

**T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GAMA IŞINI UYGULAMALARININ NATÜREL İÇ FINDIKTA  
DEPOLAMA KALİTESİNE ETKİLERİ**

**SAADET KOÇ GÜLER**

**DOKTORA TEZİ**

**ORDU 2015**

## TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Saadet KOÇ GÜLER tarafından hazırlanan ve Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN danışmanlığında yürütülen “Gama Işını Uygulamalarının Natürel İç Fındıkta Depolama Kalitesine Etkileri” adlı bu tez, jürimiz tarafından 22 / 05 / 2015 tarihinde oy birliği ile Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

ONAY:

Bu Danışman : Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

tezin

Başkan : Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN  
Bahçe Bitkileri, Ordu Üniversitesi

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Ali İSLAM  
Bahçe Bitkileri, Ordu Üniversitesi

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Ahmet Hilmi ÇON  
Gıda Mühendisliği, Ondokuzmayıs  
Üniversitesi

İmza : 

Üye Prof. Dr. Ferit TURANLI  
Bitki Koruma, Ege Üniversitesi

İmza : 

Üye Doç. Dr. Fatih ŞEN  
Bahçe Bitkileri, Ege Üniversitesi

İmza : 

kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun. 19/06/2015 tarih ve 2015/237 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

22.05.2015

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet Fikret BALTA

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İmza

Saadet KOÇ GÜLER

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, Çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### GAMA IŞINI UYGULAMALARININ NATÜREL İÇ FINDIKTA DEPOLAMA KALİTESİNE ETKİLERİ

Saadet KOÇ GÜLER

Ordu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 2015  
Doktora Tezi, 117 s.

Danışman: Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

Bu çalışmada Ordu ili sahil bölgesinde yetiştirilen ve 2012 yılında hasat edilmiş natürel iç fındıklar kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan iç fındıklara herhangi bir dezenfeksiyon ya da disinfestasyon uygulaması yapılmamıştır. İç fındıklardan 200 g'lık vakumlu paketler hazırlanmıştır. Vakumlu paketlere kontrol (0 kGy), 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy dozlarında gama ışını uygulanmıştır. Işınlanan ürünler 20°C, %55-60 nemde 18 ay boyunca depolanmıştır. Işınlanmış ürünlerde depolama süresince meydana gelen kalite değişimlerini incelemek amacıyla üç aylık periyotlarla fiziksel ve kimyasal analizler [toplam yağ (%), serbest yağ asidi (%), peroksit (meq O<sub>2</sub>/kg), ham protein miktarı (%), HCl'de çözünmeyen kül tayini (g/100 g), yağ asitleri kompozisyonu (%), renk, nem (%), su aktivitesi tayini, E vitamini (mg/100 g), ham lif (%) ve duyu analizi] ve mikrobiyoloji analizleri [toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya sayımı] yapılmıştır. Diğer taraftan önemli bir depo zararlısı olan *Plodia interpunctella* bulaştırılmış fındık örneklerine de aynı dozlar uygulanarak zararlı üzerine etkinliği araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda toplam yağ (%), peroksit (meqO<sub>2</sub>/kg), toplam canlı sayısı (log) ve küf-maya sayısı üzerine doz ve depolama süresi faktörleri ile doz\*depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Işınlamadan hemen sonra yapılan başlangıç ölçümlerinde ışın dozundaki artışla birlikte toplam yağ miktarının arttığı görülmüştür. Ayrıca depolama süresi sonunda yağ miktarında azalma olmuştur. Işınlamadan hemen sonra yapılan başlangıç analizinde dozların peroksit değerini etkilemediği görülmüştür. Dozlar arasında 3 aylık depolama sonrasında önemli farklılık görülmüştür. Meyve kalitesinin düşmeye başladığını gösteren 1 meqO<sub>2</sub>/kg değerinin üzerine 1 kGy grubu 3 ay, kontrol ve 1.5 kGy grubu 6 ay, 0.5 kGy grubu ise 9 ay sonunda gelmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya sayısı, doz miktarı ile ters orantılı değişim göstermiştir. Depolama süresi arttıkça hem toplam mezofilik aerobik bakteri hem de küf-maya sayısı tüm dozlarda azalmıştır.

a\* (iç), b\* (un) ve E vitamini değerleri üzerine doz ve depolama süresi faktörlerinin etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). a\* (iç) değeri doz artışı ile artış göstermiştir. 1 kGy ve 1.5 kGy dozlarında meydana gelen artışlar kontrol grubundan istatistik olarak farklı bulunmuştur. 0.5 kGy ise diğer gruplarla istatistik olarak benzer değerler almıştır. Depolama süresi arttıkça a\* (iç) değeri de artmıştır. b\* (un) değeri de doz artışı ile artış göstermiştir. b\* (un) değeri bakımından kontrol ve 1 kGy arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). 15 aylık depolama süresi boyunca b\* (un) değeri artış göstermiş ancak daha sonra düşüş meydana

gelmiştir ( $p<0.05$ ). E vitamini değeri doz artışı ile birlikte azalmıştır. Kontrol, 0.5 kGy ve 1 kGy arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 1 kGy ile 1.5 kGy benzer E vitamini değerlerini vermiştir ( $p>0.05$ ). Depolama süresince E vitamininde meydana gelen düşüş önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Yağ asitleri (toplam doymuş yağ asitleri dışında), nem miktarı,  $L^*$  (un),  $a^*$  (un),  $L^*$ (dış),  $a^*$  (dış) ve  $b^*$ (dış) renk değerleri üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).  $L^*$  (un) ve  $a^*$  (un) değerleri depolama süresince artış göstermiştir ( $p<0.05$ ).  $L^*$ (dış) değeri depolamanın ilk 12 ayında artış göstermiş ancak sonraki dönemlerde düşüş geçmiştir.  $a^*$ (dış) değeri depolama süresince artış göstermiştir.  $b^*$ (dış) değeri ise 15 aylık depolama süresince değişim göstermezken 18. ay sonunda yapılan analizde yükselmiştir ( $p<0.05$ ).

Serbest yağ asidi, ham protein, HCl'de çözünmeyen kül miktarı, su aktivitesi,  $L^*$ (iç) ve  $b^*$ (iç) değerleri üzerine hem depolama süresi hem de doz\*depolama süresi interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolama süresi uzadıkça serbest yağ asidi miktarı artmıştır ( $p<0.05$ ). Kontrol, 1 kGy ve 1.5 kGy grupları 9 aylık depolama sonunda, 0.5 kGy ise 12 ay sonunda % 1 değerinin üzerine çıkmıştır. Depolama süresi boyunca ham protein, HCl'de çözünmeyen kül miktarı ve su aktivitesi değerine dalgalanmalar görülmüştür ( $p<0.05$ ).  $L^*$ (iç) ve  $b^*$ (iç) değerlerinde 15 aylık depolama süresince artış görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Duyusal analiz sonuçlarında aynı doz uygulamasının yapıldığı gruplarda depolama süresince meydana gelen değişimler önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Lezzet, sertlik, acılaşıma, koku (kötü) ve renk özelliklerinin değerlendirildiği duyusal analizin puanlamasında 12 aylık depolama sonunda düşüşler başlamıştır.

Önemli bir depo zararlısı olan *P. interpunctella* ile bulaşık örneklerle 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy dozlar uygulanmıştır. Işınlamadan 30 gün sonra ölü larva oranları sırasıyla % 18, % 29 ve % 30 olarak bulunmuştur. 60 gün sonra yapılan sayımlarda ise sırasıyla % 15, % 71 ve % 98 ölüm görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Natürel iç fındık, gama ışını, depolama, *P. interpunctella*, toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, küf-maya sayısı

## ABSTRACT

### EFFECTS OF GAMMA IRRADIATION APPLICATIONS ON STORAGE QUALITY OF THE NATURAL HAZELNUT KERNELS

Saadet KOÇ GÜLER

University of Ordu  
Institute for Graduate Studies in Science and Technology  
Department of Horticulture, 2015  
PhD Thesis, 117 p.  
Supervisor: Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

In this study, natural hazelnut kernels growing on Ordu province coastal line were used as material in 2012 harvest season. The used kernel material in the study without any desinfection and disinfestation were wrapped and vacuumed into the 200 g polyethylene packages. The vacuum packaged materials were exposed by gamma irradiation dosages as 0.5 kGy, 1 kGy and 1.5 kGy except control. The exposed material by the irradiation was stored during 18 months under 20°C temperature and 55-60 % relative humidity (rh) conditions. In order to investigate the quality changes during the storage time, physical and chemical analyzes [total fat (%), free fatty acids (%), peroxide (meqO<sub>2</sub>/kg), crude protein content (%), determination of HCl acid-insoluble ash (g/100g), fatty acid composition (%), color, moisture (%), water activity (a<sub>w</sub>), vitamin E (mg/100g), crude cellulose (%)], sensory evaluation test and microbiological analyzes [total mesophilic aerobic bacteria (log cfu/g), total mold and yeast counts (log cfu/g)] were performed in 3 months sampling intervals. In addition to that, applying the same dosages of the irradiation to kernel material infested with the important storage pest, *Plodia interpunctella*, the effectiveness of the irradiation dosages was also investigated on the pest.

Study showed that effects of dose and storage time on total fat (%), peroxide (meqO<sub>2</sub>/kg), total mesophilic aerobic bacteria (log cfu/g) and total mold and yeast counts (log cfu/g) were found statistically significant. The initial measurements after irradiation showed that the amount of total fat increased with increasing irradiation dose. Furthermore, total fat quantity decreased at the end of storage time. The initial measurements after irradiation showed that doses had no effect on peroxide value. After three months there were significant differences between irradiated samples. Above 1 meqO<sub>2</sub>/kg peroxide value, showing that the quality of the fruit begins to fall and this value was exceeded in 1 kGy group after storage for 3 months, in control and 0.5 kGy groups after storage for 6 months and in 0.5 kGy group after storage for 9 months. Total mesophilic aerobic bacteria and total mold and yeast counts showed inversely proportional variation to dose. Storage time increases, both the total mesophilic aerobic bacteria and mold and yeast count decreased at all samples (including control).

The effects of dose and storage time factors on a\*(inner), b\*(ground) and vitamin E values were found significant (p<0.05). a\*(inner) value increased with increasing irradiation dose. Increase occurring of the 1 kGy and 1.5 kGy samples were found statistically significant compared to the control sample. The 0.5 kGy had statistically similar values with control and other irradiated samples. a\*(inner) value increased with the increasing storage time.

b\*(ground) value increased with increasing irradiation dose. In terms of b\*(ground) value, there was no significant difference between control and 1 kGy. b\*(ground) value increased during 15 months of storage but then decreased. Vitamin E decreased with increasing irradiation dose. Vitamin E contents were shown to significantly vary at control, 0.5 kGy and 1 kGy samples ( $p < 0.05$ ). 1 kGy and 1.5 kGy samples showed similar vitamin E values ( $p > 0.05$ ). Vitamin E contents increased in both unirradiated and irradiated samples during storage ( $p < 0.05$ ).

Effect of storage time on fatty acids (except total saturated fatty acid), moisture, L\*(ground), a\*(outer), L\*(outer), a\*(outer) and b\*(outer) was found significant ( $p < 0.05$ ). L\*(ground) and a\*(ground) values increased during storage time ( $p < 0.05$ ). L\*(outer) value increased in first 12 months of storage but later decreased. a\*(outer) value increased during storage time. During 15 months of storage, b\*(outer) value was not significantly varied, but at the end of the storage time (18 months) it increased ( $p < 0.05$ ).

Effects of storage time and dose\*storage time interaction on free fatty acids, crude protein content, HCl acid-insoluble ash, water activity, L\*(inner) and b\*(inner) were found significant ( $p < 0.05$ ). Fatty acid amount increased during storage time ( $p < 0.05$ ). Control, 1 kGy and 1.5 kGy samples exceeded 1 % after storage for 9 months, 0.5 kGy was at the end of 12 months. Crude protein content, HCl acid-insoluble ash and water activity values were shown to fluctuate ( $p < 0.05$ ). L\*(inner) and b\*(inner) values increased during 15 months of storage.

Sensory evaluation results of the same dose samples were shown significant variations during storage time ( $p < 0.05$ ). Flavour, crispiness, rancidity, odor and color characteristics' scores of the sensory evaluation were begun to fall at the end of 12 months of storage.

Samples, which were contaminated with an important storage pest, *P. interpunctella*, irradiated at 0.5 kGy, 1 kGy and 1.5 kGy. 30 days after irradiation, the percentage of dead larvae was found respectively 18 %, 29 % and 30 %. 60 days later after irradiation, the percentage of dead larvae was found respectively 15 %, 71 % and 98 %.

**Key words:** Natural hazelnut kernel, gamma irradiation, storage, *P. interpunctella*, total mesophilic aerobic bacteria, mold and yeast number

## TEŞEKKÜR

Üniversite Sanayi işbirliği çerçevesinde yürütülen çalışmamızda bilgisi, tecrübesi, sabrı ve babacan hali ile her zaman yanımda olan saygıdeğer hocam Ordu Üniversite Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN'a, tez izleme komitesi üyesi ve SANTEZ projesinde yardımcı araştırmacı olarak görev alan ve değerli fikirlerini zaman-mekan gözetmeksizin bizimle paylaştan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisli Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Ahmet Hilmi ÇON'a, yine tez izleme komitesi üyesi olan kıymetli katkılarda bulunan Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Ali İSLAM'a ve SANTEZ projesinde yardımcı araştırmacı olarak görev alan, mesafeleri bizlere hissettirmeden çalışmamızın sorunsuz bir şekilde ilerlemesi için yardımlarını esirgemeyen bir diğer değerli hocam Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ferit TURANLI'ya teşekkür ederim.

Tezimizin sanayi ayağını oluşturan Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı ve Fındık Tanıtım Grubu Başkanı Dursun Oğuz GÜRSOY'a hem projemize ortak oldukları hemde proje süresi boyunca sundukları donanımlı laboratuvar koşulları için teşekkür ediyorum. Laboratuvar aşamasında hiçbir yardımı esirgemeyen ve herşeyin sorunsuz bir şekilde ilerlemesini sağlayan Gıda Mühendisi Sayın Aysun AYABAKAN'a, Gıda Mühendisi Sayın Zülfiye GÜMÜŞAKAYA'ya, Gıda Mühendisi Sayın Seçil ÇAVDAR'a, Sayın Ezgi TAFUN'a ve tüm Gürsoy fabrikası çalışanlarına gönülden teşekkür ediyorum.

Yağ asitleri analizlerinin yapımında yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli hocam Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Fatih ŞEN'e teşekkür ediyorum.

İstatistik analizlerin yapımında yardımını esirgemeyen değerli hocam Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölmü Öğretim Üyesi Sayın Yard. Doç. Dr. Yeliz KAŞKO ARICI'ya teşekkür ederim.

Duyusal analizlerde ve tezin diğer aşamalarında büyük yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Andaç Kutay SAKA'ya, Arş. Gör. Muhammet Akif AÇIKGÖZ'e, Arş. Gör. Gürkan DEMİRKOL'a, Arş. Gör. Anıl Fırat FELEK'e, Ziraat Mühendisi Nursel KARA'ya, Ziraat Yüksek Mühendisi Yasin ÖZTÜRK'e ve Ziraat Mühendisi adayı Eda MARAL'a teşekkür ederim.

Bu uzun soluklu çalışmamızın her anında yanımda olan, manevi olarak desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili eşim Mehmet GÜLER'e, canım babam İbrahim KOÇ'a, hayattayken vermiş olduğu öğütleriyle sonrasında da her zaman varlığını hissettiğim rahmetli annem Güllizar KOÇ'a ve tüm aileme teşekkür ederim.



Çalışmanın son altı ayında tam bir iş ortağı olarak hayatıma giren ve iyi bir takım arkadaşı olan biricik oğlum Kerem GÜLER'e teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü Sanayi Tezleri (SAN-TEZ) programı kapsamında STZ 1357.2012-1 nolu 'Gama Işını Uygulamalarının Natürel İç Fındıkta Depolama Kalitesine Etkileri' isimli proje ile desteklenmiştir. Bundan dolayı ilgili kuruma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b>	I
<b>ÖZET</b>	II
<b>ABSTRACT</b>	IV
<b>TEŞEKKÜR</b>	VI
<b>İÇİNDEKİLER</b>	VIII
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	X
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b>	XI
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	XIII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	7
2.1. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	7
2.2. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Mikrobiyolojik Yüke Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	17
2.3. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Depo Zararlıları Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	20
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	24
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Depo Ömrü ve Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Materyal.....	24
3.1.2. Işın Uygulamalarının Böcek Bulaşıklığına Etkisinin Çalışıldığı Materyal.....	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Yağ Tayini .....	28
3.2.2. Serbest Yağ Asidi Tayini (SYA) .....	29
3.2.3. Peroksit Tayini.....	30
3.2.4. Ham Protein Tayini.....	30
3.2.5. Hidroklorik Asitte (HCl) Çözünmeyen Kül Tayini .....	31
3.2.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu .....	32
3.2.7. Su Aktivitesi Tayini.....	32
3.2.8. Nem Tayini .....	33

3.2.9 Renk Tayini .....	33
3.2.10. E Vitamini Tayini.....	33
3.2.11. Ham Lif Tayini.....	33
3.2.12. Toplam Mezofilik Aerop Bakteri Sayımı .....	34
3.2.13. Küf-Maya Sayısı Tayini.....	34
3.2.14. BulaşıkÖrneklerin Hazırlanması.....	35
3.2.15. Duyusal Analiz .....	36
3.2.16. Deneme Planı ve İstatistik Yöntemler.....	37
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>38</b>
4.1. Toplam Yağ (%) .....	38
4.2. Serbest Yağ Asidi (SYA) (%).....	40
4.3. Peroksit (meqO <sub>2</sub> /kg).....	43
4.4. Ham Protein (%) .....	47
4.5. Hidroklorik Asitte (HCl) Çözünmeyen Kül Miktarı (g/100 g) .....	50
4.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu (%).....	52
4.7. Su Aktivitesi.....	67
4.8. Nem Miktarı (%).....	71
4.9. Renk .....	73
4.10. E Vitamini ( $\alpha$ tokoferol) (mg/100 g).....	85
4.11. Ham Lif (%).....	88
4.12. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri (TMAB) (log KOB/g) .....	90
4.13. Küf Maya Sayısı (log KOB/g) .....	93
4.14. Duyusal Analiz.....	96
4.15. Işın Uygulamalarının Böcek Bulaşıklığına Etkisi.... <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>	
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>106</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>109</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>116</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b><u>Şekil No</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Uluslararası gıda ışınlama sembolü (radura)	4
Şekil 3.1. Vakumlu paketlerin hazırlanması	25
Şekil 3.2. Işınlamaya gönderilecek ürünlerin hazırlanması	26
Şekil 3.3. Işınlanmış ürünler	27
Şekil 3.4. Depolanmış kontrol grubu ve ışınlanmış natürel iç fındıklar	28
Şekil 3.5. <i>Plodia interpunctella</i> 'nın kitle üretimi	36
Şekil 4.1. Kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy gruplarında ışınlama sonrası koloni oluşturan birim sayısındaki azalış	91
Şekil 4.2. Kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy gruplarında ışınlama sonrası küf-maya sayısındaki azalış	94

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışmada kullanılan natürel iç fındığa ait kalite ve mikrobiyolojik parametreler	24
<b>Çizelge 3.2.</b> Polietilen ambalajın kalınlık, oksijen ve su buharı geçirgenlik değerleri	25
<b>Çizelge 3.3.</b> Duyusal değerlendirme formu	37
<b>Çizelge 4.1.</b> Toplam yağ (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	39
<b>Çizelge 4.2.</b> Serbest yağ asiti (SYA) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	42
<b>Çizelge 4.3.</b> Peroksit (meqO <sub>2</sub> /kg) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	46
<b>Çizelge 4.4.</b> Ham protein (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	49
<b>Çizelge 4.5.</b> HCl'de çözünmeyen kül (g/100 g) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	51
<b>Çizelge 4.6.</b> Palmitik asit (C16:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	55
<b>Çizelge 4.7.</b> Palmitoleik asit (C16:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	56
<b>Çizelge 4.8.</b> Stearik asit (C18:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	57
<b>Çizelge 4.9.</b> Oleik asit (C18:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	58
<b>Çizelge 4.10.</b> Linoleik asit (C18:2) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	59
<b>Çizelge 4.11.</b> Linolenik asit (C18:3) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	60
<b>Çizelge 4.12.</b> Araşidik asit (C20:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	61
<b>Çizelge 4.13.</b> Eikosenoik asit (C20:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	62
<b>Çizelge 4.14.</b> Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (TÇDM) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	63
<b>Çizelge 4.15.</b> Toplam doymamış yağ asitleri (TDM) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	64
<b>Çizelge 4.16.</b> Toplam tekli doymamış yağ asitleri (TTDM) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	65
<b>Çizelge 4.17.</b> Toplam doymuş yağ asitleri (TDY) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	66
<b>Çizelge 4.18.</b> Su aktivitesi özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	70
<b>Çizelge 4.19.</b> Nem miktarı (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	72
<b>Çizelge 4.20.</b> Renk L* (iç) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	76
<b>Çizelge 4.21.</b> Renk a* (iç) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	77

<b>Çizelge 4.22.</b> Renk b* (iç) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	78
<b>Çizelge 4.23.</b> Renk L* (un) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	79
<b>Çizelge 4.24.</b> Renk a* (un) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	80
<b>Çizelge 4.25.</b> Renk b* (un) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	81
<b>Çizelge 4.26.</b> Renk L* (dış) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	82
<b>Çizelge 4.27.</b> Renk a* (dış) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	83
<b>Çizelge 4.28.</b> Renk b* (dış) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	84
<b>Çizelge 4.29.</b> E vitamini (mg/100 g) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	87
<b>Çizelge 4.30.</b> Ham lif (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	89
<b>Çizelge 4.31.</b> Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (log KOB/g) için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	92
<b>Çizelge 4.32.</b> Küf-Maya sayısı (log KOB/g) için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	95
<b>Çizelge 4.33.</b> Lezzet özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	99
<b>Çizelge 4.34.</b> Sertlik özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	100
<b>Çizelge 4.35.</b> Acılaşma özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	101
<b>Çizelge 4.36.</b> Koku (Kötü) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	102
<b>Çizelge 4.37.</b> Renk özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları	103
<b>Çizelge 4.38.</b> <i>Plodia interpunctella</i> ile bulaşık fındıklara 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarında gama ışını uygulamasından sonraki 30. gündeki etki ölüm oranları	104
<b>Çizelge 4.39.</b> <i>Plodia interpunctella</i> ile bulaşık fındıklara 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarında gama ışını uygulamasından sonraki 60. gündeki etki ölüm oranları	104

## SİMGELER VE KISALTMALAR

\$	Dolar
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
°C	Santigrat derece
<sup>60</sup> Co	Kobalt 60
μl	Mikro litre
A	Alfa
B	Beta
A.Ş.	Anonim şirketi
AF	Alüminyum fosfit
AFB1/B2/G1/G2	Aflatoksin B1/B2/G1/G2
ANOVA	Analysis of variance (Varyans analizi)
a <sub>w</sub>	Water activity (Su aktivitesi)
cfu/g	Colony forming units/ gram (Koloni oluşturan birim/gram)
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
cv.	Cultivar (Kültür varyete)
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
g	Gram
Gy	Grey
HCl	Hidroklorik asit
IR	Infrared
kg	Kilogram
kGy	Kilogrey
KOH	Potasyum hidroksit
kW	Kilowatt
l	Litre
log	Logaritma
m <sup>3</sup>	Metreküp
MB (MeBr)	Metil bromid
meqO <sub>2</sub> /kg	Mili ekuvalent oksijen/gram
mg	Miligram
MHz	Megahertz
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normal
NaOH	Sodyum hidroksit
OTA	Okratoksin A
ppm	Parts per million (Milyonda bir)
RF	Radyo frekansı
s	Saniye
San.	Sanayi

Tic.	Ticaret
TL	Türk lirası
TS	Türk standartları
TÜBİTAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
vb.	Ve benzeri
W	Watt



## 1. GİRİŞ

Sert kabuklu meyveler grubunda yer alan fındık; uzun süre depolanabilmesi, birçok gıdada hammadde olarak kullanılması ve farklı gıda ürünleri ile kombine edilebilmesi açısından önemli bir üründür.

Türkiye dünya fındık üretiminde lider konumdadır. 2011 yılı verilerine göre Türkiye 430 000 ton kabuklu fındık üretimi gerçekleştirmiştir (Anonim, 2015a). Bu üretimin % 70'i (146 322 ton) natürel iç fındık olarak ihraç edilerek ülkemize 1 041 429 000 \$'lık bir döviz girdisi sağlanmıştır (Anonim, 2015b). Yıllara göre fındık üretim miktarında değişmeler olsa da Türkiye her yıl üretiminin ortalama % 70'ini (genellikle natürel iç fındık şeklinde) ihraç etmektedir. Fındık üretimi yapılan iller değerlendirildiğinde ilk üç sırada Ordu, Giresun ve Samsun illeri almaktadır. Ordu ili ülkemiz toplam fındık üretim alanının % 32.94'üne, Giresun % 17.10'una ve Samsun % 14.13'üne sahiptir (Karadeniz ve ark., 2009). Yetiştiricilik yapılan bahçelerde genellikle farklı fındık çeşitleri bulunur. Ancak toplama, kurutma, depolama ve pazarlama aşamasında çeşitler dikkate alınmamaktadır.

Dünyada üretim ve ticareti ile birinci sırada olduğumuz fındık, insan sağlığı açısından da önemli rol oynar. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan ve dünya çapında kalitesi ile ön plana çıkan fındık çeşitlerimiz % 55-65 oranında yağ içermektedir. Yağ bileşiminde en yüksek bulunan yağ asidi ise % 74.2-82.8'lik oranla oleik asittir (C18:1). Linolenik asit (C18:3) ise % 0.03-0.08 oranla en düşük miktarda bulunan yağ asididir. Önemli bir antioksidan olan E vitamini ( $\alpha$  tokoferol) bakımından da zengin bir içeriğe sahip olan (24.7 mg/100 g) ve % 17-20 protein içeren fındık, beslenme açısından daha da önemli hale gelmektedir (Köksal ve ark., 2006).

Besleyiciliği ile ön plana çıkan fındık, farklı şekillerde piyasaya sunulmaktadır. Kabuklu, natürel, beyazlatılmış, kavrulmuş, dilimlenmiş, un hali ayrıca çikolata, şeker, krema, pasta, kek, bazı süt ürünleri ve bisküvi piyasaya sunulan çeşitlerden sadece birkaçıdır (Özçağırın ve ark., 2007).

Birçok farklı kullanım alanı olan ve dünya ihracatında önemli bir paya sahip olmamız fındık ile ilgili bazı sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. Ülkemizin kuzeyinde Karadeniz kıyılarında yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan fındık, özellikle hasat ve hasat sonrasında ürünün muhafaza koşullarından kaynaklanan

olumsuzluklar nedeni ile bir takım kalite kayıplarına maruz kalmaktadır. Hasat sonrasındaki muhafaza koşullarının iyileştirilmesi fındık ve fındık ile yapılan son ürünün kalitesini de olumlu yönde etkileyecektir. Bu nedenle yapılması gereken en önemli çalışmalardan biri de şüphesiz depolama ve raf ömrü kalitesinin arttırılmasıdır. Fındık yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde henüz profesyonel olarak depolamadan bahsetmek zordur. Üreticiler hasat ettikleri fındığı kuruttuktan sonra uygun gördükleri alanlarda depolamakta, sonrasında tüccara (aracı) ya da doğrudan firmalara satmaktadır. Depolamada bir standardın olmayışı ve bölgenin nem oranının yüksek oluşu, depolama süresinde ürünün kalitesinde düşüşlere (serbest yağ asidi ve peroksitte artış, aflatoksin oluşumu, ambar zararlıları ile bulaşıklık vb) neden olur. Bu durum özellikle ihracat yapan firmaları zor durumda bırakmaktadır. Ancak son yıllarda fındıkta lisanslı depoculuk adına yapılan çalışmaların bu tip problemlere çözüm olabileceği aşıkardır.

Depolama sırasında fındıkta meydana gelen kalite kaybı, sonrasında hazırlanacak olan ürünün kalitesinde de kuşkusuz ciddi sorunlara yol açmaktadır. Bu sebeple büyük bir kısmının ihraç edilmesi ve tüm fındık ürünlerinin hammaddesi olması nedeniyle natürel iç fındığın iyi depolanması ayrı bir önem arz etmektedir. Ülkemizde fındık, kabuklu olarak depolanmaktadır. Ancak tüm dezenfeksiyon ve disinfestasyon uygulamaları genellikle iç fındığa yapılmakta, daha sonra ürün işlenir ya da doğrudan ihraç edilmektedir.

Depo ömrünün uzatılması ya da depolama kalitesinin arttırılması amacıyla nispeten kolay ve ucuz olan kimyasal yöntemler yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Fındık depolamada da kimyasal fumigantlar geniş kullanım alanına sahiptir. Metil bromit (MB) en yaygın kullanılan fumigantlardandır. MB, Montreal Protokolü kapsamında ozona zarar verdiği gerekçesiyle listeye alınmış ve 1997 yılından itibaren kullanımı kademeli olarak azaltılmıştır. Gelişmiş ülkelerde 2005 yılında tamamen kaldırılan MB kullanımının gelişmekte olan ülkelerde 2015 yılında tamamen kaldırılması öngörülmüştür (Anonim, 2001a).

Fındıkta yaygın olarak kullanılan bir diğer fumigant fosfindir. Ancak fosfin kullanımı bir takım sorunları beraberinde getirir; MB ile birkaç satte yapılan fumigasyon işlemi fosfin ile birkaç günde başarılılabilmektedir. Bunun yanında fosfin,

bakır gibi bazı metal ve metal alaşımlara zarar verebilmektedir. Bu nedenle metal boru ya da açık aksamların olduğu depolarda kullanımı önerilmez. Sülfür florid ve hidrojen siyanid ise MB ve fosfin kadar etkili kimyasallar değildir.

Son yıllarda fındıkta ihraç ürünlerinde depo zararlılarına karşı yaygın olarak alüminyum fosfit (AF) kullanılmaktadır. İhracatın gerçekleştirildiği ülkenin şartlarına bağlı olarak 1 m<sup>3</sup> ürüne 1.5-6 g arasında uygulanan AF, fındıkta ton başına ilaç ve malzeme hariç 5 TL'ye mal olmaktadır (Anonim, 2011a).

Ortalama 500 000 ton üretimin gerçekleştirildiği ülkemizde, bu üretimin % 70-75'i ihraç edilmektedir. Yukarıdaki verilerin ışığında ortalama bir hesapla 1 625 000 TL'lik bir fumigasyon gideri söz konusu olmaktadır.

Kimyasal yöntemler uygulama açısından kolay olsa da uygulanan kimyasalın ürün ile doğrudan temas etmesi, ürünün üzerinde kalıntı bırakması ve çevreye olan zararları nedeniyle problem oluşturabilmektedir. Bu durum kimyasal uygulamalara alternatif bir yöntemin arayışını beraberinde getirmiştir. Son yıllarda, gittikçe yaygınlaşan ışın uygulamalarıyla birlikte kimyasal yöntemlerin dezavantajları büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Işınlamanın özellikle paketlenmiş son ürüne uygulanabilir olması, uygulamaya olan ilgiyi daha da arttırmıştır.

Gıda ışınlama, gıda maddesinin istenilen bir teknolojik amaca ve usulüne uygun olarak yeterli bir dozda ışınlanmasıdır. Gıda ışınlama işlemi; gıdalarda bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların, biyokimyasal olayların ve faaliyetlerin engellenmesi, azaltılması, yok edilmesi, gıdaların raf ömürlerinin uzatılması, olgunlaşma süresinin kontrolü veya müteakip işlemlerdeki istenen değişiklikleri sağlamak amaçlarından biri veya birkaçı için belirlenmiş ışınlama dozunda, uygun teknolojik ve hijyenik koşullarda yapılır (Anonim, 2003). Bostan ve Koç Güler, (2012)'nin birçok çalışmayı kullanarak hazırlamış oldukları derleme makalede, dünyada gıdalarda ilk ışın uygulamalarının 1921 yılında X ışınları kullanılarak yapıldığı ve bununla ilgili yasal düzenlemelerin 1983'ten sonra başladığı bildirilmiştir.

Ülkemizde 6/11/1999 tarih ve 23868 sayılı resmi gazetede Gıda Işınlama Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile gıdalar gruplara ayrılmış ve ışınlama amacına göre uygulanması gereken dozlar belirtilmiştir. Fındık; hububat, öğütülmüş

hububat ürünleri, kabuklu yemişler, yağlı tohumlar, baklagiller, kurutulmuş sebzeler ve kurutulmuş meyvelerin yer aldığı üçüncü grupta değerlendirilebilir. Bu grupta böceklenmeyi önlemek için 1 kGy, mikroorganizmaları azaltmak için ve raf ömrünü uzatmak için 5 kGy maksimum ışın dozları verilmiştir. Yönetmeliğe göre tüketiciye ve toplu tüketim yerlerine sunulacak ışınlanmış ürünlerde, “Işınlanmıştır” veya “Işınlama İşlemi Yapılmıştır” ifadesinin yanında yeşil renkli uluslararası gıda ışınlama sembolünün (radura) (Şekil 1.1.) kolayca görülebilir şekilde etiket üzerinde bulunması zorunludur (Anonim, 2003).



