



Farklı Dal Çapı ve Dal Açısına Sahip Yomra Çeşidi Fındık Ocaklarında Dal Fındık Verimi ve Mekanik Hasat Etkinliği

Hazelnut Branch Yield and Mechanical Harvest Efficiency in Hazelnut (Cv.Yomra) Quarries with Different Branch Diameters and Branch Angles

Ruçhan Çömlek¹ , Taner Yıldız² 

Geliş Tarihi (Received): 21.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 07.11.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

Öz: Fındıkta (*Corylus avellana* L.) verim ve hasat etkinliği; budama, seyreltme gibi kültürel ve teknik uygulamalardan etkilenebilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, Yomra fındık çeşidinde dal çapının ve dal açısının dal fındık verimi ve hasat etkinliği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 44 dal, ortalama dal çapının standart sapması esas alınarak (ortalamadan 1 ve 2 standart sapma kadar yüksek ve düşük olanlar) dört deneysel gruba ayrılmıştır. Böylece dal çapları küçük (13.7-19.0 mm), orta küçük (19.1-25.6 mm), orta büyük (25.6-32.2 mm) ve büyük (32.3-38.8 mm) çaplı olarak gruplandırılmıştır. Benzer şekilde 44 dala ait dal açılarının ortalaması ve standart sapmasına göre dallar dar (<59.6°) ve geniş (>59.9°) açılı olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Dal çapının dal açısı, dalda kalan fındık miktarı ve mekanik hasat etkinliği (%) üzerinde etkisi önemli olup, küçük çaplı dallarda ilgili parametreler büyük çaplı dallara göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Küçük çaplı dal, orta büyük çaplı dal ve büyük çaplı dal için dal verim etkinliği (dal kesit alanı başına fındık verimi) sırasıyla 2.08, 4.54, 6.76 ve 9.31 g mm⁻² olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Dar açılı dallara kıyasla, geniş açılı dallarda dal çapı ($P<0.069$) ve toplam zuruflu fındık miktarı ($P<0.054$) daha yüksek olma eğiliminde bulunmuştur. Mevcut çalışmanın sonuçları, eksantrik tipli silkeleyici ile hasat yapılan fındık bahçelerinde hasat etkinliğini yükseltmek amacıyla, dal verimi etkinliğini de arttırdığı için, geniş açılı ve büyük çaplı dalların tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik hasat, dal verim etkinliği, fındık, budama, dal seyreltme, dip sürgünü temizliği

&

Abstract: In hazelnuts (*Corylus avellana* L.), cultural and technical practices such as pruning and thinning can affect hazelnut yield and harvest efficiency. Therefore, this study aimed to determine the effect of branch diameter and branch angle on branch hazelnut yield and harvest efficiency in the Yomra hazelnut variety. In total, 44 branches were divided into four experimental groups based on the standard deviation of the average branch diameter (those higher and lower by 1 and 2 standard deviations from the mean). Thus, branch diameters are grouped as small (13.7-19.0), medium-small (19.1-25.6 mm), medium-large (25.6-32.2 mm), and large (32.3-38.8 mm) diameters. Similarly, according to the average and standard deviation of the branch angles of 44 branches, the branches were divided into two groups: narrow (<59.6°) and broad (>59.9°) angles. The effect of branch diameter on branch angle, the quantity of hazelnuts remaining on the branch, and mechanical harvest efficiency (%) is significant, and the relevant parameters in small-diameter branches were found to be lower than in large-diameter branches ($P<0.05$). Branch yield efficiency (hazelnut yield per branch cross-sectional area) for small diameter branch, medium small diameter branch, medium large diameter branch, and large diameter branch was determined as 2.08, 4.54, 6.76, and 9.31 g mm⁻², respectively ($P<0.05$). Branch diameter ($P<0.069$) and total amount of hazelnuts ($P<0.054$) tended to be higher in wide-angle branches compared to narrow-angle branches. The results of the present study show that to increase the harvest efficiency in hazelnut orchards harvested with eccentric type shakers, wide-angle and large-diameter branches should be preferred, as they also increase branch yield efficiency.

