

## Çakıldak fındık çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak biyokimyasal özelliklerin değişimi

Muharrem YILMAZ<sup>1</sup>, Orhan KARAKAYA<sup>1</sup>, Mehmet Fikret BALTA<sup>1</sup>, Fikri BALTA<sup>1</sup>, İzzet YAMAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Altınordu, Ordu

Alınış tarihi: 21 Kasım 2019, Kabul tarihi: 30 Aralık 2019

Sorumlu yazar: Mehmet Fikret BALTA, e-posta: fikret\_balta@hotmail.com

### Öz

Bu çalışma, Çakıldak fındık çeşidinde iç meyve iriliği ile biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Bu amaçla meyveler iç iriliğine göre küçük (9.0-11.0), orta (11.01-13.0) ve büyük (13.01-15.0) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. İç meyve iriliğine göre sınıflandırılan meyvelerde yağ oranı, protein oranı, toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre) belirlenmiştir. Protein oranı üzerine iç meyve iriliğinin etkisi önemsiz bulunurken ( $p>0.05$ ), yağ oranı, toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerine ise önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). İç meyve iriliğine göre; yağ oranı %56.74 (küçük)-58.02 (orta), protein oranı %16.24 (küçük)-17.85 (büyük), toplam fenolik içeriği 662.3 (orta)-763.5 (küçük) mg 100 g<sup>-1</sup>, toplam flavonoid içeriği 5.42 (büyük)-11.56 (küçük) mg 100 g<sup>-1</sup>, FRAP testine göre antioksidan kapasitesi 3348.0 (orta)-5883.3 (küçük) µmol 100 g<sup>-1</sup> ve DPPH testine göre ise 3160.0 (orta)-4418.2 (küçük) µmol 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. İç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği ( $r = -0.957^{***}$ ) ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre, sırasıyla  $r = -0.799^{**}$  ve  $r = -0.739^{*}$ ) arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bunun yanı sıra iç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği ( $R^2=0.917$ ) ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre, sırasıyla  $R^2=0.637$  ve  $R^2=0.546$ ) arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Sonuç olarak, yağ oranı bakımından orta irilikteki meyvelerin, protein oranı bakımından büyük irilikteki meyvelerin ve toplam

fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi bakımından ise küçük iç iriliğine sahip meyvelerin yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fındık, yağ, protein, toplam fenolik, antioksidan

### Change of biochemical characteristics depending on kernel size in Çakıldak hazelnut cultivar

#### Abstract

The study was conducted to determine relation in the among biochemical properties with kernel size in Çakıldak cultivar. For this purpose, kernels were divided into three groups as small (9.0-11.0), medium (11.01-13.0) and large (13.01-15.0) according to kernel size. In kernels classified according to kernel size were detected oil ratio, protein ratio, total phenolics content, total flavonoids content and antioxidant capacity (according to FRAP and DPPH assays). While the effect of kernel size on protein ratio was insignificant ( $p> 0.05$ ), it was determined to have a significant effect on oil ratio, total phenolics content, total flavonoids content and antioxidant capacity ( $p<0.05$ ). According to kernel size, was determined from 56.74% (small) to 58.02% (medium) for oil ratio, 16.24% (small) to 17.85% (büyük) for protein ratio, 662.3 (medium) to 763.5 (small) mg 100 g<sup>-1</sup> for total phenolics content, 5.42 (large) to 11.56 (small) mg 100 g<sup>-1</sup> for total flavonoids content, 3348.0 (medium) to 5883.3 (small) µmol 100 g<sup>-1</sup> for antioxidant capacity according to FRAP assay and

3160.0 (medium) to 4418.2 (small)  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  in according to DPPH assay. A negative correlation was detected between the kernel size with total flavonoids content ( $r=-0.957^{***}$ ) and antioxidant capacity (according to FRAP and DPPH assays,  $r= -0.799^{**}$  and  $r= -0.739^*$ , respectively) ( $p < 0.05$ ). Also, a negative relation was determined between the kernel size with total flavonoids content ( $R^2=0.917$ ) and antioxidant capacity (according to FRAP and DPPH assays,  $R^2=0.637$  ve  $R^2=0.546$ , respectively) ( $p < 0.05$ ). As a result, it was determined to have high values kernel of medium size in terms of oil content, kernel of large size with regard to the protein content and kernel of small size in terms of total phenolics content, total flavonoids content and antioxidant capacity.

**Key words:** Hazelnut, oil, protein, total phenolics, antioxidant

## Giriş

Türkiye, dünya fındık üretimi ve ihracatında lider konumdadır. Ülkemiz 675 bin ton fındık üretimi ile dünya üretiminin yaklaşık %67'sini sağlamaktadır (FAO, 2019). Bunun yanı sıra dünya fındık ihracatının ise yaklaşık %90'ını ülkemiz gerçekleştirmektedir. Fındık sahip olduğu duyuşal özellikler nedeni ile tüm dünyada sevilerek tüketilen bir meyve türüdür (Özdemir ve Akıncı, 2004; Amaral ve ark., 2006). Fındık doğal olarak tüketiminin yanı sıra kavrulmuş olarak da tüketilmektedir. Pasta, çikolata, şeker ve bisküvi sanayinde ham madde olarak kullanılan önemli ürünlerden biridir (Kaleoğlu ve ark., 2004; Özdemir ve Akıncı, 2004; İslam, 2018). Ayrıca çeşitli gıda ürünlerine lezzet katması amacı ile de kullanılmaktadır (Alasalvar ve ark., 2004; Oliveira ve ark., 2008).

