mL Folin – Ciocalteureaktifi eklendi. Bu karışım üzerine 2 mL %7.5 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi eklenerek fenolik hidroksil gruplarının hidrojenlerini suya vermeleri sağlandı. 30 dk. oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen karışımların maviye dönen renginin absorbansı 760 nm’de ölçüldü. Kör çözelti için 0.5 mL ekstrakt yerine aynı miktarda saf su, kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması için 0.5 mL ilgili standart çözeltiden ilave edildi. TFMM, kateşin ve tannik asit eşdeğeri olarak bu standartlar ile oluşturulan kalibrasyon eğrilerinden hesaplandı.

### **2.2.4. İstatistiksel Analiz Yöntemleri**

Çalışmada, tarhana örneklerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları ile ışınlama uygulaması dozu ve depolama süresi ve gruplar arası farklılık MINITAB (18. OU.) programı kullanılarak çift yönlü ANOVA varyans analizi yapılarak belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

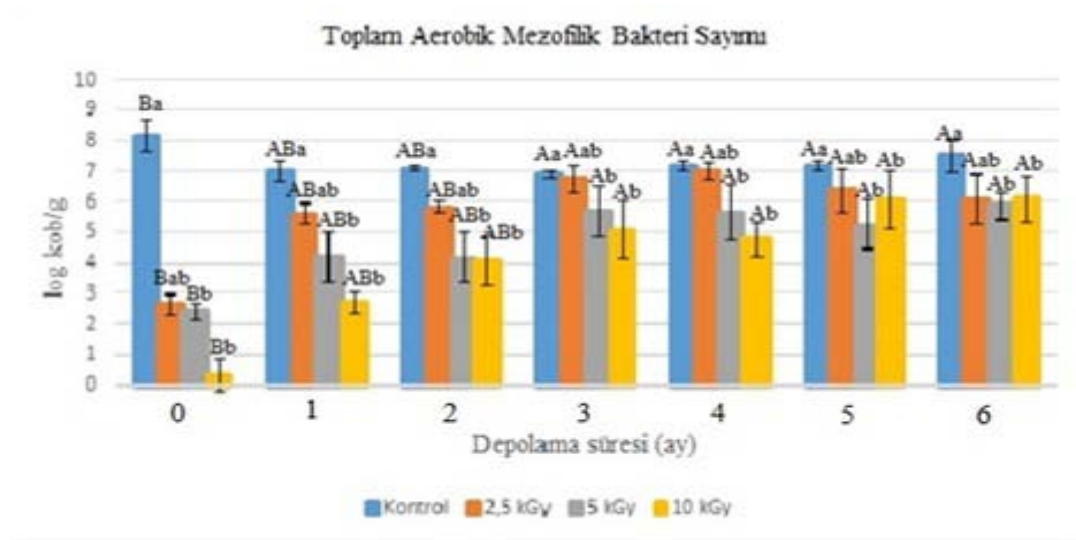
#### 3.1 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Mikrobiyolojik Özellikleri

Çalışmada farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlanmamış tüm hamur örneklerinin 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. aylardaki TAMB, Maya-küf ve B.C sayımları yapılmıştır. Söz konusu hamur örneklerinden elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Kontrol grubu olan ışınlama uygulanmamış tarhana örneğinde TAMB sayısı depolama başında 8,17 log kob/g olarak belirlenirken; 2.5 kGy, 5 kGy ve 10 kGy dozda ışınlama uygulanmış tarhanalarda söz konusu değerler sırasıyla 2,64 log kob/g, 2,40 log kob/g ve 0,32 log kob/g olarak kaydedilmiştir. Işınlama dozu ile tarhana hamuru örneklerindeki TAMB sayısı yakından ilişkili bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Diğer yandan; depolama süresi ile birlikte ışınlanmış tarhana örneklerinde TAMB sayısı giderek artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). Ancak bakteriyel sayı artışı ışınlama dozu ile orantılı olarak gerçekleşmiştir. Depolama sonunda en yüksek TAMB sayısı kontrol örneğinde, en düşük ise 5 kGy ışınlanmış tarhana örneğinde bulunmuştur (Şekil 3.1).

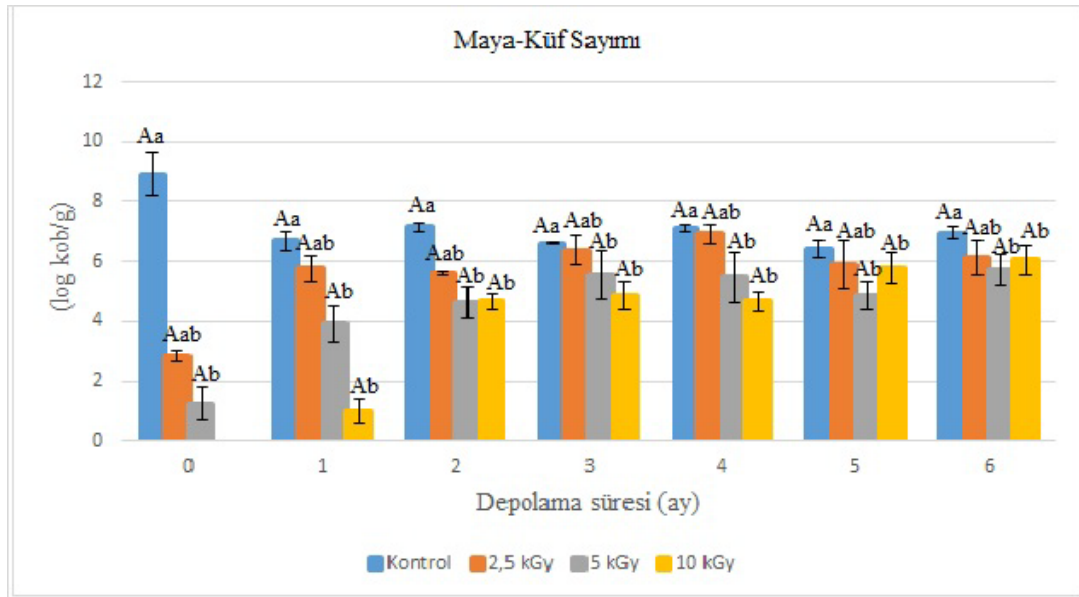
Tablo 3.1: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlanmamış tarhana hamurlarında 0-6.aylarda yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları

ÖRNEK	AY	Mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)		
		TAMB	Maya-küf	B.C
KONTROL	0	8,17 ± 1,93	8,90 ± 2,32	2,48 ± 3,12
	1	6,99 ± 0,34	6,67 ± 0,32	6,66 ± 0,09
	2	7,08 ± 0,08	7,15 ± 0,13	6,75 ± 0,50
	3	6,89 ± 0,11	6,60 ± 0,02	6,44 ± 0,40
	4	7,20 ± 0,17	7,11 ± 0,11	6,95 ± 0,15
	5	7,21 ± 0,18	6,42 ± 0,29	6,74 ± 0,18
	6	7,46 ± 1,22	6,95 ± 0,19	6,80 ± 0,16
2,5 kGy	0	2,64 ± 0,34	2,83 ± 0,18	0,25 ± 0,5
	1	5,61 ± 0,33	5,75 ± 0,41	5,45 ± 0,25
	2	5,82 ± 0,18	5,61 ± 0,06	5,80 ± 0,06
	3	6,77 ± 0,45	6,35 ± 0,49	4,89 ± 3,27
	4	7,03 ± 0,30	6,91 ± 0,31	6,74 ± 0,36
	5	6,36 ± 0,73	5,87 ± 0,81	6,07 ± 0,87
	6	6,08 ± 0,81	6,13 ± 0,98	6,08 ± 0,79
5 kGy	0	2,40 ± 0,25	1,24 ± 1,44	0,32 ± 0,65
	1	4,19 ± 0,79	3,91 ± 1,36	3,92 ± 1,23
	2	4,18 ± 2,91	4,61 ± 1,01	4,76 ± 1,10
	3	5,68 ± 0,80	5,54 ± 0,81	5,40 ± 0,82
	4	5,63 ± 0,91	5,45 ± 0,83	5,06 ± 0,97
	5	5,24 ± 0,82	4,86 ± 0,96	5,10 ± 0,77
	6	5,86 ± 0,43	5,71 ± 0,50	5,68 ± 0,44
10 kGy	0	< 1	< 1	< 1
	1	2,69 ± 0,30	1,00 ± 0,81	2,21 ± 0,17
	2	4,06 ± 1,01	4,65 ± 0,28	2,45 ± 2,45
	3	5,07 ± 0,93	4,86 ± 0,85	4,97 ± 0,96
	4	4,79 ± 0,55	4,65 ± 0,31	5,26 ± 1,32
	5	6,05 ± 0,97	5,79 ± 0,82	5,71 ± 1,39
	6	6,09 ± 0,74	6,03 ± 0,87	6,04 ± 0,78



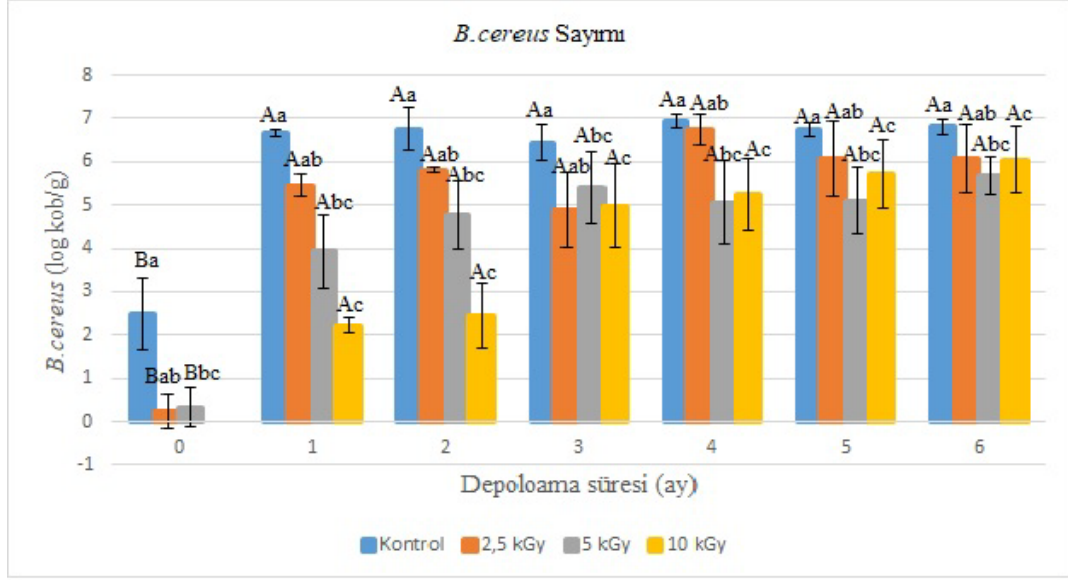
Şekil 3.1: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama boyunca TAMB sayısı ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki p<0,05 düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Tarhana örnekleri arasında en yüksek Maya-Küf miktarı kontrol tarhanasında bulunmuştur. 2.5 ve 5 kGy ışınlanmış tarhana örneklerinde sırasıyla 2.83 ve 1,24 log kob/g olarak tespit edilmiştir. 10 kGy ışınlanan tarhanada ise Maya Küf sayısı <1 log kob/g olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda Maya-Küf sayısı kısmen azalarak depolama sonucunda 6,95 log kob/g'a ulaşmıştır. Işınlanmış tarhana örneklerinde Maya-Küf sayısı depolama ile birlikte artmıştır. En düşük Maya-Küf sayısı en yüksek dozda ışınlanan tarhana örneklerinde saptanmıştır (Şekil 3.2). Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; ışınlama uygulaması dozuna göre tarhana örneklerinin Maya-Küf miktarları arasında farklılık bulunurken ( $p < 0,05$ ), depolamaya bağlı olarak farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).