**Şekil 1.1.** Uluslararası gıda ışınlama sembolü (radura)

Türkiye’de gıda ışınlamasına elverişli iki adet gama ışınlama tesisi bulunmaktadır. Bunlar Ankara’da bulunan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ve Tekirdağ’da bulunan Gamma-Pak A.Ş.’dir. Gamma-Pak ışınlama tesisi verilerine göre ülkemizde ışınlanan ürünlerin % 75’ini baharatlar, % 2.26’sını kuru meyveler ve % 0.94’ünü de kuru yemişler oluşturmaktadır (Alkan, 2011).

Işın uygulaması yeni gibi görünmekle birlikte, kurutulmuş meyve ve sert kabuklulardaki kullanımı ile ilgili bir proje yaklaşık 30 yıl önce Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılmıştır (Anonim, 1986). Ancak bu projenin içerisinde fındık bulunmamaktadır.

Ülkemizde de hasat sonu ömrü ile ilgili farklı ürünlerde ışın uygulamalarının yapıldığı projeler gerçekleştirilmiştir (Aytaç, 1986; Temiz ve ark., 1998; Certel ve Uslu, 2006; Gökmen ve ark., 2006; Güneş ve ark., 2008; Erkan ve ark., 2008;

Özçelik ve ark., 2008). Fakat bu projelerde de fındık çalışılmamıştır. Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamasının yapıldığı çalışmaların sayısı ise oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalara ‘Önceki Çalışmalar’ kısmında yer verilmiştir.

Birçok çalışmada avantajlı bir yöntem olduğu söylenen ışın uygulaması Dünya Sağlık Organizasyonu (World Health Organization-WHO), Avrupa Birliği Bilimsel Komitesi (Scientific Committee of the European Union), Uluslararası Gıda Dağıtıcıları (Food Distributors International) gibi kuruluşlar ile Amerika’da faaliyet gösteren Çikolata İmalatçıları Birliği (Chocolate Manufacturers Association), Ulusal Şekerlemeciler Derneği (National Confectioners’ Association), Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organizations), Ulusal Gıda İmalatçıları Birliği (National Food Processors Association) ve Amerika Tarım Birimi (US Department of Agriculture-USDA) gibi kurumlarca da desteklenmektedir (Anonim, 2006).

Bu çalışmada milli ürün olarak değerlendirebileceğimiz natürel iç fındıkta kimyasal yöntemlere alternatif olarak gösterilen gama ışını uygulamasının farklı dozları kullanılarak 18 aylık depolama süresince (20°C ve % 55-60 oransal nem) depo kalitesi, mikrobiyal yük durumu değerlendirilmiştir. Ayrıca önemli bir depo zararlısı olan *Plodia interpunctella* bulaştırılmış örneklerle de aynı dozlar uygulanmış ve dozların böcek yüküne olan etkisi araştırılmıştır. Birçok fındık ürününün hammaddesi olduğu için çalışmada materyal olarak özellikle natürel iç fındık seçilmiştir. Uygulanacak dozlara karar verilirken daha önce sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamalarının denenmiş olduğu çalışmalar referans alınmıştır. Böylece ışın uygulamasının fındık için uygun bir yöntem olup olamayacağına dair fikir verebilecek verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Ülkemizde fındık sektöründe iç fındığın uzun süreli depolanması çok kullanılan bir yöntem değildir. Fındıkta depolama genellikle kabuklu olarak yapılmaktadır. İşleme öncesince iç fındık elde edilerek ürüne işlenmektedir. Ancak ihracatının hemen hemen tamamı iç fındık şeklinde gerçekleşmektedir. Alıcının ülkesine transfer edilinceye kadar geçen süre ülkenin uzaklığına ve transfer şekline göre farklılık göstermektedir. Bu süre içinde iç fındıkta meydana gelen değişimlerin değerlendirilebileceği, natürel iç fındığın depolama süresi ile ilgili fikir verebilecek

bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız bu alandaki eksikliği de bir miktar kapatmayı amaçlamıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Sert kabuklu meyveler, kabuk yapıları ve içermiş oldukları düşük nem içeriği nedeniyle (kestane hariç genellikle % 3-5) (Özçağırın ve ark., 2007) depolama aşamasında genellikle problem oluşturmazlar. Ancak sahip oldukları yüksek yağ oranı, yüksek doymamış yağ asidi oranı ve vitamin değerleri sert kabuklu meyvelerin depolanmasında dikkat edilmesi gereken noktalardandır.

Hasattan sonra gerek depo ömrünü gerekse raf ömrünü uzatmaya yönelik halihazırda birtakım yöntemler bulunmaktadır. Depolama döneminde ürünü koruma amaçlı genellikle kimyasal yöntemler uygulanır. Ancak kalıntı riski, ürün ile doğrudan temas ediyor olması ve son dönemlerde tüketiciler tarafından yoğun bir şekilde çevreye en az zararlı uygulamaların tercih edilmesi gibi nedenlerden dolayı kimyasal yöntemlere alternatifler aranmaktadır. Işın uygulamaları son yıllarda önemli bir seçenek olarak olarak karşımıza çıkmaktadır.

Işın uygulaması kullanımı yeni olmamakla birlikte tarımsal ürünlerdeki uygulamaları son dönemlerde hız kazanmıştır. Uygulamadaki kolaylığı, ambalajlanmış ürünlerde rahatlıkla kullanılabilir olması, kimyasal kalıntı bırakmaması, ürün ile doğrudan temas etmemesi ve ürünü radyoaktif hale getirmemesi gibi nedenlerle tercih edilip, yaygınlaşmıştır.

Sert kabuklu meyvelerde hasat sonrası ışın uygulamalarının, depolama süresi ve meyve kalitesine olan etkilerini inceleyen çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

İç fıncığa farklı disinfestasyon ışın dozları uygulayarak kimyasal ve duyuşal özelliklerin değişimi incelenmiştir. 5 kGy'e kadar yapılan düşük doz uygulamalarında serbest yağ asidi seviyesinde herhangi bir yükselme görülmediği gibi C vitamini miktarında da herhangi bir düşüş görülmemiştir. Kimyasal değişimler lipofilik yapıda görülmüştür; doz miktarı arttıkça peroksit değerinde artış (240 ppm'e kadar),  $\alpha$  tokoferol miktarında da düşüş (170 ppm) gözlenmiştir. 3 kGy'e kadar yapılan uygulamalar sonucunda oluşan kimyasal değişimler koku ve tat gibi duyuşal özellikler üzerine etkili olmamıştır (Bogunovic ve ark., 1993).

Bhattacharjee ve ark., (2003a), 0.25 kGy ve 1 kGy dozlarda ışınlanmış kajuları oda şartlarında 6 ay boyunca depolamış ve depolama süresince işaretleyicilerin (1-tetradecene, 1-hexadecene ve 8-heptadecene) varlığını izlemişlerdir. Çalışmada, tüm depolama süresi boyunca radyasyon dozu arttıkça işaretleyici konsantrasyonunun da doğrusal olarak arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, bütün dozlarda depolama süresi boyunca işaretleyiciler marjinal olarak azalmıştır.

Kajular ile yapılan bir diğer çalışmada (Bhattacharjee ve ark., 2003b), 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 kGy dozlarda ışın uygulanmış kajular, oda şartlarında muhafaza edilmiş ve altı ay boyunca iki ay aralıklarla analize alınmıştır. Altı ay boyunca yapılan görsel incelemeler sonucunda 0.25 kGy doz grubu da dahil böcek bulaşıklığı görülmemiş, kontrol grubu ise tamamen bulaşık bir hal almıştır. On adet iç meyvede yapılan tartımlarda depolama süresi ile birlikte ağırlıkta azalma meydana gelmiştir. Meyvelerdeki sarı renk depolama süresi ve ışın dozu ile artış göstermiş, içerikte önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda 0.25 kGy ışın dozunu kaju meyveleri için uygun bulmuştur.

Al-Bachir, (2004), Baladi ceviz çeşidi 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 kGy dozlarda ışınlamıştır. Işınlanmış ve ışınlanmamış meyveler oda sıcaklığında (15-18°C) ve % 50-70 nemde depolanmış; fungal yük, yaklaşık kompozisyon (nem, protein, yağ ve kül miktarı), kimyasal değişim ve duyuşal özellikleri ışınlamadan hemen sonra ve 12 aylık depolama sonunda değerlendirmiştir. Uygulanan dozların kompozisyon üzerine önemli bir etkisi olmazken, fungal yükü azalttığı görülmüştür. Gama ışını uygulamasından hemen sonra yapılan ölçümlerde ise toplam asitlik artarken, iyot ve uçucu basit azot içeriğinin (UBA) azaldığı ortaya koyulmuştur. 12 aylık depolama sonunda toplam asit ve peroksit değerlerinin azaldığı ancak UBA değerlerinin arttığı görülmüştür. Işınlamadan hemen sonra yapılan duyuşal değerlendirmede ise ışınlanmış ve ışınlanmamış ürünler arasında tat ve lezzet bakımından bir farklılık hissedilmemiştir.

DNA kuyruklu yıldız yönteminin ışınlanmış tahıllar (buğday, karabuğday, mısır, darı ve yulaf) ve bazı sert kabuklu meyvelerin (badem, Brezilya cevizi, kaju, yerfıstığı, ceviz, fındık, Antep fıstığı ve çam fıstığı) tespitinde kullanılabilirliğini araştıran bir çalışmada yöntemin birçok tahıl ve sert kabuklu meyve için ışın uygulamasının



yapılıp yapılmadığının belirlenmesinde kullanılabilir bir yöntem olabileceği ancak buğday, Brezilya cevizi, kaju ve Antep fıstığı için yeterli bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır (Khan ve ark., 2005).

Lozoya, (2006), Kanza ve Desirable pekan cevizi çeşitlerine 0, 1.5 ve 3 kGy dozlarında elektron demeti (e-beam) ışını uygulamış ve 40°C sıcaklık ve % 55-60 oransal nemde depolamıştır. Depolamanın 0, 7, 21, 55 ve 134. günlerinde antioksidan kapasitesi, fenolik içerik, konsantre tanin içeriği, fenolik profili, tokoferol içeriği, peroksit değeri ve yağ asidi profilini değerlendirmiştir. Işın uygulamasının antioksidan kapasitesi ve fenolik içerik üzerine zarar veren bir etkisi görülmemiş ancak depolama süresince farklılıkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Her iki çeşitte ışınlama sonrasında tokoferol içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Işınlanmış Desirable çeşitlerinde peroksit değeri kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmıştır. 1.5 kGy dozda ışınlanmış Kanza çeşitlerinde ise depolamadan 98 gün sonra peroksit değerinde artış görülmüştür. Her iki pekan cevizi çeşidinde de yağ asidi kompozisyonunda bir değişiklik görülmemiştir. Parlaklık ve sarı renk kademeli olarak azalmış, kırmızı renk başlangıçta artış göstermiş ancak depolamadan 98 gün sonra azalma meydana gelmiştir.

Sajilata ve Singhal, (2006),'nın yaptığı bir çalışmada kaju meyvesine 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 kGy dozlarında gama ışını uygulamış ve uygulamayı takiben oda sıcaklığında (28-30°C) depolamışlardır. Çalışma sonucunda uygulanan dozların ve depolama süresinin antioksidan aktivitesini azalttığı bulunmuştur.

Dogan ve ark., (2007), radyasyonun fındık dokularında bulunan büyük moleküllü yapılarındaki moleküler değişimini FTIR (Fourier Transform Infrared) spektro ile araştırmışlardır. Fındığa 0.5 kGy (düşük) ve 10 kGy (yüksek) dozlarında ışın uygulaması yapılmıştır. Frekans, sinyal yoğunluğu ve IR bantlarının yoğunluk oranındaki değişimler, düşük dozlarının doymamış yağ konsantrasyonunu arttırdığını ancak yüksek dozların doymamış yağ miktarında azalma meydana getirdiğini ve peroksidasyonun oluştuğunu ortaya çıkarmıştır. Düşük doz uygulamaları toplam yağ içeriği ve yağ/protein oranını az miktarda artırırken yüksek doz uygulamalarında bu oran çarpıcı bir biçimde azaltmıştır. Yüksek doz gama ışını

uygulamaları fındık proteinlerinin yapısında değişimlere neden olmuş, protein moleküllerinde çapraz bağ ve agregat oluşumu gözlenmiştir.

Çam fıstığı meyvelerine 0.5, 1, 3 ve 5 kGy gama ışınının uygulandığı çalışmada (Gölge ve Ova, 2008), üç aylık depolama süresini takiben kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikler değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda peroksit değerinin doz artışı ile birlikte arttığı ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan ışın uygulamalarının tekstür ve renk gibi fiziksel kaliteyi, yağ asidi kompozisyonunu ve duyuşsal özellikleri etkilemediği belirlenmiştir.

Sanchez-Bel ve ark., (2008), Guah çeşidi iç bademlere elektron demeti ile farklı dozlarda (0, 3, 7 ve 10 kGy) ışın uygulaması yapmış ve daha sonra bu örnekleri paketleyerek 20±1°C’de 5 ay boyunca depolamış, kimyasal (su içeriği, protein, nötr deterjan lif, şeker, yağ içeriği, organik asitler ve renk) ve duyuşsal (ransidite, tazelik, istenmeyen tat ve koku, tekstür) özellikler üzerine olan etkisini araştırmıştır. Bütün ışın dozlarında glukoz miktarında azalma gözlenmiştir. 3 kGy’in üzerindeki dozlarda sitrik asit miktarında artış olmuş, daha sonra düşüş görülmüş ve değerler kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Duyusal analizlerde uygulamaların tazelik, tekstür ve renk üzerine bir etkisi görülmemiş fakat 10 kGy’lik uygulamanın yapıldığı gruplarda belirgin ransidite oluşmuş ve örneklerin duyuşsal değerleri düşmüştür. 7 kGy’e kadar uygulanan ışın dozları hasatsonu sanitasyon uygulamaları açısından uygun görülmüş ve uygulamayı takiben yapılan 5 aylık depolama süresince duyuşsal kalite, protein, lif, su ve yağ değerleri bakımından kontrol grubu ile benzer özellikler göstermiştir.

Fındık tohumlarına (*Gevuina avella* Mol.), pres ile ekstrasyon öncesi mikrodalga radyasyon uygulayarak mikrodalğanın yağ verimine olan etkilerinin incelendiği çalışmada, örneklere mikrodalga fırında 2 450 MHz frekans uygulanmıştır. Altı farklı mikrodalga uygulaması kullanılmıştır; iki güç (400-600 W) ve üç zaman (120, 180 ve 240 s). Mikrodalga uygulanan örneklerde ekstrasyon ile yağ verimi, uygulamanın yapılmadığı gruplara kıyasla artış göstermiştir. Denemenin yapıldığı altı farklı gruptan % 45.3 ekstrasyon verimi ile 400 W ve 240 s seçilmiştir. Işık mikroskopu altında yapılan incelemeler 400 W ve 240 s uygulamanın yapıldığı örneklerin, uygulamanın yapılmadığı örneklerle kıyaslandığında değişime uğradığı ve bu nedenle ekstrasyon etkinliğinin arttığı görülmüştür. Kalite kriterleri (yağ

asitleri, peroksit değerleri vs.), yağ kompozisyonu (yağ asitleri,  $\alpha$  tokoferol içeriği) ve yağ oksidasyon durumu (indükleme zamanı) lmleri yapılmış ve sonuçlar uygulamanın yapılmadığı yağ örnekleri (8.8 saat indükleme zamanı) ile karşılaştırıldığında mikrodalga n uygulamasının oksidatif yağ stabilitesi üzerine daha olumlu etkide (23.4 saat indükleme zamanı) bulunduğunu ortaya koymuştur (Uquiche ve ark., 2008).

Mexis ve Kontominas, (2009a), kajularda 7 kGy'e kadar ışınlama yaparak fizikokimyasal (renk, peroksit değeri, hekzanal içerik, yağ asidi kompozisyonu, uçucu bileşikler) ve duyuasal (renk, tekstür, koku, tat) zellikleri değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları 7 kGy ışın dozunda peroksit değerinin 5 kat, hekzanal içeriğin ise 2 kat arttığını göstermiştir. Yağ asitleri bakımından değerlendirildiğinde ışın dozu ile birlikte oleik asit konsantrasyonu düşerken stearik asit konsantrasyonu artmıştır. Çoklu doymamış yağ asitleri ışınlamadan etkilenmemiştir. Aldehit, keton ve alkol gibi uçucu bileşikler ışın uygulamasından sonra artış göstermiş ve lipit oksidasyonunun artışında etkili olmuştur. 3 kGy'den yüksek doz uygulamalarında yapılan renk ölçümlerinde  $a^*$  değeri artış göstermiş ancak  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri etkilenmemiştir. Duyusal analizler ise 3 kGy dozun altındaki uygulamaların duyuasal açıdan bir olumsuzluk oluşturmadığını ortaya koymuştur.

Fındığa gama ışını uygulanarak fizikokimyasal (renk, peroksit değeri, hekzanal içerik, yağ asidi kompozisyonu, uçucu bileşikler) ve duyuasal (renk, tekstür, koku, tat) zellikleri değerlendirilmiştir. 7 kGy dozda yapılan uygulama sonucunda peroksit değerinde 20 kat, hekzanal içerikte ise 28 kat artış meydana gelmiştir. Doymuş yağ asitlerindeki artışa paralel olarak (% 10-23) doymamış yağ asitlerinde bir azalma (% 77-90) meydana gelmiştir. Keton, alkan, aldehit, alkol, furan, aromatik hidrokarbonlar, bisiklik monoterpenler ve asitler gibi uçucu bileşikler ışınlamadan sonra fındık yağlarının oksidasyonu sonucu ikincil ürün olarak meydana gelmiştir.  $\geq$  5 kGy dozlarda yapılan ışın uygulamalarında  $b^*$  değeri artmış,  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde değişim olmamıştır. Duyusal değerlendirmelerde de tekstür ve renk özelliklerinin ışın uygulamalarından etkilenmediği ortaya çıkmıştır. 1.5 kGy'e kadar yapılan doz uygulamalarında tat bakımından olumsuz bir değişim olmamıştır (Mexis ve Kontominas, 2009b).

Taipina ve ark., (2009), pekan cevizlerine (*Carya illionensis*) 1 ve 3 kGy dozlarda gama ışını uygulayarak E vitamini ve duyuşal değişimi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda uygulanan dozlarda E vitamini değerlerinde değişim olmadığı saptanmıştır. 1 kGy doz uygulaması görüntü, aroma, tekstür ve lezzet özellikleri üzerinde bir değişim meydana getirmemiştir.

Farklı yer fıstığı çeşitlerine 4, 6 ve 8 kGy dozlarda ışın uygulanmış ve ışınlanmış fıstıklardan ekstrakte edilen yağların analizini yapılmıştır. 8 kGy dozda içerik değişmezken patojen mikroorganizmaların tamamen elimine edildiği görülmüştür. Kontrol ile ışınlanmış örnekler arasında fizikokimyasal değerler açısından doza bağlı değişimler ortaya çıkmıştır. En önemli değişim 8 kGy doz uygulamasının yapıldığı grupta, tokoferol grubunda ve peroksit değerlerinde meydana gelmiştir. Yağ asidi kompozisyonunda önemli bir değişim olmamıştır (Bhatti ve ark., 2010).

Antonio ve ark., (2011), gama ışını uygulaması yapılmış kestanenin meyve ve kabuğundaki antioksidan potansiyelini değerlendirmişlerdir. Fenolik yapılar (fenolik ve flavanoidler), DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil) radikal süpürücü aktivitesi, indirgeme gücü ve  karoten ağartma potansiyelinin inhibisyonu araştırılmıştır. Sonuçlar depolamanın antioksidan aktivitesi açısından tercih edilebilir olduğunu dahası gama ışını uygulamalarının da antioksidan aktivitesi bakımından avantajlı olduğunu (zellikle  $0.27\pm 0.04$  kGy yada  $0.54\pm 0.04$  kGy dozlarda) ortaya koymuştur.

Kestane de yapılan bir diğer çalışmada da gama ışını ( $\leq 3$  kGy) ve gama ışını-depolama interaksiyonunun protein, yağ, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri üzerine olan etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda ışın uygulamasının kestanenin besleyici özelliğini ve kimyasal yapısını etkilemediği ortaya konulmuştur. Diğer taraftan depolama zamanının incelenen özellikler üzerine etkisi daha belirgin olmuştur. Sonuçta gama ışını uygulamalarının kestanenin kimyasal kalitesinin korunmasında kullanılabilir bir uygulama olabileceği ortaya çıkmıştır (Fernandes ve ark., 2011a).

Gecgel ve ark., (2011), fındık, ceviz, badem ve antep fıstığı meyvelerine 1, 3, 5 ve 7 kGy gama ışını uygulamış; uygulamadan hemen sonra yağ içeriği, serbest yağ asidi, peroksit değeri ve yağ asidi kompozisyonunu değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, gama ışını uygulamalarının meyvelerin yağ içeriklerine önemli bir etkisinin olmadığını

ortaya koymuştur. Ancak serbest yağ asidi ve peroksit değerleri doz artışı ile birlikte artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Yağ asitleri içerisinde yapılan değerlendirmede ışın dozu ile birlikte toplam tekli doymamış ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri azalırken toplam doymuş yağ asidi miktarının arttığı görülmüştür ( $p<0.05$  ve  $0.01$ ).

Işın uygulamalarının ve depolama süresinin kestanelerdeki şeker, yağ asidi ve tokoferol profili/miktarı üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada,  $4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan ürünler 0, 30 ve 60. günlerde analize alınmış ve çalışma sonucunda şeker kompozisyonu üzerine, depolama süresinin ışın uygulamasından daha fazla etkili olduğu, depolama sonrasında fruktoz ve glukozun arttığı, buna karşılık sakkaroz miktarının azaldığı görülmüştür. Diğer taraftan tokoferol içeriği, ışınlanmış ürünlerde daha yüksek bulunmuştur. Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri ne depolamadan ne de ışın uygulamasından etkilenmemiştir. Ancak yine de bazı özel yağ asidi konsantrasyonlarının (palmitik asit, oleik asit) tek yada iki faktörden etkilendiği görülmüştür (Fernandes ve ark., 2011b).

Antonio ve ark., (2012a), ışın uygulamasının kestane meyvelerinin kurutulması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar kinetik kurutma eğrisi için meyve karakteri ve Sayısal Tomografi sistemine dayalı kompartman modelini ve bu modelin kurutma prosesinde kullanılabileceğini önermişlerdir.

Kestane meyvelerine 3 kGy'e kadar gama ışını uygulayarak renk, tekstür, nem, besin değeri, şekerler, yağ asitleri ve tokoferol değerlerinin incelendiği çalışmada ise 3 kGy'e kadar yapılan ışın uygulamalarının kestane meyvelerinin besin ve kimyasal kalitesini etkilemediği, depolama süresinin incelenen parametreler üzerinde daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Antonio ve ark., 2012b).

Antonio ve ark., (2012c), Avrupa kestanelerinin meyvelerine uygulanan gama ışınının kurutma üzerine etkilerini araştırmışlar. Kestanelere 0, 1, 3 ve 6 kGy dozlarında ışın uygulanmış ve  $50^{\circ}\text{C}$ 'de kurutularak herbir doz için kuruma oranı belirlenmiştir. 6 kGy'e kadar uygulanan dozlarda, ışınlanmış ve ışınlanmamış meyveler arasında oldukça az farklılık görülmüştür.

0, 0.5 ve 3 kGy dozlarında gama ışını uygulamış ve  $4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış Türk kestanelerinde 0, 15 ve 30. günlerde temel kimyasal bileşenler, şekerler, yağ asitleri ve tokoferol kompozisyonunu değerlendirilmiştir. Depolama süresi yağ, kül,

karbonhidratlar ve enerji değeri gibi temel kimyasal bileşenler üzerine ışın dozuna kıyasla daha etkili olmuştur. Yağ asitlerinden laurik, palmitoleik ve linolenik asit ışın dozu ile birlikte bazı farklılıklar göstermiştir. Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asiti seviyesi hem depolama süresi hem de ışınlamadan etkilenmemiştir. Vitaminlerden yalnızca  $\alpha$ -tokoferol depolama süresi ve ışın ile önemli değişimler göstermiştir (Barreira ve ark., 2012).

Carocho ve ark., (2012), Portekiz kestanelerine e-beam ve gamma ışını kullanarak 0, 0.5, 1 ve 3 kGy dozlar uygulamışlar ve antioksidant aktivitesini değerlendirmişlerdir. Işınlanmış örnekler toplam fenolik içeriklerini (flavanoidler hariç) korumuş ancak kontrol örnekleri daha yüksek antioksidan aktivitesi göstermişlerdir. En uygun dozlar e-beam'de 1 kGy, gamma ışınında ise 3 kGy olarak belirlenmiştir.

Elektron beam ışınlamasının yarfıstığı margarinindeki kalite değişimine olan etkisinin incelendiği çalışmada margarin örnekleri farklı dozlarda ışınlanmış ve 22°C'de 14 gün boyunca incelenmiştir. Renk, peroksit ve tiobarbitürik asit reaktif yapılarında doz artışı ile birlikte değişim görülmüştür. Ekmeğe sürülebilirlik özelliğinde önemli bir değişim gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (El-Rawas ve ark., 2012).

Antonio ve ark., (2013a), üç Portekiz (Cota, Longal ve Judia) ve bir İtalyan (Palumnia) olmak üzere dört kestane (*Castanea sativa*) çeşidine e-beam yoluyla 1 kGy doz uygulaması yapmış ve iki ay boyunca depolamışlardır. Çalışma sonunda uygulanan 1 kGy'lik dozun kabuk, meyve ve meyvenin iç kısmındaki renk değerlerinde (CIE L\*, a\*, b\*) önemli bir değişim meydana getirmediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Avrupa varyetelerinden (*Castanea sativa* Mill.) bir kestane çeşidine gama ışını uygulanarak renk ve tekstür değişiminin incelendiği bir diğer çalışmada, meyveler 0.5, 3 ve 6 kGy dozlarda ışınlanmış ve depolamanın 0, 15 ve 30. günlerinde analize alınmıştır. L\* ve b\* değerleri 3 ve 6 kGy dozlarda önemli değişimler göstermiştir. Depolama süresince yapılan değerlendirmede ise 15 günlük depolama sonunda meyve iç rengindeki değişimler önemli bulunmuştur. Tekstür bakımından değişimler ise 6 kGy'de ortaya çıkmıştır (Antonio ve ark., 2013b).

Lanza ve ark.,(2013), soyulmuş ve soyulmamış iç bademlerden elde edilen unlara 1.5 kGy dozunda e-beam ışın uygulaması yapmışlardır. Yapılan uygulama sonucunda

üründe toplam mezofilik değerler, küf, maya, entorobakter, koliform bakteri değerlerinin yanında serbest yağ asidi, peroksit sayısı, nem, su aktivitesi, aflatoksin, pestisid, duyuşsal analiz gibi fizikokimyasal parametreleri de değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda ışın uygulamasının yapıldığı örneklerde patojen yükünde önemli bir düşüş görülürken fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerde önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Barreira ve ark., (2013), taze ve depolanmış kestane meyvelerine e-beam ve gama ışını uygulayarak trigliserol profilini değerlendirmişlerdir. Işın uygulama tipinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde yüksek ışın dozlarında, trigliserol profilinde daha fazla modifikasyon görülmüştür. Çalışma sonucunda trigliserol profilinin kestanelerde ışın indikatörü olarak kullanılabilceği sonucunu ortaya koyulmuştur.

2-10 kGy dozlarda gama ışını uygulanmış iç bademlerden (Mission ve Price çeşitleri) elde edilen yağlarda fizikokimyasal özellikler ve mikrobiyal dekontaminasyonun araştırıldığı çalışmada gama ışınının iç bademde içerik üzerine önemli bir etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Yoğunluk ve kırılma indeksi gibi fizikokimyasal özellikler de gama ışınından etkilenmemiş; sabunlaşma değeri azalırken, sabunlaşmayan madde ve serbest yağ asidi miktarında artış meydana gelmiştir. Oksidatif durumu ve tokoferol içeriği negatif etkilenmiş, ışınlama stresi ile birlikte yağ asidi profilinde hafif bir değişim görülmüştür. 6 kGy dozda mikrobiyal bulaşıklık tamamen ortadan kalkmıştır (Bhatti ve ark., 2013).

Ma ve ark., (2013), taze Liaohe çeşidi cevizlere (*Juglans regia* cv. Liaoning4) 0, 0.1, 0.5, 1 ve 5 kGy gama ışını uygulamış ve  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 120 gün boyunca depolamışlardır. 0.1, 1 ve 5 kGy dozlarda yapılan ışın uygulamalarının ardından yapılan depolama süresi boyunca yağ oksidasyonu hızlanmış, peroksit değeri artmış ve E vitamini içeriği ile duyuşsal değerlerinde ise düşüş gözlenmiştir. Ancak ışın dozu 0.5 kGy olduğunda 90 gün boyunca oksidatif yıkım daha az gözlenmiş, peroksit değeri düşmüş, yüksek E vitamini içeriğini korumuş ve duyuşsal analiz sonuçları daha yüksek bulunmuştur.

Yang ve ark., (2013), infrared, ardışık infrared ve sıcak hava (SIRHA) ve basit sıcak hava (HA) uygulaması şeklinde üç farklı yöntemle kavrulan bademlerin raf ömürlerini değerlendirmişlerdir. Aynı koşullarda depolanan ve farklı şekillerde

kavrulmuş örneklerde nem ve su aktivitesi değerleri bakımından önemli bir farklılık görülmemiştir. SIRHA ve HA uygulamasının yapıldığı örneklerde ilk üç ay boyunca tüm kalite parametreleri benzerlik gösterirken, peroksit değerleri ve alifatik aldehit konsantrasyonları kavurma yöntemine göre farklılık göstermiş ve kavruan tüm örneklerde depolama süresince önemli oranda artmıştır.

Carocho ve ark., (2014), kestanelerde gama ışını ve e-beam kullanarak besin değerleri, antioksidan ve diğer kimyasal parametreleri değerlendirmiş ve ümit veren sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmalarında Portekiz ve İtalya'dan seçilmiş çeşitler ile çalışmış ve gama ve e-beam ışınlarının (1 kGy) kestanelerde alternatif bir fumigasyon yöntemi olarak kullanılabileceği sonucunu ortaya çıkarmışlardır.

Tuono çeşidi (*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb) bademin çiğ meyvelerine 0.5, 1.5, 3, 6, 8 ve 10 kGy dozlarda gama ışınının uygulandığı çalışmada 10 kGy'e kadar yapılan uygulamalarda yağ asidi içeriğinde değişim gözlenmemiştir. Çalışma sonucunda düşük dozlarda yapılan ışın uygulamalarının yağ asidi içeriği ve  $\alpha$  tokoferolün korunmasında kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Di Stefano ve ark., 2014a).

Das ve ark., (2014), mikrodalga güç seviyelerinin ve sürelerin cevizin kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda mikrodalga güç seviyesinin ve sürenin renk değişimi ve sıcaklık artışını önemli derecede etkilediği görülmüştür. Uygulamanın yapılmadığı iç cevizlerde peroksit ve serbest yağ asidi değerleri daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Mikrodalga uygulamasında hedef sıcaklık olan 50-55°C (böceklerin yaşamı için uygun olmayan sıcaklık değerleri), peroksit miktarını 1.35-1.42 meqO<sub>2</sub>/kg aralığına (başlangıç değeri 2.89 meqO<sub>2</sub>/kg), serbest yağ asidi değerini ise % 0.63-0.69 aralığına (başlangıç değeri % 1.08) düşürmüştür.

Sinanoglou ve ark., (2014), Avustralya fındığına (*Macadamia*) 10 kGy'e kadar artan dozlarda <sup>60</sup>Co ışını uygulamış, farklı paket ve depolama koşullarında yağ profilindeki değişimi gözlemlemişlerdir. Veriler sert kabuklu meyvelerin yağında daha az oranda bulunan trigliserid ve bunu takiben fitosterollerin uygulamanın yapıldığı örneklerde daha yoğun olduğunu ortaya koymuştur. Gama ışını uygulaması sonucunda oluşan hidrolitik yapılar istatistik olarak önemli bulunmuş, Avustralya fındığının yağ kalitesi etkilenmemiştir.



Al-Bachir, (2015), yaptığı çalışmada, gama ışını Antep fıstığı yağının yağ asitlerinde değişime neden olmuş; oleik asit (C18:1) miktarında azalma ve linoleik asit (C18:2) miktarında artış meydana getirmiştir. Bu iki yağ asidinin dışındaki hiçbir yağ asidi ışın uygulamasından etkilenmemiştir. Kullanılan yüksek dozlar (2 ve 3 kGy) asitlik, peroksit ve iyodin değerinde düşüşe neden olurken spesifikasyon numarasında artış meydana gelmiş, tiobarbitürik asit değeri üzerine etkisi olmamıştır. 1 ve 2 kGy'de yapılan ışın uygulaması Antep fıstığı yağının L\*, a\* ve b\* değerlerinde artışa neden olmuştur.

## **2.2. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Mikrobiyolojik Yüke Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Mikroorganizmalar meyve, sebze ve diğer besin maddelerinde bozulmalara yol açarak büyük zararlara neden olabilmektedir. Bulaşık olan besinlerin tüketilmesi sonucunda tehlikeli zehirlenmeler ve rahatsızlıklar meydana gelebilir. Bu amaçla gıda ürünlerine birtakım dezenfeksiyon uygulamaları (pastörizasyon, buharla sterilizasyon vb.) yapılmaktadır. Işın uygulamaları da son dönemlerde bu amaçla kullanılan uygulamalar arasındadır.