Keywords: Mechanical harvest, branch yield efficiency, hazelnut, pruning, branch thinning, sucker control

Atıf/Cite as: Çömlek, Ç. & Yıldız, T. (2023). Farklı dal çapı ve dal açısına sahip yomra çeşidi fındık ocaklarında dal fındık verimi ve mekanik hasat etkinliği. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3),379-386 doi: 10.24180/ijaws.1363720.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Araş. Gör. Ruçhan Çömlek, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, ruchan.comlek@omu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Doç. Dr.Taner Yıldız, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, tyildiz@omu.edu.tr

GİRİŞ

Fındıkta (*Corylus avellana* L.) verim, kalite ve hasat etkinliğini birçok faktör etkilemektedir (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Bostan ve İşbakan, 2020; Bak ve Karadeniz, 2021). Bunların en önemlilerinden birisi kültürel ve teknik uygulamalardan olan ocak seyreltme ve budamadır (Bak, 2010). Budamayla birlikte, dip sürgünü temizliğinin yetersiz ve tekniğine uygun yapılmaması, fındık verimi ve hasat etkinliği (HE) bakımından önemli problemler (dip sürgünlerinin ocağın ve özellikle fındık veren dalların besin maddelerine ortak olması, ocakların havalanması ile güneşlenmesine engel olması ve sonuçta fındık verimi, kalitesi ve HE 'de azalma) oluşturmaktadır (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Beyhan, 2007; Acı ve Beyhan, 2018; Figen vd., 2021). Gerçekten de bu durum, fındık bahçelerinin özellikle de ocakların ekonomik ömrünü hızla tamamlamasına neden olmaktadır. Fındıkta budama ve dal seyreltmenin i) düzgün ve sağlam bir taç oluşturmak, ii) ocağın ve her bir dalın daha uzun süre verimli kalmasını sağlamak, iii) zayıflamaya başlayan dal veya gövdeleri yeniden güçlendirmek ve iv) böylece, ocak ve her bir dalın uzun süre kaliteli meyve vermesini sağlamak gibi birçok amacı bulunmaktadır (Karadeniz vd., 2009; Balta vd., 2021). Uygun bir budama ve dal seyreltmenin i) ocakta her bir dalın kısa sürede verime geçmesini, ii) ocaktaki kök ve taçlar arasındaki fizyolojik dengenin kurulması ve sürdürülmesini, iii) güneş ışınlarının etkin bir şekilde bahçenin ve ocağın her yerine ulaşmasının sağlanmasını, iv) bahçe, ocak ve dallardaki tozlaşma yüzdesinin artırılmasını, v) yıldan yıla verimdeki olası kayıpları ve dalgalanmaların azaltılmasını ve vi) en önemlisi de fındıkta zararlılarla mücadelenin ve fındık hasadının kolaylaştırılmasının sağlanması gibi önemli etkileri bulunmaktadır (Karadeniz vd., 2009; Bak ve Karadeniz, 2021).

Budama ve dal seyreltme genellikle, Ekim ayının sonlarına doğru bitkinin dinlenmeye girdiği ve aktif büyüme döneminin sona erdiği zaman yapılmaktadır (Bak ve Karadeniz, 2021). Budama ve seyreltmede; genellikle ocaktaki kalın ve ince dallar, kurumaya yüz tutmuş, kurumuş, sık ve az gelişmiş dip ve kök sürgünleri temizlenmektedir (Karadeniz vd., 2009; Bak ve Karadeniz, 2021). Budama sonrası dallarda iyi bir yapraklanma alanı ve meyve sürgünlerinin oluştuğu ve böylece dal başına verimliliğin yaklaşık iki katına çıktığı bildirilmiştir (Bak ve Karadeniz, 2021). Fındık bahçeleri de dahil meyve bahçelerinde ürün verimini etkileyen temel çevresel faktör güneş ışığı olmaktadır (Salazar-Canales vd., 2021). Bu nedenle, budama ve dip temizliği ile ilgili çalışmalarda genellikle ocaktaki dal sayısı, dal boyu, dallar arasındaki mesafenin ürün kalitesine etkisiyle birlikte, güneşlenme faktörünün yeterli olabilmesi için, dikim sistemi ve budamanın önemi üzerinde durulmuştur (Botu ve Turcu, 2001; Bostan, 2005; Karadeniz vd., 2009; Top ve Bostan, 2020; Bak ve Karadeniz, 2021). Nitekim fındıkta, ışık eksikliğinin meyve ağırlığı ve çiçek yoğunluğu gibi verim bileşenlerini olumsuz etkilediğine dair kanıtlar bulunmaktadır (Botu ve Turcu, 2001; Luciani vd., 2020; Salazar-Canales vd., 2021). Bu nedenle, ocaktaki fındık dallarının belirli bir açı ile seyreltilmesi sadece verimi ve kaliteyi değil, aynı zamanda hasat etkinliğini de olumlu etkileyecektir.