Şekil 3.2: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecindeki Maya-Küf sayısı ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Tarhana örneklerinin BC sayısı ışınlama uygulamasına göre farklılık göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Tarhana örneklerinin depolanmasının başında kontrol grubu 2 log kob/g'dan daha fazla BC içerirken, ışınlanmış örneklerde ise <1 log kob/g oranında tespit edilmiştir. Tarhana örneklerinin tümünde BC sayısı depolama ile birlikte artmıştır ( $p < 0,05$ ). 5 kGy ışınlama uygulanan tarhanalarda BC sayısı en düşük bulunmuştur (Şekil 3.3). Ancak depolama sonunda BC sayısı bakımından farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 6. ayına kadar başta 10 kGy doz uygulanan tarhanaların BC sayısı daha yavaş yükselmiştir.



Şekil 3.3: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecindeki *B. cereus* sayısı ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

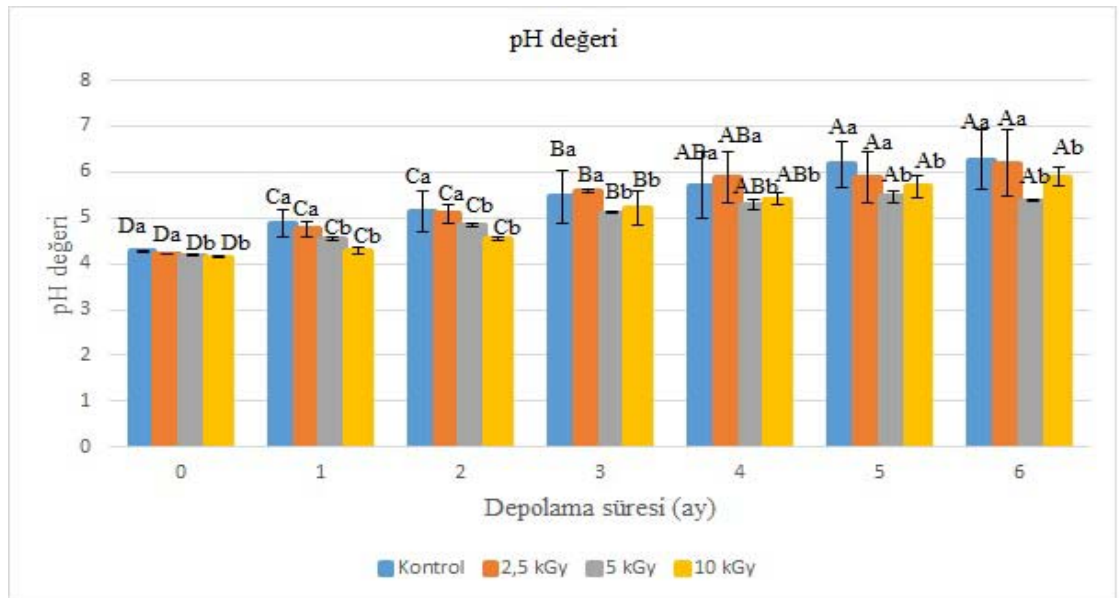
Şengün (2006) tarafından Ege Bölgesi'nin farklı yörelerine ait toplam sekiz adet tarhana örneğinde LAB'nin tanımlanması amacıyla yapılan bir çalışmada; tarhanaların TAMB sayıları  $1,4 \times 10^3 - 4 \times 10^6$  kob/g aralığında değişirken  $BC < 100$  kob/g olarak belirlenmiştir. Coşkun (2002) tarafından yapılan çalışmada ise; Trakya bölgesinin değişik köylerinden temin edilmiş 51 adet ev tarhanası örneği kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal yönden araştırılmıştır. Örneklerin TAMB sayıları  $2,68 \times 10^3 - 6,61 \times 10^3$  kob/g, maya-küf sayıları  $3,04 \times 10^3 - 3,52 \times 10^3$  kob/g aralığında tespit edilmiştir. Işık (2013) tarafından salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada ise, kurutulmuş tarhanaların TAMB sayıları 3,13-6,79 log kob/g, maya-küf sayıları ise  $< 1 - 4,18$  log kob/g aralığında belirlenmiştir. Tarhanaların mikrobiyolojik durumunu tespit etmek amacıyla yapılan 3 farklı çalışmaya göre bu çalışmadaki ışınlama uygulanmış örneklerin TAMB sayıları ( $< 1 - 6,77$  log kob/g), Işık (2013) ve Şengün (2006) ile uyumlu iken, Coşkun (2002)'ye göre yüksektir. Maya-Küf sayıları ( $< 1 - 6,91$  log kob/g), Işık (2013) ile benzer iken Coşkun (2002)'ye göre yüksektir. *B. cereus* sayısı ise ( $< 1 - 6,74$  log kob/g), Şengün (2006)'ya göre oldukça yüksektir. Kontrol örneklerinin TAMB, Maya-Küf ve *B. cereus* sayıları (sırasıyla 6,89 – 8,17, 6,42 – 8,90 ve 2,48 – 6,95 log kob/g), Şengün (2006), Coşkun (2002) ve Işık (2013)'e göre yüksek bulunmuştur.

### 3.2 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Kimyasal Özellikleri

Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış tarhana hamuru örneklerinin depolama süresince pH, asitlik sayısı, nem miktarı, 2-tiobarbitürik asit(TBA), toplam fenolik maddde miktarı (TFMM) ve antioksidan aktivite (DPPH) özellikleri tespit edilmiştir.

#### 3.2.1 Tarhanaların pH, Asitlik Değeri ve Nem İçeriği

Çalışmada kullanılan tüm tarhana hamuru örneklerinden elde edilen pH, asitlik değeri ve nem içeriği özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir. Depolama başında 4,15 - 4,28 aralığında olan tarhana örneklerinin pH değerleri 6 ay depolama boyunca artmıştır ( $p<0,05$ ).Depolama sonucunda pH değeri en çok kontrol örneğinde artarak 6,27’ ye ulaşmıştır. Işınlanmış örneklerin pH değerleri ise kısmen yavaş ilerlemiştir. Ayrıca ışınlama dozuna göre pH değerleri düşmüştür ( $p<0,05$ ). 10 kGy ışınlanmış tarhananın 6 ay depolama sonunda pH değeri 5,89 olmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Farklı dozlarla ışınlanmış ve ışınlanmamış kuru tarhanaların 6 ay depolama boyunca pH değişimi.(Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

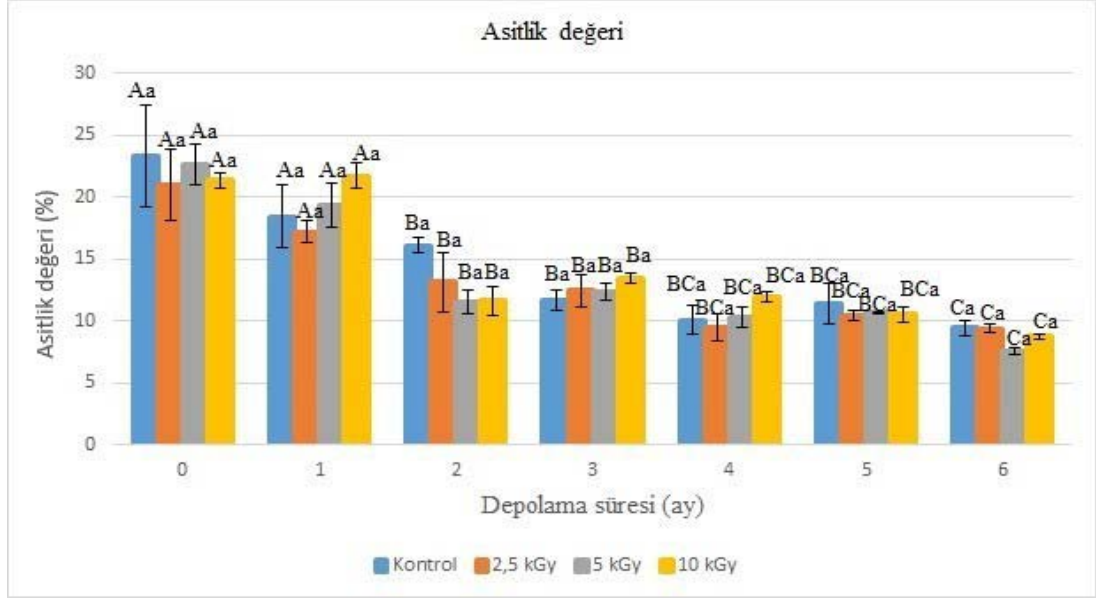
Tarhana örneklerinin asitlik değerleri 6 aylık depolama süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ). Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin

asitlik içerikleri depolamanın başında 20,92-23,25 olarak tespit edilmiştir. Bu asitlik oranları 6 aylık depolama sürecinde azalmıştır. 10 kGy ışınlanmış tarhana örneğinde birinci ay sonunda diğer tarhana örneklerinden farklı olarak asitlik düşüşü daha yavaş gerçekleşmiştir. 6. ayın sonunda tarhana örneklerinin asitlik içeriği 7,56-9,41 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.5). Diğer yandan tarhanaların ışınlama uygulaması dozlarına göre asitlik içeriği bakımından örnekler arasında bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Tablo 3.2:İşinlanmış ve işinlanmamış tarhanaların bazı kimyasal özellikleri

ÖRNEK	AY	KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI		
		pH	Asitlik(%)	Nem(%)
<b>KONTROL</b>	<b>0</b>	4,28 ± 0,00	23,25 ± 4,11	17,17 ± 0,05
	<b>1</b>	4,87 ± 0,28	18,40 ± 2,52	16,95 ± 0,24
	<b>2</b>	5,14 ± 0,44	16,10 ± 0,59	17,87 ± 0,22
	<b>3</b>	5,46 ± 0,57	11,71 ± 0,82	18,44 ± 0,24
	<b>4</b>	5,70 ± 0,72	10,07 ± 1,11	18,64 ± 0,20
	<b>5</b>	6,16 ± 0,51	11,40 ± 1,67	18,98 ± 0,15
	<b>6</b>	6,27 ± 0,64	9,41 ± 0,59	18,89 ± 0,49
<b>2,5 kGy</b>	<b>0</b>	4,20 ± 0,00	20,92 ± 2,86	17,14 ± 0,21
	<b>1</b>	4,75 ± 0,16	17,20 ± 0,85	16,97 ± 0,25
	<b>2</b>	5,08 ± 0,21	13,15 ± 2,40	17,74 ± 0,42
	<b>3</b>	5,57 ± 0,03	12,45 ± 1,32	18,16 ± 0,42
	<b>4</b>	5,89 ± 0,55	9,48 ± 1,12	18,09 ± 0,34
	<b>5</b>	5,88 ± 0,56	10,43 ± 0,36	18,32 ± 0,36
	<b>6</b>	6,19 ± 0,71	9,36 ± 0,32	18,59 ± 0,46
<b>5 kGy</b>	<b>0</b>	4,18 ± 0,01	22,57 ± 1,66	16,87 ± 0,13
	<b>1</b>	4,54 ± 0,04	19,35 ± 1,80	16,76 ± 0,21
	<b>2</b>	4,83 ± 0,03	11,53 ± 1,00	17,73 ± 0,38
	<b>3</b>	5,11 ± 0,03	12,33 ± 0,66	17,65 ± 0,22
	<b>4</b>	5,28 ± 0,11	10,33 ± 0,83	17,89 ± 0,45
	<b>5</b>	5,45 ± 0,14	10,70 ± 0,04	17,70 ± 0,38
	<b>6</b>	5,37 ± 0,01	7,56 ± 0,21	17,46 ± 0,21
<b>10 kGy</b>	<b>0</b>	4,15 ± 0,01	21,36 ± 0,59	16,98 ± 0,17
	<b>1</b>	4,28 ± 0,06	21,71 ± 1,01	16,64 ± 0,25
	<b>2</b>	4,54 ± 0,04	11,61 ± 1,19	17,41 ± 0,28
	<b>3</b>	5,21 ± 0,36	13,43 ± 0,46	18,09 ± 0,91
	<b>4</b>	5,40 ± 0,12	11,95 ± 0,37	17,52 ± 0,18
	<b>5</b>	5,68 ± 0,25	10,55 ± 0,62	18,36 ± 0,13
	<b>6</b>	5,89 ± 0,21	8,72 ± 0,23	17,58 ± 0,71



