



## Postharvest Differences between Conventional and Artificial Drying of Hazelnut

Ali Turan<sup>1,a,\*</sup>, Ali İslam<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Hazelnut Expertise Programme, Department of Plant and Animal Production, Vocational School of Technical Sciences, Giresun University, 28200 Giresun, Turkey

<sup>2</sup>Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Ordu University, 52200 Ordu, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13/02/2019 Accepted : 14/10/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Drying Fatty acids Oxidative stability Storage Levant quality hazelnut</p>	<p>This study aimed to detect the fatty acid profile and oxidative stability traits of hazelnuts dried using three different methods: artificial drying (AR), concrete ground (CN), and grass ground (GS) during 12 months of storage (2013–2014) at 20–25°C and 70–90% relative humidity. As expected, monounsaturated fatty acids (MUFA) were the main fatty acid group (81.75–83.59%) followed by polyunsaturated fatty acids (10.20–11.48%) and saturated fatty acids (5.38–6.96%). Samples dried in AR had more MUFA (83.59%) than sun-dried (CN and GS) samples. Following the drying process, the lowest peroxide value (PV) and the highest ratio of oleic-to-linoleic acid (8.27%) were recorded in samples dried in AR. At the end of storage, the PV was lower in samples dried in AR than on CN and GS methods. The results of this research showed that the AR method is the best for drying hazelnut. This research, therefore, recommends the AR method for drying hazelnuts on a commercial scale.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(11): 1766-1772, 2019

## Fındığın Geleneksel ve Suni Kurutulması Arasındaki Hasat Sonrası Farklılıkları

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13/02/2019 Kabul : 14/10/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Kurutma Yağ asitleri Oksidatif stabilite Depolama Levant kalite fındık</p>	<p>Bu çalışma, farklı kurutma yöntemlerinin [suni kurutma, beton ve çimen harman (güneşte kurutma); SK, BH ve ÇH, sırasıyla] 12 ay depolama süresince (20–25°C ve %70–90 bağıl nem) yağ asitleri kompozisyonu ve oksidatif stabilite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2013–2014 yılları arasında yürütülmüştür. Beklendiği gibi tekli doymamış yağ asitleri (TDY) ana yağ asitleri grubunu (%81,75–83,59) oluşturmuş, onu çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDY; %10,20–11,48) ve doymuş yağ asitleri (DYA; %5,38–6,96) izlemiştir. SK ortamında güneşte kurutmaya göre daha yüksek TDY (%83,59) değeri kaydedilmiştir. Kurutma süreci sonunda SK ortamında daha düşük peroksit değeri (PD) ve daha yüksek oleik/linoleik asit (%8,27) değerleri kaydedilmiştir. Depolama süresi sonunda SK ortamında BH ve ÇH'a göre daha düşük PD görülmüştür. Bu yüzden, SK metodu fındık kurutma için ticari ölçekte önerilebilir.</p>

<sup>a</sup> [ali.turan@giresun.edu.tr](mailto:ali.turan@giresun.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0002-2961-6605> | [islamali@hotmail.com](mailto:islamali@hotmail.com)

<sup>c</sup> <http://orcid.org/0000-0002-2165-7111>



## Giriş

Kurutma, ısı ve kütle transferinin eş zamanlı olarak gerçekleştiği, çok çeşitli gıdaların kurutulmasında kullanılan en eski yöntemlerden birisidir (Karam ve ark., 2016). Kurutma aynı zamanda önemli bir gıda muhafaza yöntemi olup (Kumar ve ark., 2014), gıdalardan suyun uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır (Kutlu ve ark., 2015).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak son yıllarda çok çeşitli muhafaza yöntemleri geliştirilmesine rağmen kurutma, gıdalardaki mevcut suyu gıdanın bozulmasına imkân vermeyecek güvenli sınırlara kadar indirgemesinden dolayı yaygın kullanılmakta ve çok tercih edilmektedir (Köse, 2018). Aynı zamanda kurutma tarımsal ürünlerde kullanılan en eski muhafaza yöntemlerinden birisidir (Kaveh ve ark., 2018)

Kurutma genel olarak doğal ve suni kurutma olarak iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Doğal kurutmada güneş ışığından faydalanılarak nem uzaklaştırılır ancak hava şartlarına bağımlı olmasından dolayı dezavantajlıdır. Güneşte kurutmanın en büyük avantajı maliyetinin düşük olmasıdır. Suni kurutma ise doğal kurutmaya göre yüksek miktardaki nemin hızlı bir şekilde uzaklaştırılması nedeniyle avantajlıdır (Maisnam ve ark., 2017). Çünkü kurutma süreci çok daha kısa sürede, çevre şartlarından bağımsız ve kontrollü şartlarda gerçekleşmektedir.

Kısa sürede kurutma özellikle yüksek yağ içeriği olan gıdalarda büyük önem taşımaktadır. Örneğin fındık; hasat sonrasında kalitenin muhafazası için kurutma süreci hayati önem taşımakta (Wang ve ark., 2018) ve zuruflarından ayrılan fındıkların kısa sürede neminin %6'nın altına düşürülmesi gerekmektedir. Çünkü kurutma süresinin uzaması özellikle güneş ışığı altında fındıkların serbest yağ asidinin yükselmesine, dolayısıyla ürünün bozulmasına neden olmaktadır (Turan ve Karaosmanoğlu, 2019; Turan ve İslam, 2019).

Dünya fındık üretimi ve ticaretinde ilk sırada olan Ülkemiz, fındıkta modern tarım tekniklerinin kullanımı konusunda maalesef çok gerilerde kalmıştır. Türkiye'de fındık geleneksel olarak güneş altında beton ve çimen harmanda kurutulmaktadır (Turan ve İslam, 2016; Turan ve İslam, 2018; Turan, 2018a, Turan, 2019). Suni kurutma tekniklerinin kullanımı son derece sınırlıdır (Turan ve İslam, 2019). Bu yüzden de fındıkta hasat sonrasında çok önemli kalite kayıpları yaşanmakta ve raf ömrü kısalmaktadır. Bu çalışma Ordu Levant fındıklarında suni ve geleneksel kurutma yöntemlerinin yağ asitleri kompozisyonu ve yağ oksidasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Elde edilecek sonuçların başta bilime olmak üzere, fındık üretim ve ticaretine önemli katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Levant-kalite fındıklar Ordu İli Altınordu İlçesi Karapınar Mahallesinde tek bir bahçeden alınmıştır (40°57'–15.84-N, –37°55'–17.32 E, 80 m). Levant-kalite fındıklar %43,08 Tombul, %36,56 Kalınkara ve %20,36 Palaz çeşitlerinden oluşmuştur.