Antep fıstığı, kestane, badem, fındık ve ceviz gibi sert kabuklu meyvelerin elle hasadı pahalı, zaman alıcı ve yoğun emek gerektirmektedir (Afsah-Hejri vd.,2021). Bu nedenle, bu tür meyve ağaçlarının mekanik hasat teknolojileri yaygın ve yoğun şekilde araştırılmaktadır (Erdoğan vd., 2003; Polat vd., 2007a, 2007b; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021). Bu çalışmalar, mekanik hasadın etkinliği ile ilgili hasat teknikleri ve zorluklarına genel bir bakış sağlamıştır (Polat vd., 2007a, 2007b). Bununla birlikte, mekanik silkeleyiciler için en uygun parametreler, her ağacın veya ocağın dal sayısına, boyutuna, kütesine, yaprak yoğunluğuna ve dal konfigürasyonuna bağlıdır (Homayouni vd., 2022). Ocak tipi fındıkların mekanik hasadında genellikle eksantrik tipli silkeleyiciler kullanılmaktadır (Yıldız, 2012; Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bu tip dal silkeleyicilerin temel prensibi, silkeleyicinin oluşturduğu titreşimin dallara iletilmesine dayanmaktadır. Dolayısıyla, fındık dal çapına bağlı olarak oluşturulan titreşimin dallara iletilmesi hasat etkinliği değiştirecektir. Fındıkta elle ve mekanik silkeleyici ile silkeleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada silkeleyici bağlama yüksekliğinin artmasıyla birlikte, silkeleme ile meyve düşürme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bununla birlikte, dal kalınlığı (çapı) ve dalların açısının hasat etkinliği üzerindeki etkisi hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada Yomra fındık çeşidinde dal çapının ve dal açısının dal verimi ve hasat verimliliği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT**Materyal**

Bu çalışmanın verileri, Yomra çeşidi fındığın mekanik hasadında meyve düşürme yüzdesi üzerine farklı olgunlaşma dönemleri ve dal bağlama yüksekliklerinin etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmadan elde edilmiştir (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Dolayısıyla, mevcut çalışmada değerlendirilen dal çapı ve açısına ait verilerin alındığı bahçenin coğrafi konumunun, fındık bahçesinin, denemede kullanılan eksantrik tipli silkeleyicinin ve diğer ölçüm aletlerinin özellikleri önceki araştırmada ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bununla birlikte, bu çalışmada dal çapı ve açısına ait ölçümler farklı bağlama yüksekliğine bağlı silkelemeye tabi tutulan 60 dalın standartlara uygun olan 44'ünde yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dal çapı ve dal açıları için tanımlayıcı istatistikler.

Table 1. Descriptive statistics for branch diameter and branch angles.

	n	Minimum (Minimum)	Maksimum (Maximum)	Ortalama (Mean)	Standart sapma (Standart Deviation)
Dal çapı (mm) (Branch diameter)	44	13.7	37.2	25.6	6.61
Dal açısı (°) (Branch angle)	44	41.0	87.0	59.6	10.62

Dal açısı (°): Dal çaplarının ölçüldüğü noktalardan (Şekil 1a) dal açıları ölçülmüştür. Bu amaçla bahçe zemini yatay düzlem kabul edilerek, çelik metre ve su terazisi kullanılarak zeminle 90° açı sağlamış ve açı ölçer yardımıyla her bir noktanın açısı ölçülmüştür.