Sert kabuklu meyveler çerez olarak tüketimlerinin yanısıra pasta, ezme, krema, çikolata vb. ürünlerde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıkların ve tüketici bilincinin her geçen gün biraz daha artması gıda ürünlerinde kullanılan her türlü ham maddedeki mevcut beklentiye arttırmıştır. Özellikle ham madde farklı mamüllere işlendiğinde nem ve su aktivitesinde meydana gelecek değişimler mikrobiyal açıdan ürünün güvenilirliğini daha da önemli kılmaktadır. Örneğin 2009 (Anonim, 2011b) ve 2011 (Anonim, 2011c) yıllarında Amerika'da Oregon fındıkları *Salmonella* ve *E. coli* bulunmasından dolayı piyasadan geri çekilmiştir.

Mevcut kimyasal uygulamaların etkinliği çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir. Ayrıca ürün üzerinde olabilecek kimyasal kalıntı riski ve kullanılan kimyasalın çevreye olası olumsuz etkileri yeni yöntemlerin arayışını beraberinde getirmiştir. Işın uygulaması da bu amaçla gündeme gelen bir uygulamadır. Farklı ürünlerde mikrobiyal yüke karşı ışın uygulamasının etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır (Prakash ve ark., 2002; Fanaro ve ark., 2015). Sert kabuklu

meyvelerde mikroorganizma yükü üzerine yapılan ışın uygulamaları ile ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kakashita ve ark., (1995), cevizde küf gelişimine karşı 5, 10, 15 ve 20 kGy gama ışın dozları ile propilen oksit uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Her iki uygulamada da koliform sayısı tespit edilemeyen seviyelere kadar düşüş göstermiştir. Gama uygulamaları küf sayısında propilen oksit uygulamasına kıyasla daha etkili olmuştur. 10 kGy yada daha üstünde yapılan gama ışını uygulamalarında dökme plak sayımları propilen oksit uygulamalarına kıyasla önemli düşüş göstermiştir. Gama uygulaması ile iyodin değerinde ve 2-Thiobarbitutic asit sayısında azalma olurken, propilen uygulamasından sonra artış meydana gelmiştir. Peroksit değeri ise gama ışını uygulamasının yapıldığı grupta daha yüksek bulunmuştur.

Aflatoksijenik fungus ile yapay olarak bulaştırılmış fındık örneklerine mikrodalganın uygulandığı çalışmada sonuçlar kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmiş ve fiziksel kalite (renk, nem kaybı ve duyuşal özellikler) özellikleri incelenmiştir. 120 s uygulama sonucunda *Aspergillus parasiticus* kontaminasyonunda 3 log'luk bir azalma görülmüştür. Mikrodalga uygulaması yapılan ve devamında depolanan fındıklar ya benzer değişimler göstermiş yada değişim göstermemiştir. Mikrodalganın uygulandığı kabuklu fındıkların koku ve tatları, uygulama boyunca ve sonrasındaki depolama süresince etkilenmemiştir. 102 s'lik uygulamanın kabuklu fındıklarda hem besin ve organoleptik özellikler bakımından önemli bir değişime neden olmadığı hem de *Aspergillus parasiticus* sayısını azalttığı için uygun bulunmuştur (Başaran ve Akhan, 2010).

Prakash ve ark., (2010), çiğ bademlere yapılan ışın uygulamalarının *Salmonella* ve duyuşal özellikler üzerine olan etkisini değerlendirmiştir. Çiğ bademlere farklı ırklardan *Salmonella* inokule edilerek 3 kGy doza kadar 5 farklı doz seviyesi uygulamışlar ve D değerini de değerlendirmişlerdir. 1.25 kGy D değeri ile SEPT30, en dayanıklı ırk olarak ortaya çıkmış ve 4 log cfu/g'lık bir azalma için 5 kGy doza ihtiyaç duyulmuştur. 2.98 ve 5.25 kGy ışınlamalar önemli duyuşal değişikliklere neden olmuştur. Tüketici paneli 5.25 kGy doz ile ışınlanan çiğ bademlerin duyuşal olarak kabul edilemez özellikte olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle çiğ bademde

*Salmonella*'nın eliminasyonu için yapılacak ışınlamanın uygulanabilir bir yöntem olmadığına karar verilmiştir.

Çiğ bademlerde yapılan birdiğer çalışmada *Salmonella* tehlikesine karşı infrared (IR) pastörizasyon uygulaması araştırılmıştır. Çalışma sonunda 90°C'de 10-15 dk bekletilen bademlerde *Pediococcus* yoğunluğunun 5 log'dan daha çok azaldığını, 80°C'de 22 dk uygulamasında ise 4 log'dan daha fazla bir azalmanın olduğu görülmüştür. IR uygulaması renk, tekstür, tat ve diğerkalite parametrelerinde önemli bir değişime neden olmamıştır (Bingöl ve ark., 2011).

Jeong ve ark., (2012), badem ve cevizi *Salmonella enteridis* PT30 ve *Salmonella tennessee* ile inokule etmiş ve dört farklı su aktivitesi (0.23, 0.45, 0.64 ve 0.84 a<sub>w</sub>) oluşturdukları çalışmada inokule edilmiş ve farklı su aktivitesi değerlerine getirilmiş örnekler pilot ölçekli düşük enerjili X-Ray gıda ışınlayıcı ile ışınlanmış ve *Salmonella*'da 5 log'a kadar düşüş sağlamışlardır. Bütün su aktivitesi değerlerinde, yüzeyde görülen SE PT30 ve *S. tennessee*'nin inaktivasyonu bademde (0.226-0.431 kGy) cevizden (0.474-0.930 kGy) daha etkili olmuştur. Işınlanmamış bademler ile 5 log'luk düşüşün olduğu örnekler arasında duyuşal özellikler bakımından önemli bir farklılık (p>0.05) olmamıştır. Ancak 5 log'luk düşüşün olduğu ceviz örneklerinde lezzette fark edilebilir bir değişim olmuştur. Meyve tipi, *Salmonella* serotipi ve a<sub>w</sub> değeri ne olursa olsun ışınlama sonrasındaki 120 günlük depolama sonunda canlı bakteri sayısı değişmemiştir.

İkiye bölünmüş pekan cevizlerine (*Carya illionensis* (Wangenh.) K.Koch cv. Kanza) inokulasyon yapılarak vakumlu paketlere (VP), ortamdaki hava ile yapılan paketlere, % 100 azot gazı uygulaması yapılan paketlere ve % 100 oksijen uygulanan paketlere 0.2, 0.4, 0.6 ve 0.8 kGy e-beam uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonunda mikroorganizmalarda D<sub>10</sub> değerleri bakımından farklı atmosferlerin kullanılması istatistik olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Vakumlu paketler ışınladığında hem *Esherichia coli* (BAA-1427, BAA-1428, BAA-1430) hem de *Salmonella typhimurium* LT2'de D<sub>10</sub> değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Azot gazının uygulandığı paketlere yapılan ışın uygulaması sonrasında ortam havası yada oksijen gazı ile yapılan paketlemelere kıyasla acılaşıma (ransidite) daha geç dönemlerde görülmüştür (Karagöz ve ark., 2014).

Di Stefano ve ark., (2014b), 0-15 kGy doz aralığında gama ışını uygulayarak badem örneklerindeki mikotoksin konsantrasyonunun azalışını incelemişlerdir. En yüksek azalma 15 kGy dozda görülmüş ve sırasıyla şu şekilde gerçekleşmiştir; % 19.25 AFB<sub>1</sub>, % 10.99 AFB<sub>2</sub>, % 21.11 AFG<sub>1</sub>, % 16.62 AFG<sub>2</sub> ve % 23.90 OTA.

### **2.3. Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamalarının Depo Zararlılarına Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Gıda ve tarımsal ürünlerin ticareti tüm ülkeler açısından çok önemlidir. Birçok gelişmekte olan ülkelerin ekonomisi daha fazla gıda ve tarımsal ürün ihracatı ile önemli ölçüde desteklenebilir. Ancak birçok ürünün ticaretinde böcek bulaşması ya da böceklere konukçuluk ve aşırı böcek zararı nedeniyle sorunlar yaşanmaktadır.

Gıda ticareti ve güvenliğinin geliştirilmesi amacıyla çok sayıda teknolojik yöntem ve ürün geliştirilmiş ancak birçoğu bütün sorunlara henüz çözüm olamamıştır.

Işınlama birçok gıda ve tarımsal ürünün ticaretindeki teknolojik problemlere çözüm getirebilecek etkin bir yöntem olabilir. Işınlama tek başına ya da diğer teknolojilerle kombine olarak kullanılabilen bir uygulamadır. Zararlılardan korunma uygulaması olarak birçok seçenek sunabilen bu yöntem, iç zararlı kontrolünü de yapabilmektedir. Işınlama kullanılarak işlenmiş gıdalar ile ilgili uluslararası yönetmelikte yer alan gıdalarda bulaşıklığın azaltılması için ışınlama dozu 1 kGy olarak verilmiştir (Anonim, 1983).

Birçok kurutulmuş gıda ürünüde depo zararlısı böceklere karşı düşük dozlarda yapılan uygulamalar başarılı sonuçlar vermiştir. Işına karşı duyarlılık böcek türüne ve böceğin içinde bulunduğu yaşam evresine göre değişebilmektedir (Ahmed, 2001).

Böceklenmeyi önleme amacı ile yapılan ışın uygulamalarında mutasyon, embriyoda anormal oluşumlar, deri değiştirme ve başkalaşımda aksamalar, anormal davranışlar, sakat yapılu vücut, küçük yapılu bireyler, üreme gücünde azalma, üreme hücrelerinin tamamen tahrip olması ve ölüm gibi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Çetinkaya ve ark., 2010).

Işınlamanın depo zararlılarına olan etkilerini inceleyen çalışmalara her geçen gün bir yenisini daha eklenmektedir. Özellikle depolama sırasında önemli sorunlara yol açan böceklere karşı yapılan ışın uygulamaları ile ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Ashraf ve ark., (1971), *Plodia interpunctella* ile yapmış oldukları çalışmada ışınlama sonrası beslenmede azalma gözlemiş ve bu azalışın da uygulama sonrasında orta bağırsaklarda meydana gelen değişimden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Düşük ışınlama dozları orta bağırsak duvarındaki kolumnar hücrelerin ölümüne neden olarak gıdanın absorbe edilmesini engellemiştir. Sonuçta beslenme azalmış ve böceklerde erken dönemde ölümler gerçekleşmiştir.

Larvaları ışınlanmış *Plodia interpunctella* ve *Amyelois transitella* türlerinin kuru üzüm, badem ve cevizde meydana getirdiği zararlar araştırılmıştır. Larvalar kuru üzüm, badem ve cevizde bulaştırılmadan önce 337-497 Gy aralığında ışınlanmıştır. Tüm dozlarda ergin oluşumu engellenmiştir. Işınlanmış larvaların olduğu ürünlerde zarar miktarı tutarlı bir şekilde azalmıştır. Işınlanmamış *Plodia interpunctella* ve *Amyelois transitella* larvaları ile bulaştırılmış bademlerde ve ışınlanmamış *Amyelois transitella* larvaları ile bulaştırılmış cevizlerdeki ağırlık kaybı ışınlanmış larvalarla bulaştırılan meyvelerden önemli derecede yüksek bulunmuştur (Johnson ve Vail, 1989).

Kwon ve ark., (2004), gama ışını ve metil bromit (MeBr) fumigasyonunun taze kestanelerdeki kalite dengesi ve zararlıların ölümü üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Kestaneler hem 0-10 kGy aralığında ışın uygulamasına hem de ticari koşullarda MeBr uygulamasına maruz bırakılmış ve sonrasında 5°C'de 6 ay boyunca muhafaza edilmiştir. MeBr fumigasyonundan üç gün, 0.5 kGy ışın uygulamasından dört hafta sonra karantiada önemli olan *Curculio sikkimensis* Heller ve *Dichocrocis punctiferalis* Guenee'de % 100 ölüm meydana gelmiştir. 0.5 kGy ışın dozu kestane zararlılarının ölümü ve çimlenme kontrolü açısından değerlendirildiğinde MeBr uygulamasına alternatif olarak kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Cevizlerde böcek kontrolüne karşı radyo frekansları (RF) ile yapılan ısıtma yöntemi kullanılmıştır. Bu uygulamanın zararlıların yok edilmesinde uygun bir uygulama olduğu ortaya konulmuştur. Cevizin kalitesinde de olumsuz bir etkiye yol açmayan bu uygulamanın depolama sürecinde meydana gelen ransidite hassasiyetini de azaltmıştır. Ceviz 55°C'lik sıcaklığa getirilerek oldukça dayanıklı olan *Amyelois transitella*, beşinci döneminde % 100 oranla öldürebilmiştir. Radyo frekansı

uygulamaları cevizin nem içeriğinde de düşüslere neden olmuştur (Mitcham ve ark., 2004).

Fındıklarda *Plodia interpunctella* ve *Ephestia cautella*'ya ışıın uygulamaları yaparak yumurta çatlaması ve gelişme öncesi dönemleri incelenmiştir. *Plodia interpunctella* ve *Ephestia cautella*'nın yumurta gelişimlerinin engellenmesi için gerekli dozları sırasıyla 450 ve 300 Gy olarak bulunmuştur. 1 kGy dozun uygulandığı hiçbir örnekte (tüm dönemlerde) yetişkin birey oluşmamıştır (Özyardımcı ve ark., 2006).

Aye ve ark., (2008), *Plodia interpunctella*'nın gelişme ve yumurta çatlaması, pupa oluşumu, yetişkinlerin pupadan çıkışı ve yumurtlama gibi biyolojik özellikler üzerine gama ışınının engelleyici etkisini araştırmışlardır. Çalışmada doz miktarı 0.1 kGy'den 1 kGy'e çıktıkça gelişme ve çoğalma özelliklerinde olumsuzluklar meydana gelmiştir. Gelişme oranındaki önleyici etki canlının içinde bulunduğu döneme göre farklılık göstermiştir. Yumurta çatlaması 0.5 kGy ve daha üst düzeydeki dozlarda tamamen inhibe edilebilmiştir. Pupa oluşturma 0.25 kGy'de tamamen durdurulurken, yetişkinlerin pupadan çıkışı 1 kGy dozda bile tamamen engellenememiştir. Yumurta içindeki farklı dönemler ve son larva dönemi 0.1 ve 0.25 kGy dozlarda farklı hassasiyetler göstermiştir. Pupaya 0.1 kGy ışın uygulandıında yumurtaların canlı oluşturabilme yeteneğı ve çatlama oranı önemli oranda azalırken, 0.25 kGy ve daha yüksek dozlarda tamamen inhibe edilmiştir. Çalışma sonucunda 0.5 kGy doz uygulamasının *Plodia interpunctella*'nın verimliliğı ve gelişiminin önlenmesi için uygun doz olarak saptanmıştır.

Radyo dalgalarının kabuklu cevizde böcek kontrolüne yönelik yapılan çalışmada 25 kW, 27 MHz RF sistemi ile ceviz yüzeyindeki ortalama sıcaklık 60°C'ye ulaştırılmıştır. Uygulama, beşinci evresindeki *Amyelois transitella*'da % 100 ölüm meydana getirmiştir. Bu uygulamanın cevizin yeme kalitesine herhangi bir olumsuz etkisi olmamıştır. Sadece kabuk kısmında oldukça az miktarda nem kaybına neden olmuştur (Wang ve ark., 2007).

Gama ışınının tahıl ve gıda ürünlerinin depolanması esnasında önemli bir zararlı olan *Plodia interpunctella*'da larva ölümleri ve ısı şoku proteinleri üzerine etkisini araştırılmıştır. Çalışmada üç adet ısı şoku proteini kullanılmıştır; *piac25*, *hsc70* ve *hsp90*. Her gen Northern blot hibridizasyon yöntemini kullanılarak 0.1-2 kGy

aralığında gama ışını uygulaması yapılan beşinci dönemdeki larvalarda karşılaştırma yapmışlardır. *hsc70*'in transkript seviyesi 0.5 kGy ve daha üst dozlarda artarken, *piac25* ve *hsp90*'ın seviyelerinde bir değişim olmamıştır. 2 kGy'lik uygulamanın yapıldığı pupalarda *hsc* seviyesinde artış görülmüştür. Larvalardaki ölüm oranı da doza bağlı olarak değişim göstermiştir ve  $\geq 1$  kGy dozlarda ölümler meydana gelmiştir. Çalışma sonunda *hsc70* geninin ışın uygulamasına hassas olduğu ve *hsc* gen(ler)inin böceklerin ışınlanıp ışınlanmamış olmasının belirlenmesinde potansiyel bir moleküler işaret olabileceği fikri ortaya çıkmıştır (Shim ve ark., 2009).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Depo Ömrü ve Mikrobiyolojik Analizlerde Kullanılan Materyal

Araştırmada, 2012 yılı ürünü natürel iç fındık materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan deneme materyali Ordu'da bulunan Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Temin edilen fındıklar Ordu yöresi sahil şeridinden gelen levant kalite ürün grubundan alınmıştır. Fındıklar, işletmenin üretimde kullandığı şekliyle yani herhangi bir çeşit seçimine gidilmeden denemeye alınmıştır. Araştırmada kullanılan fındıkların çap aralığı 9-15 mm'dir. Çalışmada kullanılan natürel iç fındığa ait kalite ve mikrobiyolojik parametreler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan natürel iç fındığa ait kalite ve mikrobiyolojik parametreler

Natürel İç Fındık									
Kalite Parametreleri	TY (%)	SYA (%)	P (meqO <sub>2</sub> /kg)	HP (%)	a <sub>w</sub>	N (%)	E Vit. (mg/100g)	HL (%)	HCl-ÇmK (g/100g)
	59.53	0.44	0.07	12.24	0.62	4.79	25.76	3.31	0.16
Mikrobiyolojik Parametreler	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (cfu/g)				Toplam Küf-Maya (cfu/g)				
	4 383				898				

TY: Toplam yağ, SYA: Serbest yağ asidi, P: Peroksit, HP: Ham protein, a<sub>w</sub>: Su aktivitesi, N: Nem, E Vit.: E Vitamini, HL: Ham lif, HCl-ÇmK: HCL'de çözünmeyen kül.

Araştırmada kullanılan iç fındıklar herhangi bir dezenfeksiyon ya da disinfestasyon uygulamasına tabi tutulmadan polietilen ambalajlara 200 g olacak şekilde konulmuş ve vakumlanmıştır (Şekil 3.1.). Kullanılan polietilen ambalaja ait özelliklerin bilgisi Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den alınmış ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Vakumlu paketler kolilere yerleştirildikten sonra ışınlanmak üzere Tekirdağ Çerkezköy'de bulunan Gamma Pak Sterilizasyon San. ve Tic. A.Ş.'ye gönderilmiş ve burada <sup>60</sup>Co ışınlayıcısı kullanılarak (MDS Nordion, Canada) 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarda gama ışını uygulanmıştır (Şekil 3.2, Şekil 3.3). Absorbe edilen dozlar Harwell Amber Perspex dozimetresi kullanılarak izlenmiştir.



**Çizelge 3.2.** Polietilen ambalajın kalınlık, oksijen ve su buharı geçirgenlik değerleri

<b>Özellik</b>	<b>Birim</b>
<b>Kalınlık</b>	150±8 µm
<b>Oksijen geçirgenliği (23°C kuru)</b>	20 cc/m <sup>2</sup> /gün
<b>Su buharı geçirgenliği (38°C, %90 oransal nem)</b>	5 g/m <sup>2</sup> /gün



**Şekil 3.1.** Vakumlu paketlerin hazırlanması



Şekil 3.2. İşinlamaya gönderilecek ürünlerin hazırlanması



**Şekil 3.3.** Işınlanmış ürünler

Gamma Pak'tan gelen ürünlerin depoya alınmadan başlangıç fiziksel, kimyasal (toplam yağ, serbest yağ asidi, peroksit, ham protein miktarı, HCl asitte çözünmeyen kül tayini, yağ asitleri kompozisyonu, renk, nem, su aktivitesi tayini, E vitamin, ham lif), duyu analizi ve mikrobiyoloji analizleri (toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, toplam küf-maya sayımı) yapılmıştır. Başlangıç analizleri yapılan ürünler, 18 ay boyunca 20°C sıcaklıkta % 55–60 oransal nemde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4). Muhafazada kontrol (0 kGy), 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy'de ışınlanmış, her biri üçer tekerrürlü toplamda dört örnek grubu oluşturulmuştur. Depolanan ürünlerde ilk üç ay boyunca her ay toplam mezofilik aerob bakteri ve küf-maya sayısı tayini yapılmıştır. Daha sonra tüm kalite analizleri ile birlikte mikrobiyolojik analizler de üç ayda bir yapılmıştır. Her tekerrürde 3 kg (15 adet 200 g'lık paket) örnek kullanılmıştır. Herbir tekerrürden rastgele seçilen 1 kg örnek (5 paket) E vitamini ve ham selüloz analizi için TÜBİTAK MAM'a gönderilmiştir. Diğer tüm analizler kalan 2 kg (10 paket) örnekte yapılmıştır.



**Şekil 3.4.** Depolanmış kontrol grubu ve ışınlanmış natürel iç fındıklar

### **3.1.2. Işın Uygulamalarının Böcek Bulaşıklığına Etkisinin Çalışıldığı Materyal**

Gama ışınının depo zararlılarına etkisi konusundaki çalışmalar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Böcek bulaşıklığına karşı gama ışınlarının etkisinin araştırıldığı çalışmada da diğer analizlerin yapıldığı örneklerle aynı özellikteki natürel iç fındık örnekleri kullanılmıştır.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Yağ Tayini**

Soxhlet ekstrasyon metodu ile yapılmıştır. Ölçüm yapılacak örnekler blendırda öğütülmüştür. Öğütme işleminden sonra (en geç 30 dakika içinde) örnekler ölçüme alınmıştır. Cihazın (BUCHI/B-811) cam kapları etüvde kurutularak sabit ağırlığa getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur. Soğuyan kapların darası alınmıştır. Öğütülen örneklerden 3–3.5 g tartılmıştır. Tartılan numuneler kartuşa, kartuşlar da hazneye yerleştirilmiştir. Herbir örnek için yaklaşık 120–150 ml petrol eteri kullanılmıştır.

Çözücü yavaş kaynayacak şekilde sıcaklık ayarlanmış ve 6–8 saatlik ekstrasyon uygulanmıştır. Cam kabın içindeki çözücünün bir kısmı damıtılarak geri alınmıştır.

Geri kalan az miktardaki çözücünün uzaklaştırılması için cam kap  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı etüve konulmuş ve burada bir saat bekletilmiştir. Desikatörde 30 dk tutulan örnekler hassas terazide (Sartorius/BA 210S) tartılmıştır. Cam kabın son ağırlığı kaydedildikten sonra içindeki yağ miktarının % yağ olarak hesaplandığı formül

$$\% \text{ Yağ (g/100 g)} = ((M_2 - M_1) / M_0) \times 100 \quad (3.1)$$

şeklinde olup

$M_0$ : Kurutulmuş deney numunesinin ağırlığını (g),

$M_1$ : Ekstrasyon cihazı balonunun ağırlığını (g),

$M_2$ : Kurutmadan sonra ekstraksiyon cihazı balonu ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### 3.2.2. Serbest Yağ Asidi Tayini (SYA)

Serbest yağ asitleri yüzdesinin oleik asit cinsinden miktarıdır. Analiz edilecek olan belli miktardaki fındık yağının etanol ve dietileter karışımında çözülmesi ve bundan sonra ortamda bulunan serbest yağ asitlerinin sodyum hidroksit çözeltisi ile titrasyonudur.

Etanol/Dietileter: 1/1 (hacim/hacim) olarak hazırlanıp, fenolfitaleyne göre nötrleştirilmiştir.

Fenolfitaleyn çözeltisi: % 1 olarak % 95 etil alkol ile hazırlanmıştır.

Erlen içerisine 2.5–5 g fındık yağı numunesi 0.001 g duyarlılıkta tartılmıştır. 25–50 ml nötrleştirilmiş alkol, eter karışımı ve indikatör olarak 2–3 damla fenolfitaleyn çözeltisi katılmıştır.

Kuvvetle çalkalayarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile açık pembe renk elde edilinceye kadar titratörde (Metrohm) titre edilmiştir.

Serbest yağ asitlerinin (FFA) hesaplanmasında kullanılan formül

$$\text{FFA: } (V/m) \times 28.2 \quad (3.2)$$

şeklinde olup

V: Harcanan 0.1 N NaOH çözeltisini (ml),

M: Numune ağırlığını (g) ifade etmektedir.

Kör deneme için 50 ml eter-alkol karışımı beherglassa konulmuş ve bu metot altında titrasyon yapılmıştır (Anonim, 1990a).

### **3.2.3. Peroksit Tayini**

Potansiyometrik titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Peroksit sayısı yağda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan serbest oksijenin miliekuvalent olarak miktarıdır.

Asetik asit/Isooktan: 3/2 (hacim/hacim) olarak hazırlanmıştır.

Potasyum iyodür çözeltisi: Doymuş olarak hazırlanmıştır. (14 g/10 ml su)

Nişasta çözeltisi: % 1 olarak hazırlanmıştır.

Sodyum tiyosülfat çözeltisi 0.01 N.

Beherglassa 2–2.5 g numune tartılarak ve üzerine 100 ml asetik asit/isooktan (3/2) çözeltisinden konulmuştur.

0.2 ml potasyum iyodür ilave edilerek, 5 dakika karanlıkta bekletilmiş, üzerine 50 ml saf su eklenmiştir.

Manyetik karıştırıcı (Bagmixer) ve elektrot (Mettler Toledo) yerleştirilerek işlem sonunda % asit değeri görülmüştür.

Kör deneme için 10 ml asetik asit/isooktan (3/2) karışımı beherglassa konup, bu metot altında titrasyon (Metrohm 728 Stirrer) yapılmıştır (Anonim, 1990b).

### **3.2.4. Ham Protein Tayini**

Kjeldahl yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kjeldahl balonunun içine ince kıyılmış numuneden 0.2 g tartılarak konulmuştur. Üzerine 1 tablet katalizör ve 7 ml sülfürik asit konularak baget ile karıştırılmıştır. Daha sonra balon protein cihazının (Gerhardt Vap40) yakma ünitesine alınmıştır. Cihaz 420°C'de 1 saat yakma işlemi yapmak üzere programlanmıştır. Gaz çıkışı bittikten sonra balon yaklaşık 40°C'ye kadar soğutulmuştur. Daha sonra balon, protein yakma cihazının destilasyon ünitesine konularak 1. program 50 ml su 100 ml sodyum hidroksit (% 33 lük) 75 ml borik asit kullanmak üzere ayarlanmıştır. Erlende tutulan amonyak çözeltisine 5 damla Tashiro indikatörü eklendikten sonra 0.2 N HCl ile titre edilerek amonyak miktarından azot miktarı hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan formül

$$\% \text{ Protein} = (0.0028 \times V \times 100 \times 6.25) / m \quad (3.3)$$

şeklinde olup

V: Deney numunesi için kullanılan 0.1N HCl çözeltisinin hacmini (ml),

M: Deney numunesi ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### 3.2.5. Hidroklorik Asitte (HCl) Çözünmeyen Kül Tayini

Mevcut olan % 37'lik hidroklorik asit çözeltisinden 27 ml alınarak 100 ml'ye saf su ile tamamlanarak çözelti hazırlanmıştır.

% 10'luk Hidroklorik Asit ( 3N ):

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\% 37 \times V_1 = \% 10 \times 100$$

$$V_1 = 27 \text{ ml}$$

Darası alınmış ve sabit tartıma getirilmiş porselen krezelere 2-5 g arası numune konarak analitik terazide (Sartorius/BA 210S) tartıma alınmıştır. Bu işlemden sonra numuneler kül fırınında 900°C de 2 saatte kül haline getirilmiştir. Sonra kül fırınından alınan krezeler soğuması için desikatöre alınmıştır. Desikatörden çıkartılan krezelere 10-25 ml % 10'luk hidroklorik asit çözeltisi ilave edilerek külün çözünmesi sağlanmıştır. Kalıntı külsüz süzgeç kağıdından süzümüştür ve tekrar porselen krezeye süzgeç kağıdıyla beraber konulmuştur. Porselen krezeler kül fırınında (Protherm PLF-110/8) 900°C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra yakılan ve beyazımsı renkli kül içeren krezeler kül fırınının ısı 200-300°C'ye inince desikatöre alınıp soğutulmuştur. Analitik terazide son tartım işlemi yapılmıştır.

Hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarının (K) hesaplanmasında kullanılan formül

$$K = (m_2 - m_1) \times 100 / m_0 \quad (3.4)$$

şeklinde olup

$m_0$  = Deney numunesinin ağırlığını (g),

$m_1$  = Kapsülün ağırlığını (g),

$m_2$  = Kapsülün ve külün ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### **3.2.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu**

Yağ asitleri oranları, soğuk ekstrasyon ile elde edilen fazın gaz kromatografisinde okutulması ve çıkan grafiğin yorumlanması ile % olarak bulunmuştur.

Yağ ekstrasyonu, yağ asitlerinin bozulmaması amacıyla ısı işlem gerektirmeyen soğuk ekstrasyon yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde öncelikle yaklaşık 30 g öğütülmüş natürel fındık örneği, ağzı kapalı erlen mayer içerisinde yağ çözücü özellikteki hekzan ile çalkalayıcıda (IKA labortechnik K5501 digital) 2 saat yüksek devirde (yaklaşık 280 devir/dk) çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra, fındık örneklerindeki yağ, hekzan ile birlikte bir çözelti haline gelmiş, cam pamuğu yardımı ile bir behere süzülmüştür. Çözeltideki çözgen uzaklaştırılarak ham yağ elde edilmiştir (Başoğlu, 1986).

Yağ asitleri analizden önce, elde edilen ham yağ örnekleri esterleştirme işlemine tabi tutulmuştur (Anonim, 2000). Bu işlemde; 10 ml'lik ağzı vidalı kapaklı test tüpüne, 0.5 g ham yağ örneği konulmuş ve üzerine 1 ml 2 N metanolik KOH solüsyonu ve 7 ml n-Hekzan ilave edilerek 7000/dk devirde 30 dakika santrifüjlenmiştir. Böylece oluşan üst fazın netleşmesi sağlanacaktır. Yağ asidi metal esterlerini içeren üst faz, diğer faza karışmadan özel cam şişelere konarak, gaz kromatografisine (Agilent Technologies 6890N, CA, ABD) enjeksiyona hazır hale gelmiştir. Otomatik örnekleme aparatı (HP7683 B) sayesinde gaz örneklerinden otomatik olarak 1 µl alınarak cihaza enjekte edilmiştir. Analiz 60 m uzunlukta "Spelco 2380" marka kapiler klon (60 m x 0.25 mm i.d., 0.20 µm film kalınlığı; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Çıkan pikler yağ asidi standardından (Supelco™ 37 Component FAME mix, Supelco, Bellefonte, PA, ABD) yararlanılarak tanımlanmıştır. Analiz sırasında çıkan pikler, standarttan yararlanarak pikin zaman ve alan hesaplaması ile fraksiyonlar tespit edilmiş ve sonuçlar % yağ asidi olarak verilmiştir.

### **3.2.7. Su Aktivitesi Tayini**

Blendırda (İKA Werkw M20) öğütülen örnekler zaman geçirilmeden su aktivitesi ölçüm kaplarına alınmıştır. Kap hacminin 2/3'si oranında örnekle doldurularak ölçüm yapılmıştır. Ölçümler 25°C sıcaklıkta Novasina/a<sub>w</sub> Sprint TH 500 su aktivitesi cihazında yapılmıştır (Anonim, 2004a).



### 3.2.8. Nem Tayini

Numune 1-2 mm parça büyüklüğünde mümkün olduğu kadar hava ile temas etmeden dövülmüştür. Kurutma kabı ve kapağı sabit tartım elde edilinceye kadar yarım saat ve bir saat aralıklarla  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. İyice karıştırılmış numuneden tartı kabına  $10\pm 0.005$  g alınmıştır. Kapak kapatılıp tartılarak deney numunesinin ağırlığı bulunmuştur. Kurutma kabı ve içindeki numune, kapağı açılmış ve yanına koyulmuş olarak etüvde  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 6 saat süre ile tutulmuştur. Bu süre sonunda kurutma kabının kapağı kapatılıp desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Anonim, 2001b). Nem hesaplamada kullanılan formül

$$\text{Nem} = (M_0 - M_1) \times 100 / M_0 \quad (3.5)$$

şeklinde olup

$M_0$ : Deney numunesinin ilk ağırlığını (g),

$M_1$ : Kurutulmuş deney numunesinin ağırlığını (g) ifade etmektedir.

### 3.2.9 Renk Tayini

Renk ölçümü üç şekilde yapılmıştır (Konika Minolta CR-400 Chroma Meter). Birincisi dış rengini belirlemek amacıyla herbir tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 20 adet natürel iç fındık örneğinde dış yüzeylerinin renk ölçümü CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  cinsinden yapılmıştır. İkincisinde un haline getirilmiş natürel iç fındıklarda her tekerrürde 10 okuma şeklinde ölçüm yapılmıştır. Üçüncüsü ise her tekerrürden rastgele alınan 30 adet natürel iç fındık ortadan ikiye bölünmüş içrenk ölçümü yapılmıştır. Renk ölçümleri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  olarak belirlenmiştir (Dermirci Ercoşkun, 2009).

### 3.2.10. E Vitamini Tayini

Hizmet alımı yoluyla TÜBİTAK MAM'a yaptırılmıştır (İşletme İçi Metod HPLC-FLD Tüm Gıdalar ).

### 3.2.11. Ham Lif Tayini

Hizmet alımı yoluyla TÜBİTAK MAM'a yaptırılmıştır (Fibertech Cihaz El Kitabı).