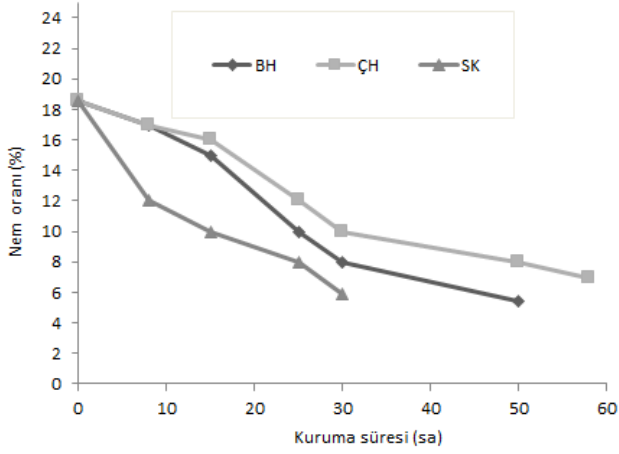
### Kurutma Yöntemleri

Fındık hasadı 01–03 Ağustos 2013 tarihleri arasında başlamış ve yerden hasat şeklinde devam etmiştir. Ortalama fındık iç nemi ~28% olduğunda hasat işlemi başlamış (<30%; Turan ve İslam, 2018), hasattan sonra örnekler çimen harmanda dört gün (07–11 Ağustos 2013) soldurulmaya bırakılmış (%18,58), ardından patoz yardımıyla çotanaklarından ayıklanmıştır (Dinçler Makine, FPHM 2500, Samsun, Turkey). Çotanaklarından ayıklanan fındıklar tesadüfen üç gruba ayrılmıştır. I. Grup: Kurutma işlemi çimen harmanda (ÇH), yabancı ot biçildikten (Oleo-Mac 440 T, Italy) sonra tente serilmiş (~30 kg; TS 4739, TS 1534-2; EN ISO 2286–2, Kale Tente, İstanbul, Turkey) ve tente üzerinde günde en az üç defa karıştırılmak suretiyle kurutulmuştur. II. Grup: Beton harmana (BH) (~30 kg; TS EN 12390, Gümüştaş Çimento, Giresun, Turkey) örnekler doğrudan serilmiş güneş altında kurutulmuştur. BH'da kurutma işlemi 50 sa (Nem: %5,42), ÇH'da ise 58 sa (Nem: %6,95) sürmüş ve nem değerindeki değişimler detaylı olarak Şekil 1'de kuruma eğrisinde verilmiştir.

BH ve ÇH'da kurutma işlemi aynı güneş ve çevre şartlarında gerçekleştirilmiştir (ortalama rüzgar hızı, ortam sıcaklığı, nisbi nem ve güneşlenme süresi; 1,5 sa km<sup>-1</sup>, 24,7°C; %64,7 ve 9,58 sa, sırasıyla). Güneş altında kurutma işlemi her gün sabah 08:00 ve akşam 20:00 arasında devam etmiştir. Akşam örneklerin nem almaması için üzeri plastik örtü ile kapatılmıştır (Metroplast, İstanbul, Turkey). III. Grup: Kurutma makinesine (SK) örnekler doğrudan yerleştirilmiş (3000 kg), ~1.5 ms<sup>-1</sup> hava hızı ve 45°C'de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir (~30 kg örnek alınmış; FACMA ES 3000, 2013, Italy). Dışarıdan gelen soğuk hava ısıtıcıdan geçtikten sonra bir vantilatör yardımıyla örnekler yönlendirilmiştir. Aynı zamanda arşimet vidası bu süreçte sürekli karıştırma işlemine devam etmiştir. Kurutma işlemi 3 sa devam ettirilmiş ve 1,5 sa ara verilmiş, bu arada arşimet vidası karıştırma işlemine devam etmiştir. Kurutma işlemi iç fındık nemi %5,89 değerine düşene kadar devam etmiş ve 30 sa sürmüştür (Şekil 1). Kurutma işlemi 12–15 Ağustos 2013 tarihinde Ordu ili Altıordu ilçesi, Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. Entegre Tesisinde gerçekleştirilmiştir (40°58'17.53" N, 37°56'00.41" E, 10). Kurutma sonrasında örnekler ortam şartlarında (20–25°C ve %70–90 bağıl nem), 10 kg jüt çuvalda, palet üzerinde bir yıl muhafaza edilmiş (Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye), her üç ayda bir örnek alınarak analiz yapılmış (~1 kg kabuklu: ~500 g iç) ve çalışmada toplam ~30 kg kabuklu fındık kullanılmıştır.

### Yağ Asitleri Kompozisyonu

Fındık yağı, Ceselsan soğuk pres yağ ekstraksiyon sistemi ile (AISI3004, Ceselsan, Giresun, Türkiye) elde edilmiştir (Basınç kuvveti: 10000 kgf, basınç: 34,7 MPa, sıcaklık: –°C ~+45°C and kapasite; 250 g iç fındık; Turan, 2018a). Yağ asitleri kompozisyonu gaz kromatografisi ile (Shimadzu GC–2010, Tokyo, Japan), yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesinde ise Ficarra ve ark. (2010)'a küçük modifikasyon yapılarak Turan (2018a) ve Turan (2019)'a göre yapılmıştır.



Şekil 1 Fındığın suni ve güneşte kuruma süreleri ile kuruma eğrisi (Güneşte kurutma: BH; Beton harman, ÇH; Çimen Harman ve SK; Suni kurutma)

Figure 1 Drying graph for in-shell hazelnut during conventional (sun-dried: BH; concrete ground and ÇH; grass ground) and artificial dried (SK).