Dal çapı (mm): Şekil 1'de görüldüğü gibi, hasat tarihinde (bu çalışmada 28 Ağustos, 7 Eylül ve 15 Eylül olmak üzere üç farklı hasat zamanı esas alınmıştır) seçilen her bir dalın toprak ile birleştiği noktadan sırasıyla 50, 100, 150 ve 200 cm yüksekliğine denk gelen noktadan dal çapının (D) ölçülmesi ile belirlenmiştir. Bu ölçüm için her bir yükseklikten kuzey-güney ve doğu-batı doğrultusunda kumpas ile iki çap ölçümü alındıktan sonra ortalaması hesaplanmıştır. Her bir dala ait çap ise dört noktanın ortalaması olarak hesaplanmıştır (Şekil 1b).



Şekil 1. Dal açısı (a) ve dal çaplarının (b) belirlenmesi.

Figure 1. Determination of branch angles and branch diameters.

Yöntem

Toplamda 44 dal, ortalama dal çapının standart sapması esas alınarak (ortalamadan 1 ve 2 standart sapma kadar düşük ve yüksek olanlar) dört deneysel gruba ayrılmıştır. Böylece küçük çap (KÇ, 13.7-19.0), orta küçük çap (OKÇ, 19.1-25.6), orta büyük çap (OBÇ, 25.6-32.2) ve büyük çap (BÇ, 32.3-38.8) olarak dal grupları oluşmuştur. Benzer şekilde 44 dala ait açıların ortalaması ve standart sapmasına göre dar açı (DA,

<59.6°) ve geniş açı (GA, 59.9°<) olmak üzere iki deneysel gruba ayrılmıştır. Bu grupta da 2 standart sapma gruplarına düşen dal açısı sayısı (<49.0° veya 70.2°<) üçten daha düşük olduğu için ekstra gruplandırma yapılmamıştır.

Dal fındık verimi (g): Hasat esnasında her bir daldan dökülen (DF, g) ve dalda kalan zuruflu fındıkların (KF, g) toplam ağırlığıdır. Yani toplam fındık (TF, g) ağırlığı olarak hesaplanmıştır.

Dal verimi etkinliği (DVE, g mm⁻²): Dal başına TF'nin, ortalama dal yarıçapı (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplanan gövde kesit alanına (GKA) (Eşitlik 2), oranlanarak (Eşitlik 3) hesaplanmıştır (Top ve Bostan, 2020).

$$r = \frac{D}{2} \quad (1)$$

$$GKA (mm^2) = \pi r^2 \quad (2)$$

$$DVE (g mm^{-2}) = \frac{TF}{GKA} \quad (3)$$

Hasat etkinliği (%): DF fındık miktarının TF miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$HE (\%) = \frac{DF}{TF} \times 100 \quad (4)$$

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler (DVE hariç), IBM SPSS paket programının (SPSS v21.0: IBM Corp.) "Compare Means" prosedürü kullanılarak aşağıdaki modele (Eşitlik 5) göre, tamamen rastgele tasarımda tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur.

$$Y_{ij} = \mu + D\zeta_i + e_{ij} \quad (5)$$

Burada, Y_{ij} kantitatif tepki değişkeni (DF, DK, TF, DVE ve HE), μ genel ortalamadır. $D\zeta_i$ dal çapı i 'nin (KÇ, OKÇ, OBC, BÇ) etkisi ve e_{ij} rastgele hatadır. Ortalamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Farklılıklar $P < 0.05$ seviyesinde önemli, $P < 0.07$ seviyesinde ise önemli olma eğiliminde kabul edilmiştir. Dal çaplarının arasındaki linear, kuadratik ve kübik ilişkiler aynı paket programda ortogonal polinom kontrast uygulanarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı dal çaplarının dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarları ile hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Dal çapının KF ($P=0.043$) ve HE ($P=0.050$) miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuş; DF, TF ve DA üzerinde ise önemli bir etkisi bulunmamıştır ($P > 0.05$; Çizelge 2). Küçük çaplı dallardaki KF miktarı ve HE, büyük çaplı dallara göre daha düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte, incelenen tüm parametreler dal çapının büyüklüğüne bağlı olarak doğrusal (lineer) olarak artmıştır ($P < 0.05$). Gövde kesit alanı başına düşen zuruflu fındık verimi yani DVE de dal çapından önemli düzeyde etkilenmiştir ($P < 0.05$). Bu sonuçlar, fındıkta birim alandaki dal sayısı ile bitki başına düşen verim arasında ters orantı olması ile açıklanabilir (Beyhan, 2007). Fındıkta silkelemeyle meyvelerin tamamen dökülmesi yani hasat etkinliği; dal çapı ile birlikte, meyvelerin olgunlaşma süresine, yani hasat zamanına