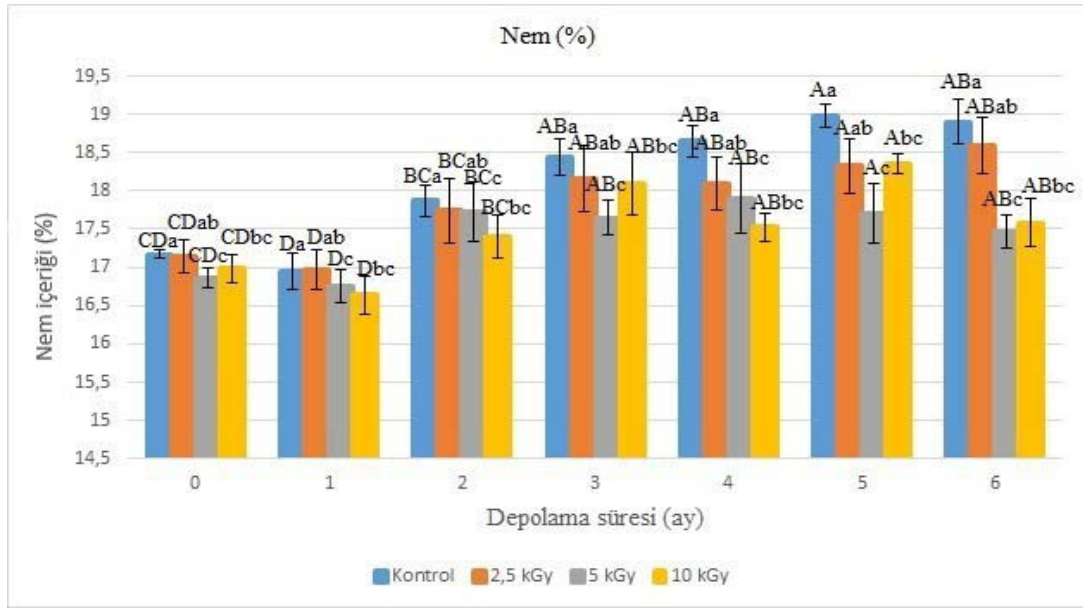


Şekil 3.5: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinde depolamayla birlikte %67'lik etanole geçen asitlik değeri değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

TSE Tarhana Standardı'na göre tarhana da asitlik derecesi (%67'lik alkolle geçen) en az 15, en çok 40 olmalıdır (Anonymous 1981). Bu çalışmada depolamanın 2. ayına kadar tüm örneklerin asitlik değerleri standartlara uygun olup, daha sonra depolamanın sonuna kadar düşmüştür. Yapılan literatür araştırmalarına göre bu çalışmadaki tarhanaların asitlik değerleriyle benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Coşkun (2002) tarafından yapılan bir çalışmada tarhanaların asitlik değerleri %9,56, %13,98 ve %16,86 iken Uçar ve Çakıroğlu (2011)' in bir çalışmasına göre ise %10,5 – %26,5 aralığında bulunmuştur.

İbanoğlu ve diğ. (1999) tarafından yapılan, tarhana üretiminde kullanılan farklı malzemelerin fermantasyon aktivitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada; tarhanaların pH değerleri 4,21 – 4,80 aralığında bulunmuştur. Coşkun (2002)'nin çalışmasına göre tarhanaların pH değerleri 3,30 – 4,12 aralığında bulunmuştur. Işık ve Yapar (2016) tarafından yapılan çalışmada ise; tarhana örneklerinin 0, 6 ve 12. ay oda koşullarında depolamadan sonra ölçülen pH değerleri sırasıyla; 3,97 – 5,04, 4,02 – 5,08 ve 4,01 – 5,04 aralığında bulunmuştur. Bu çalışmadaki pH değerleri ise depolamanın başında İbanoğlu ve diğ. (1999) ile benzerken, depolamanın 2. ayına kadar Işık ve Yapar (2016) ile benzer olup diğer veriler yüksektir.

Çalışmada ışınlamanın etkisini belirleyebilmek için tarhana örnekleri kritik nem içeriğinin üzerinde temin edilmiştir. Buna göre tarhana örneklerinin depolama başında nem içeriğinin %17 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Daha sonra depolama boyunca tarhana örneklerinin nem miktarı yatay seyir izlemiştir. 6. ay sonunda en yüksek nem içeriği kontrol tarhanalarında iken en düşük 5 kGy ışınlanmış tarhana örneklerinde bulunmuştur (Şekil 3.6). Tarhana örneklerinin % nem değerleri ışınlama dozuna ve depolama süresine göre farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ).



Şekil 3.6: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin depolama sürecinde % nem içeriği ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Tarhana Standardı'na göre rutubet içeriği en çok % 10 olmalıdır (Anonymous 1981). Uçar ve Çakıroğlu (2011) tarafından yapılan bir çalışmada tarhana örneklerinin nem değerleri; %5,1, %6,9, %15,4, %16,3 ve %23,04 olarak bulunmuştur. Tamer ve diğ. (2007) tarafından farklı formülasyona sahip tarhanaların kimyasal kompozisyonunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada ise; 21 tarhana örneğinin ortalama nem değeri % 11,68, en düşük nem % 9,35 ve en yüksek nem ise % 66,40 olarak bulunmuştur. Ertaş ve diğ. (2009)'un çalışmasına göre ise; tarhana örneklerinin nem değeri % 10,53 – % 11,28 aralığında belirlenmiştir. Bu çalışmadaki örneklerin nem değerleri, Uçar ve Çakıroğlu (2011)'in bazı örnekleri ile benzerken Tamer ve diğ. (2007) ve Ertaş ve diğ. (2009)'a göre yüksek bulunmuştur.

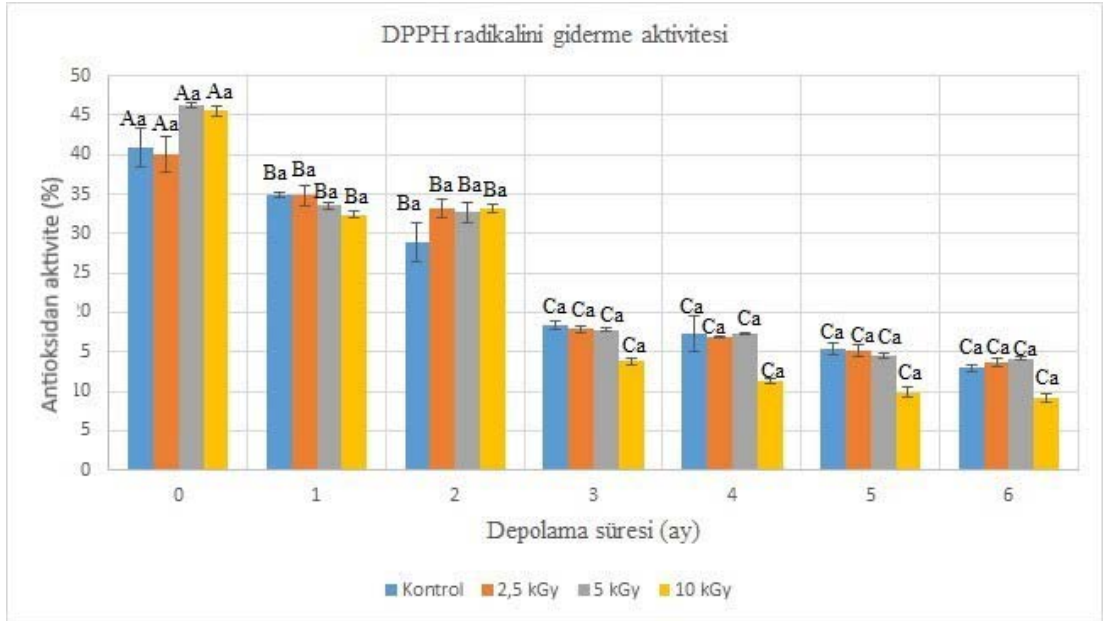
### 3.2.2 DPPH ile Antiradikal Aktivite Analiz Sonuçları

Farklı dozlarla ışınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların antioksidan kapasitelerinin bir ifadesi olan DPPH radikalini giderme aktivitesi (antiradikal aktivite, %ARA) analizleri Singh ve diğ. (2002) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Farklı ışınlama dozları uygulanan ve ışınlama uygulanmayan kontrol grubu tarhanaların 6 ay depolama boyunca antioksidan aktivite değerleri (%ARA) Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış tarhana hamurlarında 0-6 aylarda yapılan kimyasal analiz sonuçları (%ARA: antiradikal aktivite, TFMM: Toplam fenolik madde miktarı, TBA: 2-tiobarbitürik asit analizi )

ÖRNEK	AY	KİMYASAL ANALİZ PARAMETRESİ		
		(%ARA)	TFMM	TBA
<b>KONTROL</b>	<b>0</b>	40,82 ± 2,46	108,27 ± 4,21	0,43 ± 0,03
	<b>1</b>	34,91 ± 0,28	106,88 ± 2,17	0,72 ± 0,07
	<b>2</b>	28,89 ± 2,49	94,31 ± 1,77	1,03 ± 0,10
	<b>3</b>	18,39 ± 0,57	64,15 ± 1,16	1,10 ± 0,08
	<b>4</b>	17,29 ± 2,24	59,31 ± 1,30	1,05 ± 0,04
	<b>5</b>	15,34 ± 0,78	52,19 ± 0,67	0,88 ± 0,01
	<b>6</b>	12,93 ± 0,35	39,92 ± 2,21	0,82 ± 0,02
<b>2,5 kGy</b>	<b>0</b>	40,04 ± 2,21	97,88 ± 2,35	0,40 ± 0,05
	<b>1</b>	34,86 ± 1,26	102,95 ± 0,88	0,76 ± 0,03
	<b>2</b>	33,25 ± 1,19	98,00 ± 0,97	1,21 ± 0,10
	<b>3</b>	17,85 ± 0,33	69,11 ± 0,95	1,38 ± 0,13
	<b>4</b>	16,86 ± 0,07	55,40 ± 0,62	1,16 ± 0,09
	<b>5</b>	15,16 ± 0,67	49,41 ± 1,82	0,98 ± 0,03
	<b>6</b>	13,67 ± 0,55	34,48 ± 1,12	0,90 ± 0,03
<b>5 kGy</b>	<b>0</b>	46,21 ± 0,32	105,47 ± 2,30	0,55 ± 0,03
	<b>1</b>	33,57 ± 0,40	101,84 ± 1,01	0,70 ± 0,01
	<b>2</b>	32,64 ± 1,29	98,94 ± 0,19	1,05 ± 0,02
	<b>3</b>	17,80 ± 0,16	63,62 ± 0,27	1,37 ± 0,06
	<b>4</b>	17,38 ± 0,13	55,31 ± 1,24	1,32 ± 0,03
	<b>5</b>	14,60 ± 0,30	41,68 ± 1,17	1,01 ± 0,04
	<b>6</b>	14,18 ± 0,23	34,82 ± 1,03	0,95 ± 0,03
<b>10 kGy</b>	<b>0</b>	45,51 ± 0,71	110,70 ± 1,48	0,49 ± 0,01
	<b>1</b>	32,38 ± 0,41	98,13 ± 0,43	0,80 ± 0,02
	<b>2</b>	33,15 ± 0,52	92,25 ± 1,81	1,11 ± 0,04
	<b>3</b>	13,81 ± 0,46	57,58 ± 2,45	1,39 ± 0,04
	<b>4</b>	11,36 ± 0,34	49,13 ± 0,80	1,18 ± 0,09
	<b>5</b>	9,84 ± 0,64	40,10 ± 0,98	1,11 ± 0,06
	<b>6</b>	9,18 ± 0,56	29,29 ± 1,56	1,03 ± 0,06