#### Oksidasyon Parametreleri

Peroksit değeri AOAC (1990) (Metrohm, Dosimat 799, Switzerland), iyot değeri ise yağ asitleri yüzdesi ile aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Turan, 2018a; 2019).

$$YA(\%)=PA \times 1,901 + OA \times 0,899 + LA \times 1,814 + LNA \times 2,737$$

YA = Yağ asitleri yüzdesi  
PA = Palmitoleik asit  
OA = Oleik asit  
LA = Linoleik asit  
LNA = Linolenik asit

#### İstatistiksel Analizler

Deneme üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Tanımlayıcı istatistikler SPSS v. 22.0'e göre (Armok, New York: IBM Corp.), istatistik testler ise SAS-JAMP v. 10.0 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina) kullanılarak yapılmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

##### Yağ Asitleri Kompozisyonu

Levant-kalite fındıklar toplam 13 yağ asidi içermekte olup (kurutma sonrası ve depolama sırasında), bu yağ asitleri arasında oleik asit (C18:1) ana grubu oluşturmuş, onu palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) yağ asitleri izlemiştir (Tablo 1). Çeşit, orijin, yetiştirme koşulları, olgunluk, gübreleme, hasat zamanı, sezon, toprak tipi, iklim, rakım ve depolama şartları gibi pek çok faktör yağ asitleri kompozisyonunu etkilemektedir (Amaral ve ark., 2006; Alasalvar ve ark., 2010; Turan, 2018a). Örneğin, Turan (2018a) Orta Karadeniz Bölgesindeki fındıkların yüksek oranda doymuş (%8,45) ve tekli doymamış yağ asitleri (83,45%) fakat düşük çoklu doymamış yağ asitleri (%7,8) içerdiğini, Batı Karadeniz Bölgesi fındıklarının ise yüksek oranda linoleik (%9,10) ve linolenik yağ asitleri (%0,09) içerdiğini bildirmiştir. Alasalvar ve ark. (2010) ise, Tombul çeşidinin %5,61 palmitik (C16:0), %82,16 oleik (C18:1) ve %8,26 linoleik asit (C18:2), Palaz çeşidinin %6,64 palmitik

(C16:0), %81,97 oleik (C18:1) ve %8,32 linoleik asit (C18:2) ve Çakıldak çeşidinin %5,02 palmitik (C16:0), %80,99 oleik (C18:1) ve %10,63 linoleik asit (C18:2) içerdiğini bildirmiştir. Ayrıca Turan (2018a), Ordu Levant fındıklarının %3,84 palmitik (C16:0), %84,51 oleik (C18:1) ve %10,04 linoleik asit (C18:1) içerdiğini bildirmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi suni kurutma (sıcak hava ile kurutma, SK) yöntemi, güneşte kurutma yöntemlerine (BH, ÇH; beton harman ve çimen harman, sırasıyla) göre daha yüksek oleik asit (C18:1) ve daha düşük linoleik asit (C18:2) içermektedir. SK, BH ve ÇH arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $P < 0,001$ ), çalışmamızın aksine Fu ve ark. (2016) ve Qu ve ark. (2016) farklı kurutma yöntemleri arasında yağ asitleri kompozisyonu bakımından farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca muhafaza süresince boyunca da Koyuncu ve ark. (2005) ve Ghirardello ve ark. (2013) tarafından elde edilen verilerin aksine, çalışmamızda oleik asit (C18:1) içeriği azalırken linoleik asit (C18:2) artış göstermiştir ( $P < 0,001$ ).

Doymuş yağ asitleri (DYA) içerisinde palmitik asidin (C16:0) ana doymuş yağ asidi grubunu oluşturduğu ve onu stearik asidin (C18:0) takip ettiği bildirilmiştir (Turan, 2018b; Turan, 2019). Çalışmamızda ÇH ve SK yöntemlerine göre BH'nin daha yüksek palmitik (C16:0) ve stearik asit (C18:0) içerdiği (Tablo 1) ve kurutma yöntemleri arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $P < 0,001$ ). Muhafaza süresi söz konusu olduğunda ise palmitik asidin (C16:0) %4,33–4,81 ve stearik asidin (C18:0) %1,83–1,90 arasında değiştiği gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, muhafaza süresince yağ asitleri kompozisyonunun artış gösterdiğini bildiren Ghirardello ve ark. (2013) ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmamızda minor yağ asitlerinin toplam yağ asitlerinin ~%0,5'lik kısmını oluşturduğu (Tablo 1), Turan (2018b)'nin bu yağ asitlerinin toplam yağ asitlerinin <%1 olduğu bulgusu ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Kurutma yöntemlerinin minor yağ asitlerinden olan miristik asit (C14:0) üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P < 0,001$ ; Tablo 1). Çalışmada en yüksek miristik asit (C14:0) değeri SK (%0,04), en düşük değer ise ÇH (0,02%) ortamında kaydedilmiştir. Ayrıca kurutma yöntemleri ve muhafaza süresi interaksyonunun miristik, palmitik, margarik, heptadesenoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik ve nervonik asit üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,001$ ). Palmitoleik asit (C16:1) değeri üzerine kurutma yöntemleri ve depolamanın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $P > 0,05$ ) ve depolama süresince %0,11–0,08 aralığında azalma şeklinde eğilim göstermiştir. Kurutma yöntemlerinin margarik asit (C17:0) üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuş ( $P < 0,001$ ), depolama süresince azalma eğilimi görülmüş ancak bu azalma düzenli bir şekilde devam etmemiştir.

BH kurutulan fındıklarda ÇH ve SK (0,05%; Tablo 1) yöntemlerine göre daha yüksek heptadesenoik asit (C17:1; 0,06%) tespit edilmiş, farklılık önemli görülmüş ( $P < 0,001$ ), depolama süresince ise bu değer dalgalanma göstermiştir. Kurutma yöntemlerinin araşidik asit (C20:0) üzerine etkisi önemli çıkmış ( $P < 0,001$ ), fakat kurutma yöntemleri ve depolamanın eikosenoik (C20:1), behenik (C22:0) ve nervonik (C24:1) asit üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır ( $P > 0,05$ ).