Fındık, içeriğinde bulunan doymamış yağ asitleri (Balta ve ark., 2007; Kıralan ve ark., 2015), protein, karbonhidratlar, diyet lifi, vitaminler (Vitamin E) (Köksal ve ark., 2006), mineraller (Şimşek ve Aykut, 2007), fitosteroller (Yorulmaz ve ark., 2009), antioksidanlar ve fenolik bileşikler (Balık ve ark., 2017; Şahin, 2019) ile sert kabuklu meyve türleri arasında insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli bir yere sahiptir (Alasalvar ve ark., 2006). Bazı araştırmacılar fındığın içeriğindeki tekli doymamış yağ asitleri, çoklu doymamış yağ asitleri, tokoferoller, fitosteroller, polifenoller ve fitokimyasalların insan diyetinde önemli bir rolünün olduğunu bildirmişlerdir (Maguire ve ark., 2004; Alasalvar ve ark., 2006; Shahidi ve ark., 2007;

Mercanlıgil ve ark., 2007). Ayrıca fındık içeriğindeki antioksidanlar sayesinde kanser ve damar tıkanıklığı hastalıklarını önlemekte (Alasalvar ve ark., 2003), fitokimyasallar ve fenolik bileşikler sayesinde de kanserin ve oksidatif stresin zararlı etkilerine karşı koruma sağlamaktadır (Seabra ve ark., 2006; Alasalar ve Bolling, 2015).

Yapılan çalışmalarda fındığın kimyasal kompozisyonu üzerine ekolojik koşullar (Amaral ve ark., 2010), genotip (Parcerisa ve ark., 1993; Koyuncu ve ark., 1997a; Balta ve ark., 2006), bölge (Amaral ve ark., 2010), kültürel uygulamalar (Tonkaz ve ark., 2017a; Tonkaz ve ark., 2017b; Yaman, 2019), meyvenin olgunluk durumu (Koyuncu ve ark., 1997b; Seyhan ve ark., 2007; Cristofori ve ark., 2015), rakım ve yöneyin (Karadeniz ve Küp, 1997; Bostan, 2003; Beyhan ve ark., 2011) etkisinin olduğu bildirilmektedir.

Bu çalışma, Çarşamba (Samsun) yöresinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan Çakıldak fındık çeşidinde iç meyve iriliğine göre biyokimyasal özelliklerin değişimini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Fındığın meyve iriliği ile insan sağlığını teşvik edici biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkinin ortaya konulması neticesinde, iç fındık olarak pazarlanmaya uygun olmayan fındıkların işleme sanayinde farklı ürünlere katkı maddesi olarak kullanılarak, ürünün besleyicilik ve insan sağlığına yararlı özelliklerinin artırılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada materyal olarak Çarşamba (Samsun) ilçesinde 12 yaşlı fındık bahçesinde yetiştirilen Çakıldak çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Araştırma, 2018 yılında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak kullanılan Çakıldak çeşidi adaptasyon yeteneği yüksek, meyve kalitesi iyi ve diğer fındık çeşitlerimize göre daha geç yapraklanmaktadır (Balık ve ark., 2016; Köksal, 2018). Çalışmanın yürütüldüğü bahçe ocak dikim sistemi kullanılarak, 4-6 dallı, sıra arası 6 m ve sıra üzeri 4 m olacak şekilde tesis edilmiştir. Deneme süresince bahçede tüm kültürel uygulamalar eksiksiz olarak yerine getirilmiştir. Sulama, haziran, temmuz ve ağustos aylarında olmak üzere haftalık fasıllar ile damla sulama yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

### Yöntem

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ocak olacak şekilde

planlanmıştır. Hasat zamanında (25-30 Ağustos) her ocaktan ocağı temsil edecek şekilde 100 adet çotanak derilerek, gözenekli file torbalar içerisine konulmuştur. Hasat edilen meyve örnekleri zuruflarından ayrıldıktan sonra oda sıcaklığında (24 °C) kurutulmuştur. Kurutulmuş olan meyve örnekleri kabukları kırıldıktan sonra TSE'nin iç fındık sınıflandırması (Anonim, 2019) modifiye edilerek, iç iriliğine göre küçük, orta ve büyük olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. İç meyve iriliği; iç meyve boyu, eni ve kalınlığının geometrik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Buna göre iç meyve iriliği 9.0-11.0 arasında olanlar 'küçük', 11.01-13.0 arasında olanlar 'orta' ve 13.01-15.0 arasında olanlar 'büyük' olarak tanımlanmıştır.