Örneklerin antioksidan aktivitelerinin depolama süreçlerindeki sonuçları karşılaştırıldığında DPPH ve TFMM'nın artan depolama süresi ile azalmalar ( $p<0,05$ ) gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.7). En düşük antioksidan aktivitesi olan 9,18 değeri 6 ay depolamanın sonunda 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhanalarda bulunmuştur. Ayrıca, depolama boyunca 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhanaların daha düşük DPPH'e sahip olduğu görülmektedir. Işınlama dozunun antioksidan aktivite değerlerinde çok önemli farklılıklara neden olmadığı belirlenmiş ve ışınlama uygulanmış tarhana hamurları ile kontrol grubundaki tarhana hamurlarının antioksidan aktivite değerleri birbirlerine yaklaşık bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Antioksidan aktivite değerindeki azalmanın, antioksidan aktivite gösteren bazı bileşenlerin hidroliziyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Gıdaların işleme ve depolama koşullarının, içerdikleri fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkisi bilinmektedir. Nitekim bu çalışmada da depolama süresi uzadıkça antioksidan aktivitede düşüşler meydana gelmiştir. Özellikle depolamanın 3. ayında tüm örneklerin DPPH miktarında ciddi bir azalma meydana gelmiştir.

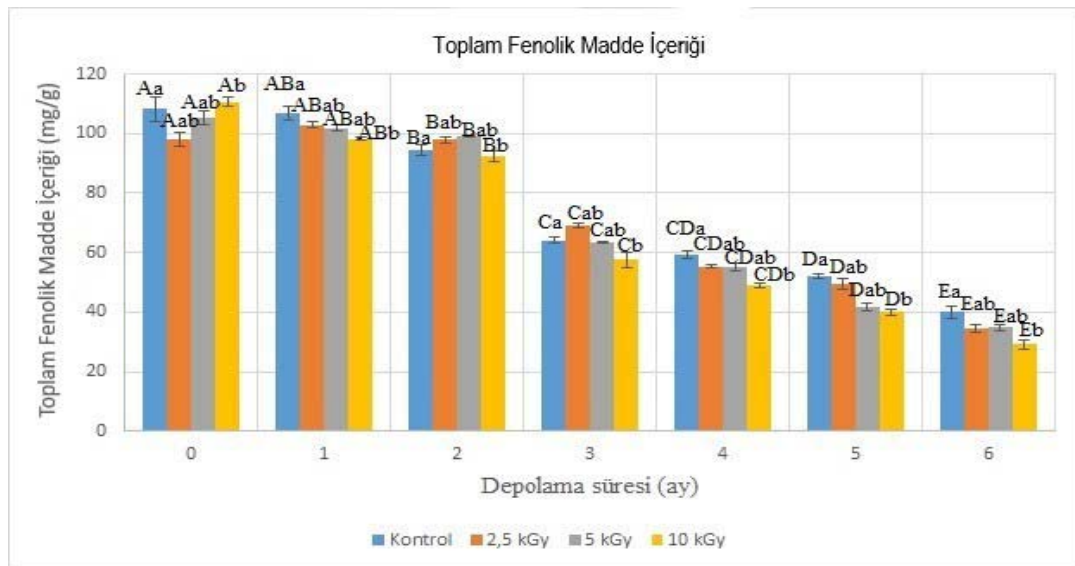


Şekil 3.7: Tüm tarhana örneklerindeki DPPH ile antiradikal aktivite analiz sonuçları. (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

### 3.2.3 Tarhanalardaki Toplam Fenolik Madde Miktarı

Uygun materyalden çeşitli çözücüler ile alınan ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı (TFMM) analizi orijinali Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metoda dayanan, Li ve diğ. (2006a) tarafından modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirildi. TFMM kateşin asit cinsinden hesaplandı. 6 ay depolama boyunca farklı ışınlama dozları uygulanan ve ışınlama uygulanmayan kontrol grubu tarhanaların toplam fenolik madde miktarları Tablo 3.3'te ayrıntılı şekilde verilmiştir. Tüm tarhana örneklerinde depolama süresi uzadıkça toplam fenolik madde miktarında azalma olduğu izlenmektedir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 2. ayına kadar örneklerin toplam fenolik madde miktarındaki düşüş yavaş gerçekleşirken, depolamanın 3. ayında tüm örneklerin TFMM'nda ciddi bir düşüş gerçekleşmiştir.

Işınlama uygulanmamış tarhana grubu örneklerinde başlangıç TFMM miktarı 108,27 iken; 6 ay depolamanın sonunda bu değer 39,92 olarak ölçülmüştür. 6 ay depolamanın sonunda en düşük toplam fenolik madde miktarı 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhana örneklerinde bulunurken; aynı sürenin sonunda en yüksek TFMM kontrol grubu olan ışınlama uygulanmamış tarhana örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.8). Tarhana örneklerinin TFMM miktarı ışınlama uygulaması dozuna göre farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).



Şekil 3.8: Tüm tarhana örneklerindeki TFMM analiz sonuçları. (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Işık ve Yapar (2016), salça üretim atıklarını tarhana üretiminde kullanarak tarhanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Tarhanaların 0, 6 ve 12 ay oda koşullarında depolamadan sonra toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla; 200,4 – 746,1, 193,3 – 722,8 ve 186,1 – 697,2 mg GAE/100g aralığında bulunmuştur. Antioksidan aktivite değerleri ise 0, 6 ve 12. ay depolamadan sonra sırasıyla; 10,8 – 87,1, 9,1 – 79,2 ve 7,6 – 68,3 µmol TE/100g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki tüm örneklerin fenolik madde içerikleri Işık ve Yapar (2016)'ya göre düşük bulunmuştur. Antioksidan aktivite değerlerinin ise kısmen uyumlu olduğu gözlenmiştir.

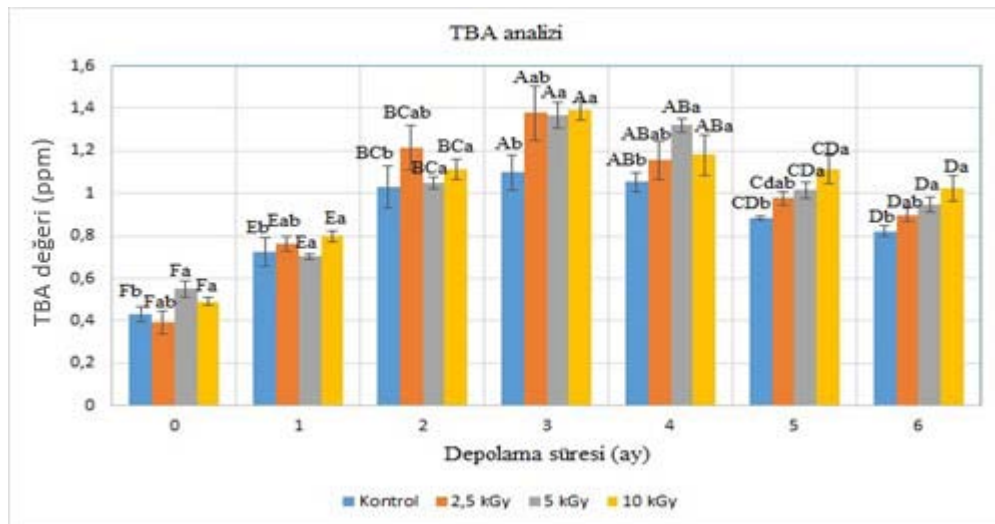
Stajner ve diğ. (2007) tarafından, orta dozlu (1 – 10 kGy) gama ışınlamasının soya fasulyesi tohumlarının toplam fenolik ve tanen içerikleri, lipid peroksidasyonu, protein oksidasyon yoğunluğu ve çözünür protein içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre; toplam fenolik ve tanen içeriği ve DPPH aktivitesi artarken, uygulanan dozlardaki gama ışınlaması ile protein oksidasyon şiddetinin azaldığı görülmüştür. Gama ışınlaması, lipid peroksidasyonu ve çözünür protein içeriğinde belirgin olmayan değişiklikler yaratırken, 10 kGy doz uygulandığında protein oksidasyon yoğunluğunun önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Gama ışınlamasının uygulanmasından sonra soya fasulyesinin tohumlarının antioksidan kapasitesinin ve protein stabilitesinin arttığı sonucuna varılmıştır. Lee ve diğ. (2006) tarafından gamma ışınlamasının yeşil çayın yan ürün ekstraktlarının biyolojik aktivitesine etkileri ve yeşil çay yaprak özleri ile karşılaştırılmasının yapıldığı bir çalışmada; yeşil çay yaprağı ve yan ürün ekstraktlarının toplam fenolik bileşik içeriği sırasıyla  $424.2 \pm 11.45$  ve  $335.5 \pm 18.65$  mg/g; 20 ppm yeşil çay yaprağı ve yan ürün özütlelerinin 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal etkinliği sırasıyla % 68.2 ve % 57.6 olarak tespit edilmiştir.

### **3.2.4 TBA Analizi Sonuçları**

Farklı dozlarda ışınlanmış ve ışınlanmamış tüm tarhana örneklerinde lipid oksidasyonu son ürünlerini saptamak amacıyla TBA analizi Witte ve diğ. (1970)'e göre yapılmıştır. Tüm tarhana gruplarından elde edilen TBA analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. TBA sayısının belirlenmesi, yağ ve yağlı gıdalarda otooksidasyon

sonucu oluşan ransiditenin ölçüsünü belirlemek açısından oldukça iyi ve hassas bir yöntemdir. TBA sayısındaki artış, acılaşmaya neden olan kısa karbon zincirli ürünlerin birikimine işaret etmektedir. Şekil 9’da da görüldüğü gibi tüm tarhana gruplarında depolama süresince TBA miktarı önce artış göstermiş daha sonra azalma eğilimine girmiştir ( $p<0,05$ ). Nitekim ışınlanmamış tarhana grubu örneklerinde depolama başlangıcında TBA miktarı 0,43 olarak belirlenirken, söz konusu değer 3. ayın sonunda 1,10’a yükselmiş ve devamında 0,82’lere kadar düşmüştür. 6. ayın sonunda tüm tarhana grubu örnekleri TBA açısından incelendiğinde en düşük TBA miktarına ışınlama uygulanmamış kontrol grubu örneklerinin, en yüksek TBA miktarına ise 10 kGy ışınlama uygulanmış tarhana grubunun sahip olduğu görülmüştür (Şekil 3.9). Işınlama uygulanmış örneklerin TBA miktarındaki düşüş, ışınlama uygulanmamış kontrol grubuna göre daha az gerçekleşmiştir. Tarhana örneklerinin TBA miktarı ışınlama uygulaması dozuna göre farklı bulunmuştur( $p<0,05$ ).