Tablo 1 Fındıkta kurutma yöntemlerinin bir yıl muhafaza süresince yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisi  
 Table 1 Effect of drying methods on fatty acid composition of hazelnut during one year of storage time.

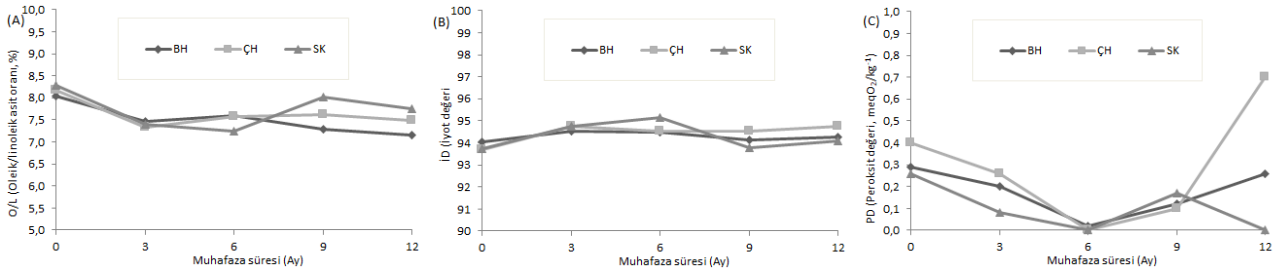
P	M	S (Ay)					Önem seviyesi		
		0	3	6	9	12	S	M	SxM
C14:0 (%)	BH	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,023±0,01 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0,023±0,01 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0,030±0,00 <sup>b</sup>	***	***	*
	ÇH	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,023±0,01 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0,026±0,01 <sup>b</sup> <sup>c</sup>			
	SK	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,020±0,00 <sup>c</sup>	0,026±0,01 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	0,040±0,01 <sup>a</sup>	0,040±0,00 <sup>a</sup>			
C16:0 (%)	BH	4,336±0,03 <sup>c</sup>	4,323±0,01 <sup>c</sup>	4,120±0,02 <sup>def</sup>	4,823±0,02 <sup>a</sup>	4,816±0,01 <sup>a</sup>	***	***	***
	ÇH	4,286±0,02 <sup>cd</sup>	4,256±0,04 <sup>cd</sup>	4,206±0,01 <sup>cde</sup>	4,020±0,06 <sup>f</sup>	3,976±0,01 <sup>f</sup>			
	SK	4,220±0,01 <sup>cde</sup>	4,213±0,02 <sup>cde</sup>	4,083±0,03 <sup>ef</sup>	4,556±0,31 <sup>b</sup>	4,510±0,20 <sup>b</sup>			
C16:1 (%)	BH	0,11±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01			
	ÇH	0,10±0,00	0,10±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01	0,08±0,00	***	***	ns
	SK	0,11±0,01	0,10±0,01	0,09±0,01	0,10±0,02	0,09±0,00			
C17:0 (%)	BH	0,040±0,00 <sup>abc</sup>	0,043±0,00 <sup>ab</sup>	0,040±0,00 <sup>abc</sup>	0,050±0,00 <sup>a</sup>	0,050±0,00 <sup>a</sup>	*	***	**
	ÇH	0,040±0,00 <sup>abc</sup>	0,036±0,01 <sup>bcd</sup>	0,026±0,01 <sup>de</sup>	0,020±0,00 <sup>e</sup>	0,020±0,00 <sup>e</sup>			
	SK	0,040±0,00 <sup>abc</sup>	0,033±0,01 <sup>bcd</sup>	0,026±0,01 <sup>de</sup>	0,033±0,02 <sup>bcd</sup>	0,030±0,00 <sup>cde</sup>			
C17:1 (%)	BH	0,060±0,00 <sup>a</sup>	0,053±0,01 <sup>b</sup>	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,060±0,00 <sup>a</sup>	0,060±0,00 <sup>a</sup>	**	***	***
	ÇH	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,040±0,00 <sup>c</sup>	0,036±0,01 <sup>c</sup>	0,030±0,00 <sup>d</sup>			
	SK	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,050±0,00 <sup>b</sup>	0,060±0,01 <sup>a</sup>	0,053±0,01 <sup>b</sup>			
C18:0 (%)	BH	1,833±0,03 <sup>b</sup>	1,813±0,04 <sup>b</sup>	1,850±0,05 <sup>b</sup>	1,906±0,01 <sup>a</sup>	1,926±0,01 <sup>a</sup>	*	***	***
	ÇH	1,766±0,01 <sup>bc</sup>	1,790±0,01 <sup>bc</sup>	1,816±0,01 <sup>b</sup>	1,933±0,01 <sup>a</sup>	1,953±0,01 <sup>a</sup>			
	SK	1,786±0,02 <sup>bc</sup>	1,796±0,02 <sup>bc</sup>	1,693±0,01 <sup>b</sup>	1,693±0,01 <sup>c</sup>	1,683±0,89 <sup>c</sup>			
C18:1 (%)	BH	83,13±0,04 <sup>ab</sup>	82,25±0,31 <sup>ef</sup>	82,61±0,22 <sup>cd</sup>	81,52±0,22 <sup>g</sup>	81,39±0,24 <sup>g</sup>	***	***	***
	ÇH	83,11±0,20 <sup>ab</sup>	82,20±0,14 <sup>f</sup>	82,56±0,10 <sup>cde</sup>	82,70±0,09 <sup>c</sup>	82,61±0,02 <sup>cd</sup>			
	SK	83,32±0,09 <sup>a</sup>	82,32±0,08 <sup>def</sup>	82,33±0,07 <sup>def</sup>	82,83±0,19 <sup>c</sup>	82,62±0,34 <sup>cd</sup>			
C18:2 (%)	BH	10,33±0,22 <sup>e</sup>	11,03±0,29 <sup>bc</sup>	10,88±0,20 <sup>cd</sup>	11,21±0,23 <sup>ab</sup>	11,36±0,21 <sup>a</sup>	***	**	***
	ÇH	10,16±0,12 <sup>e</sup>	11,21±0,15 <sup>ab</sup>	10,91±0,07 <sup>cd</sup>	10,87±0,01 <sup>cd</sup>	11,04±0,03 <sup>bc</sup>			
	SK	10,07±0,06 <sup>e</sup>	11,13±0,04 <sup>abc</sup>	11,35±0,05 <sup>a</sup>	10,33±0,29 <sup>e</sup>	10,64±0,16 <sup>d</sup>			
C18:3 (%)	BH	0,130±0,00 <sup>bc</sup>	0,133±0,01 <sup>ab</sup>	0,110±0,00 <sup>g</sup>	0,106±0,01 <sup>g</sup>	0,100±0,00 <sup>h</sup>	***	***	***
	ÇH	0,123±0,01 <sup>de</sup>	0,130±0,00 <sup>bc</sup>	0,130±0,00 <sup>bc</sup>	0,116±0,01 <sup>f</sup>	0,120±0,00 <sup>ef</sup>			
	SK	0,126±0,01 <sup>cd</sup>	0,130±0,00 <sup>bc</sup>	0,133±0,01 <sup>ab</sup>	0,136±0,01 <sup>a</sup>	0,130±0,00 <sup>bc</sup>			
C20:0 (%)	BH	0,087±0,01 <sup>ab</sup>	0,087±0,01 <sup>ab</sup>	0,090±0,00 <sup>a</sup>	0,087±0,01 <sup>ab</sup>	0,090±0,00 <sup>a</sup>	ns	***	**
	ÇH	0,080±0,00 <sup>cd</sup>	0,083±0,01 <sup>bc</sup>	0,080±0,00 <sup>cd</sup>	0,073±0,01 <sup>ef</sup>	0,070±0,00 <sup>f</sup>			
	SK	0,080±0,00 <sup>cd</sup>	0,077±0,01 <sup>de</sup>	0,080±0,00 <sup>cd</sup>	0,083±0,01 <sup>bc</sup>	0,080±0,00 <sup>cd</sup>			
C20:1 (%)	BH	0,06±0,00	0,06±0,00	0,06±0,00	0,05±0,01	0,04±0,01			
	ÇH	0,06±0,00	0,06±0,01	0,05±0,01	0,05±0,00	0,04±0,00	***	***	ns
	SK	0,07±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01	0,07±0,01	0,06±0,00			
C22:0 (%)	BH	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,01	0,05±0,01	ns	ns	ns
	ÇH	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,01	0,04±0,04			
	SK	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,05±0,01	0,04±0,04			
C24:1 (%)	BH	0,03±0,01	0,02±0,01	0,02±0,01	0,01±0,00	0,01±0,00			
	ÇH	0,05±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,00	ns	***	ns
	SK	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,00			