ve silkeleyici parametrelerine (silkeleme genliği, frekans ve silkeleme süresi) bağlı olmaktadır (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd.,2021).

Çizelge 2. Farklı dal çaplarının (DÇ) dal açısı (DA), dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarı ve hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi.

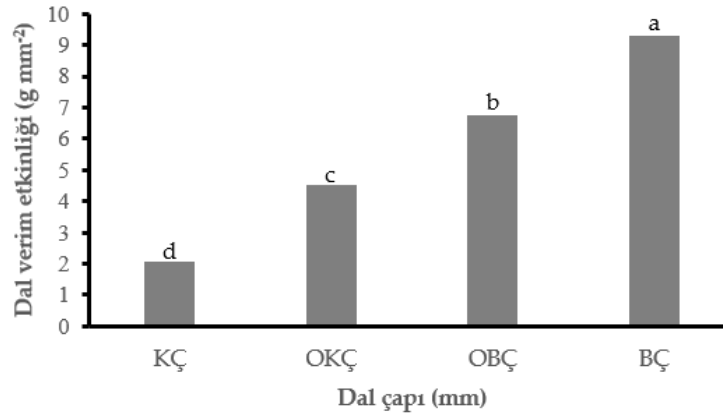
Table 2. Effect of different branch diameters (DÇ) on branch angle (DA), amount of removed (DF), remaining on the branch (KF) and total hazelnut (TF) amount and harvest efficiency (HE).

Parametre (Parameter)	KÇ (mm) (SD) 13.7-19.0	OKÇ (mm) (MSD) 19.1-25.6	OBC (mm) (MLD) 25.6-32.2	BÇ (mm) (LD) 32.3-37.2	OSH (MSE)	P-değeri (P-Value)
n	10	13	11	10		
DA (°) (BA)	56.6	59.1	60.2	62.6	1.62	0.674
DF (g dal ⁻¹) (AR)	345.3	476.0	475.8	415.6	51.56	0.798
KF (g dal ⁻¹) (RB)	213.6 ^b	531.2 ^{ab}	553.6 ^{ab}	732.8 ^a	63.75	0.043
TF (g dal ⁻¹) (TH)	629.1	1007.1	1029.7	1078.1	81.55	0.217
HE (%) (HE)	36.8 ^b	47.0 ^{ab}	51.0 ^{ab}	59.8 ^a	3.46	0.050

KÇ, küçük çaplı dal; OKÇ, orta küçük çaplı dal; OBC, orta büyük çaplı dal; BÇ, büyük çaplı dal; OHS: Ortalamanın standart hatası.

^{a,b}: Aynı sıradaki farklı üst simgeler, önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05).

Antep fıstığı, kestane, badem ve ceviz gibi sert kabuklu meyvelerin mekanik hasat olanaklarının incelendiği çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Polat vd., 2007a, 2007b; Afsah-Hejri vd.,2021). Bununla birlikte, daha önceki çalışmalarda ve mevcut çalışmadaki sonuçlar mekanik silkeleyicilerin hasat etkinliğinin her ağacın veya ocağın dal sayısına, dal boyutuna, kütlesine, yaprak yoğunluğuna ve dal konfigürasyonuna bağlı olduğu fikrini desteklemiştir (Afsah-Hejri vd.,2021; Homayouni vd., 2022).