Her ne kadar tarhana da yağ oranı düşük olsa da ışınlamanın en küçük dozunun bile depolamanın başından itibaren oksidasyonu tetiklediği gözlenmiştir. Bu sonuç ışınlamanın tarhananın protein oksidasyonunu da arttırabileceğine işaret etmektedir. Ancak bu artış çok yüksek değildir. Tüm tarhanalarda depolamanın 3. ayından sonra oksidasyon ürünlerindeki düşme muhtemelen farklı ürünlere dönüşmesinden ileri gelmektedir.



Şekil 3.9: Tüm tarhana örneklerinin depolamada TBA miktarı ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Karadağ (2005) tarafından gama ışınlarının kıyma ve köftelerin kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; örneklere 3,6 ve 9 kGy dozlarda ışınlama uygulanmış ve örnekler  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın 1, 7 ve 14. gününde örneklere TBA analizi uygulanmıştır. Depolamanın 7. ve 14. gününde kıyma örneklerinde kontrol ile ışınlanan dozların TBA değerleri arasındaki farkın 1. güne göre daha belirgin olduğu, 3 kGy dozla ışınlanan örneklerin TBA değerlerinin sadece 9 kGy dozla ışınlanan örneklerden önemli miktarda düşük olduğu görülmüştür. 3 ve 9 kGy dozla ışınlanan örneklerin TBARS değerlerine göre doz arttıkça lipid oksidasyonunun arttığı şeklinde bir eğilim olduğu sonucuna varılmıştır. Köfte örneklerinde ise depolamanın her üç gününde ışınlanan dozların TBARS değerlerinin kontrolden daha yüksek olduğu görülmüştür. Öztürk ve diğ. (2008) ışınlama (0-3kGy) ve modifiye atmosfer paketlenme (MAP) işlemlerinin pişirmeye hazır köftelerin oksidasyonu, renk, duyu ve mikrobiyal kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada; örnekler 21 günlük süre boyunca depolanmıştır. Işınlama dozu arttıkça, depolama sırasında köftelerde TBARS değerleri artarken, bu artış MAP'deki örneklerde daha düşük bulunmuştur. Depolama sırasında MAP'nin genel olarak örneklerin TBARS değerlerindeki artışı önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.

Sirisoontarak ve Noomhorm (2006) tarafından ışınlanmış pirincin aroma ve fizikokimyasal özelliklerindeki değişimler üzerine yapılan bir çalışmada, paketlenmiş öğütülmüş pirinçte böcek oluşumunu kontrol etmek amacıyla 0,2 – 2 kGy dozlarda gama ışınlaması uygulanmıştır. Işınlama uygulaması ile su emme ve pişirme suyundaki toplam katıların arttığı, pişmiş pirinç sertliğinin azaldığı, öğütülmüş pirinç nişasta granüllerinin değiştiği sonucuna varılmıştır. Bu değişikliklerin pişmiş pirincin dokusunu etkilediği, lipid oksidasyonunda (TBA, tiobarbitürik asit) artışa ve uçucu bileşiklerde (2-asetil-1-pirolin) azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Pirinç örneklerinin 0 – 2 kGy dozlardaki TBA değerleri 2,84 – 4,42 nmol/g pirinç aralığında bulunmuştur. Işınlama sonrası TBA değerlerinin hafif arttığı, 0,7 kGy'lik dozlarda önemli artışlar olduğu, 1.0 kGy'in üzerinde hafifçe azaldığı tespit edilmiştir.



### 3.3 Tarhana Örneklerine Uygulanan Fiziksel Analiz Sonuçları

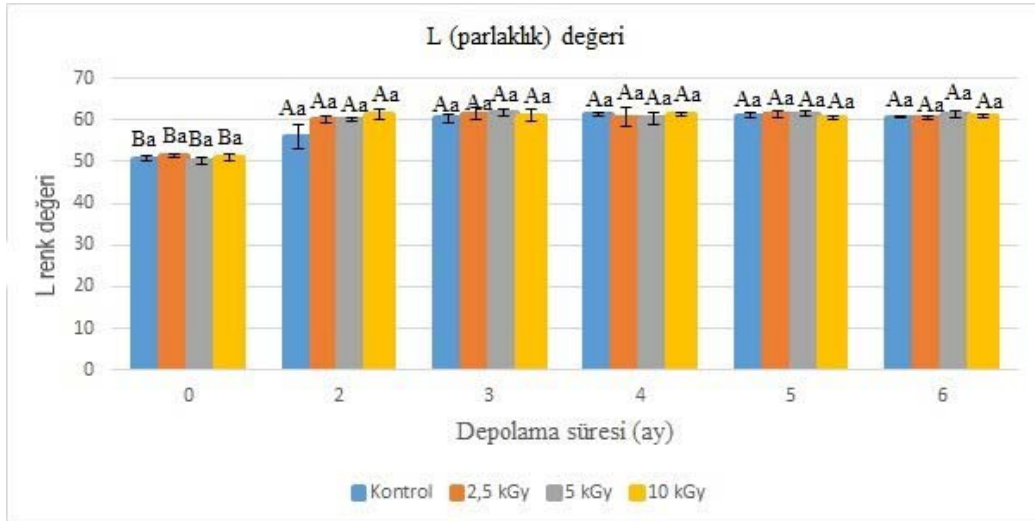
#### 3.3.1 Renk Analizi Sonuçları

Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin depolama boyunca renk özellikleri de araştırılmıştır. Bunun için tarhana örneklerinin L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerleri belirlenmiştir. Farklı ışınlama dozları uygulanan ve ışınlama uygulanmayan kontrol grubu tarhanaların 6 ay depolama boyunca L, a ve b değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir.

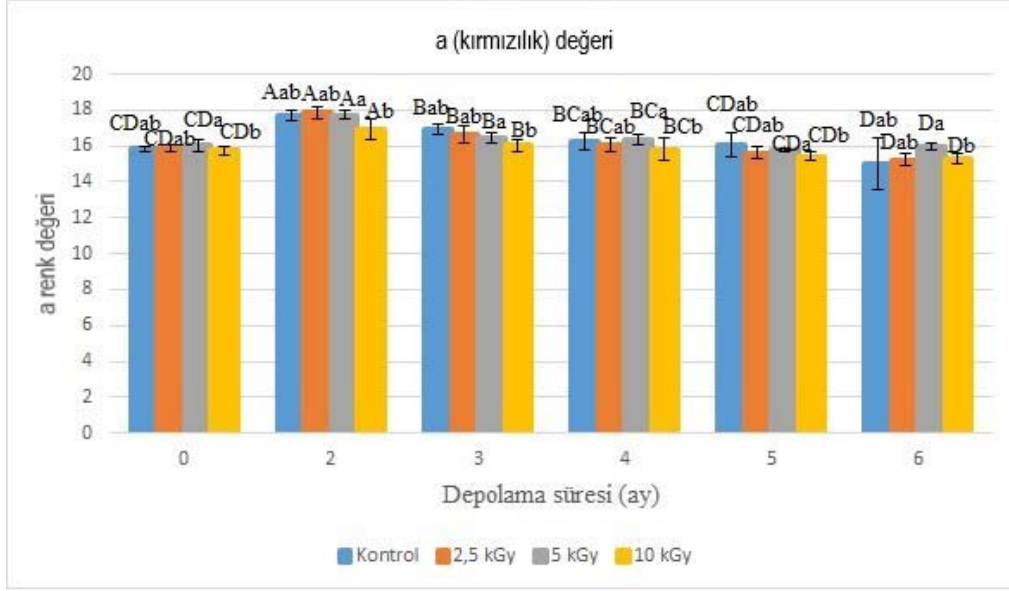
Tablo 3.4: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve uygulanmamış tarhana örneklerinde 0-6 aylar arasında renk değişimi (L: parlaklık, a: kırmızılık ve b: sarılık).

ÖRNEK	AY	RENK PARAMETRELERİ		
		L	a	b
KONTROL	0	50,74 ± 0,47	15,84 ± 0,13	19,92 ± 0,10
	2	55,98 ± 2,93	17,66 ± 0,29	20,80 ± 1,22
	3	60,31 ± 0,91	16,94 ± 0,27	21,72 ± 0,81
	4	61,34 ± 0,50	16,29 ± 0,47	21,41 ± 0,56
	5	60,99 ± 0,54	16,10 ± 0,66	21,48 ± 0,80
	6	60,59 ± 0,25	15,01 ± 1,42	20,75 ± 1,25
	2,5 kGy	0	51,30 ± 0,49	15,87 ± 0,17
2		60,06 ± 0,96	17,86 ± 0,31	22,38 ± 0,28
3		61,43 ± 1,34	16,64 ± 0,45	22,15 ± 0,26
4		60,66 ± 2,19	16,07 ± 0,41	21,23 ± 0,61
5		61,35 ± 0,80	15,61 ± 0,32	21,49 ± 0,15
6		60,57 ± 0,49	15,24 ± 0,36	21,1 ± 0,43
5 kGy		0	50,31 ± 0,80	16,02 ± 0,36
	2	60,18 ± 0,31	17,74 ± 0,27	22,62 ± 0,12
	3	61,6 ± 0,77	16,41 ± 0,27	22,31 ± 0,16
	4	60,30 ± 1,37	16,34 ± 0,32	21,51 ± 0,34
	5	61,46 ± 0,66	15,76 ± 0,12	21,83 ± 0,24
	6	61,27 ± 0,79	15,97 ± 0,21	22,00 ± 0,23
	10 kGy4	0	50,95 ± 0,73	15,76 ± 0,24
2		61,24 ± 1,30	16,9 ± 0,58	22,74 ± 0,09
3		61,11 ± 1,52	16,02 ± 0,35	22,22 ± 0,45
4		61,43 ± 0,50	15,82 ± 0,60	21,83 ± 0,25
5		60,54 ± 0,51	15,42 ± 0,25	21,48 ± 0,33
6		60,79 ± 0,36	15,29 ± 0,28	21,61 ± 0,20

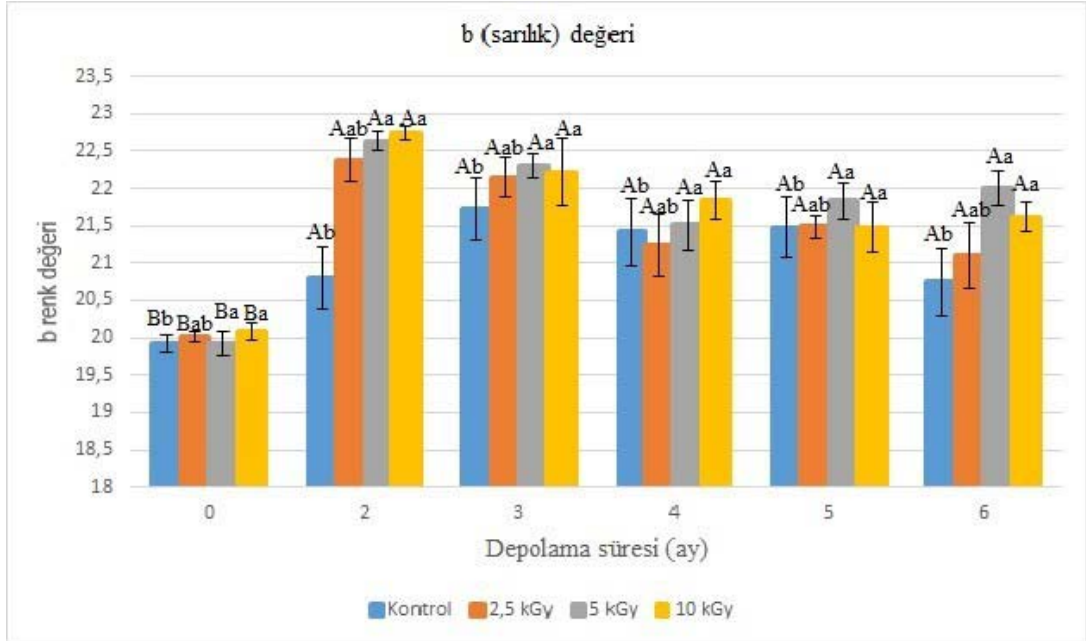
2,5 ve 5 kGy dozlarda ışınlanmış tarhana örneklerinin L değeri depolamanın 3. ayına kadar artmıştır. Ancak 10 kGy dozda ışınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin L değeri 4. aya kadar artmıştır. Tarhana örnekleri maksimum L değerine ulaştıktan sonra depolama boyunca yatay seyir izlemiştir (Şekil 3.10). Tarhana örneklerinin depolamaya bağlı olarak L değerleri arasında farklılık varken ( $p<0,05$ ), ışınlama uygulaması dozlarına göre L değerleri bakımından aralarında fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Tarhana örneklerinin a değeri de depolamanın 2. ayına kadar artmıştır. En yüksek ışınlama dozunun kullanıldığı tarhana örneğinin a değeri diğerlerine kıyasla daha yavaş artmıştır. 2. aydan sonra depolamanın sonuna kadar ( $p<0,05$ ) tüm tarhanaların a değeri hızla azalmıştır (Şekil 3.11). Tüm tarhana örneklerinin b değeri, a değerinde olduğu gibi depolamanın başında artış göstermiştir. Daha sonra hızla azalmıştır ( $p<0,05$ ). Işınlanmamış tarhana örneklerinin depolama başında b değeri artışı daha yavaş gerçekleşmiştir (Şekil 3.12). Depolama sonunda örnekler arasında L, a ve b değerleri bakımından bir fark tespit edilmezken, en düşük a ve b değerleri kontrol tarhana örneklerinde tespit edilmiştir.