P: Parametre, M: Metot, S: Muhafaza süresi, BH: Beton harman, ÇH: Çimen harman, ve SK: Suni kurutma. Ortalama±SD şeklinde ifade edilmiştir. Kurutma yöntemleri ve depolama süreleri arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Önem seviyeleri; \*, \*\*, \*\*\* ve "ns" P<0,05, 0,01, 0,001 ve "önemli değil"

Tablo 2 Fındıkta kurutma yöntemlerinin bir yıl muhafaza süresince toplam yağ asitleri üzerine etkisi  
 Table 2 Effect of drying methods on sum of fatty acids of hazelnut during one year of storage time.

P	M	S (Ay)					Önem seviyesi		
		0	3	6	9	12	S	M	SxM
ΣDYA (%)	BH	6,36±0,04 <sup>bc</sup>	6,33±0,08 <sup>bc</sup>	6,16±0,06 <sup>bcd</sup>	6,93±0,02 <sup>a</sup>	6,96±0,00 <sup>a</sup>	**	***	***
	ÇH	6,23±0,02 <sup>bcd</sup>	6,23±0,03 <sup>bcd</sup>	6,19±0,02 <sup>bcd</sup>	6,11±0,06 <sup>cd</sup>	6,09±0,02 <sup>cd</sup>			
	SK	6,19±0,03 <sup>bcd</sup>	6,18±0,03 <sup>bcd</sup>	5,95±0,04 <sup>d</sup>	6,45±0,31 <sup>b</sup>	5,38±0,69 <sup>e</sup>			
ΣTDY (%)	BH	83,39±0,41 <sup>ab</sup>	82,49±0,33 <sup>e</sup>	82,85±0,22 <sup>cd</sup>	81,75±0,22 <sup>f</sup>	81,61±0,24 <sup>f</sup>	***	***	***
	ÇH	83,37±0,20 <sup>ab</sup>	82,44±0,16 <sup>e</sup>	82,77±0,09 <sup>cde</sup>	82,91±0,06 <sup>cd</sup>	82,79±0,02 <sup>cde</sup>			
	SK	83,59±0,11 <sup>a</sup>	82,57±0,08 <sup>de</sup>	82,57±0,08 <sup>de</sup>	83,08±0,20 <sup>bc</sup>	82,85±0,33 <sup>cd</sup>			
ΣÇDY (%)	BH	10,46±0,22 <sup>f</sup>	11,16±0,29 <sup>bcd</sup>	10,99±0,20 <sup>de</sup>	11,31±0,23 <sup>abc</sup>	11,46±0,21 <sup>a</sup>	***	**	***
	ÇH	10,28±0,12 <sup>f</sup>	11,34±0,15 <sup>ab</sup>	11,04±0,07 <sup>cde</sup>	10,99±0,01 <sup>de</sup>	11,16±0,03 <sup>bcd</sup>			
	SK	10,20±0,06 <sup>f</sup>	11,26±0,04 <sup>a-d</sup>	11,48±0,06 <sup>a</sup>	10,47±0,29 <sup>f</sup>	10,77±0,16 <sup>e</sup>			
Σ(TDY+ÇDY)/DYA	BH	14,77±0,15 <sup>c</sup>	14,81±0,19 <sup>c</sup>	15,23±0,15 <sup>bc</sup>	13,42±0,03 <sup>d</sup>	13,37±0,01 <sup>d</sup>	**	***	***
	ÇH	15,02±0,02 <sup>bc</sup>	15,06±0,08 <sup>bc</sup>	15,16±0,05 <sup>bc</sup>	15,37±0,17 <sup>bc</sup>	15,43±0,04 <sup>bc</sup>			
	SK	15,16±0,10 <sup>bc</sup>	15,18±0,08 <sup>bc</sup>	15,81±0,11 <sup>b</sup>	14,52±0,76 <sup>c</sup>	17,57±2,10 <sup>a</sup>			