### 3.2.12. Toplam Mezofilik Aerop Bakteri Sayımı

Steril pipet kullanılarak deney numunesi  $10^{-1}$ 'lik ve  $10^{-2}$ 'lik seyreltiden 1 ml alınarak kaplarına aktarılmıştır. Her petri kabına  $44-47^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta yaklaşık 13-15 ml Plate Count Agar dökülmüş ve petri kabı dikkatlice döndürülerek karıştırılmıştır (Schütt Petriturn-E). Soğuk yatay bir zemin üzerinde bekletilerek katılaşmaya bırakılan petri kapları takiben ters çevrilerek  $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki inkübatörde (Heraus/B6)  $72\pm 3$  saat süreyle bekletilmiştir. Seyreltme ve ekim işlemleri 30 dakikayı geçmemiştir.

Kolonilerin sayımında yayılan koloniler tek bir koloni gibi dikkate alınmıştır. Petri kabının dörtte birinden daha azında yayılarak gelişen koloniler olduğunda petri kabının etkilenmeyen kısmındaki koloniler sayılmış ve buna karşılık gelen tüm petri kabındaki kolonilerin sayısı hesaplanmıştır (Anonim, 2004).

Hesaplama kullanılan formül

$$N = \Sigma C / [ (1 \times n_1) + (0.1 \times n_2) \times d ] \quad (3.6)$$

şeklinde olup burada

N: Her g'daki koloni sayısını,

$\Sigma C$ : Tüm petrilereki kolonilerin toplamını,

$n_1$ : İlk seyreltinin yapıldığı petrideki sayımı,

$n_2$ : İkinci seyreltinin yapıldığı petrideki sayımı ifade etmektedir.

### 3.2.13. Küf-Maya Sayısı Tayini

Steril iki petri kutularına bir pipet yardımıyla  $10^{-1}$  ve  $10^{-2}$ 'lik seyreltiden 1'er ml alınarak paralelli olarak aktarılmıştır. Her petri kutusuna daha önce eritilmiş ve su banyosunda (Nüve BM 302)  $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuş Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar'dan yaklaşık 15 ml dökülmüştür. Dikkatlice döndürülerek karıştırılan ve soğuk yatay bir zemin üzerinde bekletilerek katılaşmaya bırakılan petri kapları takiben ters çevrilerek  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı inkübatöre (Heraus/B6) yerleştirilmiştir. Ana dilüsyonun hazırlanması ile besiyerinin petrilere boşaltılması arasındaki zaman 15 dakikayı aşmamıştır.

Her plaktaki koloniler 3-5 günlük inkübasyon sonrasında sayılmıştır. 5 günün sonunda 150'den az koloni ihtiva eden plaklar hesaplamada kullanılmak için alınmıştır (Anonim, 1989).

Gramdaki veya mililitredeki mayalar ve küf sayısının hesaplanmasında kullanılan formül

$$MK = \frac{\Sigma C}{(n_1 + (0.1 \times n_2)) \times d} \quad (3.7)$$

şeklinde olup

MK: Gramdaki maya ve küf sayısını,

$\Sigma C$ : Bütün plakalarda sayılan kolonilerin toplamını,

$n_1$ : İlk dilüsyonda sayılan plakların sayısını,

$n_2$ : İkinci dilüsyonda sayılan plakların sayısını,

d: İlk sayımların elde edildiği dilüsyonu ifade etmektedir.

### 3.2.14. Bulaşık Örneklerin Hazırlanması

Fındık örneklerini bulaştırmak için Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarında kitle üretimi yapılan *Plodia interpunctella*'nın değişik biyolojik dönemleri kullanılmıştır. Kitle üretimi, içlerinde 2 kg natürel iç fındık bulunan 5 l'lik 3 adet plastik kavanoz da gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Her bir ışın dozu ve kontrol grubu için 6 adet kavanoza 2 kg işlem görmemiş iç fındık konulmuştur. Toplamda 24 adet kavanoz ile deneme kurulmuştur. Daha sonra bu kavanozların her birine 5 adet ergin, 5 adet pupa, 20 adet larva ve yaklaşık 50 adet yumurta gelecek şekilde bulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bulaştırmadan 7 gün sonra kavanozlardaki fındık örnekleri her uygulama grubu için ayrı ayrı paketler halinde Tekirdağ Çerkezköy'de bulunan Gamma Pak Sterilizasyon San. ve Tic. A.Ş.'ye gönderilmiş ve burada  $^{60}\text{Co}$  ışınlayıcısı kullanılarak (MDS Nordion, Canada) 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarda ışınlanmıştır. Absorbe edilen dozlar Harwell Amber Perspex dozimetresi kullanılarak izlenmiştir.



**Şekil 3.5.** *Plodia interpunctella*'nın kitle üretimi

Uygulama yapıldıktan sonra geriye gelen fındıklar zararlı popülasyonu üzerinde radyasyon uygulamasının sonucunu görmek bakımından hemen incelenmiş ve sonrasında 20°C ve % 55-60 oransal neme sahip iklim odalarında bekletilerek birer aylık aralıklarla iki kez daha değerlendirilmiştir.

### **3.2.15. Duyusal Analiz**

Duyusal analiz için çalışma süresince değişmeyecek 8 kişilik bir grup belirlenmiştir. Bu grup oluşturulurken normal yaşantısında sigara kullanmayan ve fındık yeme alışkanlığı bulunan panelistler seçilmiştir. Ürünlere kod numaraları verilmiştir. Panelistler tadım yaparak kendilerine verilen forma ürün ile ilgili değerlendirmelerini yapmışlardır. Böylece ürünün yapısında meydana gelmesi beklenen değişimlerin ürünü tüketen kişiler tarafından ne zaman ve ne şiddette hissedilebildiğine dair bir fikir elde edilebilmiştir. Formda yer alan değerlendirme başlıkları lezzet, sertlik, acılaşma, koku ve renk şeklinde olmuştur (Çizelge 3.1). Herbir başlık için 0'dan 5'e kadar puanlama (0: Hissedilmedi, 1: Çok kötü, 2: Kötü, 3: Kabul Edilebilir, 4: İyi, 5: Çok iyi) sistemi yapılmıştır (Dermirci Ercoşkun, 2009).

**Çizelge 3.3.** Duyusal değerlendirme formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU						
	Çok İyi	İyi	Kabul Edilebilir	Kötü	Çok Kötü	Hissedilmedi
Lezzet	5	4	3	2	1	0
	Çok Sert		Sert		Yumuşak	Hissedilmedi
Sertlik	5	4	3	2	1	0
	Çok Fazla	Fazla	Orta	Az	Çok Az	Hissedilmedi
Acılaşma	5	4	3	2	1	0
Koku (Kötü)	5	4	3	2	1	0
	Çok İyi	İyi	Kabul Edilebilir	Kötü	Çok Kötü	Hissedilmedi
Renk	5	4	3	2	1	0

### 3.2.16. Deneme Planı ve İstatistik Yöntemler

Tesadüf parselleri deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak yürütülen denemede doz faktörünün; kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy olmak üzere 4 seviyesi ile depolama süresi faktörünün; başlangıç, 3, 6, 9, 12, 15 ve 18 ay olmak üzere 7 seviyesi birlikte dikkate alınmıştır. Denemeden elde edilen verilerin normal dağılım kontrolü Anderson-Darling testi ile varyansların homojenlik kontrolü ise Levene testi ile yapılmıştır. Söz konusu varsayımları yerine getiren özellikler iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) ile değerlendirilmiş ve farklı ortalamalar %5 önem düzeyinde yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları ise parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiş ve çoklu karşılaştırma testi olarak Dunn testi kullanılmıştır. Tukey testi ve Dunn testi sonuçları tanıtıcı istatistiklerin yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

#### **4. BULGULAR ve TARTIŞMA**

Gerek ışın uygulanmamış kontrol grubu ve gerekse ışınlanmış ürünlerde 3'er aylık periyotlarla toplam 18 ay boyunca 14 kalite parametresine ve böceklenme durumuna ait elde edilen bulgular ve istatistik analizler aşağıda sunulmuştur.

##### **4.1. Toplam Yağ (%)**

Toplam yağ (%) değerleri arasındaki farklılıklar doz ve depolama süresi faktörleri ile doz\*depolama süresi interaksyonuna göre istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.1'de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Işınlamadan hemen sonra yapılan başlangıç analizinde kontrol (%  $61.333\pm 0.821$ ) ile 0.5 kGy (%  $62.403\pm 0.570$ ) grubu, 1 kGy (%  $67.047\pm 0.376$ ) ile 1.5 kGy (%  $66.307\pm 0.069$ ) grubu benzerlik göstermiştir. Depolamanın ilk 6 ayında kontrol grubu ile doz uygulanan gruplar arasında istatistiksel farklılıklar görülmüştür (Başlangıç analizinde 0.5 kGy hariç). 9, 12, 15 ve 18 aylık depolama sonunda yapılan analizde ise tüm gruplar benzer değerler almıştır.

Toplam yağ miktarı başlangıç ve 18 aylık depolama sonundaki değerler incelendiğinde, depolama sonunda bir azalma göstermiştir ( $p<0.05$ ). Ancak depolama süresince sürekli bir azalma olmamıştır. Kontrol grubu 9 aylık depolamadan sonra, 0.5 kGy grubu 12 aylık depolamadan sonra, 1 kGy ve 1.5 kGy grubu 6 aylık depolamadan sonra toplam yağ miktarında değişim göstermemiştir. Toplam yağ miktarındaki bu değişimler örnek grupları arasındaki çeşit yoğunluğu farklılıklarına bağlanabilir.

**Çizelge 4.1.** Toplam yağ (%) değerleri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	61.333±0.821ABb	60.233±0.257BCb	62.510±0.382Aa	59.993±0.425BCb	60.250±0.286BCa	60.127±0.098BCa	59.423±0.309Ca
Min.-Max.	59.840–62.670	59.780–60.670	61.830–63.150	59.510–60.840	59.920–60.820	59.930–60.230	59.070–60.040
<b>0.5</b>	62.403±0.570Ab	62.443±0.667Aa	60.100±0.389Bb	61.510±0.086Aba	60.120±0.376Ba	60.203±0.198Ba	60.310±0.457Ba
Min.-Max.	61.300–63.200	61.300–63.610	59.500–60.830	61.400–61.680	59.570–60.840	59.820–60.480	59.450–61.010
<b>1</b>	67.047±0.376Aa	61.817±0.087Ba	60.050±0.191Cb	60.170±0.193Cb	60.223±0.323Ca	60.637±0.177BCa	59.990±0.163Ca
Min.-Max.	66.310–67.550	61.670–61.970	59.720–60.380	59.870–60.530	59.810–60.860	60.390–60.980	59.680–60.230
<b>1.5</b>	66.307±0.069Aa	62.570±0.332Ba	60.110±0.474Cb	60.243±0.232Cab	60.540±0.140Ca	59.660±0.090Ca	59.970±0.240Ca
Min.-Max.	66.190–66.430	62.040–63.180	59.350–60.980	59.860–60.660	60.340–60.810	59.500–59.810	59.520–60.340

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.000$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.2. Serbest Yağ Asidi (SYA) (%)

Serbest yağ asiti (%) değerleri arasındaki farklılık yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ve doz\*depolama süresi interaksyonuna göre önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bununla ilgili olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.2’de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde doz uygulamasının hemen sonrasında yapılan başlangıç analizinde serbest yağ asidi miktarı bakımından gruplar arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. 3 aylık depolama sonunda kontrol (%  $0.610\pm 0.035$ ) ve 1 kGy (%  $0.607\pm 0.017$ ) grupları arasındaki fark önemli bulunmazken ( $p>0.05$ ), 1.5 kGy grubu diğer gruplara kıyasla en düşük değeri alarak (%  $0.443\pm 0.013$ ) bu gruplardan farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 0.5 kGy (%  $0.543\pm 0.066$ ) ise kontrol, 1 kGy ve 1.5 kGy grupları ile benzer değerler almıştır. Kontrol, 1 ve 1.5 kGy grupları, 6 ve 9 aylık depolama sonunda benzer peroksit değerleri göstermiştir. 12 aylık depolama sonrasında bu üç grupta peroksit değeri düşüş göstermiştir. Meydana gelen düşüş sonunda kontrol ve 1 kGy grupları arasındaki fark bulunurken, 1.5 kGy grubu bu iki grup ile benzerlik göstermiştir. 15 ve 18 ay sonunda ise hiçbir doz grubu arasında istatistiksel fark görülmemiştir.

Kontrol ve 1.5 kGy grubu 9 ay sonra % 1’in üzerinde serbest yağ asidi değerleri almıştır. 0.5 kGy doz grubu 12 aylık depolama sonrasında % 1’in üzerine çıkmıştır. 1 kGy grubunda da 9 aylık depolama sonunda % 1 değerinin üzerine çıkmıştır. Ancak 12. ay sonunda tekrar düşüşe geçmiş 15 ve 18 aylık depolama sonunda tekrar % 1’in üzerinde değerler almıştır (Çizelge 4.2). % 1, serbest yağ asidi değeri için önemli bir üst sınır değeridir. Bu değer üstündeki değerlerde yeme kalitesi düşmektedir.

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından Çizelge 4.2 incelendiğinde depolama süresince en yüksek serbest yağ asidi değerini 0.5 kGy ve 1.5 kGy doz gruplarının 18. ay sonunda aldıkları görülmektedir (sırasıyla %  $1.510\pm 0.025$  ve %  $1.450\pm 0.050$ ). Çalışma süresince elde edilen en düşük serbest yağ asidi değeri ise 1.5 kGy doz grubunda başlangıç analizinde elde edilmiştir.

Depolama süresince fındık lipitleri, kimyasal ve/veya enzimatik hidrolize maruz kalarak serbest yağ asitlerini oluşturmaktadır. Serbest yağ asidi oluşumu hidroliz reaksiyonunun seyrine göre daha çok kararlılığı düşük olan doymamış yağ asitleri



esterlerinde gerçekleşmektedir. Doymamış serbest yağ asitleri oksitlenerek peroksitleri oluşturmaktadır. Serbest yağ asidi oluşumu hızı yağ asidi oksitlenme hızından yüksek ise serbest yağ asidi miktarı artmakta değilse azalmaktadır (Dermirci Ercoşkun, 2009).

Gecgel ve ark., (2011)'in fındık, ceviz, badem ve Antep fıstığına Bhattive ark., (2013)'nın i bademlere farklı dozlarda gama ışını uygulamış ve uygulama sonrasında serbest yağ asidi değerlerinde doza bağlı olarak artışın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan beyazlatılmış bademlere yapılan e-beam uygulaması sonrasında serbest yağ asidi değerlerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Lanza ve ark., 2013).

**Çizelge 4.2.** Serbest yağ asiti (SYA) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	0.420±0.036Da	0.610±0.035CDa	0.660±0.006Cb	1.310±0.075Ab	1.077±0.030Ba	1.180±0.025ABa	1.207±0.099ABa
Min.-Max.	0.370–0.490	0.540–0.650	0.650–0.670	1.220–1.460	1.020–0.120	1.130–1.210	1.010–1.320
<b>0.5</b>	0.510±0.011Da	0.543±0.066Dab	0.940±0.049Ca	0.690±0.025Da	1.050±0.045Cab	1.260±0.025Ba	1.510±0.025Aa
Min.-Max.	0.490–0.530	0.450–0.670	0.860–1.030	0.640–0.720	1.000–1.140	1.230–1.310	1.480–1.560
<b>1</b>	0.490±0.021Ca	0.607±0.017Ca	0.593±0.028Cb	1.137±0.093Ab	0.907±0.059Bb	1.273±0.038Aa	1.190±0.010Aa
Min.-Max.	0.450–0.520	0.580–0.640	0.560–0.650	0.970–1.290	0.820–1.020	1.200–1.330	1.170–1.200
<b>1.5</b>	0.427±0.003Ea	0.443±0.013Eb	0.680±0.015Db	1.343±0.034ABb	1.070±0.076Cab	1.160±0.032BCa	1.450±0.050Aa
Min.-Max.	0.420–0.430	0.430–0.470	0.650–0.700	1.300–1.410	0.970–1.220	1.110–1.220	1.400–1.550

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.137$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

### 4.3. Peroksit (meqO<sub>2</sub>/kg)

Peroksit (meqO<sub>2</sub>/kg) özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda doz ve depolama süresi faktörü ile doz\*depolama süresi interaksiyonu önemli bulunmuştur (p<0.05). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.3’de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde ışınlamadan hemen sonra yapılan başlangıç analizlerinde en yüksek peroksit değerinin 1.5 kGy dozun uygulandığı grupta (0.393±0.111 meqO<sub>2</sub>/kg), en düşük peroksit değerinin ise kontrol grubunda (0.213±0.208 meqO<sub>2</sub>/kg) olduğu; ışın dozu arttıkça peroksit değerinin rakamsal olarak arttığı görülmektedir. Ancak bu artış önemli bulunmamıştır (p>0.05). Kontrol ve 1 kGy gruplarının peroksit değerlerindeki değişim 9 aylık depolama süresince benzer bulunmuştur. Çalışmanın başlangıç analizinde elde edilen peroksit değerlerindeki değişim Al-Bachir (2004)’in Baladi cevizlerinde yapmış olduğu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Al-Bachir (2004) çalışmasında Baladi cevizlerine 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 kGy dozlarında gama ışını uygulamış, uygulamanın hemen ardından yaptığı peroksit ölçümlerinde uygulanan dozların peroksit değerleri üzerine etkisinin olmadığını bulmuştur (p>0.05). Ancak Geçgel ve ark. (2011)’nin fındık, ceviz, badem ve antep fıstığı meyvelerine, Mexis ve Kontominas (2009a; 2009b)’ın kaju ve fındığa, Gölge ve Ova (2008)’nin çam fıstığı meyvelerine uygulamış oldukları farklı gama ışını dozları sonrasında yapılan peroksit ölçümlerinde doz artışı ile birlikte peroksit değerlerinde artış görülmüş ve bu artış istatistik anlamda önemli bulunmuştur (p<0.05). Lanza ve ark., (2013)’nin 1.5 kGy dozda e-beam uyguladığı beyazlatılmış badem unlarında peroksit sayısı azalırken, aynı uygulamanın yapıldığı beyazlatılmamış badem unlarındaki peroksit sayısında artış meydana gelmiştir. Lozoya (2006), Kanza ve Desirable çeşidi pekan cevizlerine 0, 1.5 ve 3 kGy dozlarında e-beam uygulamış, ışınlanmış Desirable çeşitlerinde peroksit değeri kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmıştır. 1.5 kGy dozda ışınlanmış Kanza çeşitlerinde ise depolamadan 98 gün sonra peroksit değerinde artış görülmüştür.

Işın uygulamasının peroksit üzerine olan etkisinin farklı meyvelerde değişim göstermesinin nedeninin yağ asidi içeriklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Doymamış yağ asidi konsantrasyonunun yüksek oluşu oksidasyon potansiyelini de arttırmaktadır. O’Keefe ve ark., (1993) stearik, oleik, linoleik ve

linolenik asitlerin oksidasyon oranlarını sırasıyla 1:10:100:200 olarak belirlemiştir. Sert kabuklu meyvelere uygulanan gama ışınları yağ molekülleri ile etkileşime girerek oksidasyon, dekarboksilasyon, dehidrasyon ve polimerizasyona neden olmakta ve sonuçta yağda oksidasyon meydana gelmektedir (Gölge ve Ova, 2008).

Depolama süresince her bir dozdaki peroksit değerinin değişimi incelendiğinde, muhafaza süresi uzadıkça peroksit değerinin de genel olarak artış gösterdiği görülmüş ve bu değişim önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Fakat artış sürekli olmamış, herbir doz uygulaması farklı depolama süresinde maksimum seviye ulaşmış (kontrol ve 0.5 kGy'de 9. ay sonunda, 1 kGy ve 1.5 kGy'de 12. ay sonunda) ve sonrasında düşüş göstermiştir. Al-Bachir, (2015), gama ışını uygulanmış antep fıstıklarından ekstrakte ettiği yağlarda peroksit değerinin hem depolama hem de ışın dozundan etkilendiğini ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada (Al-Bachir, 2015) uygulanan 2 kGy ve 3 kGy dozların peroksit değerini önemli derecede düşürdüğünü ( $p<0.05$ ), bununla birlikte 1 kGy ve 2 kGy dozların uygulandığı grupta da 12 aylık depolama sonunda uygulamanın yapıldığı örneklerde peroksit değerlerinin kontrol gruplarına kıyasla daha düşük düzeylerde kaldığı görülmüştür. Ma ve ark., (2013),'nın taze Liaohe ceviz çeşidine (*Juglans regia* cv. Liaoning4) uygulamış olduğu 0.1, 1.0 ve 5.0 kGy doz gruplarında 120 günlük depolama süresi boyunca yağ oksidasyonu hızlanmış ve peroksit değeri artmıştır. Ancak 0.5 kGy dozun uygulandığı grupta 90 gün boyunca oksidatif yıkım daha az gözlenmiş, peroksit değeri daha düşük değerler almıştır.

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından Çizelge 4.3 incelendiğinde maksimum peroksit değerlerine kontrol ( $2.263\pm 0.038$  meqO<sub>2</sub>/kg) ve 0.5 kGy ( $3.017\pm 0.026$  meqO<sub>2</sub>/kg) grubunda 9 ay sonra, 1 kGy ( $3.620\pm 0.191$  meqO<sub>2</sub>/kg) ve 1.5 kGy ( $4.513\pm 0.187$  meqO<sub>2</sub>/kg) grubunda ise 12 ay sonra ulaşıldığı görülmüştür. Tüm dozlarda en düşük peroksit değerleri ise depolamanın ilk üç ayında görülmüştür.

Fındık gibi yağ miktarı yüksek olan meyvelerde hasat ve sonrasındaki süreçlerde meydana gelen reaksiyonlar sonucunda lipid yapısında birtakım değişiklikler (bozulmalar) meydana gelebilmektedir. Tüm Türk fındık çeşitleri yüksek oranda doymamış yağ asitleri içermektedir (Köksal ve ark., 2006). Doymamış yağlar lipid oksidasyonunu başlatan yapılardır. Bu nedenle fındığın depo ömrünün izlenmesinde

de önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Lipid oksidasyonu reaksiyonlarında önce serbest yağ asitleri, serbest yağ asitlerinin oksijen ile birleşmesi sonucunda da peroksit serbest radikalleri oluşmaktadır. Peroksit serbest radikalleri daha sonra başka bir yağ asidi molekülü ile reaksiyona girerek, onun hidrojen iyonunu alarak hidroperoksit ile başka bir yağ asidi radikali oluşturmaktadırlar. İlk oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler, stabil olmayan yapılardır ve ikinci derecedeki oksidasyon ürünlerine, çoğunlukla da karbonillere parçalanmaktadırlar. Peroksitler lezzet bozulmasında önemli değildir ancak ikinci derece oksidasyon ürünlerinin oluşumuna neden olmaktadır. Reaksiyonun başlangıç safhasında oluşan hidroperoksitlerin oluşumu oldukça yavaştır. Fakat başlangıç periyodunun sonunda, yavaş olarak oluşan bu hidroperoksitler peroksit miktarını ani ve hızlı olarak azaltacak şekilde parçalanır ve birtakım ikincil ürünler (aldehitler, alkoller, ketonlar, hidroksiasitler ve hidrokarbonlar gibi) meydana getirirler. Meydana gelen bu ikincil ürünler fındıkta renk, tekstür, tat, koku ve lezzetini olumsuz etkileyerek ürünün tüketilemez hale gelmesine neden olabilir (Dermirci Ercoşkun, 2009). Çalışmamızdaki peroksit değerlerinde artış sonrası meydana gelen düşüşün nedeni de peroksit miktarında meydana gelen bu parçalanmanın olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde natürel iç fındık standardında (Anonim, 2001b) peroksit değeri ile ilgili bir üst limit bulunmamaktadır. Ancak peroksit değerinde azalmanın meydana geldiği dönemler dikkate alındığında kontrol ve 0.5 kGy dozun uygulandığı grupta 12 ay sonra, 1 ve 1.5 kGy dozun uygulandığı grupta ise 15 ay sonra tatta değişimlerin meydana gelebileceği düşünülebilir. Ancak fındık piyasasındaki durum değerlendirildiğinde sonuç değişiklik göstermektedir. Fındık satışında eğer alıcının özel bir talebi yok ise peroksit değerinin 1 meqO<sub>2</sub>/kg'ın altında olması istenmektedir. Çizelge 4.3 incelendiğinde 1 kGy grubunun 3 ay (1.103±0.084 meqO<sub>2</sub>/kg), kontrol ve 1.5 kGy grubunun 6 ay (sırasıyla 1.193±0.056 meqO<sub>2</sub>/kg ve 1.645±0.023 meqO<sub>2</sub>/kg), 0.5 kGy grubunun (3.017±0.026 meqO<sub>2</sub>/kg) ise 9 ay sonra 1 meqO<sub>2</sub>/kg peroksit değerinin üzerine çıktığı görülmektedir.

**Çizelge 4.3.** Peroksit (meqO<sub>2</sub>/kg) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	0.213±0.208Fa	0.737±0.079Eab	1.193±0.056Db	2.263±0.038Ab	1.797±1.143BCd	1.487±0.147CDb	2.010±0.050ABb
Min.-Max.	0.000–0.630	0.580–0.830	1.090–1.280	2.190–2.320	1.570–2.060	1.230–1.740	1.910–2.070
<b>0.5</b>	0.260±0.055Ca	0.580±0.055Cbc	0.280±0.029Cc	3.017±0.026Aa	2.343±0.041Bc	2.103±0.133Ba	2.097±0.089Bb
Min.-Max.	0.150–0.320	0.490–0.680	0.230–0.330	2.970–3.060	2.270–2.410	1.960–2.370	1.920–2.200
<b>1</b>	0.357±0.123Ea	1.103±0.084Da	1.267±0.047Db	2.317±0.048Bb	3.620±0.191Ab	1.907±0.083BCa	1.873±0.065Cb
Min.-Max.	0.110–0.480	0.970–1.260	1.180–1.340	2.250–2.40	3.280–3.940	1.740–1.990	1.750–1.970
<b>1.5</b>	0.393±0.111Ea	0.317±0.009Ec	1.645±0.023Da	2.303±0.027Cb	4.513±0.187Aa	1.983±0.073CDa	2.743±0.097Ba
Min.-Max.	0.240–0.610	0.300–0.330	1.610–1.690	2.250–2.330	4.140–4.720	1.850–2.100	2.550–2.860

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.000$ ,  $p_{dönem}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.4. Ham Protein (%)

Ham protein (%) özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ve doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.4'de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde protein miktarının depolama süresince inişli çıkışlı değerler aldığı görülmektedir ( $p<0.05$ ).

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından Çizelge 4.4 incelendiğinde ham protein değerinin tüm dozlarda 3 ve 15 aylık depolama sonunda en yüksek değeri aldığı görülmüştür. Çalışma süresince 0.5 kGy ve 1 kGy dozların uygulandığı gruplar ham protein değerleri bakımından benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda uygulanan ışın dozlarının ham protein miktarı üzerine etkisinin önemli bulunmayışı Al-Bachir, (2004)'ün yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmada Baladi ceviz çeşidi 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 kGy dozlarda ışınlanmış ve sonrasında yapılan ölçümlerde, ışın dozunun protein miktarı üzerine etkisinin olmadığını ortaya koyulmuştur ( $p>0.05$ ). Fernandes ve ark., (2011a) ise kestanede gama ışını ( $\leq 3$ kGy) ve gama ışın\*depolama interaksyonunu inceledikleri çalışmalarında depolama süresi ile protein miktarının değiştiğini (arttığını) ancak ışın dozunun protein miktarı üzerine bir etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. Taze cevizde yapılan çalışmada, gama ışını uygulamalarının protein miktarında önemli değişimlere neden olmadığını ortaya koyulmuştur (Ma ve ark., 2013). Sanchez-Bel ve ark., (2008), Guah çeşidi iç bademlere elektron demeti ile (0, 3, 7 ve 10 kGy) ışın uyguladıkları ve daha sonra bu örnekleri paketleyerek  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 ay boyunca depoladıkları çalışmada uygulamayı takiben yapılan 5 aylık depolama süresince protein değerleri bakımından uygulama gruplarının kontrol grubu ile benzer özellikler gösterdiğini saptamışlardır ( $p>0.05$ ). Dogan ve ark., (2007)'nin radyasyonun fındık dokularında bulunan büyük moleküllü yapılarındaki moleküler değişimini FTIR (Fourier Transform Infrared) spektro ile araştırdıkları çalışmada, 10 kGy gama ışını uygulamalarının fındık proteinlerinin yapısında değişimlere neden olduğunu, protein moleküllerinde çapraz bağ ve agregat oluşturduğunu ortaya koymuştur. Proteinlerde bazı durumlarda kovalent bağlarda parçalanma olmadan yapısal değişiklikler meydana gelebilir ve bu durum (denaturasyon) proteinlere özgü

bir olgudur. Bu değişimler sonucunda protein kendine özgü molekül düzenlemesini kaybettiği için bazı fiziksel ve fonksiyonel özellikleri de kaybetmektedir (Cemeroğlu, 2011). Gama ışını uygulanan cevizlerde yapılan elektron mikroskobu incelemelerinde, ışın uygulaması sonrasında hücrelerde uzama, hücre duvarlarında incelme ve parçalanma ve protein yapılarında parçalanmalar meydana geldiği görülmüştür (Ma ve ark., 2010).



**Çizelge 4.4.** Ham protein (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	11.520±0.720Ca	15.827±0.113Aa	11.327±0.079CDb	10.337±0.456CDa	13.487±0.455Ba	9.723±0.265Da	15.400±0.130Aa
Min.-Max.	10.800–12.960	15.630–16.020	11.170–11.420	9.560–11.140	12.580–14.010	9.230–10.140	15.180–15.630
<b>0.5</b>	11.430±0.450BCa	15.140±0.026Aa	11.807±0.239BCab	10.687±0.326Ca	12.567±0.442Ba	10.733±0.308Ca	15.643±0.087Aa
Min.-Max.	10.530–11.880	15.100–15.190	11.350–12.160	10.120–11.250	11.810–13.340	10.170–11.230	15.470–15.730
<b>1</b>	10.530±0.156Ca	15.193±0.147Aa	11.417±0.079BCb	10.453±0.119Ca	12.300±0.171Ba	10.163±0.683Ca	16.460±0.390Aa
Min.-Max.	10.260–10.800	14.970–15.470	11.310–11.570	10.320–10.690	11.970–12.540	9.470–11.530	15.680–16.850
<b>1.5</b>	11.160±0.180CDa	15.117±0.414Aa	13.177±0.748Ba	10.290±0.497Da	12.277±0.447BCa	9.900±0.446Da	15.420±0.378Aa
Min.-Max.	10.800–11.340	14.320–15.710	12.410–14.630	9.440–11.160	11.720–13.160	9.160–10.700	14.840–16.130

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.752$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.018$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### **4.5. Hidroklorik Asitte (HCl) Çözünmeyen Kül Miktarı (g/100g)**

HCl'de çözünmeyen kül miktarı için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ve doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Depolama süresince meydana gelen değişimleri değerlendirmek için Çizelge 4.5 incelendiğinde, tüm grupların depolama süresince inişli çıkışlı değerler aldığı görülmüştür.

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından çizelge 4.5 incelendiğinde en yüksek HCl'de çözünmeyen kül miktarı değerini 1 kGy dozun uygulandığı grubun alığını ve bu grupta depolama süresince bir değişimin olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ).

Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamasının yapıldığı çalışmalar incelendiğinde, ışın uygulamasının HCl'de çözünmeyen kül üzerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışma bulunamamıştır. Mevcut çalışmalarda yalnızca kül değerleri incelenmiştir. Barreira ve ark., (2012)'nin yaptığı çalışma bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Kestanelerde yapılmış olan çalışmada, depolama süresinin ışın dozuna kıyasla kül miktarına üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmış ancak depolama süresi ile artan yada azalan bir veri elde edilmemiş, verilerdeki dalgalanma istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Al-Bachir, (2004) ve Fernandes ve ark., (2011)'nin yapılmış olduğu çalışmalarda da uygulanan ışın dozlarının kül üzerine bir etkisinin olmadığını belirten belirtilmiştir.