Şekil 3.10: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerin depolama sürecinde L renk değeri ve değişimi (Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p<0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).



Şekil 3.11: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecinde a renk değeri ve değişimi(Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).



Şekil 3.12: Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhanaların depolama sürecinde b renk değeri ve değişimi(Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Erol (2010) tarafından, keçiyoynuzu meyvesi öğütülerek un haline getirilmiş ve %3, 5 ve 8 oranında tarhanaya ilave edilerek keçiyoynuzunun tarhanaya katkısının etkileri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre örneklerin L, a ve b değerleri sırasıyla 66,48 – 80,34; 7,54 – 9,01 ve 23,88 – 36,93 aralıklarında bulunmuştur. Durmuş (2015) tarafından tarhana üretiminde buğday unu yerine mısır unu kullanılarak bazı fizikokimyasal özelliklerin geliştirilmesinin amaçlandığı çalışmada; L, a ve b değerleri sırasıyla; 52,02 – 65,76; 10,30 – 15,19 ve 35,58 – 44,01 olarak tespit edilmiştir. Ertaş ve diğ. (2009) tarafından ise peyniraltı suyu konsantrasyonunun tarhana'nın kimyasal, besleyici ve duyusal özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada; tarhana örneklerinin L, a ve b değerleri sırasıyla; 71,45 – 78,11; 7,19 – 9,13 ve 20,59 – 24,28 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki; hem kontrol hem de ışınlanmış örneklerin L değerleri (sırasıyla; 50,74 – 61,34 ve 50,31 – 61,46) Durmuş (2015) ile benzerken, Erol (2010) ve Ertaş ve diğ. (2009)'a göre düşük bulunmuştur. a değerleri (sırasıyla; 15,01 – 17,66 ve 15,24 – 17,86) kıyaslandığında diğer çalışmalara göre yüksek bulunmuştur. b değerlerinin ise (sırasıyla; 19,92 – 21,72 ve 19,92 – 22,74) Ertaş ve diğ. (2009) ile benzerken, Erol (2010) ve Durmuş (2015)'e göre düşük olduğu tespit edilmiştir.

### **3.3.2 Işınlanmış ve Işınlanmamış Tarhanaların Reolojik Özellikleri**

Tarhana hamurlarından hazırlanan çorbaların kıvam katsayısı (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri, Brookfield programmable DV-II+ (Middleboro, Massachusetts, USA) viskozimetreyle ölçüldü. Farklı ışınlama dozlarına tabi tutulmuş tarhanalardan hazırlanan çorbalara ait kıvam katsayıları (K) ve akış davranış indeksi (n) değerleri Tablo 3.5'te verilmiştir. Tablodaki verilere göre, tarhana örneklerinde K değerlerinin 1,364-14,04 Pa.s<sup>n</sup>, n değerlerinin ise 0,223-0,317 aralığında değişim gösterdikleri görülmektedir. Tarhana çeşitlerinde ışınlama dozlarına göre K ve n değerleri arasında önemli (p<0,05) farklılıklar bulunmaktadır.

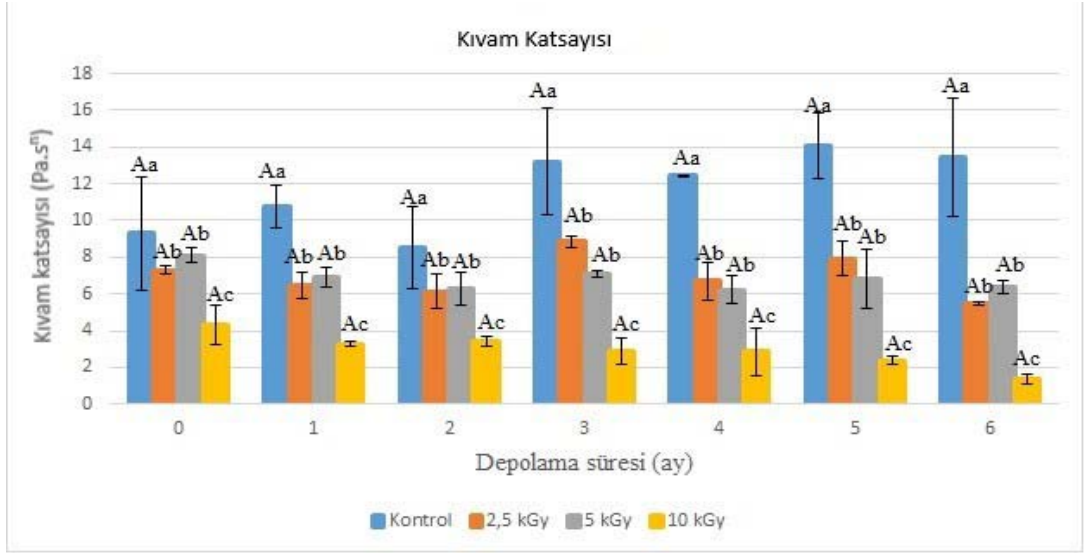
Tarhana örneklerine uygulanan ışınlama dozu arttıkça hamurlardan yapılan çorbaların kıvam katsayıları azalmıştır. Nitekim; 10 kGy ışınlama yapılan örneklerde en düşük K katsayıları 1,364 Pa.s<sup>n</sup> bulunmuştur. Diğer yandan kontrol grubu tarhana örneklerinde kıvam katsayıları depolama boyunca diğer tarhana gruplarından yüksek çıkmıştır. K değeri gıdalarda viskoziteyi gösteren bir faktördür ve gıdalarda K

değerinin yüksek çıkması onun daha viskoz yapıda olduğunu gösterir. Bahsedilen ifade dikkate alındığında, ışınlama dozlarının hamurlarda K katsayısını etkilediği anlaşılmaktadır.

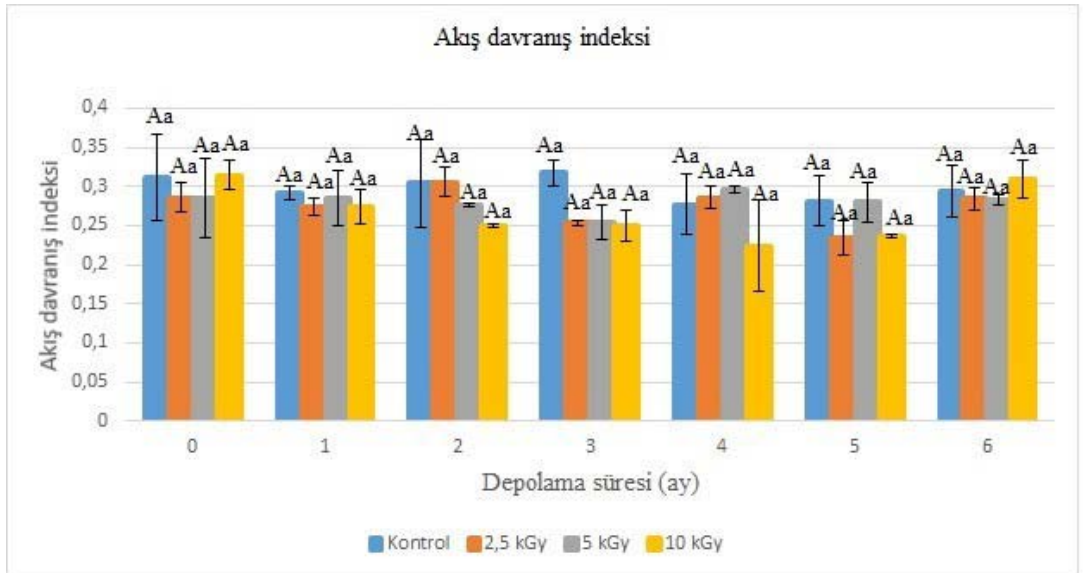
Kontrol grubu dahil olmak üzere tüm tarhana gruplarının akış davranış indeksleri incelendiğinde; sayısal anlamda birbirlerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. n değerinin azalması Newtonian akışkan davranışından daha fazla uzaklaşmaya işaret etmektedir. Bu anlamda kontrol grubu ile 10 kGy ışınlanmış tarhana hamurları kıyaslandığında; 6 ay depolama sonucunda 10 kGy ışınlanmış tarhana örneklerinin n değerlerinin (0,310) aynı süre sonunda kontrol grubuna nazaran (0,293) yüksek olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ışınlama dozu arttıkça tarhana hamurları Newtonian akışkan davranışından uzaklaşmıştır.

Tablo 3.5:Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların kıvam katsayıları (K, Pa.s<sup>n</sup>) ve akış davranış indeksi değerleri (n). K: Kıvam katsayısı, n: Akış davranış indeksi

ÖRNEK	AY	REOLOJİK PARAMETRELER	
		K(Pa.s <sup>n</sup> )	n
<b>KONTROL</b>	<b>0</b>	9,280 ± 3,06	0,311 ± 0,05
	<b>1</b>	10,737 ± 1,18	0,291 ± 0,01
	<b>2</b>	8,507 ± 2,21	0,304 ± 0,05
	<b>3</b>	13,208 ± 2,91	0,317 ± 0,01
	<b>4</b>	12,462 ± 0,03	0,276 ± 0,04
	<b>5</b>	14,049 ± 1,79	0,280 ± 0,03
	<b>6</b>	13,418 ± 3,23	0,293 ± 0,03
<b>2,5 kGy</b>	<b>0</b>	7,270 ± 0,22	0,285 ± 0,01
	<b>1</b>	6,482 ± 0,71	0,273 ± 0,01
	<b>2</b>	6,122 ± 0,95	0,305 ± 0,01
	<b>3</b>	8,838 ± 0,28	0,253 ± 0,00
	<b>4</b>	6,684 ± 0,99	0,285 ± 0,01
	<b>5</b>	7,916 ± 0,95	0,234 ± 0,02
	<b>6</b>	5,464 ± 0,07	0,284 ± 0,01
<b>5 kGy</b>	<b>0</b>	8,105 ± 0,41	0,285 ± 0,05
	<b>1</b>	6,917 ± 0,51	0,285 ± 0,04
	<b>2</b>	6,304 ± 0,87	0,276 ± 0,00
	<b>3</b>	7,090 ± 0,18	0,254 ± 0,02
	<b>4</b>	6,226 ± 0,79	0,295 ± 0,00
	<b>5</b>	6,830 ± 0,61	0,280 ± 0,03
	<b>6</b>	6,353 ± 0,38	0,282 ± 0,00
<b>10 kGy</b>	<b>0</b>	4,282 ± 1,06	0,314 ± 0,02
	<b>1</b>	3,269 ± 0,15	0,274 ± 0,02
	<b>2</b>	3,409 ± 0,25	0,249 ± 0,00
	<b>3</b>	2,910 ± 0,71	0,250 ± 0,02
	<b>4</b>	2,841 ± 1,31	0,223 ± 0,05
	<b>5</b>	2,345 ± 0,22	0,237 ± 0,00
	<b>6</b>	1,364 ± 0,29	0,310 ± 0,02



Şekil 3.13: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların kıvam katsayıları (K, Pa.s<sup>n</sup>)(Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki p<0,05 düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).