P: Parametre, M: Metot, S: Muhafaza süresi, BH: Beton harman, ÇH: Çimen harman, ve SK: Suni kurutma. Ortalama±SD şeklinde ifade edilmiştir. Kurutma yöntemleri ve depolama süreleri arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Önem seviyeleri; \*, \*\*, \*\*\* ve "ns" P<0,05, 0,01, 0,001 ve "önemli değil"



Şekil 2 Kurutma yöntemlerinin muhafaza süresince (20–25°C ve 70–90% bağıl nem) yağ oksidasyonu üzerine etkileri [oleik/linoleik asit (A), iyot değeri (B) ve peroksit değeri (C)]. BH: beton harman, ÇH: çimen harman ve SK: suni kurutma. Ortalama±SD şeklinde ifade edilmiştir. Kurutma yöntemleri ve depolama süreleri arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Önem seviyeleri; \*, \*\*, \*\*\* ve “ns” P<0,05, 0,01, 0,001 ve “önemli değil”

Figure 2 Effect of drying methods on oil oxidation during storage

[oleic/linoleic acid (A), iodine value (B), and peroxide value (C)] during one year of storage at 20–25°C and 70–90% RH. BH: concrete ground, ÇH: grass ground, and SK: artificial drying. Results are founded as mean value ± standard deviation of three replicate analyses (n=3). Different letters in columns for each different drying, mean significantly different values among storage time (P<0.001).

Muhafaza süresi sonucunda ise en büyük farklılık palmitik asitte (C16:0) gözlenmiştir. Şöyle ki, en yüksek palmitik asit (C16:0) değeri BH (%4,816), en düşük değer ise muhafaza süresince azalma eğilimi gösteren ÇH (%3,976) ortamında kaydedilmiş, SK ortamında ise orta düzeyde (%4,510) değer tespit edilmiştir. Böyle bir farklılığın oluşmasına yöntemlerden ziyade klonal farklılık neden olmuş olabilir.

Beklendiği ve önceki çalışmalarda olduğu gibi (Alaşalvar ve ark., 2010; Turan, 2017; Turan, 2018a; Turan, 2019) tekli doymamış yağ asitleri (TDY) ana grubu oluşturmuş (%81,75–83,59), onu çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDY; %10,20–11,48) ve doymuş yağ asitleri (%5,38–6,96) izlemiştir (Tablo 2). Çalışmada, BH ortamında (%6,36), ÇH (%6,23) ve SK (%6,19) ortamlarına göre daha yüksek DYA belirlenmiş ve ortamlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,001). Delgado ve ark. (2017) benzer şekilde kurutma yöntemlerinin kestanelerde DYA üzerine etkili olduğunu ve %47,8–50,9 aralığında; Qu ve ark. (2016) ve Fu ve ark. (2016)’na göre ise cevizlerde %7,59–8,35 aralığında kurutma yöntemlerine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Muhafaza süresince ise Ghirardello ve ark. (2013) fındıklarda palmitik asit (C16:0) değerinin %5,74–4,96; Belviso ve ark. (2017) ise DYA değerinin %8,13–7,76 arasında değişkenlik olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamıza benzer şekilde literatürlerde de muhafaza süresince DYA değerinde genel olarak azalma görülmekle birlikte bazı dönemlerde dalgalanma olduğu gözlenmiştir.

Beklendiği gibi %83,32–83,11 aralığında değer ile oleik asit (C18:1) TDY’nin ana temsilcisi olurken, onu %0,11 ile palmitoleik (C16:1), %0,07 ile eikosenoik (C20:1), %0,05 ile margarik (C17:1) ve %0,04 ile nervonik (C24:01) yağ asitleri izlemiştir (Tablo 2). Ayrıca kurutma yöntemleri ve muhafaza süresinin TDY üzerine etkisi önceki çalışmalarla benzerlik gösterdiği gözlenmiştir (Delgado ve ark., 2016; Belviso ve ark., 2017)

Genel olarak, oleik (C18:2) ve linoleik (C18:3) yağ asitleri ÇDY’nin ana temsilcileri olarak bilinmektedir (Delgado ve ark., 2016; Turan, 2019). Kurutma yöntemlerinin etkisi önemli bulunmuş (P<0,01), BH ortamında (%10,46), ÇH (%0,28) ve SK (%10,20) ortamlarına göre daha yüksek ÇDY tespit edilmiştir. Depolama süresince ise üçüncü aydan sonra dalgalı bir

eğilim göstermiştir (P<0,001; Tablo 2).

ÇDY+TDY/DYA üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi Tablo 2’de verilmiştir. Qu ve ark. (2016) ve Juhaimi ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmaların aksine çalışmamızda kurutma yöntemlerinin etkisi önemli görülmemiştir, ÇDY+TDY/DYA değeri depolama süresince dalgalanma göstermekle birlikte altıncı aydan sonra önemli derecede azalmıştır (P<0,01). Çalışmamızda elde edilen bu yönelim Ghirardello ve ark. (2013) ve Belviso ve ark. (2017) tarafından da kaydedilmiştir. Bu değişkenlik DYA değerinin peroksidasyonu ve devamında kaybolmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü DYA kurutma, depolama gibi bazı proseslerde ışık ve sıcaklığın etkisi nedeniyle oksidasyona duyarlı hale gelebilmektedir (Marfil ve ark., 2008; Qu ve ark., 2016).

#### Yağ oksidasyonu

Oleik/linoleik (O/L) asit değerinin kurutma ve depolama süresince değişimi Şekil 2A’da verilmiştir. SK ortamında (8,27%), BH (%8,05) ve ÇH (%8,18) ortamlarına göre daha yüksek O/L değeri tespit edilmiş, farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,001). Muhafaza süresince O/L değeri önceki çalışmalarda olduğu gibi (Belviso ve ark., 2017) azalma eğilimi göstererek %8,16–7,47 arasında değişmiştir (P<0,001). Alaşalvar ve ark. (2003) O/L değerinin fındık çeşitleri arasındaki değişkenlik gösterdiğini, Amaral ve ark. (2006) ise bu değişkenliğin %6,8–11,4 arasında seyrettiğini bildirmiştir.