İç meyve iriliğine göre sınıflandırılmış olan meyvelerde biyokimyasal özellikler olarak yağ oranı, protein oranı, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH yöntemlerine göre) belirlenmiştir. Biyokimyasal analizlerde sağlam içe sahip olan meyveler kullanılmıştır. Toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi yağı alınmış meyve örneklerinde tespit edilmiştir.

#### Yağ oranı (%)

Yağ oranı Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak, % olarak ifade edilmiştir (AOCS, 1989).

$$\text{Yağ oranı (\%)} = \frac{M2-M1}{M0} \times 100$$

M0: Kurutulmuş fındık numunesinin ağırlığı (g)

M1: Ekstraksiyon cihazı balonunun ağırlığı (g)

M2: Kurutma işleminden sonra ekstraksiyon cihazı balonunun ağırlığı (g)

#### Protein Oranı (%)

Protein oranı kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanmış olan değerler % olarak ifade edilmiştir (Venktachalam ve Sathe, 2006).

$$\text{Protein oranı (\%)} = \frac{0.0028 \times V \times 100 \times 6.25}{M} \times 100$$

V: Kullanılan HCl çözeltisinin hacmi (ml)

M: Kullanılan fındık numunesinin ağırlığı (g)

#### Toplam Fenolik İçeriği (mg 100 g<sup>-1</sup>)

Toplam fenolik madde tayini için hazırlanmış olan stok çözeltiden 1000 µL alınarak üzerine 3600 µL saf su, 100 µL Folin-Ciocalteus ve 300 µL sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ilave edilmiştir. Hazırlanan çözelti 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işleminden sonra numuneler spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okunmuştur. Elde edilen değerler gallik asit cinsinden hesaplanmış ve mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Beyhan ve ark., 2010).

#### Toplam Flavonoid İçeriği (mg 100 g<sup>-1</sup>)

Hazırlanmış olan stok çözeltiden 1000 µL alınarak, üzerine 3300 µL methanol, 100 µL aleminyum nitrat [Al (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>] ve 100 µL amonyum asetat (NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO) ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan çözelti inkübasyon için 30 dk bekletilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra, spektrofotometrede 415 nm dalga boyunda okunmuş ve elde edilen değerler mg 100 g<sup>-1</sup> olarak kuersetin cinsinden ifade edilmiştir (Zhishen ve ark., 1999).

#### Antioksidan Kapasitesi

##### FRAP Yöntemi (µmol 100 g<sup>-1</sup>)

FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesini belirlemek için hazırlanan stok çözeltiden 20 µL alınarak üzerine 1230 µL fosfat tamponu ve 1250 µL potasyum ferrik siyanit ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan çözelti su banyosu içerisinde 50 °C'de 25 dk süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işleminden sonra numunelerin üzerine 1250 µL TCA ve 250 µL demir klorür ilave edilmiştir. Hazırlanmış olan numune spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda okunmuş ve elde edilen değerler torolox cinsinden hesaplanmış ve µmol 100 g<sup>-1</sup> torolox eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

##### DPPH Yöntemi (µmol 100 g<sup>-1</sup>)

Hazırlanmış olan stok çözeltiden 30 µL alınarak, üzerine 2970 µL etil alkol ve 0.26 mM 1000 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan çözelti 30 dk süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işleminden sonra numuneler spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okunmuş ve elde edilen değerler µmol 100 g<sup>-1</sup> torolox eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Blois, 1958).

#### İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İncelenen özellikler arasındaki ilişki

Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak tespit edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak yağ ve protein oranı değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. İç meyve iriliğinin Çakıldak çeşidinde yağ oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yağ oranı bakımından küçük ve büyük irilikteki meyveler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. İç meyve iriliğine göre yağ oranı %56.74 (küçük)-58.02 (orta) arasında belirlenmiştir. Çakıldak fındık çeşidi ile yapılan farklı çalışmalarda yağ oranını Baş ve ark. (1986) Giresun'da %55.07; İslam ve Özgüven (2001) Ordu'da %59.24-62.77; Turan ve İslam (2016), Gürgentepe (Ordu) ilçesinde %51.9; Balık ve ark. (2017) Giresun ekolojik koşullarında %61.0; Çayan (2019) Gürgentepe yöresinde %50.50-60.88 ve Yaman (2019) Çarşamba ilçesinde %55.45-60.49 arasında belirlemiştir. Yağ oranı bakımından elde ettiğimiz bulgular genel olarak araştırmacıların bulguları ile uyumlu iken, İslam ve Özgüven (2001) ile Balık ve ark. (2017)'nin bulgularından ise düşük bulunmuştur. Farklı araştırmacılar fındıkta yağ oranının ekolojik koşullara (Şahin ve ark., 1990; Amaral ve ark., 2010), teknik ve kültürel uygulamalara (Külahçılar, 2017; Yaman, 2019) bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