**Çizelge 4.5.** HCl’de çözünmeyen kül (g/100 g) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	0.1664±0.0065Ba	0.2857±0.0331Aa	0.2889±0.0320Aa	0.2370±0.0148ABa	0.2857±0.0044Aa	0.1757±0.0341ABa	0.1671±0.0117Ba
Min.-Max.	0.1567–0.1788	0.2513–0.3518	0.2262–0.3316	0.2079–0.2557	0.2800–0.2945	0.1316–0.2427	0.1477–0.1882
<b>0.5</b>	0.1301±0.0097Ba	0.2991±0.0183Aa	0.2833±0.0189Aa	0.2281±0.0210ABa	0.2737±0.0087Aa	0.2726±0.0148Aa	0.2095±0.0043ABa
Min.-Max.	0.1157–0.1486	0.2680–0.3315	0.2490–0.3141	0.2007–0.2693	0.2609–0.2904	0.2544–0.3020	0.2012–0.2157
<b>1</b>	0.2214±0.0155Aa	0.2734±0.0301Aa	0.2664±0.0476Aa	0.2656±0.0143Aa	0.2772±0.0142Aa	0.2588±0.0335Aa	0.1926±0.0097Aa
Min.-Max.	0.1946–0.2482	0.2380–0.3332	0.1729–0.3284	0.2377–0.2850	0.2502–0.2986	0.2189–0.3253	0.1798–0.2116
<b>1.5</b>	0.1853±0.0205 ABa	0.2900±0.0130Aa	0.2987±0.0222Aa	0.2644±0.0136ABa	0.2533±0.0046ABa	0.1684±0.0069Ba	0.2069±0.0121ABa
Min.-Max.	0.1543–0.2240	0.2643–0.3064	0.2590–0.3359	0.2374–0.2806	0.2443–0.2595	0.1600–0.1821	0.1830–0.2223

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.282$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.023$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.6. Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)

Palmitik asit (C16:0) (Çizelge 4.6), palmitoleik asit (C16:1) (Çizelge 4.7), stearik asit (C18:0) (Çizelge 4.8), oleikasit (C18:1) (Çizelge 4.9), linoleik asit (C18:2) (Çizelge 4.10), linolenik asit (C18:3) (Çizelge 4.11), araşidik asit (C20:0) (Çizelge 4.12) ve eikosenoik asit (C20:1) (Çizelge 4.13), toplam çoklu doymamış yağ asitleri (TÇDM) (Çizelge 4.14), toplam doymamış yağ asitleri (TDM) (Çizelge 4.15), toplam tekli doymamış yağ asitleri (TTDM) (Çizelge 4.16), için yapılan varyans analizleri sonucunda depolama süresi faktör seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ilgili tablolarda verilmiştir.

Toplam doymuş yağ asitleri (TDY) için yapılan varyans analizi sonucunda doz ve depolama süresi faktörleri ile doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.17’de verilmiştir.

C16:0 değerinde depolama süresince değişimler meydana gelmiştir. Ancak 15 aylık depolama boyunca meydana gelen değişimler önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). 18. ay sonunda C16:0 değeri (%  $5.890\pm 0.049$ ) artış göstermiş ve bu artış 3 aylık depolama sonunda yapılan ölçümden (%  $5.661\pm 0.046$ ) farklı ( $p<0.05$ ), ancak diğer zamanlarda yapılan ölçümler ile benzer bulunmuştur (Çizelge 4.6).

C16:1 değeri 3 aylık depolama sonunda artmış (%  $0.170\pm 0.003$ ) ve bu artış başlangıçtaki değerinden (%  $0.128\pm 0.022$ ) farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.7). Depolamanın ilerleyen dönemlerinde C16:1 değerlerinde istatistik olarak fark yaratan bir değişim meydana gelmemiştir.

C18:0 değeri depolama süresince genel olarak benzerlik göstermiştir. Yalnızca 9 ve 12 aylık depolamalar arasındaki değişim (sırasıyla %  $2.646\pm 0.035$  ve %  $2.468\pm 0.034$ ) önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.8).

C18:1 değeri 9 aylık depolama sonunda artış göstermiştir (%  $84.084\pm 0.082$ ). Ancak bu artış başlangıç, 3 ve 6 ay sonunda elde edilen değerlerden (sırasıyla %  $83.734\pm 0.220$ , %  $83.951\pm 0.172$ , %  $83.812\pm 0.103$ ) farklı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). 12. ay sonunda meydana gelen düşüş (%  $83.026\pm 0.141$ ) önceki ölçümlerden farklı, 15 ve

18 aylık depolama değerleri ile (sırasıyla % 83.370±0.174, % 83.343±0.144) benzer bulunmuştur (Çizelge 4.9).

C18:2 değerinde 9 aylık depolama sonunda meydana gelen düşüş (% 6.858±0.114) başlangıçta ölçülen değer ile (% 7.680±0.188) farklılık gösterirken 3 ve 6 aylık depolama sonunda elde edilen veriler ile (sırasıyla % 7.350±0.159 ve % 7.361±0.099) benzer bulunmuştur. 12. ay sonunda (% 8.172±0.118) meydana gelen yükseliş 3, 6 ve 9 aylık depolama sonunda ölçülen değerlerden farklı bulunmuş ( $p<0.05$ ), 15 ve 18. ay sonunda elde edilen C18:2 değerlerinden (sırasıyla % 7.749±0.163 ve % 7.739±0.156) farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.10).

C18:3 değeri 3 aylık depolama sonunda artış göstermiş (% 0.117±0.002) ve başlangıç (% 0.079±0.020) ile aralarındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolamanın diğer dönemlerinde C18:3 değerinde istatistik olarak bir değişim meydana gelmemiştir (Çizelge 4.11).

C20:0 değeri 3 aylık depolama sonunda (% 0.078±0.007) artış göstermiş ve başlangıç (% 0.014±0.009) ile aralarındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 6, 9 ve 12 ay sonra (sırasıyla % 0.049±0.013, % 0.047±0.011 ve % 0.071±0.010) meydana gelen değişimler farklı bulunmazken ( $p>0.05$ ) 15 ay sonra (% 0.023±0.012) meydana gelen düşüş 12. aydan farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.12).

C20:1 değeri 6 aylık depolama sonunda artmış (% 0.153±0.003) ve başlangıç (% 0.103±0.022) ile aralarındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolamanın daha sonraki dönemlerinde C20:1 değerlerinde bir farklılık oluşmamıştır (Çizelge 4.13).

TÇDY değerinde 9. ay sonunda (% 6.981±0.114) meydana gelen düşüş başlangıç (% 7.760±0.191) ile farklılık gösterirken 3 ve 6. ay sonunda yapılan ölçümler ile (sırasıyla % 7.467±0.159 ve % 7.484±0.098) benzer bulunmuştur. 12 aylık depolama sonrasında (% 8.288±0.119) meydana gelen yükseliş 3, 6 ve 9. ay sonunda elde edilen verilerden farklı bulunmuş ( $p<0.05$ ), 15 ve 18. ayda sonunda ölçülen değerlerden (sırasıyla % 7.876±0.163 ve % 7.865±0.155) farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.14).

TDM değerinde 9 aylık depolama sonunda (% 91.385±0.071) meydana gelen düşüş, başlangıç ve 3. ay sonunda yapılan ölçümlerden (sırasıyla % 91.725±0.039 ve %

91.728±0.084) istatistik olarak farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Depolama süresince yapılan diğer analizlerin sonuçları birbiriyle benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.15).

TTDM değerinde 12 aylık depolama sonunda (% 83.349±0.141) düşüş meydana gelmiştir. Meydana gelen düşüş 3, 6 ve 9. ay sonunda elde edilen verilerden (sırasıyla % 84.261±0.169, % 84.136±0.103 ve % 84.404±0.083) farklı ( $p<0.05$ ); başlangıç, 15 ve 18. ay sonunda elde edilen veriler ile (sırasıyla % 83.965±0.198, % 83.701±0.173 ve % 83.674±0.142) benzer bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamasının yapıldığı birçok çalışmada (Lozoya, 2006; Gölge ve Ova, 2008; Sanchez-Bel ve ark., 2008; Bahatti ve ark., 2010; Antonio ve ark., 2012b; Di Stefano ve ark., 2014a) ışın uygulamalarının yağ asidi kompozisyonunu etkilemediği sonucu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan ışın stresi yağ asidi profilinde hafif değişimlere neden olabilmektedir (Bahatti ve ark., 2013). Işın dozu ile birlikte tekli ve toplam çoklu doymamış yağ asitlerinde azalma, toplam doymuş yağ asidi miktarlarında artış meydana geldiğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Mexis ve Kontominas, 2009b; Geçgel ve ark., 2011). Ancak bu durumun aksine Fernandes ve ark., (2011b) yaptığı çalışmada olduğu gibi doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin depolama yada ışın uygulamasından etkilenmediği ancak bazı özel yağ asitlerinin (palmitik asit, oleik asit) etkilendiğini ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur. Benzer şekilde Al-Bachir (2015)'de ışın uygulamaları ile oleik asit miktarında azalma, linoleik asit miktarında artış meydana gelirken diğer yağ asitlerinde değişiklik olmadığını tespit etmiştir. Mexis ve Kontominas (2009a), ışın dozu ile birlikte oleik asit konsantrasyonunun düştüğünü, stearik asit konsantrasyonunun arttığını, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise ışınlanmadan etkilenmediğini bulmuştur. Yağ asitleri ile ilgili Barreira ve ark., (2012)'nin yapmış olduğu diğer bir çalışmada laurik, palmitoleik ve linolenik asidin ışın dozu ile birlikte farklılık gösterdiği, doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ aside seviyesinin hem depolama süresinden hem de ışınlanmadan etkilenmediği sonucuna varmıştır.

**Çizelge 4.6.** Palmitik asit (C16:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	5.654±0.043	0.737±0.044	5.777±0.150	5.957±0.068	5.860±0.043	5.806±0.221	5.844±0.135	5.805±0.043a
Min.-Max.	5.567–5.701	5.655–5.805	5.510–6.029	5.839–6.076	5.777–5.920	5.438–6.203	5.597–6.063	5.438–6.203
<b>0.5</b>	5.699±0.117	5.669±0.093	5.851±0.109	5.802±0.021	5.751±0.082	5.719±0.176	6.014±0.058	5.786±0.041a
Min.-Max.	5.491–5.895	5.484–5.772	5.681–6.053	5.765–5.838	5.588–5.851	5.403–6.012	5.934–6.128	5.403–6.128
<b>1</b>	5.679±0.086	5.622±0.143	5.632±0.061	5.885±0.021	5.768±0.050	5.973±0.132	5.849±0.122	5.772±0.042a
Min.-Max.	5.551–5.843	5.354–5.844	5.523–5.736	5.850–5.922	5.669–5.822	5.769–6.220	5.717–6.092	5.354–6.220
<b>1.5</b>	5.735±0.013	5.616±0.100	5.714±0.069	5.695±0.046	5.829±0.122	5.831±0.094	5.852±0.072	5.753±0.031a
Min.-Max.	5.722–5.761	5.428–5.770	5.612–5.846	5.644–5.787	5.680–6.070	5.649–5.963	5.708–5.927	5.428–6.070
Genel	5.692±0.034AB	5.661±0.046B	5.743±0.050AB	5.835±0.035AB	5.802±0.037AB	5.832±0.075AB	5.890±0.049A	
	5.491–5.895	5.354–5.844	5.510–6.053	5.644–6.076	5.588–6.070	5.403–6.220	5.597–6.128	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.806$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.023$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.803$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.7.** Palmitoleik asit (C16:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	0.116±0.058	0.178±0.003	0.170±0.008	0.175±0.006	0.185±0.002	0.178±0.009	0.159±0.009	0.166±0.009a
Min.-Max.	0.000–0.180	0.174–0.183	0.154–0.179	0.165–0.186	0.182–0.189	0.167–0.195	0.142–0.172	0.000–0.195
<b>0.5</b>	0.110±0.055	0.164±0.002	0.173±0.006	0.173±0.001	0.176±0.002	0.178±0.010	0.182±0.007	0.165±0.008a
Min.-Max.	0.000–0.169	0.161–0.167	0.164–0.185	0.171–0.175	0.173–0.181	0.162–0.197	0.173–0.195	0.000–0.197
<b>1</b>	0.112±0.056	0.172±0.009	0.164±0.007	0.177±0.001	0.177±0.002	0.181±0.010	0.176±0.008	0.165±0.009a
Min.-Max.	0.000–0.172	0.156–0.187	0.152–0.187	0.175–0.179	0.174–0.181	0.167–0.200	0.162–0.191	0.000–0.200
<b>1.5</b>	0.175±0.001	0.165±0.007	0.176±0.003	0.164±0.004	0.178±0.009	0.153±0.009	0.171±0.003	0.169±0.002a
Min.-Max.	0.173–0.177	0.158–0.179	0.171–0.180	0.156–0.169	0.168–0.195	0.138–0.169	0.168–0.177	0.138–0.195
Genel	0.128±0.022B	0.170±0.003A	0.171±0.003A	0.172±0.002A	0.179±0.002A	0.172±0.005A	0.172±0.004A	
	0.000–0.180	0.156–0.187	0.152–0.185	0.156–0.186	0.168–0.195	0.138–0.200	0.142–0.195	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.984$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.012$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.901$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )



**Çizelge 4.8.** Stearik asit (C18:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	2.518±0.055	2.534±0.073	2.532±0.020	2.754±0.037	2.507±0.087	2.500±0.028	2.575±0.130	2.560±0.029a
Min.-Max.	2.417–2.605	2.456–2.680	2.510–2.572	2.690–2.818	2.402–2.680	2.453–2.550	2.351–2.800	2.351–2.818
<b>0.5</b>	2.569±0.047	2.625±0.104	2.592±0.77	2.546±0.014	2.425±0.042	2.562±0.100	2.544±0.060	2.552±0.026a
Min.-Max.	2.511–2.662	2.418–2.731	2.457–2.722	2.522–2.570	2.342–2.481	2.400–2.744	2.451–2.655	2.342–2.744
<b>1</b>	2.643±0.052	2.517±0.125	2.523±0.037	2.703±0.039	2.465±0.091	2.619±0.045	2.584±0.010	2.579±0.027a
Min.-Max.	2.544–2.721	2.364–2.764	2.475–2.596	2.625–2.748	2.315–2.629	2.539–2.696	2.564–2.598	2.315–2.764
<b>1.5</b>	2.548±0.018	2.454±0.059	2.520±0.065	2.581±0.095	2.476±0.076	2.562±0.016	2.584±0.105	2.532±0.024a
Min.-Max.	2.519–2.581	2.361–2.563	2.448–2.650	2.423–2.751	2.364–2.622	2.538–2.591	2.435–2.786	2.361–2.786
Genel	2.570±0.024AB	2.533±0.044AB	2.542±0.025AB	2.646±0.035A	2.468±0.034B	2.561±0.027AB	2.572±0.038AB	
	2.417–2.721	2.361–2.764	2.448–2.722	2.423–2.818	2.315–2.680	2.400–2.744	2.351–2.800	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.651$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.042$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.808$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.9.** Oleik asit (C18:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	83.986±0.720	83.736±0.072	83.798±0.266	84.084±0.066	82.611±0.146	83.313±0.181	83.288±0.334	83.545±0.149a
Min.-Max.	83.158–85.420	83.613–83.864	83.281–84.162	83.970–84.198	82.346–82.849	82.953–83.529	82.774–83.915	82.346–85.420
<b>0.5</b>	83.606±0.168	84.255±0.207	83.936±0.161	83.948±0.297	83.331±0.095	83.095±0.501	83.050±0.174	83.603±0.127a
Min.-Max.	83.405–83.940	83.893–84.609	83.627–84.170	83.434–84.463	83.146–83.461	82.114–83.761	82.763–83.365	82.114–84.609
<b>1</b>	84.175±0.273	83.552±0.625	83.811±0.253	84.201±0.142	83.057±0.479	83.633±0.389	83.749±0.299	83.740±0.145a
Min.-Max.	83.810–84.710	82.316–84.334	83.306–84.090	83.918–84.369	82.115–83.676	83.124–84.398	83.363–84.338	82.115–84.710
<b>1.5</b>	83.169±0.380	84.260±0.114	83.704±0.242	84.102±0.138	83.107±0.209	83.439±0.394	83.283±0.312	83.581±0.129a
Min.-Max.	82.682–83.917	84.062–84.457	83.221–83.986	83.910–84.371	82.827–83.516	82.657–83.922	82.803–83.869	82.657–84.457
Genel	83.734±0.220AB	83.951±0.172AB	83.812±0.103AB	84.084±0.082A	83.026±0.141C	83.370±0.174BC	83.343±0.144BC	
	82.682–85.420	82.316–84.609	83.221–84.170	83.434–84.463	82.115–83.676	82.114–84.398	82.763–84.338	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.678$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.604$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.10.** Linoleik asit (C18:2) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	7.568±0.596	7.460±0.154	7.370±0.197	6.699±0.074	8.482±0.078	7.886±0.090	7.848±0.535	7.616±0.152a
Min.-Max.	6.408–8.390	7.178–7.708	7.036–7.719	6.572–6.827	8.330–8.592	7.757–8.060	6.780–8.436	6.408–8.592
<b>0.5</b>	7.913±0.184	6.936±0.381	7.141±0.294	7.182±0.309	7.947±0.212	8.091±0.389	7.905±0.206	7.588±0.136a
Min.-Max.	7.564–8.189	6.396–7.671	6.749–7.717	6.647–7.717	7.602–8.334	7.536–8.840	7.494–8.119	6.396–8.840
<b>1</b>	7.200±0.175	7.827±0.400	7.519±0.219	6.722±0.218	8.205±0.343	7.278±0.340	7.370±0.236	7.446±0.134a
Min.-Max.	7.017–7.550	7.149–8.535	7.233–7.948	6.451–7.153	7.820–8.889	6.599–7.641	6.906–7.680	6.451–8.889
<b>1.5</b>	8.040±0.380	7.176±0.065	7.416±0.076	6.828±0.248	8.055±0.242	7.743±0.364	7.833±0.239	7.584±0.126a
Min.-Max.	7.288–8.505	7.046–7.253	7.284–7.547	6.503–7.314	7.619–8.457	7.319–8.468	7.548–8.308	6.503–8.505
	7.680±0.188AB	7.350±0.159BC	7.361±0.099BC	6.858±0.114C	8.172±0.118A	7.749±0.163AB	7.739±0.156AB	
Genel	6.408–8.505	6.396–8.535	6.749–7.948	6.451–7.717	7.602–8.889	6.599–8.840	6.780–8.436	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.694$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.374$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.11.** Linolenik asit (C18:3) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	0.050±0.050	0.121±0.006	0.124±0.000	0.129±0.003	0.118±0.004	0.130±0.012	0.125±0.003	0.114±0.008a
Min.-Max.	0.000–0.150	0.109–0.128	0.124–0.124	0.124–0.134	0.112–0.125	0.110–0.153	0.121–0.130	0.000–0.153
<b>0.5</b>	0.487±0.049	0.122±0.002	0.130±0.005	0.121±0.000	0.115±0.002	0.124±0.006	0.133±0.011	0.113±0.008a
Min.-Max.	0.000–0.146	0.118–0.125	0.120–0.137	0.120–0.123	0.112–0.118	0.112–0.134	0.115–0.152	0.000–0.152
<b>1</b>	0.090±0.045	0.112±0.004	0.113±0.004	0.121±0.006	0.117±0.006	0.138±0.004	0.121±0.001	0.116±0.006a
Min.-Max.	0.000–0.138	0.107–0.120	0.106–0.119	0.108–0.128	0.107–0.1027	0.134–0.147	0.118–0.123	0.000–0.147
<b>1.5</b>	0.128±0.002	0.112±0.000	0.124±0.003	0.121±0.003	0.112±0.03	0.116±0.006	0.125±0.008	0.120±0.002a
Min.-Max.	0.123–0.130	0.111–0.113	0.121–0.130	0.115–0.127	0.108–0.118	0.106–0.128	0.110–0.139	0.000–0.153
Genel	0.079±0.020B	0.117±0.002A	0.123±0.002A	0.123±0.002A	0.115±0.002A	0.127±0.004A	0.126±0.003A	
	0.000–0.150	0.107–0.128	0.106–0.137	0.108–0.134	0.107–0.127	0.106–0.153	0.110–0.152	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.884$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.002$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.507$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.12.** Araşidik asit (C20:0) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	ö.s	0.090±0.002	0.031±0.031	0.040±0.023	0.090±0.004	0.029±0.029	0.047±0.010a
Min.-Max.		0.085–0.093	0.000–0.093	0.000–0.080	0.086–0.098	0.000–0.088	0.000–0.098
<b>0.5</b>	ö.s	0.863±0.004	0.027±0.027	0.041±0.024	0.057±0.028	0.063±0.31	0.046±0.010a
Min.-Max.		0.080–0.093	0.000–0.082	0.000–0.082	0.000–0.089	0.000–0.099	0.000–0.099
<b>1</b>	ö.s	0.055±0.028	0.059±0.029	0.027±0.027	0.060±0.030	ö.s	0.033±0.010a
Min.-Max.		0.000–0.088	0.000–0.093	0.000–0.082	0.000–0.090		0.000–0.093
<b>1.5</b>	0.056±0.028	0.082±0.002	0.081±0.001	0.079±0.002	0.079±0.004	ö.s	0.063±0.008a
Min.-Max.	0.000–0.084	0.079–0.085	0.080–0.082	0.076–0.082	0.072–0.085		0.000–0.085
Genel	0.014±0.009B	0.078±0.007A	0.049±0.013AB	0.047±0.011AB	0.071±0.010A	0.023±0.012B	
	0.000–0.084	0.000–0.093	0.000–0.093	0.000–0.082	0.000–0.098	0.000–0.099	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.099$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.285$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

ö.s: Önemsiz

**Çizelge 4.13.** Eikosenoik asit (C20:1) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	0.107±0.054	0.143±0.008	0.164±0.007	0.157±0.004	0.143±0.001	0.158±0.002	0.161±0.014	0.148±0.008a
Min.-Max.	0.000–0.168	0.135–0.160	0.157–0.178	0.150–0.164	0.141–0.146	0.155–0.162	0.141–0.188	0.000–0.188
<b>0.5</b>	0.054±0.054	0.141±0.004	0.147±0.004	0.146±0.001	0.148±0.000	0.169±0.011	0.173±0.009	0.140±0.011a
Min.-Max.	0.000–0.163	0.135–0.149	0.139–0.153	0.144–0.148	0.147–0.148	0.153–0.190	0.155–0.186	0.000–0.190
<b>1</b>	0.100±0.050	0.143±0.002	0.154±0.003	0.138±0.007	0.146±0.002	0.150±0.005	0.152±0.005	0.140±0.0007a
Min.-Max.	0.000–0.156	0.140–0.147	0.149–0.158	0.125–0.148	0.143–0.150	0.141–0.157	0.144–0.160	0.000–0.160
<b>1.5</b>	0.149±0.003	0.135±0.005	0.149±0.004	0.151±0.004	0.138±0.007	0.157±0.016	0.153±0.004	0.147±0.003a
Min.-Max.	0.143–0.155	0.130–0.146	0.144–0.156	0.147–0.159	0.126–0.151	0.132–0.187	0.147–0.160	0.126–0.187
Genel	0.103±0.022B	0.141±0.002AB	0.153±0.003A	0.148±0.003A	0.143±0.002A	0.158±0.005A	0.160±0.004A	
	0.000–0.168	0.130–0.160	0.139–0.178	0.125–0.164	0.126–0.151	0.132–0.190	0.141–0.188	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.754$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.001$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.657$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.14.** Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (TÇDM) (%) özelliği için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	7.618±0.613	7.581±0.154	7.494±0.197	6.828±0.076	8.600±0.082	8.016±0.083	7.973±0.532	7.730±0.153a
Min.-Max.	6.408–8.390	7.304–7.836	7.160–7.843	6.696–6.961	8.442–8.717	7.884–8.170	6.910–8.559	6.408–8.717
<b>0.5</b>	7.962±0.139	7.059±0.382	7.270±0.289	7.303±0.310	8.062±0.211	8.214±0.395	8.038±0.196	7.701±0.134a
Min.-Max.	7.710–8.189	6.514–7.796	6.886–7.837	6.767–7.840	7.720–8.446	7.648–8.974	7.646–8.234	6.514–8.974
<b>1</b>	7.290±0.201	7.939±0.404	7.632±0.215	6.842±0.221	8.322±0.348	7.416±0.342	7.491±0.235	7.562±0.134a
Min.-Max.	7.017–7.682	7.256–8.655	7.348–8.054	6.577–7.281	7.927–9.016	6.733–7.775	7.029–7.798	6.577–9.016
<b>1.5</b>	8.168±0.382	7.288±0.066	7.540±0.078	6.949±0.245	8.167±0.240	7.859±0.364	7.958±0.232	7.704±0.126a
Min.-Max.	7.411–8.635	7.157–7.365	7.405–7.677	6.625–7.429	7.737–8.567	7.425–8.582	7.674–8.418	6.625–8.635
Genel	7.760±0.191AB	7.467±0.159BC	7.484±0.098BC	6.981±0.114C	8.288±0.119A	7.876±0.163AB	7.865±0.155AB	
	6.408–8.635	6.514–8.655	6.886–8.054	6.577–7.840	7.720–9.016	6.733–8.974	6.910–8.559	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.699$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.377$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.15.** Toplam doymamış yağ asitleri (TDM) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	91.828±0.031	91.638±0.089	91.627±0.173	91.245±0.009	91.538±0.115	91.665±0.208	91.582±0.264	91.589±0.061a
Min.-Max.	91.773–91.882	91.477–91.785	91.448–91.974	91.230–91.260	91.310–91.682	91.300–92.021	91.138–92.053	91.138–92.053
<b>0.5</b>	91.732±0.122	91.618±0.193	91.526±0.163	91.571±0.010	91.717±0.117	91.656±0.226	91.442±0.086	91.609±0.051a
Min.-Max.	91.594–91.975	91.419–92.005	91.221–91.777	91.553–91.589	91.509–91.913	91.415–92.108	91.346–91.615	91.221–92.108
<b>1</b>	91.678±0.095	91.806±0.265	91.760±0.068	91.359±0.089	91.701±0.135	91.380±0.070	91.568±0.112	91.607±0.056a
Min.-Max.	91.495–91.813	91.305–92.207	91.672–91.894	91.215–91.522	91.456–91.922	91.240–91.450	91.344–91.694	91.215–92.207
<b>1.5</b>	91.661±0.018	91.848±0.140	91.568±0.173	91.367±0.276	91.589±0.152	91.608±0.108	91.565±0.165	91.601±0.060a
Min.-Max.	91.637–91.696	91.705–92.127	91.224–91.768	90.838–91.770	91.344–91.867	91.446–91.813	91.288–91.858	90.838–92.127
Genel	91.725±0.039A	91.728±0.084A	91.620±0.070AB	91.385±0.071B	91.636±0.060AB	91.577±0.079AB	91.539±0.075AB	
	91.495–91.975	91.305–92.207	91.221–91.974	90.838–91.770	91.310–91.922	91.240–92.108	91.138–92.053	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.994$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.034$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.907$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )



**Çizelge 4.16.** Toplam tekli doymamış yağ asitleri (TTDM) (%) özelliği için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	84.210±0.609	84.057±0.065	84.133±0.265	84.416±0.068	82.939±0.148	83.649±0.172	83.609±0.329	83.859±0.139a
Min.-Max.	83.492–85.420	83.949–84.173	83.617–84.494	84.299–84.534	82.670–83.181	83.306–83.851	83.104–84.228	82.670–85.420
<b>0.5</b>	83.770±0.257	84.560±0.201	84.256±0.164	84.267±0.299	83.655±0.097	83.442±0.507	83.405±0.176	83.908±0.127a
Min.-Max.	83.405–84.265	84.209–84.905	83.940–84.493	83.749–84.786	83.467–83.789	82.441–84.087	83.113–83.720	82.441–84.905
<b>1</b>	84.388±0.170	83.867±0.617	84.128±0.255	84.516±0.138	83.379±0.477	83.964±0.383	84.077±0.298	84.046±0.140a
Min.-Max.	84.131–84.710	82.650–84.651	83.618–84.400	84.241–84.670	82.440–83.995	83.465–84.716	83.698–84.665	82.440–84.716
<b>1.5</b>	83.493±0.379	84.560±0.113	84.028±0.241	84.418±0.145	83.423±0.203	83.749±0.389	83.607±0.308	83.897±0.127a
Min.-Max.	83.002–84.239	84.371–84.762	83.547–84.306	84.213–84.699	83.148–83.820	82.982–84.244	83.131–84.184	82.982–84.762
Genel	83.965±0.198ABC	84.261±0.169AB	84.136±0.103AB	84.404±0.083A	83.349±0.141C	83.701±0.173BC	83.674±0.142BC	
	83.002–85.420	82.650–84.905	83.547–84.494	83.749–84.786	82.440–83.995	82.441–84.716	83.104–84.665	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.683$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.624$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.17.** Toplam doymuş yağ asitleri (TDY) (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	8.172±0.031	8.361±0.089	8.340±0.160	8.751±0.008	8.457±0.116	8.335±0.208	8.419±0.264	8.405±0.060a
Min.-Max.	8.118–8.226	8.215–8.523	8.024–8.539	8.737–8.766	8.313–8.686	7.979–8.700	7.948–8.863	7.948–8.863
<b>0.5</b>	8.268±0.121	8.381±0.193	8.470±0.163	8.388±0.011	8.233±0.120	8.344±0.226	8.558±0.087	8.377±0.052a
Min.-Max.	8.026–8.406	7.995–8.579	8.220–8.775	8.369–8.408	8.011–8.421	7.892–8.585	8.385–8.654	7.892–8.775
<b>1</b>	8.322±0.095	8.194±0.265	8.213±0.064	8.615±0.072	8.293±0.135	8.620±0.069	8.432±0.112	8.384±0.060a
Min.-Max.	8.188–8.506	7.794–8.696	8.103–8.325	8.475–8.712	8.074–8.540	8.551–8.759	8.306–8.656	7.794–8.760
<b>1.5</b>	8.339±0.019	8.152±0.139	8.315±0.132	8.355±0.100	8.384±0.134	8.392±0.108	8.436±0.165	8.340±0.043a
Min.-Max.	8.303–8.364	7.874–8.295	8.154–8.578	8.157–8.477	8.129–8.583	8.187–8.554	8.143–8.173	7.874–8.713
Genel	8.275±0.039A	8.272±0.084A	8.335±0.065A	8.528±0.056A	8.342±0.060A	8.423±0.079A	8.461±0.075A	
	8.026–8.506	7.794–8.696	8.024–8.775	8.157–8.766	8.011–8.686	7.892–8.759	7.948–8.863	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.843$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.090$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.694$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.7. Su Aktivitesi

Su aktivitesi özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ve doz\*depolama süresi ikili interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.18'de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Depolama süresi bakımından Çizelge 4.18 incelendiğinde 3 aylık depolama sonunda kontrol grubunda bir artış ( $0.637\pm 0.003$ ) meydana gelmiş ve başlangıç döneminden ( $0.623\pm 0.003$ ) farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Aynı grupta 6. ayda meydana gelen düşüş ( $0.613\pm 0.007$ ), 3. aydan farklı bulunmuş ( $p<0.05$ ) ancak depolamanın diğer dönemlerinde istatistik olarak bir değişim göstermemiştir. 0.5 kGy grubunun su aktivitesi değeri 9 ay boyunca istatistikolarak bir değişim göstermemiştir. 12 ve 15. aylarda meydana gelen düşüş (sırasıyla  $0.623\pm 0.007$  ve  $0.597\pm 0.003$ ) birbirlerinden ve ilk üç aylık su aktivitesi değerlerinden farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 18. ay sonunda meydana gelen yükselme 15. aydan farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 1 kGy doz grubu 15 aylık depolama sonunda bir düşüş göstermiş ( $p<0.05$ ) ancak 18. ay sonunda meydana gelen yükselme ile diğer dönemlerle benzer bulunmuştur. 1.5 kGy doz grubunda 3 ve 6 aylık depolama sonunda meydana gelen artış (sırasıyla  $0.647\pm 0.003$  ve  $0.637\pm 0.003$ ) diğer dönemlerden farklı ( $p<0.05$ ) birbiri ile benzer bulunmuştur.

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından Çizelge 4.18 incelendiğinde en yüksek su aktivitesi değerlerinin 1 kGy dozun uygulandığı grupta olduğu görülmektedir.

Su aktivitesi nem içeriğine kıyasla gıdaların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde daha önemli bir etkiye sahiptir. Nem (su) içeriği tek başına mikrobiyal ve kimyasal olaylarda kullanılabilir bir parametre olmayıp, ürün içerisindeki toplam su miktarı hakkında bilgi verir. Su aktivitesi ise, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncının ürün içerisindeki suyun buhar basıncına oranıdır (Fontana, 2000). Başka bir deyişle örnekteki nem değerinin havanın bağıl nemi ile dengeye geldiği noktadır. Bu noktada ürün ile hava arasında herhangi bir nem alış veriş gerçekleşmemektedir. Kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik reaksiyonlar 0.2-0.4 su aktivitelerinde en düşük hızda gerçekleşmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Su aktivitesi değerinin

0.6'nın altında olduğunda tüm mikroorganizma faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2013).