Şekil 3.14: Farklı dozlarda ışınlama uygulanmış ve ışınlama uygulanmamış tarhanalardan yapılan çorbaların akış davranış indeksi değerleri(n)(Büyük harfler tarhana örneklerinin depolama süreleri arasında, küçük harfler ise ışınlama dozları arasındaki p<0,05 düzeyinde istatistiksel farklılığı ifade etmektedir).

Tarhanaların reolojik özellikleri ile ilgili Ertaş ve diğ. (2009) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; tarhanaya üretim esnasında peynir altı suyu ilave edilerek teknolojik ve duyuşal özelliklerde herhangi bir kayıp olmaksızın, peyniraltı suyu ile tarhana arasında besleyici bir katkı elde etmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmaya göre tarhana örneklerinin K (Pa.s<sup>n</sup>) değerleri 25,64 – 44,72, n değerleri ise; 0,2260 – 0,3387 aralığında tespit edilmiştir. Yılmaz ve diğ. (2010) ise farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu konsantresi ile zenginleştirilen tarhana çorbasının reolojik özelliklerini farklı sıcaklıklarda incelemiştir. Tarhanaların K (Pa.s<sup>n</sup>) ve n değerleri sırasıyla; 7,62 – 22,03 ve 0,219 – 0,357 aralığında bulunmuştur. Bu çalışmadaki tarhana örneklerinin K değerlerinin Yılmaz ve diğ. (2010) ile benzer, Ertaş ve diğ. (2009)'a göre düşük olduğu, n değerlerinin ise her iki çalışmayla da uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Bao ve diğ. (2005) tarafından gama ile ışınlanmış beyaz pirinçten elde edilen un ve nişastanın fiziksel ve yapısal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada pirinç unu ve nişastanın yapışkanlık viskozitelerinin, radyasyon dozu arttıkça sürekli olarak azaldığı belirlenmiştir. Diferansiyel tarama kalorimetresi ile pirinç unu ve nişastanın jelatinizasyon başlangıcı, zirve ve nihai sıcaklıklarının hafifçe değiştiği ancak elektrod dozunun artmasıyla elektrodinamik değişimin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Singh ve diğ. (2011) tarafından, gama ışınlamasının (0,01, 0,05, 0,1 ve 0,5 kGy) neden olduğu iki patates çeşidinden (Kufri Jyoti ve Kufri Chipsona-2) ayrılmış nişastaların granül morfolojisi, yapısal, termal, jel doku ve reolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Işınlama ile birlikte jel kohezyonu artarken pik viskozite, yağ viskozitesi, parçalanma viskozitesi, nihai viskozite ve jel sertliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Işınlama dozundaki artış ile birlikte örneklerin zirve ve parçalanma viskozitelerinde aşamalı bir azalma gözlenmiştir. Pik viskozitede azalma, nişasta granüllerinin düzenli yapısına zarar verdiği için molekül içi ve moleküller arası fiziksel birleşmelerin parçalanması ve bunun sonucunda şişmelerinde azalmaya neden olduğu, sonuç olarak gama ışınlama seviyesindeki artış ile nişastanın viskozitesinde azalma olduğu belirlenmiştir. 0,5 kGy'de ışınlanan her iki çeşitten elde edilen nişastanın, doğal nişastaya kıyasla daha düşük nihai viskozite değerine sahip olduğu görülmüştür.

Ciesla ve diğ. (2004), süt proteinlerinin fiziksel özellikleri üzerine gama ışınlamasının etkisini araştırdıkları bir çalışmada; kontrol solüsyonlarının

viskozitesi artarken, ışınlanmış olanların viskozitesinin, jel oluşumuna göre daha fazla ısıtmadan sonra azaldığı, sonuç olarak ışınlanmış jellerin ışınlanmamış jellerinkinden daha az yapışkan olduğu belirlenmiştir. Işınlanmış jellerin kontrol solüsyonlarından üretilen jellerden daha elastik olduğu sonucuna varılmıştır. Viskozite azalmasının hem ışınlanmış hem de kontrol solüsyonlarının ısıtılması sırasında yüksek sıcaklıkta moleküler hareketliliğin artması nedeniyle gerçekleştiğini ancak ışınlanmış örneklerin viskozite değerlerinin tüm sıcaklık aralıklarında kontrollerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.



#### 4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışmada farklı dozlarda uygulanan ışınlamanın geleneksel gıda olan tarhananın kalite özelliklerine ve raf ömrü süresine etkisi araştırılmıştır. Her ne kadar tarhana kuru bir gıda olsa da evsel ölçekteki depolamada nem artışı ile birlikte mikrobiyolojik ve fiziksel bozulmalar gözlenebilmektedir. Özellikle bebek ve çocuk beslenmesinde önemi büyük olan tarhananın raf ömrünün uzatılmasına ve güvenli depolanmasına gerek duyulmaktadır.

Bu çalışmada 2.5, 5 ve 10 kGy dozlarda ışınlanan tarhana örnekleri aynı tarhana üretim partisinin ışınlanmamış örnekleri ile birlikte 6 ay boyunca depolanarak mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından araştırılmış ve bulgular neticesinde aşağıda sıralanan öneriler ortaya çıkarılmıştır.

- 1) Bu çalışmada elde edilen mikrobiyolojik bulgulara göre, tarhana kuru bir gıda olmasına rağmen önemli miktarda mikrobiyal yük taşımaktadır. Özellikle toprak kökenli ve patojen olan *B. cereus* sayısı ışınlanmamış kontrol tarhana örneklerinde 2 log KOB g<sup>-1</sup>dan yüksek bulunmuştur. Ancak uygulanan ışınlama dozuna bağlı olarak tarhananın mikrobiyal yükü önemli oranda düşmüştür. Depolama başında 10 kGy doz uygulaması tarhanada mikrobiyal yükün 1 log KOB g<sup>-1</sup> in altına düşürülmesini sağlamıştır. Depolamayla birlikte tarhana örneklerinde mikrobiyal sayı artmıştır. Fakat tarhana örnekleri arasında depolamada en düşük mikrobiyal yük 10 kGy ışınlama yapılmış tarhanalarda tespit edilmiştir. 2,5 kGy ışınlama dozunun depolama boyunca mikrobiyal gelişimi engellemek için yeterli olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar tarhana örneklerinde etkin mikrobiyolojik korumanın sağlanması için en az 5 kGy ışınlama dozunun uygulanması gerektiğine işaret etmiştir.
- 2) Tarhana örneklerinin ışınlanmasına bağlı olarak pH ve asit içeriğinde bir farklılık gözlenmemiştir. Işınlanmış ve ışınlanmamış tarhana örneklerinin

antioksidan aktivite özellikleri depolamayla birlikte azalmış, 2. aydan sonra önemli oranda düşmüştür. Buna karşın tarhana örneklerinde lipit oksidasyonu depolamayla birlikte 3. aya kadar artmış ardından kısmen azalmıştır. Işınlanmış tarhana örneklerinin kontrol grubuna göre daha fazla okside oldukları tespit edilmiştir. Hatta ışınlama dozunun artırılması anlamlı olarak oksidasyonun artışına da neden olmuştur. Bu sonuçlar ışınlamanın tarhanada oksidasyon reaksiyonlarını teşvik ettiğini göstermiştir. Bu nedenle tarhanada yüksek ışınlama dozlarından kaçınılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

- 3) Bu çalışmanın en çarpıcı bulgularından birisi ışınlamanın tarhananın viskozite özelliklerini düşürmesidir. Özellikle 10 kGy ışınlama dozu söz konusu viskozite parametrelerinin önemli oranda azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçlar tarhanada ışınlamanın yapısal özelliklerini bozarak reolojik özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermiştir.

Yukarıda ulaşılan temel bulgular birlikte değerlendirildiğinde geleneksel gıda tarhananın muhafazası yönünde ışınlama teknolojisinin kullanılmasının mikrobiyolojik açıdan güvenliği sağlasa da, önemli bir kalite özelliği olan reolojik özelliklerini olumsuz etkilediğinden, ışınlamanın tarhananın muhafazası için uygun bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

A.D.A., “Position of the American Dietetic Association: Food Irradiation, ADA Reports, 100, 246-252, (2000).

Abbas, N. M. ve Halkman, K., “Baharat mikroflorası üzerine ışınlamanın etkisi”, *Mikrobiyoloji Dergisi*, 1 (3), 43-65, (2003).

Acar, J., “Mikroorganizmaların öldürülmesi”, *Gıda Mikrobiyolojisi*. (eds: Ünlütürk, A., Turantaş, F., Mangi), İzmir: Tan Basımevi, 241-246, (1999).

Akbaş, Ş. ve Coşkun, H., “Tarhana üretimi ve özellikleri üzerine bir değerlendirme”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, (2006).

Anonim, Gıda ışınlama raporu, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, ANTHAM, Ankara, (1988).

Anonim, Gıda ışınlama yönetmeliği, Resmi Gazete, Tarih: 15.10.2002, sayı: 24907, (2002).

Anonim, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şubesi Verileri, Uşak, (2013a).

Anonim, Tarhana Standardı, Standart No: 2282, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (1981).

Anonim, The Manual of Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter, Virginia: HunterLab Cooperation, U.S.A, (1995).

Anonim, TS 2282 Tarhana Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2004).  
Anonymous, Facts about food irradiation, <http://www.iaea.org/programmes/inafald5/public/foodirradiationpdf>, (2005).

AOAC, “Official Methods of Analysis, (15th ed.)”, *Association of Official Analytical Chemists.*, Washington, DC. (1990).

Atasever, M. A. ve Atasever, M., “Işınlamanın gıda teknolojisinde kullanımı”, *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 2 (3), 107-116, (2007).

Bao, J., Ao, Z. and Jane, J., “Characterization of physical properties of flour and starch obtained from gamma-irradiated white rice”, *Starch*, 57 (10), 480-487, (2005).

Bozkurt, O., “Farklı üretim yöntemlerinin tarhananın organik asit içeriği üzerine etkisi”, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, (2006).

Ciesla, K., Salmieri, S., Lacroix, M. and Tien, C. L., “Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins”, *Radiation Physics and Chemistry*, 71, 93-97, (2004).

Coşkun, F., “Trakya’nın değişik yörelerinde üretilen ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine bir araştırma”, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 12, 48-52, (2002).

Çakıroğlu, F. P., “Geleneksel Tarhananın Modern Yolculuğu”, *ICANAS 38.Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, Cilt I, Ankara, Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayını, Maddi Kültür s.339, (2008).

Çetinkaya, N. ve Halkman, H. B., “Türkiye’de gıda ışınlama teknolojisindeki gelişmeler ve yasal düzenlemeler”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, (2006).