İç meyve iriliğine bağlı olarak protein oranı değerleri arasında görülen farklılık önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). İç meyve iriliğine göre protein oranı %16.24 (küçük)-17.85 (büyük) arasında tespit edilmiştir. Çakıldak fındık çeşidi üzerine yapılan farklı çalışmalarda protein oranını Baş ve ark. (1986) %17.58, İslam ve Özgüven (2001) Ordu'da %15.46-15.94, Turan ve İslam (2016), Gürgentepe ilçesinde %14.42; Balık ve ark. (2017) Giresun ekolojik koşullarında %16.02, Çayan (2019) Gürgentepe yöresinde %15.10-20.70 ve Yaman (2019) Çarşamba ilçesinde %14.74-16.00 arasında belirlemiştir. Protein oranı bakımından elde edilen bulgular araştırmacıların bildirmiş olduğu referans değerleri arasında yer almaktadır.

Çizelge 1. Çakıldak çeşidinde iç meyve irilik sınıflarına göre yağ ve protein oranı

Meyve İrilik Sınıfları	Yağ Oranı (%)	Protein Oranı (%)
Küçük	56.74 b*	16.24 a
Orta	58.02 a	16.91 a
Büyük	57.06 b	17.85 a

\*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p < 0.05$ ).

Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriğine ait veriler Çizelge 2'de sunulmuştur. Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak toplam fenolik içeriğine ait değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). İç meyve iriliğine göre toplam fenolik içeriği 662.3 (orta)-763.5 (küçük) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Toplam fenolik içeriğini Altun ve ark. (2013) Giresun ekolojik koşullarında yetiştirilen Çakıldak çeşidinde 612.0 mg 100 g<sup>-1</sup>, Pelvan ve ark. (2012) Giresun'da yetiştirilen Çakıldak çeşidinde 246.0 mg 100 g<sup>-1</sup>, Balık ve ark. (2017) Giresun yöresinde yetiştirilen Çakıldak çeşidinde 741.0 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Toplam fenolik içeriği bakımından elde edilen bulgular Altun ve ark. (2013) ve Balık ve ark. (2017)'nin bulguları ile uyumlu iken, Pelvan ve ark. (2012)'nin bulgularından ise yüksek bulunmuştur. Görülen farklılığın ekolojik koşullardan, bölgeden (Amaral ve ark., 2010), teknik ve kültürel uygulamalardan (Tonkaz ve ark., 2017b) ve meyvenin olgunluk durumundan (Seyhan ve ark., 2007; Cristofori ve ark., 2015) kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çakıldak çeşidinde toplam flavonoid içeriği üzerine iç meyve iriliğinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). İç meyve iriliğine göre toplam flavonoid içeriği 5.42 (büyük)-11.56 (küçük) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir. Balık ve ark. (2017) Giresun ekolojik koşullarında yetiştirilen Çakıldak çeşidinde toplam flavonoid içeriğini 12.7 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen toplam flavonoid değerleri Balık ve ark. (2017)'nin bulgularından düşük bulunmuştur. Görülen farklılığın ekolojik faktörlerden ve meyvenin olgunluk durumundan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Çakıldak çeşidinde iç meyve irilik sınıflarına toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği

Meyve İrilik Sınıfları	Toplam Fenolik (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Toplam Flavonoid (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Küçük	763.5 a	11.56 a
Orta	662.3 c	7.63 b
Büyük	708.9 b	5.42 c

\*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p < 0.05$ ).

Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliğine bağlı olarak antioksidan kapasitesi değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. FRAP ve DPPH testlerine göre, Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliğine göre antioksidan

kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Bunun yanı sıra DPPH testine göre antioksidan kapasitesi bakımından orta ve büyük irilikteki meyveler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. İç meyve iriliğine bağlı olarak antioksidan kapasitesi FRAP testine göre 3348.0 (orta)-5883.3 (küçük)  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$ , DPPH testine göre ise 3160.0 (orta)-4418.2 (küçük)  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 3. Çakıldak çeşidinde iç meyve irilik sınıflarına göre antioksidan kapasitesi

Meyve İrilik Sınıfları	FRAP ( $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$ )	DPPH ( $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$ )
Küçük	5883.3 a	4418.2 a
Orta	3348.0 c	3160.0 b
Büyük	3987.2 b	3506.6 b

\*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

Toplam antioksidan kapasitesini Altun ve ark. (2013) Giresun ekolojik koşullarında yetiştirilen Çakıldak çeşidinde ABTS testine göre 2310.0  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  ve CUPRAC testine göre ise 2720.0  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  olarak, Pelvan ve ark. (2012) Giresun'da yetiştirilen Çakıldak çeşidinde ORAC testine göre 7323.0  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  olarak, Balık ve ark. (2017) Giresun yöresinde yetiştirilen Çakıldak çeşidinde FRAP testine göre 1950.3  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  ve DPPH testine göre ise 2536.5  $\mu\text{mol } 100 \text{ g}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. Farklı araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalarda da görüldüğü üzere antioksidan kapasitesi değerleri kullanılan yöntemlere göre farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra elde edilen değerler antioksidan kapasitesini belirlemek için benzer yöntemleri kullanan Balık ve ark. (2017)'nin değerlerinden yüksek bulunmuştur. Görülen farklılıkların ekolojik faktörlerden, bölgeden (Amaral ve ark., 2010), kültürel uygulamalardan (Tonkaz ve ark., 2017b) ve meyvenin olgunluk durumundan