Şekil 2. Farklı dal çaplarının dal verim etkinliği üzerine etkisi.

Figure 2. The effect of different branch diameters on branch yield efficiency.

KÇ, küçük (13.7-19.0 mm) dal çapı; OKÇ, orta küçük dal çapı (19.1-25.6 mm);

OBC, orta büyük dal çapı (25.6-32.2 mm); BÇ, büyük dal çapı (32.3-38.8 mm).

^{a-d}: Barlar üzerindeki farklı harfler önemli farklılıkları gösterir (P<0.05).

n= 44 için ortalamının standart hatası: 0.17.

Figure 2. Effect of different branch diameters on branch yield efficiency.

KÇ, small (13.7-19.0 mm) branch diameter; OKC, medium small branch diameter (19.1-25.6 mm);

OBC, medium large branch diameter (25.6-32.2 mm); BÇ, large branch diameter (32.3-38.8 mm).

^{a-d}: Different letters on bars indicate significant differences (P<0.05).

n=Standard error of the mean: 0.17 for n = 44.

Küçük çaplı dal, orta küçük çaplı dal, orta büyük çaplı dal ve büyük çaplı dal için DVE sırasıyla 2.08, 4.54, 6.76 ve 9.31 g mm⁻² olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05; Şekil 2). Dal çapının artmasına bağlı olarak KF'da artmıştır. Dal çaplarının artmasıyla birlikte, dal verimlerinin de artması HE değerlerinin de artmasına neden olmuştur. Mevcut çalışmadaki ortalama DVE değerleri daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu bulunmuştur (Beyhan, 2007; Çalışkan vd., 2019; Figen vd., 2021).

Farklı dal açılarının dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarları ile hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi ise, Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüleceği gibi, dal açılarının dal çapları ve TF üzerindeki etkisi önemli olma eğiliminde bulunmuştur (P=0.069). Dar açılı dallara kıyasla, geniş açılı dallarda dal çapı ve TF daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, silkeleyici ile hasatta HE'nin her zaman silkeleyici bağlantı noktasına ve etkin fındık kütesine bağlı olduğunu fikrini doğrulamaktadır (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Polat vd., 2007a, 2007b).

Çizelge 3. Farklı dal açılarının dal çapı, dökülen, dalda kalan ve toplam fındık miktarı ile hasat etkinliği üzerindeki etkisi.

Table 3. The effect of different branch angles on branch diameters, the amount of removed hazelnuts, remaining on the branch and total hazelnuts, and harvest efficiency.

Parametre(Parameter)	DA (°) <59.6 (AA)	GA (°) 59.9< (WA)	OSH (MSE)	P-değeri (P-Value)
n	20	24		
Dal çapı (mm) (Branch diameter)	27.8 ^a	24.0 ^b	1.03	0.069
Dökülen fındık (g dal ⁻¹) (amount of removed)	503.6	503.3	51.56	0.134
Dalda kalan fındık (g dal ⁻¹) (remaining on the branch)	521.0	347.6	63.75	0.894
Toplam fındık (g dal ⁻¹) (Total hazelnut)	868.5 ^b	1006.9 ^a	81.55	0.054
Hasat etkinliği (%) (Harvest efficiency)	45.5	51.4	3.46	0.401

DA, dar açılı; GA, geniş açılı; OHS: Ortalamanın standart hatası.

^{a,b}: Aynı sıradaki farklı üst simgeler önemli olma eğilimindeki farklılıkları göstermektedir (P<0.07).