İyot değeri (İD) yağların doymamışlığının bir ölçüsü ve aynı zamanda absorbe edilen iyot değeri olarak bilinmektedir (Ajith ve ark., 2015; Belviso ve ark., 2017; Turan 2018a). Diğer yandan da İD’nin yüksek olması yağ oksidasyonuna karşı çok daha hassas olduğu ve doymamış yağ asitleri oranı düşük olan fındıklarda ise İD’nin daha düşük olduğu kabul edilmektedir. ÇH (94,46) ortamında BH (94,24) ve SK (94,30) ortamlarına göre daha yüksek İD tespit edilmiş (Şekil 2B) ve kurutma yöntemleri arasında istatistiki farklılık görülmemiştir (P>0,05). Elde edilen bu sonuçlardan SK ortamının oksidasyona karşı en uygun ortam olduğunu söyleyebiliriz. Muhafaza süresince İD 93,82–94,72 arasında değişmiş, Belviso ve ark. (2017) tarafından dokuz ay depolama süresince Ordu ve TGT fındıklarında kaydedilen değişkenlikle paralellik göstermiştir.

Peroksit değeri (PD) fındık sektöründe muhafaza edilen ürünler için kullanılan önemli bir parametre (Turan, 2017; Turan 2018b) ve aynı zamanda PD cevizlerde yağ oksidasyonunun en önemli göstergesi olduğu genel olarak kabul görmektedir (Fu ve ark., 2016; Turan, 2019). Tavakolipour (2015)'e göre ise PD yağların bozulmasını sağlayan ilk kimyasal kombinasyon olarak tanımlanmaktadır. Depolama süresince kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuş ( $P < 0,001$ ; Şekil 2C) ve en yüksek değer  $\text{CH}$  ( $0,70 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$ ) ortamında kaydedilmiştir. Qu ve ark. (2016) ve Fu ve ark. (2016) çalışmamıza benzer şekilde güneşte kurutulan cevizlerde bu değer sürekli artış gösterdiğini ve kurutma süresi sonunda maksimum değere ( $2,35 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$ ) ulaştığını bildirmişlerdir. Muhafaza süresince PD dalgalanma göstermekle birlikte artmıştır ( $P < 0,001$ ; Şekil 2C). Bu özelliğin depolama süresince dalgalı seyir gösterdiği, bir zirve değere ulaştıktan sonra düşüşe geçtiği pek çok araştırmada tespit edilmiştir (Turan ve İslam 2016; Koc Güler ve ark., 2017; Turan, 2017; Belviso ve ark., 2017; Turan, 2019). Bu dalgalanmanın muhafaza süresince aynı zamanda peroksit oluşumu ve parçalanmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Tavakolipour 2015). Ancak başka çalışmalarda PD'nin muhafaza süresince sürekli artış gösterdiği bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013; Raisi ve ark., 2015).

Tespit edilen bu farklılıklar çeşit, kurutma yöntemi ve muhafaza koşulları gibi bazı faktörlerin bir veya birkaçının etkileşiminden kaynaklanmış olabilir (Amaral ve ark., 2006; Alaşalvar ve ark., 2010; Turan 2018a; Turan, 2019). Bu faktörlerin yanı sıra, fındıklarda farklı kurutma yöntemleri farklı zaman-sıcaklık profilleri oluşturabilir ve bu yüzden her süreçte farklı kimyasal reaksiyon oluşabilir. Bu kimyasal reaksiyonların bazılarında, fındığın içeriğini oluşturan bileşenlerle diğer kimyasallar reaksiyona girebilir ve bu değişimler analizlerde ölçülemeyebilir (Özilgen, 2014; Turan, 2019). Dahası, tek bir çeşit içindeki tek bir meyve veya tek bir çotanak içindeki bir fındığın heterojenliği, bitki dokusunda çeşitli tipteki termal, mekanik veya enzimatik işlemlere karşı daha hassas bir yapıya sahip olabilir (Janowiicz and Lenard, 2018). Bu nedenle de, kurutma sırası ve sonrasında fındığın içerisinde bazı öngörülemeyen, tespit edilemeyen ve açıklanamayan değişimler oluşabilmektedir. Belki de bu değişkenliği oluşturan en büyük ve en önemli etmen olan çeşit karışımı sıklıkla gözardı edilmektedir (Hashempour ve ark., 2010).

## Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda SK ortamında güneşte kurutmaya göre daha yüksek TDY (%83,59), TDY+ÇDY/DYA (%15,16), daha düşük DYA (%6,19) ve ÇDY (%10,20) tespit edilmiştir. BH ortamında diğer iki ortama göre daha yüksek DYA ve ÇDY değerleri kaydedilmiştir. Kurutma süreci sonunda SK ortamında daha düşük PD, daha yüksek O/L (%8,27) ve daha düşük İD tespit edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca DYA, TDY, ÇDY ve O/L değerleri bazı dalgalanmalara rağmen azalma gösterirken İD artış göstermiştir. Muhafaza süresi sonunda SK ortamında güneşte kurutmaya göre daha düşük PD görülmüştür. Bu çalışmaya dayanarak, SK ortamının fındık kurutma için gelecek vadettiği söylenebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Altaş Yağ Sanayi (Ordu, Turkey) tarafından desteklenmiştir. İstatistiksel analizler için Dr. Öğr. Üyesi Fatih Öner'e teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Ajith S, Pramod S, Kumari, CP, Potty VP. 2015. Effect of storage temperatures and humidity on proximate composition, peroxide value and iodine of raw cashew nuts. *J Food Sci Technol*, 52: 4631–4636.
- Alasalvar C, Sahidi F, Liyanapantirana CM, Ohshima T. 2003. Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics. *J Agric Food Chem*, 51: 3790–3796.
- Alasalvar C, Pelvan E, Topal B. 2010. Effect of roasting oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Int J Food Sci Nutr*, 61: 630–642.
- Amaral JS, Casal S, Citová I, Santos A, Seabra RM, Oliveira BPP. 2006. Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *Eur Food Res Technol*, 222: 274–280.
- AOAC. 1990. Oils and Fats, 15th ed. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, pp: 485–518.
- Belviso S, Bell BD, Giacosa S, Bertolino M, Ghirardello D, Giordano M, Rolle L, Gerbi V, Zeppa G. 2017. Chemical, mechanical and sensory monitoring of hot air and infrared roasted hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during nine months of storage. *Food Chem*, 217: 398–408.
- Delgado T, Pereira JA, Ramalhosa E, Casal S. 2016. Effect of hot air convective drying on the fatty acid and vitamin e composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) slices. *Eur Food Res Technol*, 242: 1299–1306.
- Delgado T, Pereira JA, Ramalhosa E, Casal S. 2017. Comparison of different drying methods on the chemical and sensory properties of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) slices. *Eur Food Res Technol*, 243: 1957–1971.
- Ficarra A, Lo Fiego DP, Minelli G, Antonelli A. 2010. Ultra fast analysis of subcutaneous pork fat. *Food Chem*, 121: 809–814.
- Fu M, Qu Q, Yang X, Zhang X. 2016. Effect of intermittent oven drying on lipid oxidation, fatty acids composition and antioxidant activities of walnut. *LWT-Food Sci Technol*, 65: 1126–1132.
- Ghirardello D, Contessa C, Valentini N, Zeppa G, Rolle R, Gerbi V, Botta R. 2013. Effect of storage condition on chemical and physical characteristics of hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Postharvest Biol and Technol*, 81: 37–43.
- Hashempour A, Ghazvini RF, Bakhshi D, Sanam SA. 2010. Fatty acids composition and pigments changing of virgin olive oil (*Olea europea* L.) in five cultivars grown in İran. *Aust J Crop Sci*, 4(4): 258–263.
- Janowiicz M, Lenart A. 2018. The impact of high pressure and drying processing on internal structure and quality of fruit. *Eur Food Res Technol*, 244:1329–1340.
- Juhaimi FA, Özcan MM, Uslu N, Ghafoor K. 2018. The effect of drying temperatures on antioxidant activity, phenolic compounds, fatty acid composition and tocopherol contents in citrus and oils. *Eur Food Res Technol*, 55: 190–197.
- Karam MC, Petit J, Zimmer D, Djantou EB. 2016. Effect of drying grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *J Food Eng*, 188: 32–49.
- Kaveh M, Gilandeh YA, Chayjan RA, Taghinezhad E, Mohammadigol R. 2018. Mas transfer, physical, and mechanical characteristics of terebinth fruit (*Pistacia atlantica* L.) under convective infrared microwave drying. *Heat Mass Transf*, 54: 1879–1899.

- Koç-Güler S, Bostan SZ, Con AZ. 2017. Effects of gamma irradiation on chemical and sensory characteristics of natural hazelnut kernels. *Postharvest Biol Technol*, 123: 12–21.
- Koyuncu MA, İslam A, Küçük M. 2005. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage. *Grassy Aceties*, 56: 263–266.
- Köse YE. 2018. Matematiksel modellemenin kurutma teknolojisinde kullanım olanakları. *Int J Sci Technol Res*, 4 (6): 1–8.
- Kumar C, Karim MA, Joardder MUH. 2014. Intermittent drying of food products: A critical review. *J Food Eng*, 121: 48–57.
- Kutlu N, İşçi A, Demirkol ÖŞ. 2015. Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri. *GIDA*, 40 (1): 39–46.
- Maisnam D, Rasane P, Dey A, Kaur S, Sarma C. 2017. Recent advances in conventional drying of foods. *J Food Technol Pres*, 1: 25–34.
- Marfil R, Cabrera-Vique C, Giménez R, Bouzas PR, Martínez O, Sánchez JA. 2008. Metal content and physicochemical parameters used as quality criteria in virgin argan Oil: Influence of the extraction method. *J Agric Food Chem*, 56: 7279–7284.
- Özilgen S. 2014. *Cooking As a Chemical Reaction: Culinary Science with Experiments*. CRC Press, pp. 225–232, USA.
- Raisi M, Ghorbani M, Mahoonak AS, Kashaninejad M. 2015. Effect of storage atmosphere and temperature on the oxidative stability of almond kernels during long-term storage. *J Stored Prod Res*, 62: 16–21.
- Tavakolipour H. 2015. Postharvest operations of pistachio nuts. *J Food Sci Technol*, 52: 1124–1130.
- Turan A, İslam A. 2016. Changes during storage period and the drying methods in the Çakıldak hazelnut cultivar. *Ordu Univ J Sci Tech*, 6: 272–285.
- Turan A. 2017. Fındıkta Kurutma Yöntemlerinin Meyve Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Etkileri. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 231 s.
- Turan A, İslam A. 2018. Effect of drying methods on some chemical characteristics of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during storage. *J Inst Sci Tech*, 8 (3): 11–19.
- Turan A. 2018a. Effect of Drying Methods on Nut Quality of Hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *J Food Sci Technol*, 11: 4554–4565.
- Turan A. 2018b. Effect of Drying Methods on Fatty Acid Profile and Oil Oxidation of Hazelnut Oil During Storage. *Eur Food Res Technol*, 12: 2181–2190.
- Turan A. 2019. Effect of drying on the chemical composition of Çakıldak (cv) hazelnuts during storage. *Grasas Aceites*, 70(1): e296.
- Turan A, İslam A. 2019. Tombul fındık çeşidinde yağ oksidasyonunu azaltacak kurutma yönteminin belirlenmesi. *GIDA*, 44 (4): 563–575.
- Qu Q, Yang X, Fu M, Chen Q, Zhang X, He Z, Qiao X. 2016. Effects of three conventional drying methods on the lipid oxidation, fatty acids composition, and antioxidant activities of walnut (*Juglans regia* L.). *Dry Technol*, 34: 822–829.
- Wang W, Jung J, McGorin RJ, Traber MG, Leonard GC, Zhao Y. 2018. Investigation of drying conditions on bioactive compounds, lipid oxidation, and enzyme activity of Oregon hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *LWT–Food Sci Technol*, 90: 526–534.