(Seyhan ve ark., 2007; Cristofori ve ark., 2015) kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

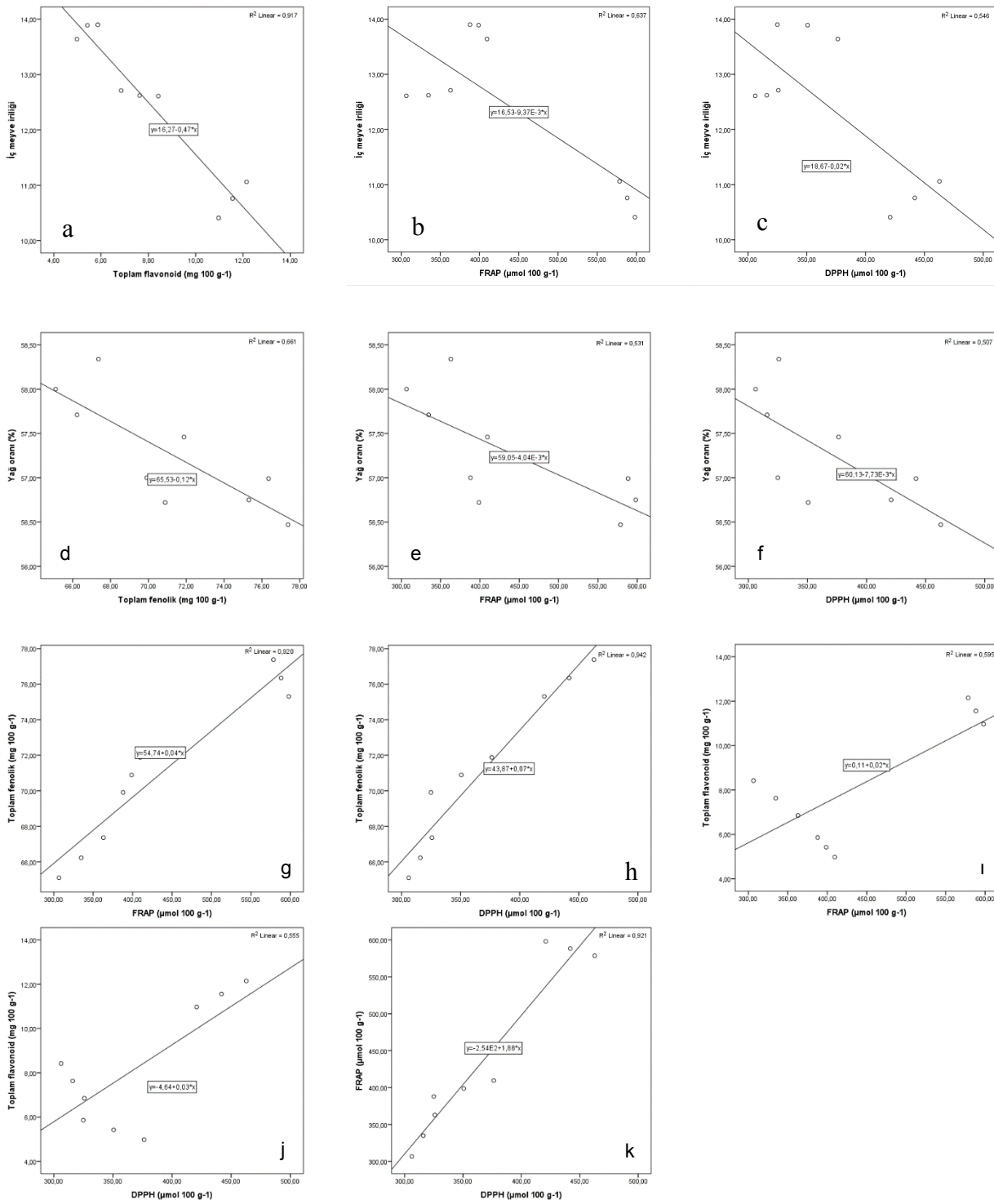
İç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği ( $r = -0.957^{***}$ ) ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $r = -0.799^{**}$  ve  $r = -0.739^*$ ) arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bunun yanı sıra iç meyve iriliği ile yağ oranı, protein oranı ve toplam fenolik içeriği arasındaki korelasyon önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Yağ oranı ile toplam fenolik içeriği ( $r = -0.813^{**}$ ) ve antioksidan kapasitesi arasında (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $r = -0.729^*$  ve  $r = -0.712^*$ ) negatif bir korelasyon tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca toplam fenolik içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $r = 0.959^{***}$  ve  $r = 0.971^{***}$ ), toplam flavonoid ile antioksidan kapasitesi arasında (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $r = 0.771^*$  ve  $r = 0.745^*$ ) ve FRAP testi ile DPPH testi arasında ( $r = 0.959^{***}$ ) pozitif bir korelasyon belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4). Farklı meyve türleri ile yapılan çalışmalarda toplam fenolik içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında (İsfahlan ve ark., 2010; Contini ve ark., 2012; Gharibzahedi ve ark., 2013) ve toplam flavonoid içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında (Pantelidis ve ark., 2007; Okatan ve ark., 2018) pozitif bir korelasyonun olduğu bildirilmiştir.