Su içeriği kuru ağırlık bazında % 50'nin altındayken gıdalarda monomoleküler, multimoleküler ve serbest su olmak üzere üç farklı şekilde su bulunmaktadır. Natürel iç findığın nem içeriği (% 4-5) dikkate alındığında monomoleküler su içeriği önem taşımaktadır. Monomoleküler su gıdanın kuru yüzeyinde yan yana ve tek sıra halinde güçlü bir şekilde tutulan su moleküllerini ifade etmektedir. Gıdayı oksidasyondan koruyan bir örtü işlevi görmektedir. Monomoleküler su filmi oluşturulan su, başta polisakkaritlerin hidroksil grupları, proteinlerin karbonil ve amino grupları gibi gıdanın özel gruplarına güçlü bir şekilde bağlanmıştır. Polisakkaritlerden nişasta ve hücre özsuyunda çözülmüş olarak bulunan pektin hariç diğer tüm polisakkaritler hücre duvarı ve hücreler arası boşluğun iskeletini oluştururlar (Cemeroğlu ve ark., 2003). Radyasyon uygulamalarından biri olan mikrodalga ışın uygulaması findıkta yağ içeren hücrelerin duvarlarında modifikasyonlar meydana getirmekte ve yırtılmalara sebep olmaktadır (Uquiche ve ark., 2008). Ürünlerde depolamanın şekli ve ürünün yapısına bağlı olarak muhafaza süresi uzadıkça nem miktarında bir düşüş ve bu düşüşün devamında çeşitli kimyasal ve fiziksel faktörlerin etkisi ile su aktivitesi değerlerinde de bir düşüş beklenebilir. Ancak Çizelge 4.18 incelendiğinde 0.5 ve 1 kGy doz gruplarında 15 aylık depolama sonunda su aktivitesi değerinde meydana gelen düşüşün (sırasıyla  $0.597\pm 0.003$ ,  $0.597\pm 0.007$ ) ardından istatistik olarak da önemli bir yükseliş (sırasıyla  $0.623\pm 0.003$ ,  $0.633\pm 0.003$ ) meydana gelmiştir. Bu durum ışın uygulamasının ürün üzerinde moleküler anlamda meydana getirebileceği bir değişimin depolama zamanına bağlı olarak bir etkisinin olup olmayacağını sorusunu akıllara getirmiştir. 0.5 ve 1 kGy doz gruplarında ışın uygulaması ile birlikte hücre duvarlarında bir hassasiyetin olduğu ve depolama süresi ile birlikte bu hassasiyetin artarak hücre iç basıncına da yenik düştüğü ve yıkımların başladığı ve bu yıkımlar sonrasında monomoleküler suyun serbest kalarak su aktivitesi değerinde bir artış meydana getirebileceği düşünülebilir. 1.5 kGy dozun uygulandığı grupta su aktivitesi değerindeki yükselişin 3. ay sonunda meydana gelmiş olması ( $0.647\pm 0.003$ ) doz seviyesinin artışı ile hücre duvarındaki hasarın da daha çok artabileceği ve yıkımın daha kısa sürede meydana gelerek monomoleküler suyun daha kısa sürede ortaya çıkması ile su aktivitesi değerini etkileyebileceği

sonucuna varılabilir. Ancak kontrol grubunun da 1.5 kGy grubu ile benzer özellikler göstermesi hücre duvarında meydana gelen değişimin doğal bir süreç olabileceği, 0.5 ve 1 kGy dozlar ile bu sürecin uzatılabileceği yorumunu da oluşturabilir. Sert kabuklu meyvelerde yapılan ışın uygulamalarının yer aldığı çalışmaların sayısı oldukça azdır. Yapılan çalışmalardan su aktivitesi değerinin değerlendirildiği Lanza ve ark.,(2013)'nın yaptığı çalışmada, soyulmuş ve soyulmamış iç bademlerden elde edilen unlara 1.5 kGy dozunda e-beam ışını uygulamış ve su aktivitesi değerlerinde önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

**Çizelge 4.18.** Su aktivitesi özelliği için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	0.623±0.003Ba	0.637±0.003Aab	0.613±0.007Bb	0.623±0.003Ba	0.613±0.003Ba	0.613±0.003Ba	0.617±0.003Ba
Min.-Max.	0.620–0.630	0.630–0.640	0.600–0.620	0.620–0.630	0.610–0.620	0.610–0.620	0.610–0.620
<b>0.5</b>	0.640±0.006Aa	0.637±0.003Aab	0.627±0.007ABa	0.633±0.007ABa	0.623±0.007Ba	0.597±0.003Ca	0.623±0.003Ba
Min.-Max.	0.630–0.650	0.630–0.640	0.620–0.640	0.620–0.640	0.610–0.630	0.590–0.600	0.620–0.630
<b>1</b>	0.620±0.000Aa	0.627±0.003Ab	0.630±0.006Aa	0.630±0.000Aa	0.620±0.000Aa	0.597±0.007Ba	0.633±0.003Aa
Min.-Max.	0.620–0.620	0.620–0.630	0.620–0.640	0.630–0.630	0.620–0.620	0.590–0.610	0.630–0.640
<b>1.5</b>	0.623±0.003Ba	0.647±0.003Aa	0.637±0.003Aa	0.617±0.003Ba	0.613±0.003Ba	0.613±0.003Ba	0.617±0.003Ba
Min.-Max.	0.620–0.630	0.640–0.650	0.630–0.640	0.610–0.620	0.610–0.620	0.610–0.620	0.610–0.620

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.085$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### **4.8. Nem Miktarı (%)**

Nem için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü seviyeleri arasındaki farklılık önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19 incelendiğinde en yüksek nem değerinin başlangıçta (%  $4.773\pm 0.035$ ), en düşük nem değerinin ise 18 aylık depolama sonunda (%  $4.117\pm 0.024$ ) elde edildiği görülmüştür. Başlangıç ile kıyaslandığında depolama süresi uzadıkça nem oranında meydana gelen düşüş önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Al-Bachir (2004)'de cevizde yaptığı çalışmada benzer bir sonuç elde etmiş ve farklı doz uygulamalarının cevizin nem değeri üzerine etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

**Çizelge 4.19.** Nem miktarı (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	4.787±0.088	4.340±0.096	4.317±0.023	4.637±0.032	4.350±0.032	4.227±0.027	4.000±0.000	4.379±0.056a
Min.-Max.	4.610–4.880	4.220–4.530	4.280–4.360	4.600–4.700	4.300–4.410	4.190–4.280	4.000–4.000	4.000–4.880
<b>0.5</b>	4.743±0.058	4.410±0.070	4.363±0.043	4.557±0.019	4.383±0.030	4.357±0.087	4.157±0.029	4.424±0.041a
Min.-Max.	4.640–4.840	4.280–4.520	4.280–4.420	4.520–4.580	4.340–4.440	4.250–4.530	4.110–4.210	4.110–4.840
<b>1</b>	4.857±0.075	4.310±0.040	4.317±0.013	4.550±0.011	4.377±0.027	4.173±0.070	4.187±0.035	4.396±0.052a
Min.-Max.	4.720–4.980	4.260–4.390	4.290–4.330	4.530–4.570	4.340–4.430	4.080–4.310	4.120–4.240	4.080–4.980
<b>1.5</b>	4.707±0.057	4.383±0.067	4.363±0.032	4.520±0.006	4.240±0.020	4.170±0.035	4.123±0.027	4.358±0.044a
Min.-Max.	4.640–4.820	4.250–4.460	4.300–4.400	4.510–4.530	4.200–4.260	4.100–4.210	4.070–4.160	4.070–4.820
Genel	4.773±0.035A	4.361±0.032C	4.340±0.014CD	4.566±0.015B	4.337±0.021CD	4.232±0.034D	4.117±0.024E	
	4.610–4.980	4.220–4.530	4.280–4.420	4.510–4.700	4.200–4.440	4.080–4.530	4.000–4.240	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.085$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.090$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )



#### 4.9. Renk

L\* (iç) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ile doz\*depolama süresi ikili interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.20'de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

a\* (iç) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda doz ( $p<0.05$ ) ile depolama süresi ( $p<0.05$ ) faktörleri seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.21'de verilmiştir.

b\* (iç) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü ( $p<0.05$ ) ile doz\*depolama süresi ( $p<0.05$ ) interaksyonu önemli bulunmuştur. Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.22'de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

İç renk ölçümü iç fındık ortadan ikiye bölündükten sonra yapılmıştır. L\*, a\* ve b\* değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). İç renk değerlendirilirken daha çok L\* ve b\* değerleri dikkate alınmıştır. b\* değerinde depolama süresinin uzamasıyla meyda artış üründeki sararma ile ilgili bize fikir vermektedir. b\* değerleri 0.5 kGy ve 1 kGy dozların uygulandığı gruplarda depolamanın 6. ayından itibaren en yüksek değerleri almaya başlamıştır. Kontrol ve 1 kGy gruplarında ise 15. ayda maksimum b\* değerine ulaşılmıştır. L\* değeri ise 18 aylık depolama sonrasında düşüş göstermiştir. L\* ve b\* değerlerindeki değişimin depolama süresi ile birlikte artış gösteren serbest yağ asidi ve peroksit değerlerinden etkilenmiş olabileceği söylenebilir.

L\* (un) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.23'de verilmiştir.

a\* (un) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü seviyeleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.24'de verilmiştir.

b\* (un) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda doz ( $p<0.05$ ) ve depolama süresi faktörü ( $p<0.05$ ) seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Öğütülen (un) örneklerde yapılan ölçümlerde L\* değeri üzerine farklı doz uygulamaları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Depolama süresince L\* (un) değerindeki değişimler incelendiğinde 12. ay sonuna kadar L\* (un) değerinin arttığını ancak daha sonraki dönemlerde bir azalmanın olduğu görülmektedir. L\* değerinin depolama süresi ile birlikte azalması beklenirken bizim çalışmamızda 12. aya kadar artış göstermesi, nem değerinin (Çizelge 4.19) de depolamanın bu dönemlerinde düşüş göstermesinden kaynaklanıyor olabilir. Daha sonra meydana gelen düşüşün ise peroksit değerinin (Çizelge 4.3) de 12. ay sonunda maksimum değerden düşüşe geçmesiyle başlayan oksidatif yıkımdan ileri geldiği söylenebilir. Farklı dozların etkisiyle a\* (un) değerinde meydana gelen farklılıklar önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) ancak depolama süresi boyunca incelendiğinde depolama süresi arttıkça a\* (un) değeri de artış göstermiştir. Farklı doz uygulamalarının b\* (un) değerinde meydana getirdiği değişiklik önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). b\* (un) değeri 3 aylık depolamadan sonra artış göstermiş ancak 18. ay sonunda tekrar düşüş meydana gelmiştir.

L\* (dış) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.26’da verilmiştir.

a\* (dış) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.27’de verilmiştir.

b\* (dış) renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi faktörü önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Natürel iç fındıkta dış renk ölçümleri testta üzerinden yapılmıştır. L\*, a\* ve b\* değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ancak değişimin olduğu L\* ve b\* değerlerindeki değişimin sayısal olarak birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. a\* değeri 18 aylık depolama sonunda maksimum seviyeye ulaşmıştır. Depolama süresi ile birlikte artış gösteren a\* değerinin ise yağlarda oluşan oksidasyon kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı ışın kaynaklarının kullanıldığı birçok çalışmada yapılan uygulamanın renk parametrelerini etkilemediği sonucuna varılırken (Gölge ve Ova, 2008; Sanchez-Bel ve ark., 2008; Bingöl ve ark., 2011; Antonio ve ark., 2012b; Antonio ve ark., 2013a), doz uygulamalarının renk üzerine etkisinin olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Kwon ve ark., 2004; Antonio ve ark., 2013b; Das ve ark., 2014). Kajularda 3 kGy'den yüksek dozlarda yapılan ışın uygulamaları a değerini (Mexis ve Kontominas, 2009a), fındıkta  $\geq 5$  kGy dozlar b\* değerini arttırmış (Mexis ve Kontominas, 2009b) ve her iki meyvede yapılan çalışmada da L\* değeri etkilenmemiştir. Kajularda yapılmış olan bir diğer çalışma da meyvedeki sarı rengin (b) depolama süresi ve ışın dozu ile birlikte artış gösterdiğini ortaya koymuştur (Bhattacharjee ve ark., 2003). Benzer şekilde 1 ve 2 kGy dozlarda ışın uygulanan Antep fıstıklarından elde edilen yağda da L\*, a\* ve b\* değerlerinde artış meydana gelmiştir (Al-Bachir, 2015).

Sert kabuklu meyvelerde yapılan ışın uygulamalarındaki L\*, a\* ve b\* değerlerinin ölçümü ürün öğütüldükten sonra gerçekleştirildiği için bu çalışmada yer alan iç ve dış renk ölçümlerinin karşılaştırılacağı bir çalışma bulunamamıştır.

**Çizelge 4.20.** Renk L\* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	81.903±0.277Ca	89.863±0.298Ba	96.497±0.242Aa	95.167±0.982Aa	94.410±0.228Aab	95.283±0.384Aa	79.647±0.077Ca
Min.-Max.	81.350–82.210	89.400–90.420	96.020–96.810	93.280–96.580	94.010–94.800	94.860–96.050	79.550–79.800
<b>0.5</b>	79.620±0.538Ca	90.113±0.408Ba	97.037±0.484Aa	97.300±1.110Aa	95.680±0.501Aa	95.303±0.237Aa	79.483±0.082Ca
Min.-Max.	78.720–80.580	89.380–90.790	96.140–97.800	95.490–99.310	94.720–96.410	94.840–95.620	79.360–79.640
<b>1</b>	80.947±0.151Da	90.787±0.295Ca	69.677±0.759Eb	97.220±0.162Aa	94.503±0.888Bab	93.480±0.848Ba	79.050±0.317Da
Min.-Max.	80.660–81.170	90.210–91.180	95.740–98.180	96.930–97.490	93.090–96.140	92.260–95.110	78.470–79.560
<b>1.5</b>	81.223±0.477Ea	90.897±0.139Da	97.833±0.182Aa	96.247±0.848Aba	92.880±1.410CDb	93.803±0.198BCa	78.277±0.132Fa
Min.-Max.	80.270–81.740	90.660–91.140	97.520–98.150	95.170–97.920	90.150–94.170	93.490–94.170	78.120–78.540

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.472$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.004$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.21.** Renk a\* (iç) değeri için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	0.313±0.023	1.120±0.066	1.087±0.109	1.327±0.118	2.133±0.114	2.003±0.117	7.113±0.094	2.157±0.471b
Min.-Max.	0.290–0.360	0.990–1.200	0.940–1.300	1.150–1.550	2.000–2.360	1.770–2.140	6.970–7.290	0.290–7.290
<b>0.5</b>	0.740±0.114	1.133±0.038	1.170±0.093	1.457±0.112	1.960±0.170	2.133±0.114	7.440±0.199	2.290±0.482ab
Min.-Max.	0.530–0.920	1.060–1.190	1.040–1.350	1.340–1.680	1.770–2.300	2.000–2.360	7.180–7.830	0.530–7.830
<b>1</b>	0.563±0.054	1.047±0.107	1.203±0.142	1.543±0.190	2.373±0.341	2.670±0.176	7.640±0.035	2.434±0.502a
Min.-Max.	0.500–0.670	0.920–1.260	0.920–1.350	1.250–1.900	1.780–2.960	2.420–3.010	7.580–7.700	0.500–7.700
<b>1.5</b>	0.377±0.137	1.017±0.132	1.197±0.041	1.663±0.207	2.583±0.193	2.263±0.081	7.660±0.127	2.394±0.507a
Min.-Max.	0.230–0.650	0.770–1.220	1.130–1.270	1.250–1.900	2.380–2.970	2.130–2.410	7.450–7.890	0.230–7.290
Genel	0.498±0.064E	1.079±0.042D	1.164±0.046D	1.497±0.079C	2.262±0.118B	2.267±0.093B	7.463±0.086A	
	0.230–0.920	0.770–1.260	0.920–1.350	1.150–1.900	1.770–2.970	1.770–3.010	6.970–7.890	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.002$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.115$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.22.** Renk b\* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	20.923±0.312Da	22.493±0.247Cb	24.887±0.154Ba	25.493±0.341Aba	25.733±0.207ABa	25.930±0.324Aa	22.707±0.129Ca
Min.-Max.	20.380–21.460	22.140–22.970	24.580–25.070	24.850–26.010	25.350–26.060	25.290–26.340	22.510–22.950
<b>0.5</b>	20.793±0.336Da	23.547±0.164Ba	25.113±0.284Aa	25.050±0.201Aa	25.587±0.078Aa	25.587±0.028Aa	22.340±0.290Ca
Min.-Max.	20.240–21.400	23.220–23.740	24.790–25.680	24.820–25.450	25.460–25.730	25.530–25.620	22.040–22.920
<b>1</b>	20.407±0.088Da	22.727±0.165Cab	25.027±0.350Ba	24.880±0.220Ba	25.797±0.217ABa	26.093±0.194Aa	23.200±0.166Ca
Min.-Max.	20.230–20.500	22.440–23.010	24.480–25.680	24.480–25.240	25.370–26.080	25.880–26.480	23.010–23.530
<b>1.5</b>	20.333±0.134Ca	22.907±0.329Bab	25.073±0.081Aa	25.027±0.466Aa	26.027±0.162Aa	25.470±0.157Aa	22.727±0.038Ba
Min.-Max.	20.170–20.600	22.270–23.370	24.930–25.210	24.250–25.860	25.740–26.300	25.240–25.770	22.670–22.800

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.895$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.046$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.23.** Renk L\* (un) değeri için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	64.300±0.922	76.437±0.214	77.140±1.500	79.463±0.125	75.700±2.140	74.853±0.583	72.910±0.370	74.400±1.070a
Min.-Max.	62.570–65.720	76.050–76.790	74.140–78.750	79.260–79.690	71.840–79.220	73.790–75.800	72.250–73.530	62.570–79.690
<b>0.5</b>	67.040±0.787	76.507±0.306	76.877±0.752	79.620±0.515	78.350±1.490	76.190±0.715	71.860±1.710	75.207±0.953a
Min.-Max.	65.470–67.930	75.980–77.040	75.920–78.360	78.700–80.480	75.410–80.230	74.770–77.040	68.460–73.930	65.470–80.480
<b>1</b>	67.260±0.532	75.310±0.456	77.437±0.459	79.593±0.597	79.817±0.635	76.577±0.453	73.003±0.155	75.571±0.917a
Min.-Max.	66.490–68.280	74.690–76.200	76.520–77.920	78.400–80.220	78.550–80.540	75.750–77.310	72.810–73.310	66.490–80.540
<b>1.5</b>	66.473±0.217	75.307±0.608	78.467±0.731	79.477±0.596	78.937±0.840	76.400±1.230	70.307±0.645	75.050±1.040a
Min.-Max.	66.110–66.860	74.120–76.130	77.030–79.420	78.410–80.470	77.700–80.540	73.990–78.050	69.270–71.490	66.110–80.540
Genel	66.268±0.455E	75.890±0.252C	77.481±0.442BC	79.538±0.213A	78.202±0.757AB	76.006±0.399C	72.021±0.517D	
	62.570–68.280	74.120–77.040	74.140–79.420	78.400–80.480	71.840–80.540	73.790–78.050	68.460–73.930	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.096$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.157$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.24.** Renk a\* (un) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	2.950±0.274	3.033±0.089	4.157±0.296	3.643±0.058	4.187±0.078	4.563±0.049	7.450±0.249	4.283±0.320a
Min.-Max.	2.440–3.380	2.920–3.210	3.620–4.640	3.580–3.760	4.030–4.270	4.480–4.650	6.980–7.830	2.440–7.830
<b>0.5</b>	2.747±0.127	3.170±0.015	4.127±0.104	3.900±0.121	4.070±0.155	4.473±0.099	7.733±0.234	4.317±0.338a
Min.-Max.	2.620–3.000	3.140–3.190	3.920–4.250	3.750–4.140	3.830–4.360	4.360–4.670	7.460–8.200	2.620–8.200
<b>1</b>	2.763±0.168	3.387±0.220	4.057±0.043	3.863±0.041	4.373±0.204	4.457±0.081	7.717±0.229	4.374±0.332a
Min.-Max.	2.490–3.070	3.070–3.810	3.980–4.130	3.800–3.940	4.140–4.780	4.310–4.590	7.260–7.970	2.490–7.970
<b>1.5</b>	2.730±0.031	3.603±0.094	3.953±0.087	4.033±0.093	4.270±0.098	4.443±0.143	7.897±0.205	4.419±0.340a
Min.-Max.	2.670–2.770	3.460–3.780	3.780–4.050	3.850–4.150	4.130–4.460	4.300–4.730	7.490–8.150	2.670–8.150
Genel	2.797±0.079F	3.298±0.085E	4.073±0.074CD	3.860±0.055D	4.225±0.069BC	4.484±0.45B	7.699±0.109A	
	2.440–3.380	2.920–3.380	3.620–4.640	3.580–4.150	3.830–4.780	4.300–4.730	6.980–8.200	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.367$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.507$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )



**Çizelge 4.25.** Renk b\* (un) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	16.060±0.246	18.333±0.179	18.043±0.573	17.817±0.087	17.193±0.081	17.280±0.265	15.400±0.491	17.161±0.245b
Min.-Max.	15.580–16.390	18.130–18.690	17.350–19.180	17.710–17.990	17.050–17.330	16.760–17.630	14.850–16.380	14.850–19.180
<b>0.5</b>	15.973±0.127	18.623±0.143	17.607±0.243	17.637±0.115	17.037±0.295	17.887±0.190	15.753±0.249	17.217±0.2225ab
Min.-Max.	15.730–16.160	18.470–18.910	17.230–18.060	17.420–17.810	16.450–17.390	17.510–18.120	15.420–16.240	15.420–18.910
<b>1</b>	16.340±0.161	18.503±0.168	17.933±0.359	17.740±0.254	18.087±0.090	17.717±0.096	16.437±0.147	17.537±0.183a
Min.-Max.	16.090–16.640	18.220–18.800	17.470–18.640	17.340–18.210	17.940–18.250	17.560–17.890	16.290–16.730	16.090–18.800
<b>1.5</b>	15.803±0.258	18.013±0.243	18.477±0.154	17.633±0.134	18.067±0.178	17.680±0.370	16.223±0.159	17.414±0.220ab
Min.-Max.	15.540–16.320	17.560–18.390	18.170–18.650	17.470–17.900	17.790–18.400	16.980–18.240	15.940–16.490	15.540–18.650
Genel	16.044±0.105C	18.368±0.105A	18.015±0.183AB	17.707±0.072B	17.596±0.165B	17.641±0.126B	15.953±0.175C	
	15.540–16.640	17.560–18.910	17.230–19.180	17.340–18.210	16.450–18.400	16.760–18.240	14.850–16.730	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.021$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.053$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.26.** Renk L\* (dış) değeri için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	40.647±0.520	42.237±0.320	44.427±0.542	42.997±0.278	43.380±0.365	40.717±0.127	37.463±0.232	41.695±0.494a
Min.-Max.	39.680–41.460	41.680–42.790	43.410–45.260	42.670–43.550	42.880–44.090	40.570–40.40.970	37.000–37.710	37.000–45.260
<b>0.5</b>	40.053±0.586	42.593±0.307	43.253±0.824	43.623±0.324	42.930±0.316	40.963±0.651	37.860±0.504	41.611±0.466a
Min.-Max.	39.380–41.220	42.010–43.050	42.210–44.880	43.200–44.260	42.360–43.450	40.100–42.240	37.030–38.770	37.030–44.880
<b>1</b>	39.910±1.040	42.823±0.442	44.233±0.147	43.953±0.485	43.620±0.460	41.883±0.543	36.400±0.414	41.831±0.610a
Min.-Max.	37.830–40.990	42.120–43.640	43.940–44.390	43.030–44.670	42.850–44.440	40.800–42.500	35.720–37.150	35.720–44.670
<b>1.5</b>	40.480±0.217	43.307±0.378	45.007±0.130	44.190±0.438	43.710±0.750	42.663±0.417	36.133±0.317	42.213±0.494a
Min.-Max.	40.070–40.810	42.560–43.780	44.790–45.240	43.620–45.050	42.300–44.860	41.860–43.260	35.740–36.760	37.000–45.260
Genel	40.272±0.296D	42.740±0.195B	44.230±0.287A	43.691±0.214AB	43.410±0.233AB	41.557±0.309C	36.964±0.270E	
	37.830–41.460	41.680–43.780	42.210–45.260	42.670–45.050	42.300–44.860	40.100–43.260	35.720–38.770	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.101$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.084$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.27.** Renk a\* (dış) değeri için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	14.417±0.044	17.330±0.346	18.953±0.247	18.117±0.333	18.660±0.460	20.197±0.335	21.897±0.427	18.510±0.496 a
Min.-Max.	14.330–14.470	16.640–17.730	18.560–19.410	17.730–18.780	17.750–19.230	19.580–20.730	21.450–22.750	14.330–22.750
<b>0.5</b>	15.163±0.123	17.173±0.239	18.467±0.343	18.420±0.378	19.050±0.165	20.403±0.354	22.223±0.058	18.700±0.473 a
Min.-Max.	14.930–15.350	16.910–17.650	17.780–18.820	17.780–19.090	18.750–19.320	19.760–20.980	22.110–22.300	14.930–22.300
<b>1</b>	15.103±0.083	17.697±0.399	17.983±0.298	18.493±0.281	19.090±0.131	19.967±0.265	21.767±0.161	18.586±0.435 a
Min.-Max.	15.020–15.270	16.930–18.270	17.540–18.550	17.990–18.960	18.830–19.240	19.570–20.470	21.450–21.980	15.020–21.980
<b>1.5</b>	15.270±0.246	17.267±0.035	17.783±0.207	18.180±0.161	18.697±0.494	20.140±0.159	22.090±0.180	18.490±0.456 a
Min.-Max.	14.790–15.600	17.200–17.320	17.370–18.000	17.990–18.500	17.790–19.490	19.840–20.380	21.740–22.340	14.790–22.340
Genel	14.988±0.119E	17.367±0.138D	18.297±0.181C	18.303±0.136C	18.874±0.162C	20.177±0.132B	21.994±0.118A	
	14.330–15.600	16.640–18.270	17.370–19.410	17.730–19.090	17.750–19.49	19.570–20.980	21.450–22.750	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.488$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.271$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

**Çizelge 4.28.** Renk b\* (dış) değeri için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	Genel
<b>Kontrol</b>	16.457±0.215	16.690±0.273	17.373±0.328	15.953±0.188	16.413±0.199	16.170±0.151	18.857±0.118	16.845±0.217a
Min.-Max.	16.180–16.880	16.190–17.130	16.730–17.810	15.700–16.320	16.140–16.800	15.890–16.410	18.710–19.090	15.700–19.090
<b>0.5</b>	16.480±0.381	16.883±0.178	16.760±0.505	16.563±0.275	16.430±0.200	16.553±0.158	18.950±0.261	16.946±0.209a
Min.-Max.	16.060–17.240	16.550–17.160	16.240–17.770	16.240–17.110	16.100–16.790	16.250–16.780	18.430–19.240	16.060–19.240
<b>1</b>	16.400±0.475	16.960±0.284	16.970±0.006	16.797±0.326	16.837±0.281	16.647±0.124	17.883±0.468	16.928±0.140a
Min.-Max.	15.450–16.880	16.450–17.430	16.960–19.980	16.220–17.350	16.300–17.250	16.480–16.890	17.100–18.720	15.450–18.720
<b>1.5</b>	16.750±0.214	17.407±0.143	17.393±0.118	16.840±0.250	16.773±0.524	16.863±0.294	17.750±0.215	17.111±0.121a
Min.-Max.	16.350–17.080	17.120–17.550	17.160–17.540	16.480–17.320	15.780–17.560	16.290–17.260	17.510–18.180	15.780–18.180
Genel	16.522±0.151B	16.985±0.125B	17.124±0.154B	16.538±0.155B	16.613±0.152B	16.558±0.112B	18.360±0.207A	
	15.450–17.240	16.190–17.550	16.240–17.810	15.700–17.350	15.780–17.560	15.890–17.260	17.100–19.240	

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.365$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.066$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.10. E Vitamini ( $\alpha$ tokoferol) (mg/100 g)

E vitamini için yapılan varyans analizi sonucunda doz ve depolama süresi faktörlerinin seviyeleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları, ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 incelendiğinde en yüksek E vitamini değerinin kontrol grubunda ( $22.453\pm 0.458$  mg/100 g) olduğu görülmüştür. Daha sonra sırası ile 0.5 kGy ( $22.159\pm 0.455$  mg/100 g), 1 kGy ( $18.968\pm 0.351$  mg/100 g) ve 1.5 kGy ( $17.835\pm 0.516$  mg/100 g) dozları yer almıştır. Buradan hareketle natürel iç fındıkta uygulanan doz miktarı arttıkça E vitamini miktarının düştüğü söylenebilir. Ancak 1 kGy ve 1.5 kGy dozlar arasında rakamsal açıdan fark olmasına rağmen bu fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Depolama süresince E vitamini değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.29), depolama süresi boyunca değişimlerin olduğu ancak bu değişimlerin anlamlı değişimler olmadığı görülmüştür. En yüksek E vitamini değeri 3 aylık depolama sonunda görülürken ( $22.520\pm 1.070$  mg/100 g), en düşük değer ışınlama sonrasında hemen yapılan başlangıç analizinde görülmüştür ( $19.413\pm 0.935$  mg/100 g) ve başlangıç ile 18 aylık depolama sonunda elde edilen E vitamini değerleri farklılık göstermemiştir. E vitamininde 3 aylık depolama sonunda görülen artışın ürün grupları arasındaki çeşit yoğunluğu farkından kaynaklanabileceği düşünülebilir. 3, 6 ve 9 ay depolanmış ürünlerin E vitamini değerleri arasında istatistik olarak fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), 12 aylık depolama sonunda E vitamini değerinde bir düşüş olmuş ancak bu değerler arasında istatistik olarak bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Diğer bir adı 'tokoferol' olan E vitamini yağda çözünen vitaminler grubunda yer alır. Değişik düzeyde E vitamini aktivitesi gösteren birçok tokoferol varsa da gıdalarda en yaygın halde ve ayrıca miktar olarak en fazla  $\alpha$  tokoferol bulunur.  $\alpha$  tokoferolün biyolojik aktivitesi diğer tokoferollerden daha yüksektir. Bu nedenle bir gıdanın E vitamin içeriği denilince çoğunlukla  $\alpha$  tokoferol kastedilir (Cemeroğlu, 2011).

Fındık, doğal antioksidan olan E vitamini içeriği ( $24.98$  mg/100 g) açısından önemli bir kaynaktır ve 100 g fındık tüketimi ile günlük E vitamini ihtiyacının % 24.4'ü karşılanabilmektedir (Köksal, 2002). Yağda eriyen vitaminler grubunda olan E vitamini, ışınlamaya karşı en hassas vitamindir (Çetinkaya ve ark., 2010).

Işın uygulamalarının  $\alpha$  tokoferol seviyesini düşürdüğü sonucunu elde eden birçok çalışma mevcuttur (Bogunovic ve ark., 1993; Ozyardimci ve ark., 2006; Bahatti ve ark., 2010; Barreira ve ark., 2012; Bhatti ve ark., 2013; Ma ve ark., 2013). Bu sonuçların yanında Fernandes ve ark., (2011b) kestanede ışınlanmış ürünlerin E vitamini içeriğini daha yüksek bulurken, ışın uygulamalarının E vitamini değerlerini etkilemediğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Taipina ve ark., 2009; Antonio ve ark., 2012b).

E vitamini bakımından ülkemizde fındık için limit yada standart bir değer yoktur. Ancak USDA'nın (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Departmanı) referans değeri (15.03 mg/100 g) (Anonim, 2015c) ile kıyaslandığında doz ve depolama süresi faktörleri sonunda oluşan ortalamalar oldukça üst seviyede bulunmuştur.

**Çizelge 4.29.** E vitamini (mg/100 g) özelliği için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Veriler, ortalama±ortalamaların standart hatası şeklinde verilmiştir

Doz (kGy)	Depolama Süresi							Genel
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	23.803±0.851	23.060±2.730	26.583±0.779	24.520±0.957	25.417±0.422	24.857±0.506	23.567±0.427	22.453±0.458a
Min.-Max.	22.150–24.980	17.610–25.980	25.140–27.815	22.720–25.985	24.610–26.035	23.905–25.630	22.730–24.130	17.610–27.815
<b>0.5</b>	20.740±0.541	25.560±1.630	22.610±1.090	22.812±0.603	20.430±0.628	21.653±0.428	21.312±0.619	22.159±0.455b
Min.-Max.	19.770–21.640	23.650–28.790	21.310–24.770	21.940–23.970	19.175–21.085	21.160–22.505	20.200–22.340	19.175–28.790
<b>1</b>	17.693±0.590	19.870±1.260	20.792±0.722	18.995±0.935	18.020±1.230	19.180±0.305	18.227±0.298	18.968±0.351c
Min.-Max.	16.520–18.380	17.880–22.190	19.405–21.835	17.940–20.860	15.950–20.200	18.570–19.495	17.815–18.805	15.945–22.190
<b>1.5</b>	15.417±0.111	21.610±2.210	19.097±0.248	18.217±0.493	17.045±0.214	17.568±0.490	15.892±0.072	17.835±0.516c
Min.-Max.	15.200–15.570	17.620–25.240	18.775–19.585	17.325–19.025	16.645–17.375	16.670–18.355	15.780–16.025	15.200–25.240
Genel	19.413±0.935C	22.520±1.070A	22.270±0.901AB	21.136±0.855ABC	20.230±1.020BC	20.815±0.850ABC	19.749±0.899C	
	15.200–24.980	17.610–28.790	18.775–27.815	17.325–25.985	15.950–26.040	16.670–25.630	15.780–24.130	

$p_{Doz}=0.000$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.106$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### **4.11. Ham Lif (%)**

Ham lif özelliği için yapılan varyans analizi sonucunda doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.30'da tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Işınlama nişasta, selüloz ve pektin gibi karbonhidratların parçalanmasına neden olabilmektedir (Çetinkaya ve ark., 2010). Çizelge 4. 30 incelendiğinde kontrol, 0.5 kGy ve 1.5 kGy gruplarının en yüksek ham lif değerlerine sahip olduğu ve bu değerlerin istatistiksel olarak aynı grupta olduğu görülmektedir. Kontrol ile 0.5 kGy arasındaki benzerlik 12 ay boyunca sürerken, 1.5 kGy ile arasındaki benzerlik 15 aylık depolama süresince devam etmiştir.

Sanchez-Bel ve ark., (2008)'nın cevizde yaptığı çalışmada da doz, depolama süresi ve doz\*depolama süresi interaksyonunun ham lif üzerine olan etkisi önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).