Mekanik hasat; hasat etkinliğini artırmasına rağmen, i) dalların hasar görmesi, ii) yaprak dökülmesi, iii) özel meyve bahçesi tasarımı ve ağaç eğitimi gereksinimi, iv) sermaye yatırımı ve v) makina bakım masraflarının artması gibi dezavantajlara sahiptir (Hoshyarmanesh vd., 2017; Afsah-Hejri vd., 2021). Günümüzde yaygın mekanik hasat makineleri dal, gövde ve kanopi silkeleyicilerinden oluşmaktadır (Yıldız, 2012; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021; Homayouni vd., 2023). Ağaca zarar vermeden silkeleyiciler ile verimli meyve hasadı; i) ağaç özellikleri (türü, boyutu, doğal sıklığı, sönümlenme özellikleri ve ağacın yapısı), ii) meyve özellikleri (şekli, boyutu, sap uzunluğu ve olgunluk düzeyi) ve iii) titreşim parametreleri (silkeleyici tipi, kütesi, silkeleme genliği, silkeleme frekansı ve silkeleyici kelepçesinin bağlantı noktası) gibi hususlara bağlı olmaktadır (Afsah-Hejri vd., 2021). Mevcut çalışmada, Yomra çeşidinde de olduğu gibi, ocak tipi fındıkta küçük çaplı dallarda zuruflu fındık veriminin (TF ve DVE) az olmasından dolayı, çotanakların muhtemelen dağınık bir dağılım göstermesi nedeniyle, HE düşük bulunmuş olabilir (Du vd., 2019).

Mevcut çalışmanın sonuçları, fındıkta dal çapının artmasıyla birlikte mekanik silkeleyicinin HE'nin de arttığını göstermiştir. Eksantrik tipli silkeleyicilerin dinamiği ve güç gereksinimi; silkeleyicin dala bağlama yüksekliğinin artışıyla gövdenin elastik deformasyonunun sürekli olarak artmasına ve bunun sonucunda net güç gereksiniminde önemli bir azalmaya neden olduğu söylenebilir (Polat vd., 2007a, 2007b, Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bu nedenle, silkeleme ile geniş açılı dallarda DF miktarının %33.3 daha az gerçekleşmesi, dal açısının, dalın yüksekliğine de bağlı olarak meyvelerin düşürülmesi için gerekli teğetsel kuvvetin daha etkili olduğu göstermektedir. Bu durum, büyük çaplı dallarda dal veriminin (TF ve DVE) daha yüksek olmasıyla ilişkili olabilir. Nitekim mevcut çalışmada her ne kadar dar açılı dallar daha büyük dal çapına

sahip olma eğiliminde olsa da geniş açılı dalların TF miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, mekanik silkeleyicilerin etkinliğini ve otomasyonu arttırmada önemli bir veri sağlayabilir (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021). Du vd. (2019) tarafından belirtildiği gibi, silkeleyicinin oluşturduğu titreşimin etkili bir şekilde dallara iletilmesini sağlamak ve HE artırmak için, meyvelerinin farklı olgunlaşma dönemlerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014).