İç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği ( $R^2 = 0.917$ ) ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $R^2 = 0.637$  ve  $R^2 = 0.546$ ) arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bunun yanı sıra yağ oranı ile toplam fenolik içeriği ( $R^2 = 0.661$ ) ve antioksidan kapasitesi (FRAP ve DPPH testlerine göre, sırasıyla  $R^2 = 0.531$  ve  $R^2 = 0.507$ ) arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ) (Şekil 1). Buna karşılık, toplam fenolik içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında (FRAP ve DPPH testlerine göre, sırasıyla  $R^2 = 0.920$  ve  $R^2 = 0.942$ ), toplam flavonoid içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında (FRAP ve DPPH testlerine göre) ( $R^2 = 0.595$  ve  $R^2 = 0.555$ ) ve FRAP ile DPPH ( $R^2 = 0.921$ ) arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Şekil 2).

Çizelge 4. Çakıldak çeşidinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayısı değerleri

	İç meyve iriliği	Yağ oranı	Protein oranı	Toplam fenolik	Toplam flavonoid	FRAP	DPPH
İç meyve iriliği	1						
Yağ oranı	0.312 <sup>öd</sup>	1					
Protein oranı	0.578 <sup>öd</sup>	0.205 <sup>öd</sup>	1				
Toplam fenolik	-0.620 <sup>öd</sup>	-0.813 <sup>**</sup>	-0.249 <sup>öd</sup>	1			
Toplam flavonoid	-0.957 <sup>***</sup>	-0.394 <sup>öd</sup>	-0.528 <sup>öd</sup>	0.625 <sup>öd</sup>	1		
FRAP	-0.799 <sup>**</sup>	-0.729 <sup>*</sup>	-0.372 <sup>öd</sup>	0.959 <sup>***</sup>	0.771 <sup>*</sup>	1	
DPPH	-0.739 <sup>*</sup>	-0.712 <sup>*</sup>	-0.362 <sup>öd</sup>	0.971 <sup>***</sup>	0.745 <sup>*</sup>	0.959 <sup>***</sup>	1

p değeri:  $p<0.05^*$ ;  $p<0.005^{**}$ ;  $p<0.001^{***}$ ;  $p>0.05^{\text{öd}}$



Şekil 2. Çakıldak çeşidinde iç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği (a), FRAP (b) ve DPPH (c) yağ oranı ile toplam fenolik içeriği (d), FRAP (e) ve DPPH (f); toplam fenolik içeriği ile FRAP (g) ve DPPH (h); toplam flavonoid içeriği ile FRAP (i) ve DPPH (j); FRAP ve DPPH (k) arasındaki ilişki

Contini ve ark. (2012) fındıkta toplam fenolik ve antioksidan kapasitesi ( $R^2=0.96$ ) arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Farklı meyve türleri ile yapılan çalışmalarda Isfahlan ve ark. (2010) bademde toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi (FRAP testine göre  $R^2=0.98$ ) arasında, Tosun ve ark. (2011) cevizde toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi arasında (FRAP testine göre  $R^2=0.96$ , TEAC testine göre  $R^2=0.78$ ) pozitif bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir.

### Sonuç

Çakıldak çeşidinde protein oranı hariç incelenen diğer biyokimyasal özelliklerin iç meyve iriliğine bağlı olarak önemli bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak, küçük iç iriliğine sahip meyvelerin biyokimyasal özellikler bakımından yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. İç meyve iriliği ile toplam flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitesi arasında negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra antioksidan kapasitesi ile toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği arasında güçlü bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, iç fındık olarak pazarlanmaya uygun olmayan fındıkların işleme sanayinde farklı ürünlere katkı maddesi olarak kullanılarak, ürünün besleyicilik ve insan sağlığına yararlı özelliklerinin artırılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

### Kaynaklar

Alasalvar, C., Amaral, J.S., Shahidi, F., 2006. Functional lipid characteristics of Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(26): 10177-10183.

Alasalvar, C., Bolling, B.W., 2015. Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(S2): 68-78.

Alasalvar, C., Odabasi, A. Z., Demir, N., Balaban, M. Ö., Shahidi, F., Cadwallader, K.R., 2004. Volatiles and flavor of five Turkish hazelnut varieties as evaluated by descriptive sensory analysis, electronic nose, and dynamic headspace analysis/gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Food Science*, 69(3): 99-106.