Çetinkaya, N., Özyardımcı, B., Denli, E. and İç, E., “Radiation processing as a post-harvest quarantine control for raisins, dried figs and dried apricots”, *Radiation Physics and Chemistry* 75, 424–431, (2006).

Çon, A. H., “Sucuktan bakterosin-benzeri antimikrobiyal metabolit üreten laktik asit bakterilerinin izolasyon ve identifikasyonu ve çeşitli gıda zararlısı ve/veya gıda kaynaklı patojen bakterilere karşı antogonistik aktivite araştırılması”, Doktora Tezi , *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, (1995).

Dağlıoğlu, O., “Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition”, *Nahrung*44 (2), 85-88, (2000).

Dayısoylu, K. S., Duman, A. D., İnanç, A. L., Gezginç, Y. ve Özsisli, B., “Model Kahramanmaraş Tarhanası Hububat–Hububat Ürünleri Teknolojisi Ve Sergisi”,365-373, Gaziantep, (2002).

Demirci, Ş. A. ve Güner, K. G., “İşınlama ve gıda güvenliği”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, (2008).

Dickson, J., Radiation inactivation of microorganisms, In “Food Irradiation Principles and Applications”, John Wiley & Sons, New York, USA, 23-32, (2001).

Diehl J. F., Safety of Irradiated Foods, New York, NY: Marcel Dekker, (1995).

Diehl, J. F., “Food irradiation - past, present and future”, *Radiation Physics and Chemistry*, 63, 211-215 (2002).

Durmaz, H. ve Sancak, H., “Gıda teknolojisinde işınlamanın yeri ve önemi”,*Harran Üni. Vet. Fak. Derg.*, 3(1), 33-41, (2014).

Erbaş, M., Uslu, M.K., Erbaş, Ö. ve Certel, M., “Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a turkish fermented cereal food”, *J. Food Comp. Anal.*, 19, 294-301, (2006).

Erbaş, M., "Yaş tarhananın üretim ve farklı saklama koşullarında bileşimindeki değişmeler", Doktora Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, (2003).

Erol, N. I., “Keçiboynuzlu tarhana üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon, (2010).

Ertaş, N., Demir, M. K. and Elgün, A., “Effect of whey concentrate addition on the chemical, nutritional and sensory properties of tarhana (a Turkish fermented cereal-based food)”, *Food Sci. Technol. Res.*, 15(1), 51-58, (2009).

Farkas, J., “Physical methods of food preservation”, (eds: In Michael P. Doyle, Larry R. Beuchat & Thomas J. Montville), *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers*, Washington D. C: ASM Press, 497-519, (1997).

Gezgin, Z. ve Güneş, G., “Işınlama yöntemiyle çiğ köftenin mikrobiyal güvenliğinin sağlanması”, İTÜ Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (2003).

Gilliland, S. E., *Bacterial Starter Cultures For Foods*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, (1988).

Göçmen, D., Gürbüz, O. ve şahin, İ., “Hazır tarhana çorbaları üzerine bir araştırma”, *Tahıl Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, Gaziantep, 2002, 211-218, (2003).

Grant, I. R. and Patterson, M. F., “A novel radiation resistant *Deinobacter spp.* isolated from irradiated pork”, *Lett. Appl. Microbiol.*, 8, 21-24, (1989).

Groenewald, M., Daniel, H. M., Robert, V., Poot, G. A. and Smith, M., “Polyphasic re-examination of *Debaryomyces hansenii* strains and reinstatement of *D. hansenii*, *D. fabryi* and *D. Subglobosus*”, *Persoonia*, 21, 17–27, (2008).

Hayta, M., Alpaslan, M., and Baysar, A., “Effect of drying methods on functional properties of tarhana: a wheat flour–yoghurt mixture”, *Journal of Food Science*, 67(2), 740–744, (2002).

Işık, F. ve Yapar, A., “Değişik oranlarda salça üretim atıkları ilave edilerek üretilen tarhanaların oksidasyon parametrelerinin zamana bağlı değişimi”, *Akademik Gıda*, 14(2), 123-135, (2016).

Işık, F., “Salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanımı”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2013).

İbanoğlu, Ş. and Ainsworth, P., “Effect of canning on the starch gelatinization and protein in vitro digestibility of tarhana, a wheat flour-based mixture”, *Journal of Food Engineering* 64, 243–247, (2004).

İbanoğlu, Ş., İbanoğlu, E. and Ainsworth, P., “Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana”, *Food Chemistry* 64, 103-106, (1999).

Karadağ, A., “Gama ışınlarının kıyma ve köftelerin kalitesi üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2005).

Karakaya, S. and Kavas, A., “Antimutagenic activities of some foods”, *J. Sci. Food Agric.*,79, 237–242, (1999).

Koca, A.F., Koca, İ., Anıl, M., Karadeniz, B., “Kızılcık tarhanasının fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 33. Sim Matbaası, 377-380, Ankara, (2006).

Korel, F. ve Orman, S., “Gıda ışınlanması, uygulamaları ve tüketicinin ışınlanmış gıdaya bakış açısı”, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 19-27, (2005).

Lacroix, M. and Ouattara, B., “Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products - a review”, *Food Res Int*, 33, 719-724, (2000).

Lee, N. Y., Jo, C., Sohn, S. H., Kim, J. K. and Byun, M. W., “Effects of gamma irradiation on the biological activity of green tea byproduct extracts and a comparison with green tea leaf extracts”, *Journal of Food Science*, 71(4), 269-274, (2006).

Leroy, F. and De Vuyst, L., “Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry”, *Trends Food Sci. Tech.*, 15, 67-78, (2004).

Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J. ve Cheng, S., “Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract”, *Journal of Food Chemistry*, 96, 254-260, (2006).

Mol, S. ve Ceylan, S., “Su ürünleri ve ışınlama teknolojisi”, *Dünya Gıda Dergisi*, 10, 79-87, (2011).

Molins, R.A., “Introduction. In, Food Irradiation: Principles and Applications”(ed. R. A. Molins) John Wiley & Sons Inc., (1991).

- Molins, R.A., Food Irradition: Principles and applications, John Wiley&Sons, Inc. Canada, p:469, (2001).
- Morrison, R. M., Buzby, J. C. and Jordan Lin, C. T., “Irradiating ground beef to enhance food safety”, *Food Review*, 33-37, (1997).
- Morrison, R. M., Roberts, T. and Witucki, L., “Irradiation of U.S. Poultry—Benefits, costs, and export potential,” *FoodReview*, USDA, Economic Research Service, 15 (3), 16-21, (1992).
- Olson, D. G., “Irradiation of food”, *Food Technology*, 52 (1), 56-62, (1998).
- Özbilgin, S., “The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil”, Ph. D. Thesis, *Cornell University*, Ithaca, (1983).
- Özdemir, S., Göçmen D. and Yıldırım Kumral A., “A traditional Turkish fermented cereal food: tarhana” *Food Reviews International*, 23 (2), 107-121, (2007).
- Öztürk, A., Yılmaz, N., Özçelik, B. ve Güneş, G., “Pişirmeye hazır köftelerin modifiye atmosferde paketlenme ve ışınlama ile muhafazası”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 71-74, (2008).
- Salminen, S., Von Wright, A. ve Ouwehand, A., “Lactic acid bacteria”, *Int. Dairy J.*,16, 940-941, (2006).
- Scheirlinck, I., Meulen, R.V., Schoor, A.V., Vancanneyt, M., Vuyst, L.D., Vandamme, P. and Huys, G., “Taxonomic structure and stability of the bacterial community in Belgian sourdough ecosystems as assessed by culture and population fingerprinting”, *Appl. and Environ. Microbiol.* 2414–2423, (2008).
- Settanni, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V. and Erten, H., “Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions”, *Food Microbiol.* 28, 1367-1373 (2011).
- Singh, R.P., Murthy, K.N.C. and Jayaprakasha, G.K., “Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 81-86, (2002).
- Singh, S., Singh, N., Ezekiel, R. and Kaur, A., “Effects of gamma-irradiation on the morphological, structural, thermal and rheological properties of potato starches”, *Carbohydrate Polymers*, 83, 1521-1528, (2011).
- Singleton V.L., Rossi J.A., “Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic asit reagents”, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144- 158, (1965).

Sirisoontarak, P. and Noomhorm, A., “Changes to physicochemical properties and aroma of irradiated rice”, *Journal of Stored Products Research*, 42(3), 264-276, (2006).

Siyamoğlu, B., “Türk tarhanalarının yapılışı ve terkibi üzerine araştırma”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:44, Ege Üniversitesi Matbaası, 75 s, (1961).

Stajner, D., Milosevic, M. and Popovic, B. M., “Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds”, *Int. J. Mol. Sci.*, 8, 618-627, (2007).

Şengün, I.Y., Nielsen, D.S., Karapinar, M. And Jakobsen, M., “Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food” *Inter. J. of Food Microbiol.* 135, 105–111, (2009).

Şengün, İ. Y., “Ege bölgesinin bazı yörelerinde yapılan geleneksel tarhana ve bileşenlerinin bakteri florasının tanımlanması”, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2006).

Şimşek, Ö., Özel, S. and Çon, A. H., “Ev ve işletme tipi Uşak tarhanası hamurlarında fermantasyon sürecine ait mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerin karşılaştırılması”, *Gıda*, 37 (6), 341-348, (2012).

Tamer, C. E., Kumral, A., Aşan, M. and Şahin, İ., “Chemical compositions of traditional tarhana having different formulations”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 31, 116-126, (2007).

Temiz, A. ve Pirkul, T., “Farklı bileşimlerde üretilen tarhanaların kimyasal ve duyuşal özellikleri”, *Gıda*, 16 (1), 7-13, (1991).

Temiz, A. ve Pirkul, T., “Tarhana fermantasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler”, *Gıda*, 15 (2), 119-126, (1990).

Uçar, A. ve Çakıroğlu, F. P., “Comparison of some chemical and microbiological quality of homemade tarhana in Ankara, Turkey”, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3&4), 34-37, (2011).

Webb, M. and Penner, K. P., “Food irradiation”, Kansas State University, Kansas, (2000).

WHO, Food irradiation-a technique for preserving and improving the safety of food, WHO, Geneva (revised), (1991).

WHO, Safety and nutrition adequacy of irradiated food, WHO, Geneva, (1994).



Witte, V.C., G.F. Krause, and M.E. Bailey, “A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage”, *J. Food Sci.*, 35, 582-585, (1970).

World Health Organisation, (1983). <http://www.euro.who.int/document.pdf>. (Erişim Tarihi: 01.11.2017).

Yıldırım, İ., Radyasyonla gıdaların korunması,(ed: O., Erkmen), *Gıda Mikrobiyolojisi*, Ankara: Efil Yayınevi, 288-297, (2010).

Yücecan, S., Kayakırılmaz, K., Başoğlu, S. ve Tayfur, M., “Tarhananın besin değeriüzerine bir araştırma”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 45 (1), 47-51, (1988).

## 6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nermin TAŞOĞULLARI

Doğum Yeri ve Tarihi : Uzunköprü / 29.09.1990

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi/Gıda Mühendisliği

Elektronik posta : ntasogullari@gmail.com

İletişim Adresi :Aksoy Mah. 1746 Sok. No:15/1 KSK/İzmir

**Yayın Listesi :**

Starter Kültürün Kurutulmasında Hücre Stabilitesinin Korunmasına Yönelik Uygulamalar, Poster Bildiri, Denizli

Nisin Üreticisi Lactococcus lactis N8 ve LL27 Suşlarının Canlılığı Üzerine Liyofilizasyonun Etkisi, Poster Bildiri, Denizli

Vitamin ve Aminoasit Katkısının Liyofilize Laktik Asit Bakterilerinin Gelişim Eğrisine Etkisi, Akademik Gıda, 13(2), 115-118, (2015).