**Çizelge 4.30.** Ham lif (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi						
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	3.913±0.665Aa	3.753±0.284Aa	3.562±0.144Aa	4.175±0.344Aa	3.383±0.139Aa	4.123±0.338Aab	4.008±0.504Aab
Min.-Max.	3.180–5.240	3.440–4.320	3.360–3.840	3.630–4.810	3.170–3.645	3.480–4.625	3.195–4.930
<b>0.5</b>	3.653±0.081Aa	3.940±0.269Aa	4.162±0.166Aa	4.050±0.230Aa	4.223±0.369Aa	3.072±0.064Ab	3.260±0.298Ab
Min.-Max.	3.520–3.800	3.560–4.460	3.960–4.490	3.620–4.405	3.540–4.805	3.005–3.200	2.675–3.655
<b>1</b>	3.723±0.334ABa	3.050±0.301Ba	4.313±0.460Aba	3.860±0.224ABa	3.145±0.348Ba	4.348±0.449ABa	4.593±0.482Aa
Min.-Max.	3.080–4.200	2.650–3.640	3.605–5.175	3.515–4.280	2.795–3.840	3.540–5.090	3.875–5.510
<b>1.5</b>	3.363±0.128Aa	3.133±0.180Aa	3.912±0.102Aa	4.347±0.282Aa	3.373±0.531Aa	3.707±0.247Aab	3.348±0.279Ab
Min.-Max.	3.160–3.600	2.840–3.460	3.720–4.070	3.880–4.855	2.325–4.045	3.430–4.200	2.835–3.795

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.423$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.081$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.035$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

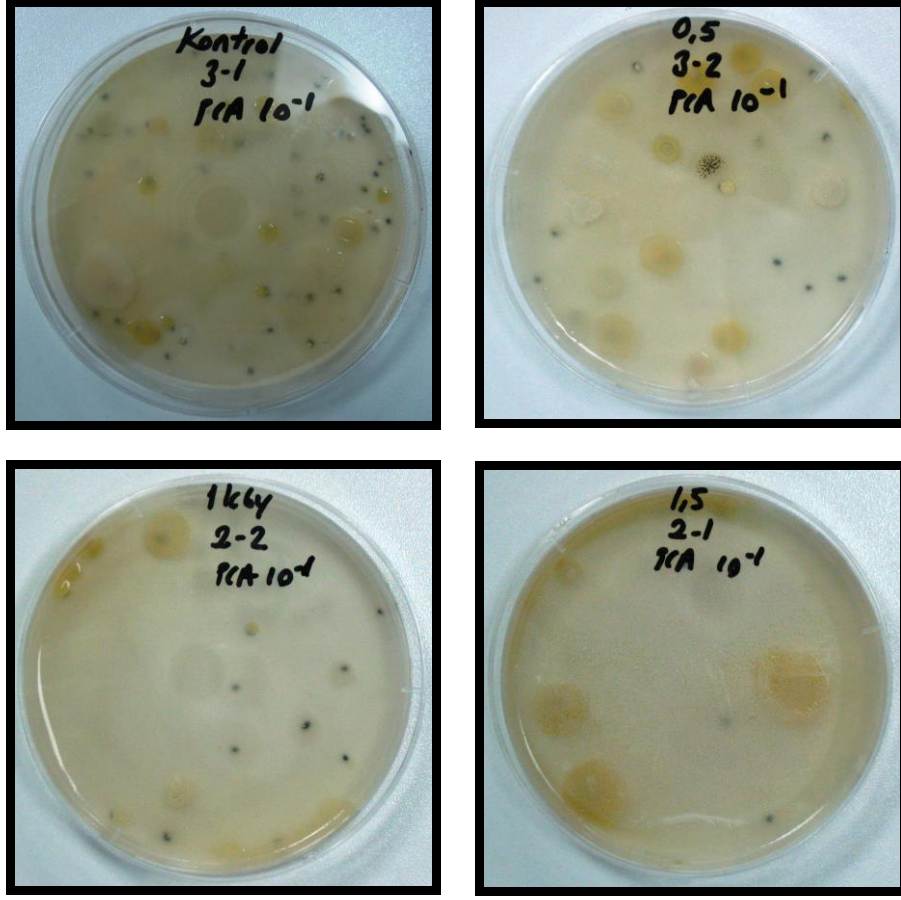
#### **4.12.Toplam Mezofilik Aerob Bakteri (TMAB) (log KOB/g)**

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı yapılan varyans analizi sonucunda doz ve depolama süresi faktörleri ile doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.31’de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Çizelge 4.31 doz faktörü bakımından incelendiğinde hem başlangıç analizinde hem de tüm depolama süresince en yüksek TMAB sayısının kontrol grubunda daha sonra sırası ile 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy dozlarda olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Beklenildiği gibi mutlak değer olarak doz arttıkça toplam mezofilik aerob bakteri sayısı azalmakta ve en düşük sayı 1.5 kGy dozun uygulandığı gruplarda bulunmaktadır. Lanza ve ark., (2013), soyulmuş ve soyulmamış iç bademlerden elde edilen unlara 1.5 kGy dozunda e-beam ışın uygulaması yapmışlar ve elde ettikleri sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik göstermiştir. Çalışmada yapılan uygulama sonucunda üründe toplam mezofilik entorobakter ve koliform bakteri ile küf, maya sayıları incelemiş ve belirtilen tüm mikroorganizma gruplarının sayılarında doz uygulaması ile düşüş göstermiştir ( $p<0.05$ ).

Doz\*depolama süresi interaksyonu bakımından da Çizelge 4.31 incelendiğinde en yüksek TMAB değerlerinin kontrol grubunda en düşük TMAB değerlerinin ise 1.5 kGy dozun uygulandığı grupta olduğu görülmektedir.

Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ile ilgili TS 3015 Natürel İç Fındık Standardında bir üst limit bulunmamaktadır. TS 1917 İşlenmiş İç Fındık Standardında ise toplam mezofilik aerob bakteri sayısı en çok 2 000 adet/g olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız materyal özellik olarak TS 1917 standardı kapsamında değerlendirilmiyor olsa da ışın uygulaması yapılan örneklerimizdeki toplam mezofilik aerob bakteri sayısı standartta belirtilen değerlerin altında kalmaktadır. Bu sonuçtan hareketle mikrobiyal yük açısından yasal olarak izin verilen en yüksek dozun uygulanmasının avantajlı olduğu söylenebilir.



**Şekil 4.1.** Kontrol, 0,5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy gruplarında ışınlama sonrası koloni oluşturan birim sayısındaki azalış

**Çizelge 4.31.** Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (log KOB/g) için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi								
	Başlangıç	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	2.943±0.177ABa	3.153±0.093Aa	2.900±0.025ABa	3.150±0.036Aa	3.037±0.033ABa	2.967±0.063ABa	2.760±0.000Ba	2.823±0.058ABa	2.807±0.008ABa
Min.-Max.	2.590–3.140	3.050–3.340	2.870–2.950	3.080–3.200	2.990–3.100	2.880–3.090	2.760–2.760	2.760–2.940	2.790–2.820
<b>0.5</b>	2.397±0.026Ab	2.287±0.023Ab	2.353±0.024Ab	2.260±0.080Ab	2.240±0.032Ab	2.477±0.182Ab	2.227±0.023Ab	2.257±0.029Ab	2.300±0.029Ab
Min.-Max.	2.350–2.440	2.250–2.330	2.320–2.400	2.170–2.420	2.180–2.290	2.280–2.840	2.180–2.250	2.210–2.310	2.250–2.350
<b>1</b>	2.253±0.069Abc	2.073±0.044ABb	1.927±0.164ABc	2.203±0.153Ab	2.210±0.040Abc	1.983±0.125ABc	1.753±0.159Bc	1.933±0.020ABc	2.087±0.081ABbc
Min.-Max.	2.120–2.350	1.990–2.140	1.600–2.120	2.040–2.510	2.160–2.290	1.830–2.230	1.450–1.990	1.900–1.970	1.940–2.220
<b>1.5</b>	1.983±0.014Ac	1.483±0.038Cc	1.580±0.067BCd	1.767±0.045ABCc	1.907±0.038ABc	0.000±0.000Dd	1.553±0.109BCc	1.580±0.071BCd	1.793±0.084ABCc
Min.-Max.	1.960–2.010	1.440–1.560	1.470–1.700	1.680–1.830	1.830–1.950	0.000–0.000	1.390–1.760	1.440–1.670	1.660–1.950

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.000$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

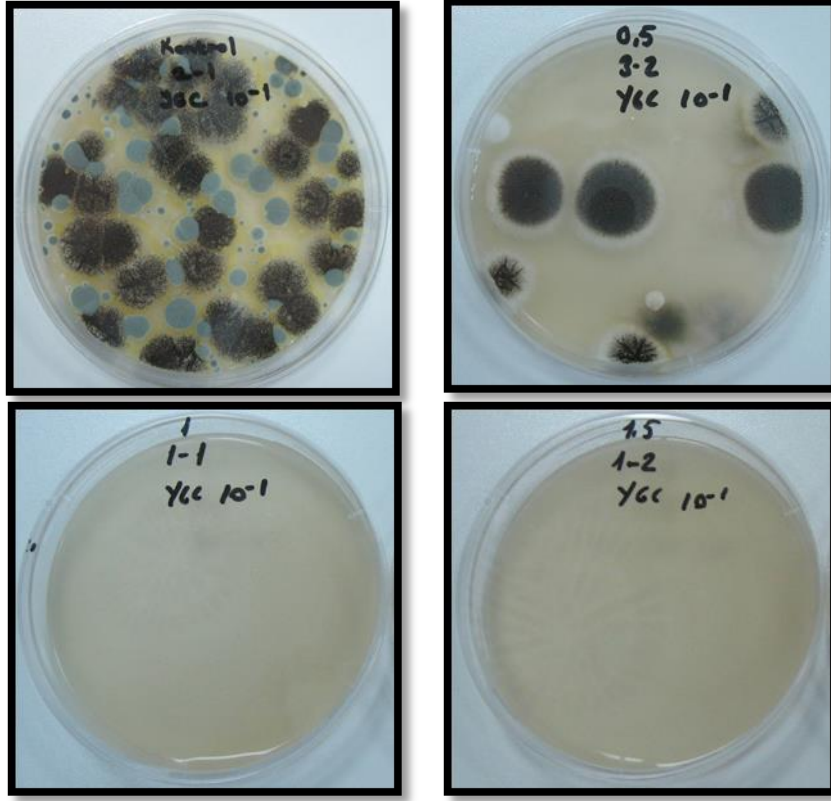
#### 4.13. Küf Maya Sayısı (log KOB/g)

Küf-Maya Sayısı (log) yapılan varyans analizi sonucunda doz ve depolama süresi faktörleri ile doz\*depolama süresi interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna uygun olarak % 5 önem düzeyinde yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4.32’de tanıtıcı istatistiklerin yanında verilmiştir.

Işınlamanın hemen ardından yapılan sayımlarda (başlangıç) uygulanan dozun şiddeti arttıkça küf-maya sayısının azaldığı görülmektedir (sırasıyla  $2.670\pm 0.143$  log KOB/g,  $1.660\pm 0.092$  log KOB/g,  $1.060\pm 0.030$  log KOB/g,  $0.800\pm 0.050$  log KOB/g) (Şekil 4.2). Doz artışı ile görülen bu azalma beklenen bir sonuçtur. Aynı zamanda depolama süresi ile birlikte (zellikle depolamanın son dönemlerinde) küf maya sayısında azalma meydana gelmiştir ( $p<0.05$ ).

Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamalarının mikrobiyal yüke etkisinin değerlendirildiği çalışmalar da bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Kakashita ve ark., (1995) nın cevizde kf gelişimine karşı gama ışını uyguladıkları çalışmalarında kf miktarı tespit edilemeyen değerlere kadar düşüş göstermiştir. Lanza ve ark., (2013), soyulmuş ve soyulmamış bademlerde yapmış olduğu çalışmada e-beam ışınlaması sonrasında küf sayısının 2900 cfu/g’den 400 cfu/g’ye düştüğünü belirlemişlerdir.

Küf-maya sayısı ile ilgili TS 3015 Natürel İç Fındık Standartı bir üst limit içermemektedir. TS 1917 İşlenmiş İç Fındık Standardında ise işlenmiş i fındıklarda küf-maya sayısının en çok 50 adet/g olarak belirtilmiştir (Anonim, 1993). Çalışmamızda kullandığımız materyal özellik olarak TS 1917 standardı kapsamında değerlendirilmiyor olsa da ışın uygulaması yapılan örneklerimizdeki küf-maya sayısı standartta belirtilen değerin altında kalmaktadır. Bu sonuçtan hareketle mikrobiyal yük açısından yasal olarak izin verilen en yüksek dozun uygulanmasının avantajlı olduğu söylenebilir.



**Şekil 4.2.** Kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy gruplarında ışınlama sonrası küf-maya sayısındaki azalış

**Çizelge 4.32.** Küf-Maya sayısı (log KOB/g) için tanıttıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi								
	Başlangıç	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay
<b>Kontrol</b>	2.670±0.143Aba	3.027±0.03Aa	2.510±0.111ABa	2.783±0.0960ABa	2.547±0.030ABa	2.513±0.050ABa	2.293±0.044Ba	2.250±0.035Ba	2.273±0.068Ba
Min.-Max.	2.390–2.860	2.980–3.080	2.380–2.730	2.630–2.960	2.490–2.590	2.420–2.590	2.210–2.360	2.210–2.320	2.200–2.410
<b>0.5</b>	1.660±0.092ABb	1.583±0.042ABb	1.873±0.245Ab	1.430±0.066ABCb	1.333±0.070ABCb	1.387±0.131ABCb	1.300±0.075ABCb	0.763±0.218Cb	1.140±0.344BCb
Min.-Max.	1.480–1.780	1.500–1.630	1.490–2.330	1.300–1.510	1.240–1.470	1.180–1.630	1.150–1.390	0.350–1.090	0.500–1.680
<b>1</b>	1.060±0.030Ac	0.283±0.148BCc	0.480±0.240ABCc	0.717±0.067ABc	1.110±0.089Ab	0.633±0.067ABCc	0.350±0.202BCc	0.117±0.117BCc	0.000±0.000Cc
Min.-Max.	1.000–1.090	0.000–0.500	0.000–0.740	0.650–0.850	0.940–1.240	0.500–0.700	0.000–0.700	0.000–0.350	0.000–0.000
<b>1.5</b>	0.800±0.050Ac	0.167±0.167ABc	0.000±0.000Bc	0.797±0.445Ac	0.800±0.293Ab	0.000±0.000Bc	0.000±0.000Bc	0.233±0.117ABbc	0.000±0.000Bc
Min.-Max.	0.700–0.850	0.000–0.500	0.000–0.000	0.000–1.540	0.350–1.350	0.000–0.000	0.000–0.000	0.000–0.350	0.000–0.000

Veriler, ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir

$p_{Doz}=0.000$ ,  $p_{Depolama\ Süresi}=0.000$ ,  $p_{Doz*Depolama\ Süresi}=0.000$

Aynı uygulama içerisinde ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dönem içerisinde ortak küçük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

#### 4.14. Duyusal Analiz

Duyusal değerlendirme gıdaların çeşitli özelliklerinin görme, koklama, tatma, dokunma ve/veya işitme duyularına etki etmesini ölçen, analiz eden ve açıklayan bir disiplindir (Dermirci Ercoşkun, 2009). Farklı dozların uygulandığı natürel iç findıkta depolama süresince meydana gelen lezzet, sertlik, acılaşıma ve koku değişiklikleri yansıtan 8 panelistin duyusal değerlendirme puanları Çizelge 4.33, 4.34, 4.35, 4.36 ve 4.37’de sunulmuştur. Duyusal panel sonuçları parametrik olmayan (non-parametrik) istatistik metotlarından Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir.

Lezzet özelliğinin değerlendirildiği Çizelge 4.33 incelendiğinde farklı doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde depolama süresince lezzet üzerinde panelistler tarafından belirlenen değerler arasındaki fark 1 kGy dozun uygulandığı grup dışında tüm gruplarda önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy grupları 9. ay sonuna kadar lezzet değerlerinden 4 (iyi) ve 3 (kabul edilebilir) arasında değişkenlik gösteren puanlar almış, ancak 12. ay sonunda puanlar 2 (kötü)’ye düşmüştür. 15 ve 18. ay sonunda puanlar tekrar 3 (kabul edilebilir) ile 4 (iyi) değerlerine yükselmiştir. Herbir analiz dönemi içerisinde farklı doz grupları değerlendirildiğinde meydana gelen farklılıkların önemli olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ).

Sertlik özelliğinin değerlendirildiği Çizelge 4.34 incelendiğinde farklı doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde depolama süresince sertlik değerlerinde panelistler tarafından belirlenen değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Kontrol, 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy grupları 9. ay sonuna kadar sertlik değerlerinden 4 ve 3 (sert) arasında değişkenlik gösteren puanlar almış, ancak 12. ay sonunda puanlar 2 (kötü) ve 1 (yumuşak)’e düşmüştür. 15 ve 18. ay sonunda puanlar tekrar 3 (sert) değerlerine yükselmiştir. Herbir analiz dönemi içerisinde farklı doz grupları değerlendirildiğinde meydana gelen farklılıklar yalnızca 15. ay sonunda istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 15. ay sonunda kontrol grubu 2.5 puan alırken 1.5 kGy grubu 3 puan almış ve bu iki grup arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Acılaşıma özelliğinin değerlendirildiği Çizelge 4.35 incelendiğinde farklı doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde depolama süresince acılaşıma değerlerinde



panelistler tarafından belirlenen değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol ve 0.5 kGy grubunda 6. ay sonuna kadar acılaşıma hissedilmemiştir (0 puan). 1 kGy dozun uygulandığı grupta başlangıç değerlendirmesinde acılaşıma hissedilmemiş (0 puan) ancak 3. ay sonunda çok az miktarda (1 puan) acılaşımanın olduğu görülmüştür ancak 6. ay sonunda yine 0 puan almıştır. 1 kGy’de acılaşıma 9 aylık depolama sonrasında başlamıştır. 1.5 kGy’de başlangıçta acılaşıma çok az hissedilmiş (1 puan) ancak depolama süresi uzadıkça (3, 6 ve 9 aylık depolama sonrasında) hissedilmemiştir. Herbir analiz dönemi içerisinde farklı doz grupları değerlendirildiğinde meydana gelen farklılıkların önemli olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ).

Koku (kötü) özelliğinin değerlendirildiği Çizelge 4.36 incelendiğinde farklı doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde depolama süresince kötü koku üzerinde panelistler tarafından belirlenen değerler arasındaki fark 1 kGy dozun uygulandığı grup dışında tüm gruplarda önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol, 0.5 kGy ve 1 kGy gruplarında 12. ay sonuna kadar kötü koku hissedilmemiştir (0 puan). Kontrol ve 0.5 kGy gruplarında daha sonraki depolama süresi boyunca koku hissedilmeye başlanmıştır. 1 kGy grubunda da 12 aylık depolamadan sonra puanlama artış olmuş ancak bu artış önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). 1.5 kGy grubunda ilk dönem az miktarda kötü koku hissedilmiş (1.5 puan) ancak daha sonraki 3, 6 ve 9. ay sonunda yapılan değerlendirmelerde hissedilmemiştir (0 puan). Ancak 12 ay sonra koku tekrar hissedilmeye başlanmıştır. Herbir analiz dönemi içerisinde farklı doz grupları değerlendirildiğinde meydana gelen farklılıklar 9. ve 12. ay sonunda önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Renk özelliğinin değerlendirildiği Çizelge 4.37 incelendiğinde farklı doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde depolama süresince renk değerlerinde panelistler tarafından belirlenen değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol ve 1.5 kGy grubunda 9. ay, 0.5 ve 1 kGy grubunda ise 12. ay sonuna kadar renk değerleri 4 (iyi) puan almış, daha sonraki depolama süresinde düşüş başlamıştır. Herbir analiz dönemi içerisinde farklı doz grupları değerlendirildiğinde meydana gelen farklılıkların önemli olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ).

Duyusal analizde yapılan puanlamalardaki düşüşler, serbest yağ asidi ve peroksit değerlerindeki değişimlerle paralellik göstermektedir. 9 aylık depolama sonrasında peroksit ve serbest yağ asidi değerlerinin kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek seviyelere ulaşmıştır. Bu değişiminin 12 aylık depolama sonrasında hissedilebilir hale geldiği söylenebilir.

Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamalarının incelendiği çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda ışın dozlarının duyusal özellikler üzerine etkisinin olmadığı belirtilirken (Al-Bachir, 2004; Gölge ve Ova, 2008; Mexis ve Kontominas, 2009b; Taipina ve ark., 2009), etkili olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur. Sanchez-Bel ve ark., (2008), iç bademlerde 7 kGy'e kadar uygulanan e-beam ışınlarının duyusal özelliklere etkisinin olmadığını, 10 kGy doz uygulamasının duyusal değerleri düşürdüğünü bildirmiştir. Mexis ve Kontominas (2009a) kajularda 3 kGy'in altındaki değerlerde duyusal değerlerde değişim olmadığını ancak yüksek dozlarda olduğunu ortaya koymuştur.

**Çizelge 4.33.** Lezzet özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							p
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	4.0 (3.0–5.0) 40.44A	4.0 (2.0–5.0) 32.50AB	4.0 (2.0–5.0) 34.75A	3.0 (3.0–3.0) 21.00AB	2.0 (0.0–3.0) 8.81B	4.0 (3.0–4.0) 32.56AB	3.0 (2.0–5.0) 29.44AB	0.001**
	4.0 3.0–4.0 41.13A	4.0 2.0–4.0 34.25AB	3.0 2.0–5.0 26.25AB	3.0 2.0–5.0 25.63AB	2.5 2.0–4.0 15.88B	4.0 3.0–4.0 35.38AB	3.0 3.0–3.0 21.00AB	
<b>0.5</b>	3.5 3.0–4.0 34.00	3.0 3.0–4.0 31.63	3.0 1.0–4.0 26.25	3.0 2.0–5.0 32.44	2.0 1.0–3.0 12.94	4.0 2.0–4.0 31.13	4.0 2.0–4.0 31.13	0.109 <sup>ös</sup>
	4.0 2.0–4.0 31.50A	4.0 3.0–4.0 37.25A	4.0 2.0–4.0 34.13A	4.0 2.0–4.0 29.94AB	2.0 1.0–3.0 7.94B	3.0 3.0–4.0 29.38AB	3.0 3.0–4.0 29.38AB	
<b>1</b>	4.0 2.0–4.0 31.50A	4.0 3.0–4.0 37.25A	4.0 2.0–4.0 34.13A	4.0 2.0–4.0 29.94AB	2.0 1.0–3.0 7.94B	3.0 3.0–4.0 29.38AB	3.0 3.0–4.0 29.38AB	0.004**
p-Değeri	0.123 <sup>ös</sup>	0.611 <sup>ös</sup>	0.354 <sup>ös</sup>	0.856 <sup>ös</sup>	0.186 <sup>ös</sup>	0.754 <sup>ös</sup>	0.724 <sup>ös</sup>	

Veriler sırasıyla Medyan, (Minimum-Maksimum), *Rank Ortalaması* şeklinde ifade edilmiştir

\*\* , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ); \*\*\*Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.001$ )

<sup>ös</sup>, Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli değil ( $p > 0.05$ )

Aynı dozda ortak büyük harfi olmayan depolama süresi arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

Aynı dönemde ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 4.34.** Sertlik özelliği için tanıttıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							p
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	4.0	4.0	4.0	3.0	1.0	2.500	3.0	0.000***
	2.0–4.0	3.0–4.0	3.0–5.0	3.0–3.0	0.0–3.0	2.0–3.0	2.0–4.0	
	39.06A	38.50A	40.88A	26.00AB	7.19B	18.25ABb	29.63AB	
<b>0.5</b>	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	0.000***
	3.0–4.0	4.0–4.0	1.0–4.0	3.0–4.0	1.0–3.0	3.0–3.0	3.0–4.0	
	29.13AB	47.50A	26.94AB	32.19AB	11.63B	23.00Bab	29.13AB	
<b>1</b>	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	0.001**
	2.0–4.0	3.0–4.0	3.0–4.0	3.0–4.0	1.0–3.0	3.0–3.0	3.0–4.0	
	26.13AB	37.63A	40.75A	31.38A	10.25B	22.00ABab	31.38AB	
<b>1.5</b>	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	0.001**
	2.0–4.0	3.0–4.0	3.0–4.0	3.0–3.0	1.0–3.0	3.0–4.0	3.0–3.0	
	29.19AB	41.13A	31.75AB	25.50AB	11.56B	34.88Aa	25.50AB	
p-Değeri	0.250 <sup>ös</sup>	0.257 <sup>ös</sup>	0.125 <sup>ös</sup>	0.067 <sup>ös</sup>	0.114 <sup>ös</sup>	0.003	0.515 <sup>ös</sup>	

Veriler sırasıyla Medyan, (Minimum-Maksimum), *Rank Ortalaması* şeklinde ifade edilmiştir

\*\* , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ); \*\*\*Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.001$ )

<sup>ös</sup>, Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli değil ( $p > 0.05$ )

Aynı dozda ortak büyük harfi olmayan depolama süresi arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

Aynı dönemde ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 4.35.** Acılaşma özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							p
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	0.0	0.0	0.0	1.0	3.5	2.5	1.5	0.000***
	0.0–3.0	0.0–2.0	0.0–0.0	0.0–2.0	2.0–4.0	0.0–4.0	0.0–4.0	
	18.75A	22.13A	15.00B	27.13A	47.00A	37.63A	31.88A	
<b>0.5</b>	0.0	0.0	0.0	0.500	3.500	1.0	2.0	0.000***
	0.0–1.0	0.0–1.0	0.0–1.0	0.0–4.0	2.0–4.0	0.0–3.0	1.0–3.0	
	15.38BC	20.13B	15.38BC	27.88ABC	48.75A	32.88ABC	39.13A	
<b>1</b>	0.0	1.0	0.0	2.0	3.500	3.0	0.0	0.003**
	0.0–3.0	0.0–2.0	0.0–2.0	0.0–2.0	3.0–4.0	0.0–4.0	0.0–4.0	
	20.94B	26.19AB	17.06B	26.25AB	47.75A	34.00AB	27.31AB	
<b>1.5</b>	1.0	0.0	0.0	0.0	3.500	2.0	2.0	0.000***
	0.0–5.0	0.0–1.0	0.0–0.0	0.0–3.0	3.0–4.0	1.0–3.0	0.0–3.0	
	27.25AB	17.00B	13.00B	25.19B	49.50A	37.81AB	29.75AB	
p-Değeri	0.129 <sup>ös</sup>	0.104 <sup>ös</sup>	0.261 <sup>ös</sup>	0.954 <sup>ös</sup>	0.931 <sup>ös</sup>	0.716 <sup>ös</sup>	0.903 <sup>ös</sup>	

Veriler sırasıyla Medyan, (Minimum-Maksimum), *Rank Ortalaması* şeklinde ifade edilmiştir

\*\* , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ); \*\*\*Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.001$ )

<sup>ös</sup> , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli değil ( $p > 0.05$ )

Aynı dozda ortak büyük harfi olmayan depolama süresi arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

Aynı dönemde ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 4.36.** Koku (Kötü) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							p
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	2.0	0.000***
	0.0–4.0	0.0–3.0	0.0–0.0	0.0–0.0	2.0–3.0	0.0–4.0	0.0–3.0	
	41.13A	21.50AB	16.50B	16.50Bb	42.25Aa	32.25AB	29.38AB	
<b>0.5</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	2.0	0.002**
	0.0–4.0	0.0–3.0	0.0–0.0	0.0–0.0	2.0–3.0	0.0–4.0	0.0–3.0	
	29.38AB	24.63AB	17.00B	17.00Bb	41.25Aa	37.94AB	32.31AB	
<b>1</b>	3.0	0.0	0.0	0.0	1.500	2.0	2.0	0.082 <sup>ös</sup>
	0.0–3.0	0.0–4.0	0.0–0.0	0.0–3.0	1.0–3.0	0.0–3.0	0.0–3.0	
	35.44	24.75	14.50	27.06a	35.13b	31.31	31.31	
<b>1.5</b>	1.500	0.0	0.0	0.0	1.500	1.500	2.0	0.001**
	0.0–3.0	0.0–5.0	0.0–0.0	0.0–0.0	1.0–2.0	0.0–3.0	1.0–3.0	
	32.50AB	25.50AB	15.50B	15.50Bb	37.50ABb	32.50AB	40.50A	
p-Değeri	0.539 <sup>ös</sup>	0.978 <sup>ös</sup>	1.000 <sup>ös</sup>	0.022	0.007	0.679 <sup>ös</sup>	0.835 <sup>ös</sup>	

Veriler sırasıyla Medyan, (Minimum-Maksimum), *Rank Ortalaması* şeklinde ifade edilmiştir

\*\* , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ); \*\*\*Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.001$ )

<sup>ös</sup> , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli değil ( $p > 0.05$ )

Aynı dozda ortak büyük harfi olmayan depolama süresi arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

Aynı dönemde ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

**Çizelge 4.37.** Renk özelliği için tanıttıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

Doz (kGy)	Depolama Süresi							p
	Başlangıç	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	15 ay	18 ay	
<b>Kontrol</b>	5.0	4.0	4.0	3.0	2.500	3.0	3.0	0.000***
	4.0-5.0	4.0-4.0	3.0-5.0	3.0-4.0	2.0-3.0	2.0-4.0	2.0-4.0	
	48.88A	38.00AB	34.31ABC	25.81ABC	11.75C	18.31BC	22.44BC	
<b>0.5</b>	4.500	4.0	4.0	4.0	2.500	3.0	3.500	0.001**
	4.0-5.0	3.0-4.0	2.0-5.0	3.0-4.0	2.0-4.0	2.0-4.0	3.0-4.0	
	45.50A	31.75AB	32.50AB	29.13AB	13.13B	21.00B	26.50AB	
<b>1</b>	4.0	4.0	4.0	4.0	2.500	3.0	3.0	0.000***
	2.0-5.0	4.0-4.0	3.0-4.0	3.0-4.0	2.0-3.0	2.0-4.0	3.0-3.0	
	38.50AB	40.50A	37.63AB	31.88ABC	10.75C	22.75ABC	17.50BC	
<b>1.5</b>	4.0	4.0	4.0	3.0	2.500	3.500	3.0	0.000***
	4.0-5.0	4.0-5.0	2.0-4.0	2.0-4.0	2.0-3.0	3.0-4.0	3.0-4.0	
	42.50A	42.50A	31.38AB	21.44AB	10.00B	27.25AB	24.44AB	
p-Değeri	0.204 <sup>ös</sup>	0.051 <sup>ös</sup>	0.950 <sup>ös</sup>	0.420 <sup>ös</sup>	0.993 <sup>ös</sup>	0.513 <sup>ös</sup>	0.258 <sup>ös</sup>	

Veriler sırasıyla Medyan, (Minimum-Maksimum), *Rank Ortalaması* şeklinde ifade edilmiştir

\*\* , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ); \*\*\*Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli ( $p < 0.001$ )

<sup>ös</sup> , Kruskal-Wallis testine göre istatistik olarak önemli değil ( $p > 0.05$ )

Aynı dozda ortak büyük harfi olmayan depolama süresi arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

Aynı dönemde ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark Dunn testine göre farklıdır ( $p < 0.05$ )

#### 4.15. Işın Uygulamalarının Böcek Bulaşıklığına Etkisi

Üç farklı dozda gama ışını uygulanan fındıklarda uygulamadan sonraki sayım sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Değerlendirmeler ölü larvalar üzerinden yapılmıştır. Ergin bireylerin, belirtilen gruplar dışındakilerde hepsinin öldükleri saptanmıştır.

**Çizelge 4.38.** *Plodia interpunctella* ile bulaşık fındıklara 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarında gama ışını uygulamasından sonraki 30. gündeki etki ölüm oranları

	0.5 kGy	1 kGy	1.5 kGy
1. kavanoz	% 23 ölüm	% 20 ölüm	% 34 ölüm
2. kavanoz	% 16 ölüm (5 canlı ergin)	% 20 ölüm	% 35 ölüm
3. kavanoz	% 10 ölüm	% 34 ölüm	% 30 ölüm
4. kavanoz	% 30 ölüm	% 15 ölüm	% 20 ölüm
5. kavanoz	% 15 ölüm	% 58 ölüm	% 15 ölüm
6. kavanoz	% 12 ölüm (1 canlı ergin)	% 24 ölüm	% 45 ölüm
Ortalama	% 18 ölüm	% 29 ölüm	% 30 ölüm

Bu değerler elde edildikten 1 ay sonra 2. sayım yapılmış olup elde edilen değerler Çizelge 4.39’da verilmiştir. Bu değerlendirmelerde de yine ölü larva sayıları dikkate alınmıştır.

**Çizelge 4.39.** *Plodia interpunctella* ile bulaşık fındıklara 0.5, 1 ve 1.5 kGy dozlarında gama ışını uygulamasından sonraki 60. gündeki etki ölüm oranları

	0.5 kGy	1 kGy	1.5 kGy
1. kavanoz	% 15 ölüm	% 84 ölüm	% 100 ölüm
2. kavanoz	% 8 ölüm	% 70 ölüm (2 ergin)	% 96 ölüm
3. kavanoz	% 15 ölüm	% 74 ölüm	% 100 ölüm
4. kavanoz	% 19 ölüm	% 68 ölüm	% 99 ölüm
5. kavanoz	% 24 ölüm	% 41 ölüm	% 93 ölüm
6. kavanoz	% 6 ölüm	% 89 ölüm	% 99 ölüm
Ortalama	% 15 ölüm	% 71 ölüm	% 98 ölüm

Çizelge 4.39 incelendiğinde 1 ve 1.5 kGy’lık uygulamalar etkili gibi görünmüştür. Ancak 2. sayımdan 1 ay sonra yapılan 3. sayımda tüm uygulama gruplarında ergin bireyler saptanmıştır. Her bir uygulamada elde edilen toplam ergin birey sayıları sırasıyla 0.5 kGy’de 61 adet ergin, 1 kGy’de 117 adet, 1.5 kGy’de 123 adet ergin sayılmıştır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere gama ışınının uygulanan üç farklı doz uygulamasında da *P. interpunctella* ‘da % 100 ölüm meydana gelmemiştir.