Alasalvar, C., Shahidi, F., Cadwallader, K.R., (2003). Comparison of natural and roasted Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) volatiles and flavor by DHA/GC/MS and descriptive sensory analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17): 5067-5072.

Altun, M., Celik, S.E., Güçlü, K., Özyürek, M., Erçağ, E., Apak, R., 2013. Total antioxidant capacity and phenolic contents of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels and oils. *Journal of Food Biochemistry*, 37(1): 53-61.

Amaral, J. S., Valentao, P., Andrade, P.B., Martins, R.C., Seabra, R.M., 2010. Phenolic composition of hazelnut leaves: Influence of cultivar, geographical origin and ripening stage. *Scientia Horticulturae*, 126(2): 306-313.

Amaral, J.S., Casal, S., Alves, M.R., Seabra, R.M., Oliveira, B.P., 2006. Tocopherol and tocotrienol content of hazelnut cultivars grown in Portugal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4): 1329-1336.

Anonim, 2019. Türk Standartları Enstitüsü, TSE 3075 İç Fındık Standardı. <https://www.tse.org.tr/>. (Erişim tarihi: 12.05.2019).

AOCS, O.O., 1989. Official and Recommended Methods of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press, Champaign.

Balık, H.I., Karakaya, O., Öztürk, B., Gün, S., Öztürk, A., 2017. Bioactive compounds of Turkish hazelnut cultivars, IX. International Congress on Hazelnut (15-19 August 2017, Samsun/Turkey), 189.

Balık, H.İ., Kayalak-Balık, S., Beyhan, N., Erdoğan, V., 2016. Fındık Çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası Yayınları, Trabzon, 96s.

Balta, M. F., Yarılgaç, T., Aşkın, M. A., Kuçuk, M., Balta, F., Özrenk, K., 2006. Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7): 681-686.

Baş, F., Ömeroğlu, S., Türdü, S., Aktaş, S., 1986. Önemli Türk fındık çeşitlerinin bileşim özelliklerinin saptanması. *GIDA*, 11(4): 194-203.

Benzie, I.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.

- Beyhan, O., Elmastas, M., Genc, N., Aksit, H., 2011. Effect of altitude on fatty acid composition in Turkish hazelnut (*Coryllus avellana* L.) varieties. African Journal of Biotechnology, 10(71): 16064-16068.
- Beyhan, Ö., Elmastas, M., Gedikli, F., 2010. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). Journal of Medicinal Plants Research, 4(11): 1065-1072.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617): 1199-1200.
- Bostan, S. Z., 2003. Important chemical and physical traits and variation in these traits in 'Tombul' hazelnut cultivar at different elevations. Grasas y Aceites, 54(3): 234-239.
- Contini, M., Baccelloni, S., Frangipane, M. T., Merendino, N., Massantini, R., 2012. Increasing espresso coffee brew antioxidant capacity using phenolic extract recovered from hazelnut skin waste. Journal of Functional Foods, 4(1): 137-146.
- Cristofori, V., Bertazza, G., Bignami, C., 2015. Changes in kernel chemical composition during nut development of three Italian hazelnut cultivars. Fruits, 70(5): 311-322.
- Çayan, M., 2019. Ordu İli Gürgentepe İlçesinde Yetiştirilen Çakıldak Fındık Çeşidinde Klon Seleksiyonu. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Ordu, 99 s.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United State. <http://www.fao.org/home/en/>. (Erişim tarihi: 17.09.2019).
- Gharibzahedi, S.M.T., Mousavi, S.M., Hamed, M., Rezaei, K., Khodaiyan, F., 2013. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of Persian walnut oil obtained by several extraction methods. Industrial crops and products, 45(2013): 133-140.
- İsfahlan, A. J., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R., Jamei, R., 2010. Antioxidant and antiradical activities of phenolic extracts from Iranian almond (*Prunus amygdalus* L.) hulls and shells. Turkish Journal of Biology, 34(2): 165-173.
- İslam, A. 2018. Hazelnut culture in Turkey. Akademik Ziraat Dergisi 7(2), 259-66. doi:10.29278/azd.476665.
- İslam, A., Özgüven, A.I., 2001. Clonal selection in the Turkish hazelnut cultivars grown in Ordu province. Acta Horticulture, 556: 203-208.
- Kaleoğlu, M., Bayindirli, L., Bayindirli, A., 2004. Lye peeling of 'Tombul'hazelnuts and effect of peeling on quality. Food and Bioproducts Processing, 82(3): 201-206.
- Karadeniz, T., Küp, M., 1997. The effects on quality hazelnut of direction. Acta Horticulture, 445: 285-294.
- Kıralan, S., Yorulmaz, A., Şimşek, A., Tekin, A., 2015. Classification of Turkish hazelnut oils based on their triacylglycerol structures by chemometric analysis. European Food Research and Technology, 240(4): 679-688.
- Koyuncu, M.A., Balta, F., Koyuncu, F., Balta, M.F., 1997a. Main composition of the fruits of the hazelnuts Tombul and Palaz cultivars preselected in Carsamba and Terme (Samsun) districts. Acta Horticulturae 445: 119-122
- Koyuncu, M.A., Koyuncu, F., Bostan, S.Z., İslam, A., 1997b. Change of fat content and fatty acid composition during the fruit development period in the hazelnuts Tombul and Palaz cultivars grown in Ordu. Acta Horticulturae 45: 229-236.
- Köksal, A. İ., Artık, N., Şimşek, A., Güneş, N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Coryllus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. Food Chemistry, 99(3): 509-515.
- Köksal, İ., 2018. Türk Fındık Çeşitleri. Fındık tanıtım Grubu Yayınları, Ankara, 136s.
- Maguire, L. S., O'sullivan, S. M., Galvin, K., O'connor, T. P., O'brien, N.M., 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 55(3): 171-178.
- Mercanlıgil, S. M., Arslan, P., Alasalvar, C., Okut, E., Akgül, E., Pınar, A., Geyik, P.Ö., Tokgözoğlu, L., Shahidi, F., 2007. Effects of hazelnut-enriched diet on plasma cholesterol and lipoprotein profiles in hypercholesterolemic adult men. European Journal of Clinical Nutrition, 61(2): 212.
- Okatan, V., Bulduk, I., Sekara, A., Colak, A. M., Kaki, B., Gundogdu, M., 2018. Bioactive components and market quality of apple (*Malus domestica* Borkh.) fruits could be effectively controlled by trees pretreatment with boric acid, melatonin and gibberellic acid. Fresenius Environmental Bulletin, 27(10): 6933-6944.



- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J.S., Ferreira, I.C., Bento, A., Estevinho, L., Pereira, J.A., 2008. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5): 1801-1807.
- Ozdemir, F., Akinci, I. 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63(3): 341-347.
- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A., Diamantidis, G.R., 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102(3): 777-783.
- Parcerisa, J., Boatella, J., Codony, R., Farrà, A., Garcia, J., Lopez, A., Rafecas, M., Romero, A. (1993). Influence of variety and geographical origin on the lipid fraction of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) from Spain: I. Fatty acid composition. *Food Chemistry*, 48(4): 411-414.
- Pelvan, E., Alasalvar, C., Uzman, S., 2012. Effects of roasting on the antioxidant status and phenolic profiles of commercial Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(5): 1218-1223.
- Seabra, R.M., Andrade, P.B., Valentao, P., Fernandes, E., Carvalho, F., Bastos, M.L., 2006. *Biomaterials From Aquatic And Terrestrial Organisms*, Boca Raton, CRC Press, 622 s.
- Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G., Alasalvar, C., 2007. Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. *Food Chemistry*, 105(2): 590-596.
- Shahidi, F., Alasalvar, C., Liyana-Pathirana, C.M., 2007. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4): 1212-1220.
- Simsek, A., Aykut, O., 2007. Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8): 677-688.
- Şahin, İ., Erkut, A., Öztekin, L., Üstün, Ş., Oysun, G., 1990. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde yetiştirilen fındık çeşitlerinin teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları*, 63: 54.
- Şahin, S., Kılıç, Ö., Şengül, S., Perçin, S., 2019. Farklı İllerden Temin Edilen Fındık Zarının Bileşimi ve Antioksidan Etkinliğinin Araştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1): 27-35.
- Thompson, M. M., SA, M., 1996. *Hazelnuts. Fruits Breeding* (Edited by Jules Janick and James N. Moore). Volume III, Chapter 3, p 184.
- Tonkaz, T., Bostan, S. Z., Korkmaz, K., 2017a. Effects of supplement irrigation on hazelnut yield and pomological traits, IX. International Congress on Hazelnut (15-19 August 2017, Samsun/Turkey),134.
- Tonkaz, T., Şahin, S., Bostan, S. Z., Korkmaz, K., 2017b. Antioxidant activity and phenolic content of hazelnut fruit grown under different irrigation conditions, IX. International Congress on Hazelnut (15-19 August 2017, Samsun/Turkey),74.
- Tosun, M., Celik, F., Ercisli, S.O., Yilmaz, S., 2011. Bioactive contents of commercial cultivars and local genotypes of walnut (*Juglans regia* L.). *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering* 15 (2011): 110-114.
- Turan, A., İslam, A., 2016. Çakıldak fındık çeşidinde kurutma ortamları ve muhafaza süresine bağlı olarak meydana gelen değişimler. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2): 272-285.
- Venkatachalam, M., Sathe, S.K., 2006. Chemical composition of selected edible nut seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13): 4705-4714.
- Yaman, İ., 2019. Çarşamba (Samsun) İlçesinde Bakımlı ve Bakımsız Fındık Bahçelerinde Yetiştirilen Çakıldak Çeşidinin Verim ve Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Ordu*, 61 s.

Yorulmaz, A., Velioglu, Y.S., Tekin, A., Simsek, A., Drover, J.C., Ates, J., 2009. Phytosterols in 17 Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(4): 402-408.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. Research on antioxidant activity of flavonoids from natural materials. *Food Chemistry*, 64(1999): 555-559.