Ancak natürel iç fındıklara yapılan bulaştırmanın oldukça yoğun olduğu dikkate alınırsa elde edilen ölüm oranlarının oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ürün üzerindeki zararlı popülasyonunu hedef alan ışın uygulamalarında, zararlının içinde bulunduğu büyüme dönemi ışının etkinliği açısından önem taşımaktadır. Aye ve ark., (2008), *Plodia interpunctella*'nın gelişme ve yumurta çatlaması, pupa oluşumu, erginlerin pupadan çıkışı ve yumurtlama gibi çoğalmasa üzerine gama ışınının engelleyici etkisini araştırdıkları çalışmada yumurta çatlamasının 0.5 kGy ve daha üst dozlarda tamamen inhibe edilebildiği ancak erginlerin pupadan çıkışlarının 1 kGy dozda bile tamamen engellenemediği sonucuna varmışlar. Johnson ve Vail (1989), *Plodia interpunctella* ve *Amyelois transitella*'nın larvalarını ışınlamış ve tüm dozlarda ergin oluşumunun engellenebildiği görülmüştür. Özyardımcı ve ark., (2006) ışın uygulaması yaptıkları *Plodia interpunctella* ve *Ephestia cautella*'nın yumurta gelişimlerinin engellenmesi için gerekli dozları sırasıyla 450 ve 300 Gy olduğunu ve 1 kGy dozun uygulandığı hiçbir örnekte (tüm dönemlerdeki) ergin birey oluşturmadığı sonucunu bulmuşlardır.

## 5.SONUÇ

Vakumlu polietilen ambalajlarda bulunan natürel iç fındıklara farklı dozlarda (kontrol, 0.5, 1 ve 1.5 kGy) yapılan gama ışını uygulaması ardından 20°C sıcaklık ve %55-60 nemde depolamanın yapıldığı çalışmaya ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Toplam yağ miktarı bakımından, ışınlamadan hemen sonra yapılan analizde ışın dozu arttıkça yağ miktarının da arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). Toplam yağ miktarında meydana bu gelen değişimin çalışmada kullanılan örneklerdeki farklı çeşit yoğunluğundan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Diğer taraftan depolama süresi uzadıkça toplam yağ miktarı azalma göstermiştir. Depolama süresince fındıkların toplam yağ miktarında bir değişim beklenmemekte, belirlenen bu değişim tam olarak açıklanamamaktadır.

Işın uygulamasından hemen sonra yapılan ölçümlerde serbest yağ asidi miktarı bakımından gruplar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Depolama süresi arttıkça gruplar arasında istatistik olarak farklılıklar oluşmaya başlamıştır. Yeme kalitesi açısından serbest yağ asidi değerinin % 1'in üzerine çıkması istenmemektedir. Farklı dozların uygulandığı gruplarda ışınlamanın hemen ardından yapılan ölçümlerde ve 6 aylık depolamada bu değer üzerine çıkılmamıştır. Kontrol ve 1.5 kGy grupları 9 aylık depolama sonrasında % 1'in üzerinde serbest yağ asidi değerleri almıştır.

Peroksit değerleri incelendiğinde ise ışın uygulamasından hemen sonra yapılan ölçümlerde doz artışı ile birlikte peroksitte de artışının meydana geldiği ancak bu artışın istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür. Depolama süresi arttıkça peroksit değerlerinin de yükseldiği ancak belirli bir pik değeri yaptıktan sonra tekrar düşüşe geçtiği belirlenmiştir. Maksimum peroksit değerlerine kontrol ve 0.5 kGy grubunda 9 aylık depolama sonunda, 1 kGy ve 1.5 kGy grubunda ise 12 aylık depolama süresi sonunda saptanmıştır. Peroksitler stabil ürünler değildir. İkincil ürünlere parçalanarak ürünün renk, tekstür, tat, koku ve lezzetini olumsuz olarak etkilemektedirler. Bu durum, çalışmada ilerleyen depolama süresince peroksit değerinde meydana gelen düşüş ve bu dönemlere ait duyusal analizlerde ürünlerin lezzet, renk ve sertlik ile ilgili puanlarında düşüş; acılaşıma ve kötü koku puanlarındaki artış ile teyid edilmiştir. Fındık piyasasında peroksit değerinin 1

meqO<sub>2</sub>/kg'ın üzerinde olması istenmemektedir. Bu değer 1 kGy grubunda 3 ay, kontrol ve 1.5 kGy grubunda 6 ay, 0.5 kGy grubunda ise 9 ay sonra aşılmıştır.

Işın uygulamasının hemen ardından yapılan ham protein analizinde tek başına doz faktörünün ham protein miktarına bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

HCl'de çözünmeyen kül miktarı uygulanan dozlara göre farklılık göstermiştir. En yüksek HCl'de çözünmeyen kül miktarı 1 kGy grubunda görülmüştür ve depolama süresince istatistiksel bir değişim göstermemiştir.

Yağ asitleri dağılımı üzerine doz faktörü ve doz\*depolama süresi interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır. Tekli doymamış yağ asitleri dışındaki tüm asitlerde depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Yağ asitlerinde istatistik olarak meydana gelen değişimin sayısal olarak pratikte problem oluşturmayacak değerler olduğu söylenebilir. Bu nedenle çalışmada yağ asitleri bakımından natürel iç fındıkta depolamayı sınırlandırabilecek bir sonucun ortaya çıkmadığını söyleyebilir.

Çalışmada kullanılan dozların su aktivitesi, ham lif ve nem miktarı değerleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Su aktivitesi ve ham lif değerleri depolama süresince değişim göstermiştir.

Renk değişimi üzerine doz faktörüne kıyasla depolama süresi daha etkili olmuştur. Depolama süresi arttıkça iç renk ölçümlerinde b\*, dış renk ölçümlerinde a\* değerinde artış meydana gelmiştir. Un ölçümlerinde ise depolama süresi sonunda L\* değeri azalmıştır. Meydana gelen bu değişimin depolama süresince peroksit ve serbest yağ asidi miktarlarında meydana gelen artıştan kaynaklandığı düşünülebilir.

E vitamini değeri üzerine hem kullanılan gama ışını dozlarının hem de depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulanan doz miktarı arttıkça E vitamini değerinde düşüş meydana gelmiştir. Depolama süresi boyunca değerlerde dalgalanma görülmüştür.

Toplam canlı ve küf-maya sayısı üzerine doz, depolama süresi ve doz\*depolama süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Doz artışı ile birlikte her iki parametrede de azalmalar meydana gelmiştir.

Çalışmada kullanılan farklı gama ışını dozlarının *P. interpunctella* 'yı % 100 yok etmediği görülmüştür. Ancak ışın uygulaması öncesinde yapılan bulaştırmanın çok

yoğun olduğu düşünülürse elde edilen ölüm oranlarının oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada kullanılan dozların natürel iç fındıkta incelenen özellikler bakımından tüketimini olumsuz yönde etkileyebilecek bir etkisinin görülmediği söylenebilir. Mikrobiyolojik yük ve böcek yüküne etkisi bakımından en etkili dozun 1.5 kGy olduğu ve bu dozda natürel iç fındığın fiziksel ve kimyasal değişimlerinin kontrol grubu ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Duyusal olarak da tatta değişim tüm doz gruplarında aynı dönemde (12 aylık depolama sonunda) hissedilmiştir. Ancak, yasal olarak böceklenme için 1 kGy maksimum doza izin verildiği dikkate alınacak olursa bu dozun önerilmesi uygun olacaktır. 1 kGy ışınlamada da mikrobiyolojik sayılarda önemli düşüşler elde edilmiştir. Bu doz ile ışınlanmış ürünler serbest yağ asidi ve peroksit üst değerlerini aşmadan 20°C ve % 55-60 nemde, vakumlu paketlerde 3 ay depolanabilir. Diğer özellikler açısından ise fındıklarda depolamanın hiçbir aşamasında depolamayı sınırlandırıcı değere ulaşmamıştır.

Yapılan çalışmada elde edilen veriler natürel iç fındıkta yapılacak ışın uygulamaları ile ilgili yeni araştırmalara temel oluşturmuştur. Yeni kurgulanacak çalışmalarda gama ışınının natürel iç fındık üzerindeki etkisinin hücresel düzeyde de incelenmesinin sonuçların yorumlanmasında fayda sağlayacağı sonucu ortaya konulmuştur. Ayrıca, Türkiye'nin pazara sunulan fındıklarda çeşit bazında bir ayırım yapılmadığı için çalışmada da böyle bir ayırım yapılmamış, karışık çeşitleri içeren örnekler kullanılmış ve bu durum bazı özelliklerdeki değişimlerin kaynağının tam olarak açıklanamaması ile sonuçlanmıştır. Bu nedenle, yeni çalışmalarda örneklerin fındık çeşitleri bazında ayrı ayrı alınmasının değerlendirme ve yorumların daha sağlıklı yapılmasını sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahmed, M. 2001. Food Irradiation, Principles and Applications, New York, pp: 129-158.
- Al-Bachir, M. 2004. Effect of gamma irradiation on fungal load, chemical and sensory characteristics of walnuts (*Juglans regia* L.), Journal of Stored Products Research, 40: 355-362.
- Al-Bachir, M. 2015. Studies on the physicochemical characteristics of oil extracted from gamma irradiated pistachio (*Pistacia vera* L.), Food Chemistry, 167: 175-179.
- Alkan, H., 2011. Gamma-Pak ışınlanmış gıdayı Türkiye'ye yayacak, Gıda Teknolojisi Dergisi, 58-59.
- Anonim, 1983. Recommended International Code of Practice for the Operation of Irradiation Facilities Used for the Treatment of Foods, CAC/RCP 19-1979 (Rev. 1-1983).
- Anonim, 1986. Irradiation Disinfestation of Dried Fruits and Nuts, A Final Report from the United States Department of Agriculture Agricultural Research Service and Economic Research Service, Edited by A.A. Rhodes to United States Department of Energy Energy Technologies Division, Interagency Agreement Number DE-A104-83AL24327, June 1.
- Anonim, 1989. Mikrobiyoloji-Maya ve Küf Sayımında Genel Kurallar- 25<sup>0</sup>C'de Koloni Sayım Tekniği, Türk Standartları Enstitüsü, TS 6580, Ankara.
- Anonim, 1990a. Oils and fats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, 15th. Ed., p. 485-518.
- Anonim, 1990b. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, 5th Ed., American Oil Chemist Society, Illinois, USA.
- Anonim, 1993. İşlenmiş İç Fındık, Türk Standartları Enstitüsü, TS 1917, Ankara.
- Anonim, 2000. Determination of fatty acid composition in olive oils: methylation methods (Paragraph 5 in 2.301 IUPAC Method "For Preparation of the Fatty Acids Methyl Esters" or Paragraph 4 in Commission Regulation CEE/72/77) International Olive Oil Council Analytical Methods.
- Anonim, 2001a. Standardized methods to verify absorbed dose in irradiated food for insect control, Proceedings of a final research co-ordination meeting organized by the joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture and held in Cascais, Portugal, 30 March-3 April 1998, International Atomic Energy Agency, March, 2001.
- Anonim, 2001b. İç Fındık, Türk Standartları Enstitüsü, TS 3075, Ankara.
- Anonim, 2003. Gıda Işınlama Yönetmeliği, Ankara.
- Anonim, 2004a. Operating manual Novasina AW Sprint TH 500 water activity analyzers. Switzerland
- Anonim, 2004b., Mikrobiyoloji-Gıda ve Hayvan Yemleri-Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem- 30<sup>0</sup>C'ta Koloni Sayım Tekniği, Türk Standartları Enstitüsü, TS 7703 EN ISO 4833, Ankara.

- Anonim, 2006. Food irradiation questions and answers (FIPA), Food irradiation processing alliance.
- Anonim, 2011a. Karadeniz İhracatçılar Birliği.
- Anonim, 2011b. <http://www.foodnavigator-usa.com/Business/Hazelnuts-recalled-on-salmonella-fears> (Erişim Tarihi: 07/03/2011)
- Anonim, 2011c. <http://articles.latimes.com/2011/mar/07/news/la-heb-hazelnuts-skipppy-peanut-butter-recall-20110307>. (Erişim Tarihi:07/03/2011)
- Anonim, 2015a. [faostat3.fao.org/download/Q/QC/E](http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E). (Erişim Tarihi: 05/02/2015).
- Anonim, 2015b. [faostat3.fao.org/download/T/TP/E](http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E). (Erişim Tarihi: 05/02/2015).
- Anonim, 2015c. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3698-> (Erişim tarihi: 29.01.2015)
- Antonio, A.L., Fernandes, A., Barreira, J.C.M., Bento, A., Botelho, M.L., Ferreira, I.C.F.R. 2011. Influence of gamma irradiation in the antioksidant potential of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) fruits and skins, Food and Chemical Toxicology, 49: 1918-1923.
- Antonio, A.L., Ramalhosa, E., Bento, A., Trindade, M., Sanchez, G., Botelho, M.L., Quintana, B. 2012a. Compartment modelling in drying of gamma irradiated chestnut fruits, 7<sup>TH</sup> International Conference on Simulation and modelling in the food and Bio-Industry, 18-20 June, Freising, Germany.
- Antonio, A. L., Ramalhosa, E., Quintana, B., Botelho, M. L., Bento, A., Ferreira, I. C. F. R. 2012b. Effects of gamma irradiation on physico-chemical parameters of chestnut fruits, 1<sup>st</sup> workshop on food irradiation in the Mediterranean region, 14-17 March, Thessaloniki, Greece. (Özet)
- Antonio, A. L., Botelho, L., Quintana, B., Bentol, A., Ramalhosa, E. 2012c. Gamma irradiation of chestnuts: Dosimetric study and its influence in drying, The first North and East European congress on food, 22-24 April, St. Petersburg, Russia. (Özet)
- Antonio, A.L., Caroch, M., Bento, A., Rafalski, A., Quintana, B. 2013a. Influence of e-beam postharvest irradiation in the colour of four European chestnut fruit varieties of *Castanea sativa* Mill. 1<sup>st</sup> Annual International Interdisciplinary Conference, AIIC 2013, 24-26 April, Azores, Portugal.
- Antonio, A.L., Fernandes, A., Bento, A., Ferreira, A., Trigo, M.J., Botelho, M.L., Quintana, B., Ramalhosa, E. 2013b. Gamma irradiation preservation of chestnut fruits: Effects on color and texture, European Scientific Journal, 3: 239-245.
- Ashraf, M., Brower, J.H., Tilton, W. 1971. Effect of gama radiation on the larval midgut of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae), Radiation Res., 45: 349-354.
- Aye, T.T., Shim, J., Ha, D., Kwon, Y., Kwon, J., Lee, K. 2008. Effects of gamma irradiation on the development and reproduction of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Pyralidae), Journal of Stored Products Research, 44: 77-81.
- Aytaç, S.A., 1986. Soğukta depolanan limonlardaki küfler üzerine radyasyon ve koruyucu maddenin etkisi. TOVAG 561 nolu proje kesin sonuç raporu, Ankara.

- Barreira, J. C. M., Antonio, A. L., Günaydi, T., Alkan, H., Bento, A., Botelho, M. L., Ferreira, I. C. F. R. 2012. Chemometric characterization of gamma irradiated chestnuts from Turkey, *Radiation Physics and Chemistry*, 81: 1520-1524.
- Barreira, J. C. M., Carocho, M., Ferreira, I. C. F. R., Antonio, A. L., Kaluska, I., Botelho, M. L., Bento, A., Oliveira, M. B. P. P. 2013. Effects of gamma and electron beam irradiations on the triacylglycerol profile of fresh and stored *Castanea sativa* Miller samples, *Postharvest Biology and Technology*, 81: 1-6.
- Basaran, P., Akhan, Ü. 2010. Microwave irradiation of hazelnuts for the control of aflatoxin producing *Aspergillus parasiticus*, *Innovative Food Science and Engineering Technologies*, 11: 113-117.
- Başoğlu, F., 1987. Bazı soya çeşitlerinde elde edilen ham yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, *Gıda dergisi*, 1987. Cilt 3.
- Bhattacharjee, P., Singhal, R.S., Gholap, A.S., Variyar, P.S., Bongirwar, D.R. 2003a. Hydrocarbons as marker compounds for irradiated cashew nuts, *Food Chemistry*, 80: 151-157.
- Bhattacharjee, P., Singhal, R.S., Gholap, A.S., Variyar, P.S., Bongirwar, D.R. 2003b. Compositional profiles of  $\gamma$ -irradiated cashew nuts, *Food Chemistry*, 80: 159-163.
- Bhatti, I.A., Ashraf, S., Shadid, M., Asi, M.R., Mehboob, S. 2010. Quality index of oils extracted from  $\gamma$  irradiated peanuts (*Arachis hypogaea* L.) of the golden and bari varieties, *Applied Radiation and Isotopes*, 68: 2197-2201.
- Bhatti, I.A., Iqbal, M., Anwar, F., Shadid, S.A., Shadid, M. 2013. Quality characteristics and microbiological safety evaluation of oils extracted from gamma irradiated almond (*Prunus dulcis* Mill.) seeds, *Grasas Y Aceites*, 64(1): 68-76.
- Bingol, G., Yang, J., Brandl, M.T., Pan, Z., Wang, H., McHugh, T.H. 2011. Infrared pasteurization of raw almonds, *Journal of Food Engineering*, 104: 387-393.
- Bogunovic, M., Katusin-Razem, B., Duric-Bezmalinovic, S., Razem, D. 1993. Chemical and organoleptic investigations of hazelnut irradiated with multiple disinfestation doses, *Prehrambeno-tecnol. Biotehnol. Rev*, 31 (2-3): 83-88.
- Bostan, S.Z., Koç Güler, S. 2012. Sert kabuklu meyvelerde ışın uygulamaları, *Akademik Gıda*, 10(3), 104-109.
- Carocho, M., Antonio, A.L., Barros, L., Bento, A., Botelho, M.L., Kaluska, I., Ferreira, I.C.F.R. 2012. Comparative effects of gamma and electron beam irradiation on the antioksidant potential of Portuguese chestnut (*Castanea sativa* Mill.), *Food and Chemical Toxicology*, 50 (10): 3452-3455.
- Carocho, M., Antonio, A.L., Barreira, J.C.M., Rafalski, A., Bento, A., Ferreira, I.C.F.R. 2014. Validation of gamma and electron beam irradiation as alternative conservation technology for European chestnuts, *Food and Bioprocess Technology*, 7(7): 1917-1927.
- Cemeroğlu, B., Acar, J. 1986. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği* No:6, Ankara.
- Cemeroğlu, B.S., 2011. Meyve ve sebzelerin bileşiminde bulunana başlıca maddeler. *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*, Cilt 1, Nobel, Ankara, s: 46

- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. 2013. Su aktivitesinin gıdaların bozulması ile ilişkisi. Meyve ve sebze işleme teknolojisi, 3, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:28, Ankara, s:559.
- Certel, M., Uslu, M.K., 2006. Gama ve UV ışınlarının yenilebilir/biyolojik olarak parçalanabilir filmler üzerine etkisi. TOVAG105O695 nolu proje kesin raporu, Antalya.
- Çetinkaya, N. 2010. Gıda Işınlama, TAEK, Ankara.
- Das, I., Shah, N.G., Kumar, G. 2014. Properties of walnut influenced by short time microwave treatment for disinfestation of insect infestation, Journal of Stored Product Research, 59: 152-157.
- Di Stefano, V., Pitonzo, R., Bartolotta, A., D'Oca, M.C. 2014a. Effects of  $\gamma$ -irradiation on the  $\alpha$ -tocopherol and fatty acid content of raw unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*), LTW- Food Science and Technology, 59: 572-576.
- Di stefano, V., Pitonzo, R., Avellone, G. 2014b. Effect of gamma irradiation on aflatoxins and ochratoxin A reduction in almond samples, Journal of Food Research, 3(4): 113-118.
- Dogan, A., Siyakus, G., Severcan, F. 2007. FTIR spectroscopic characterization of irradiated hazelnut (*Corylus avellana* L.), Food Chemistry, 100: 1106-1114.
- El-Rawas, A., Hvizdzak, A., Davenport, M., Beamer, S., Jaczynski, J., Matak, K. 2012. Effect of electron beam irradiation on quality indicators of peanut butter over a storage period, Food Chemistry, 133: 212-219.
- Dermirci Ercoşkun, T, 2009. Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Erkan, M., Pekmezci, M., Basım, H., Karaşahin, I., Şahin, G. 2008. Derim sonrası ultraviyole C (UV-C) ışın ve sıcak su uygulamalarının bütün ve dilimlenmiş domateslerin çürüklük gelişimi ve derim sonrası fizyolojileri üzerine etkileri. TOVAG-COST924(104O220) nolu proje kesin rapor, Antalya.
- Fanaro, G.B., Hassimotto, N.M.A., Bastos, D.H.M., Villavicencio, A.L.C.H. 20015. Effects of  $\gamma$ -radiation on microbial load and antioksidant properties in green tea irradiated with different water activities, Radiation Physics and Chemistry, 107: 40-46.
- Fernandes, A., Barreira, C.J.M., Antonio, A.L., Bento, A., Botelho, M.L., Ferreira, I.C.F.R. 2011a. Assessing the effects of gamma irradiation and storage time in energetic value and in major individual nutrients of chestnuts, Food and Chemical Toxicology, 49 (9): 2429-2432.
- Fernandes, A., Antonio, A., Barros, L., Barreira, J. C. M., , Bento, A., Botelho, M. L., Ferreira, I. C. F. R. 2011b. Low dose  $\gamma$ -irradiation as a suitable solution for chestnut (*Castanea sativa* Miller) conservation: effects on sugars, fatty acids and tocopherols, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59 (18): 10028-10033.
- Fontana, A.J. 2000. Water activity's role in food safety and quality. 2<sup>nd</sup> NSF International conference on food safety, October 11-13, Savannah, GA, USA.



- Gecgel, U., Gumus, T., Tasan, M., Daglioglu, O., Arici, M. 2011. Determination of fatty acid composition of  $\gamma$  irradiated hazelnuts, walnuts, almonds and pistachios, *Radiation Physics and Chemistry*, 80: 578-581.
- Gökmen, V., Acar, J., Akbudak, B., Turan, Z.M. 2006. Kontrollü atmosferde depolama ve ışınlama uygulamalarının patateslerde akrilamid oluşum riski üzerine etkileri. TOVAG 3248 nolu proje kesin raporu, Ankara.
- Gölge, E., Ova, G. 2008. The effects of food irradiation on quality of pine nut kernels, *Radiation Physics and Chemistry*, 77: 365-369.
- Güneş, G., Özçelik, B., Kılıç, M., Aran, N. 2008. Tüketime ve kullanıma hazır gıdaların modifiye atmosferde ambalajlama ve ışınlama teknolojileri ile muhafazası. 105O152 nolu proje kesin raporu, İstanbul.
- Jeong, S., Marks, B.P., Ryser, E.T., Harte, J.B. 2012. Effect of X-ray irradiation on *Salmonella* inactivation and sensory quality of almonds and walnuts as a function of water activity, *International Journal of Food Microbiology*, 153: 365-371.
- Johnson, J.A., Vail, P.V. 1989. Damage to raisin, almonds, and walnuts by irradiated indianmeal moth and navel orangeworm larvae (Lepidoptera: Pyralidae), *J. Econ. Entomol.*, 82(5): 1391-1394.
- Kakashita, G.W., Gerdes, D.L., Hall, W.R. 1995. The effect of gamma irradiation on the quality of english walnuts (*Juglans regia*), *LWT-Food Science and Technology*, 28(1): 17-20. (Özet)
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C., Tarakçıoğlu, C. Fındık Yetiştiriciliği, 2009, Ordu, 13-
- Karagöz, I., Moreira, R.G., Castell-Perez, M.E. 2014. Radiation D10 values for *Salmonella Typhimurium* LT2 and an *Escherichia coli* cocktail in pecan nuts (Kanza cultivar) exposed to different atmospheres, *Food Control*, 39: 146-153.
- Khan, A.A., Khan, H.M., Delincee, H. 2005. DNA Comet Assay-a rapid screening method for detection of irradiated cereals and tree nuts, *Food Control*, 16: 141-146.
- Köksal, A.İ., 2002. Türk Fındık Çeşitleri, Fındık Tanıtım Grubu, Ankara.
- Köksal, A.İ., Arik, N., Şimşek, A., Güneş, N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey, *Food Chemistry*, 99: 509-515.
- Kwon, J., Kwon, Y., Byun, M., Kim, K. 2004. Competitiveness of gamma irradiation with fumigation for chestnuts associated with quarantine and quality security, *Radiation Physics and Chemistry*, 71: 41-44.
- Lanza, C.M., Mazzaglia, A., Paladino, R., Auditore, L., Barna, R.C., Loria, D., Trifiro, A., Trimarchi, M., Bellia, G. 2013. Characterization of peeled and unpeeled almond (*Prunus amygdalus*) flour after electron beam processing, *Radiation Physics and Chemistry*, 86: 140-144.
- Lozoya, J. E. V. 2006. Cultivar and e-beam irradiation effects on phytochemical content and antioxidant properties of pecan kernels. Master of Science, Texas A&M University, Texas.

- Ma, Y.P., Wang, G.L., Liu, X.H., Zhang, Z.J. 2010. Influence of  $^{60}\text{Co}\gamma$ -irradiation on ultrastructure of embryonic cell of fresh walnut during storage, *Acta Bot. Boreali Occident*, 30: 1382-1387.
- Ma, Y., Lu, X., Liu, X., Ma, H. 2013. Effect of  $^{60}\text{Co}\gamma$ -irradiation doses on nutrients and sensory quality of fresh walnuts during storage, *Postharvest Biology and Technology*, 84:36-42.
- Mexis, S.F., Kontominas, M.G. 2009a. Effect of  $\gamma$  irradiation on the physicochemical and sensory properties of cashew nuts (*Anacardium occidentale* L.), *LWT- Food Science and Technology*, 42: 1501-1507.
- Mexis, S.F., Kontominas, M.G. 2009b. Effect of  $\gamma$  irradiation on the physicochemical and sensory properties of hazelnut (*Corylus avellana* L.), *LWT- Food Science and Technology*, 78: 407-413.
- Mitcham, E.J., Veltman, R.H., Feng, X., De Castro, E., Johnson, J.A., Simpson, T.L., Biasi, W.V., Wang, S., Tang, J. 2004. Application of radio frequency treatments to control insects in in-shell walnuts, *Postharvest Biology and Technology*, 33: 93-100.
- O'Keefe, F., Wiley, A., Knauff, A. 1993. Comparison of oxidative stability of high and normal oleic peanut oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70: 482-489. (Özet) (Tam metin istendi)
- Ozyardimci, B., Cetinkaya, N., Denli, E., Ic, E., Alabay, M. 2006. Inhibition of egg and larval development of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) and almond moth *Ephesia cautella* (Walker) by gamma radiation in decorticated hazelnuts, *Journal of Stored Products Research*, 42: 183-196.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. 2007. Ilıman İklim Meyve Türleri Sert Kabuklu Meyveler. İzmir, No: 566, 9, 57, 119, 182,219, 275 s.
- Özçelik, S., Baydar, H., Kaplan, A., Özkan, G., Kuleaşan, H. 2008. Türkiye'de Ticari Öneme Sahip Çay ve Baharat Olarak Kullanılan Bazı Bitkilerin Mikrobiyal ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Işınlamanın Etkisi. TOVAG105O147 nolu proje kesin raporu, Isparta.
- Parakash, A., Manley, J., DeCosta, S., Caporaso, F., Foley, D. 2002. The effects of irradiation on microbiological, physical and sensory qualities of diced tomatoes, *Radiation Physics and Chemistry*, 63 (3-6): 387-396.
- Prakash, A., Lim, F.T., Duong, C., Caporaso, F., Foley, D. 2010. The effects of ionizing irradiation on *Salmonella* inoculated on almonds and changes in sensory properties, *Radiation Physics and Chemistry*, 79: 502-506.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S. 2006. Effect of irradiation and storage on the antioksidative activity of cashew nuts, *Radiation Physics and Chemistry*, 75: 297-300.
- Sanchez-Bel, P., Egea, I., Romojaro, F., Martinez-Madrid, M.C. 2008. Sensorial and chemical quality of electron beam irradiated almonds (*Prunus amygdalus*), *LWT*, 41: 442-449.
- Shim, J., Aye, T.T., Kim, D., Kwon, Y.J., Kwon, J., Lee, K. 2009. Gamma irradiation effects on the introduction of three heat shock protein genes (*piac25*, *hsc70* ve *hsp90*) in the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*, *Journal of Stored Products Research*, 45: 75-81.

- Sinanoglou, V.J., Kokkotou, K., Fotakis, C., Strati, I., Proestos, C., Zoumpoulakis, P. 2014. Monitoring the quality of  $\gamma$ -irradiated macadamia nuts based on lipid profile analysis and Chemometrics. Traceability models of irradiated samples, *Food Research International*, 60: 38-47.
- Taipina, M. S., Lamardo, L. C. A., Rodas, M. A. B., Mastro, N. L. 2009. The effects of gamma irradiation on the vitamin E content and sensory qualities of pecan nuts (*Carya illionensis*), *Radiation Physics and Chemistry*, 78: 611-613.
- Temiz, A., Saldamlı, İ., Vazgeçer, B., Özbey, F. 1998. Ticari Önemi Olan Bazı Baharatlarda Gamma Işınlının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. TOVAG 1738 nolu proje kesin raporu, Ankara.
- Uquiche, E., Jerez, M., Ortiz, J. 2008. Effect of pretreatment on microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellana* Mol), *Innovative Food Science and Engineering Technologies*, 9: 495-500.
- Wang, S., Monzon, M., Johnson, J.A., Mitcham, E.J., Tang, J. 2007. Industrial-scale radio frequency treatments for insect control in walnuts II: Insect mortality and product quality, *Postharvest Biology and Technology*, 45: 247-253.
- Yang, J., Pan, Z., Takeoka, G., Mackey, B., Bingöl, G., Brandl, M.T., Garcin, K., McHugh, T.H., Wang, H. 2013. Shelf-life of infrared dry-roasted almonds, *Food Chemistry*, 138: 671-678.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Saadet KOÇ GÜLER

**Doğum Yeri** : Balıkesir

**Doğum Tarihi** : 1983

**Yabancı Dili** : İngilizce

**E-mail** : saadet.koc@gmail.com

**İletişim Bilgileri** : Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

### Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Bitkisel Üretim/Bahçe Bitkileri Bölümü	Ege Üniversitesi	2005
Y. Lisans	Bahçe Bitkileri	Ege Üniversitesi	2009

### İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Ziraat Müh.	İzmir Büyükşehir Belediyesi Tarım, Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı	2007-2009
Arş. Gör.	Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bit. Böl.	2009-.....

## Yayınlar :

1. Bostan, S.Z., **Koç Güler, S.**, 2012, Sert Kabuklu Meyvelerde Işın Uygulamaları. Akademik Gıda, Gıda Bilimi ve teknolojisi Dergisi, Cilt:10, Sayı: 3, Temmuz-Eylül, 2012 (Derleme).
2. **Koç Güler, S.**, F. Şen ve U. Aksoy, 2012. Farklı işlem görmüş kuru meyvelerde su aktivitesinin değişimi üzerine araştırmalar. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül 2012, Bornova/İzmir, s. 267-273 (Araştırma).
3. **Koç Güler, S.**, Bostan, S.Z., 2011, Fındık ve Fındık Ürünleri Ticaretinde Dünya ve Türkiye'de Uygulanan Standartlar, Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-08 Ekim 2011, Şanlıurfa (Derleme)(Basılmadı).
4. Şen, F., K.B. Meyvacı, U. Aksoy, **S. Koç**, S. Sarılar and R. Kocatürk, 2010. Changes in quality of dried fig fruit and processed fig products under cold and ambient storage conditions. Acta Horticulturae 877: 853-860 (Araştırma).
5. **Koç, S.**, BOSTAN, S.Z., 2010. Konvansiyonel, Geçiş Yılı ve Organik Fındık Ürünlerinde Bazı Meyve Kalite Kriterlerinin Değişimi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-01 Temmuz 2010, Erzurum (Araştırma).
6. Şen, F., İslam, A., **Koç, S.**, Karaçalı, İ., 2009. Elmada Fizyolojik Bozukluklar. I. Ulusal Elma Sempozyumu, 20-22 Ekim 2009, Karaman (Derleme).
7. Sen, F., Meyvacı, B., Aksoy, U., **Koç, S.**, Sarılar, S., Kocatürk, R. 2009. Storage Capacity of the two new dried fig products: fig delight and fig paste balls. Fourth International Symposium on Fig, 29th September-3rd October, Meknes, Morocco (Araştırma).
8. Şen, F., Meyvacı, K.B., **Koç, S.**, Aksoy, U., Kabarat, S., Afacan, M., Sarılar, S., 2007. Kuru İncir ve İşlenmiş Bazı Ürünlerin Farklı Depo Koşullarındaki Kalite Değişimleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt:1, 04-07 Eylül 2007, Erzurum (Araştırma).
9. **Koç, S.**, Şen, F. 2007. Gıdalarda Su Aktivitesinin ( $a_w$ ) Önemi. Gıda Dergisi, Ağustos 2007, Dünya Yayıncılık (Derleme).