SONUÇ

Mevcut çalışmanın sonuçları, eksantrik tipli silkeleyici ile hasat edilen fındık bahçelerinde mekanik hasat etkinliğini yükseltmek amacıyla, geniş açılı ve büyük çaplı dalların tercih edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Yomra çeşidi fındıkta büyük çaplı dallarda zuruflu fındık veriminin (TF ve DVE) yüksek olması, HE'nin de yüksek olmasını sağlamıştır. Ayrıca dal çapının azalması ile fındıkların düşürülmesi için gerekli olan kuvvetin artmasına rağmen, meyve düşürme yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir. Gelecekte, eksantrik tipli silkeleyici ile farklı fındık çeşitlerinde de mekanik hasat parametrelerinin belirleneceği daha ileri araştırmalar yapılmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu makaleyle ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar, çalışmanın her aşamasına eşit oranda katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmanın istatistik analizinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Soner ÇANKAYA'ya ve makalenin yazım aşamasında değerli önerilerde bulunan Prof. Dr. Nuh OCAK'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Acı, F. & Beyhan, N. (2018). Fındığın tepe daldırması yöntemi ile çoğaltılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.24180/ijaws.365185>.
- Afsah-Hejri, L., Homayouni, T., Toudeshki, A., Ehsani, R., Ferguson, L., & Castro-García, S. (2021). Mechanical harvesting of selected temperate and tropical fruit and nut trees. *Horticultural Reviews*, 49, 171-242. <https://doi.org/10.1002/9781119851981.ch4>.
- Bak, T. (2010). *Fındıkta farklı dal sayılarının verim ve kalite faktörleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Bak, T., & Karadeniz, T. (2021). Effects of branch number on quality traits and yield properties of European hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Agriculture*, 11(5), 437. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050437>.
- Balta, M. F., Yaman, İ., Kirkaya, H. & Karakaya, O. (2021). Farklı bakım koşullarında yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinin verim ve meyve özelliklerinin değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 265-274. <https://doi.org/10.29278/azd.909070>.
- Beyhan, N. (2007). Effects of planting density on yield and quality characteristics of hazelnut (cv. Palaz) in a hedgerow training system. *Canadian Journal of Plant Science*, 87, 595-597. <https://doi.org/10.4141/P05-064>.
- Bostan, S. Z., (2005). Fındıkta pomolojik ve teknolojik özellikler üzerine ocaktaki dal sayısının etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, 344: 4-7. <https://doi.org/10.29278/azd.656047>.
- Bostan, S. Z. & İşbakan, H. (2020). Fındıkta bitki morfolojik özellikleri ile verim ve meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(1), 32-45.
- Botu, I., & Turcu, E. (2001). Evaluation of ecological conditions and prospects for growing hazelnut in Romania, V International Congress on Hazelnut. *ISHS Acta Horticulture*, 556: 117-123. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.556.15>.
- Çalışkan, K., Balta, F., Yılmaz, M., & Karakaya, O. (2019). Organik olarak yetiştirilen Palaz fındık çeşidinde ocaktaki gövde sayısına bağlı olarak verim ve meyve özelliklerindeki değişim. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8: 49-60. <https://doi.org/10.29278/azd.656047>.
- Du, X., Jiang, F., Li, S., Xu, N., Li, D., & Wu, C. (2019). Design and experiment of vibratory harvesting mechanism for Chinese hickory nuts based on orthogonal eccentric masses. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 178-186. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.11.027>.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun, E; & Gezer, I. (2003). Mechanical harvesting of apricots. *Biosystems Engineering*, 85(1), 19-28. [https://doi.org/10.1016/S1537-5110\(03\)00024-2](https://doi.org/10.1016/S1537-5110(03)00024-2).
- Figen, F., Serdar, Ü. & Akyüz, B. (2021). Palaz fındık çeşidinde dip sürgünü temizleme sıklığının verim ve kalite üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 219-226. <https://doi.org/10.29278/azd.859254>.

- Homayouni, T., Gholami, A., Toudeshki, A., Afsah-Hejri, L., & Ehsani, R. (2022). Estimation of proper shaking parameters for pistachio trees based on their trunk size. *Biosystems Engineering*, 216, 121-131. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.02.008>.
- Homayouni, T., Maharlooei, M., Toudeshki, A., Ferguson, L., & Ehsani, R. (2023). Simultaneous trunk and canopy shaking improves table olive harvester efficiency versus trunk shaking alone. *Horticulturae*, 9(6), 640. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060640>.
- Hoshyarmanesh, H., Dastgerdi, H. R., Ghodsi, M., Khandan, R., & Zareinia, K. (2017). Numerical and experimental vibration analysis of olive tree for optimal mechanized harvesting efficiency and productivity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 132, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.11.014>.
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C. ve Tarakçıoğlu, C., (2009). *Fındık Yetiştiriciliği*. Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi Yayın No: 1.
- Luciani, E., Palliotti, A., Frioni, T., Tombesi, S., Villa, F., Zadra, C. & Farinelli, D. (2020). Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. *Scientia Horticulturae* 263, 109097. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>.
- Polat, R., Gezer, I., Guner, M., Dursun, E., Erdogan, D., & Bilim, H. C. (2007a). *Mechanical harvesting of pistachio nuts*. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1131-1135. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.023>.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdogan, D., Gezer, I., & Cem Bilim, H. I. (2007b). Mechanical harvesting of almond with an inertia type limb shaker. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(3). <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.528.532>.
- Salazar-Canales, F., Bastías, R. M., Calderón-Orellana, A., Wilckens, R., & González, E. (2021). Photo-selective nets differentially affect microclimatic conditions, leaf physiological characteristics, and yield in hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 62(6), 845-858. <https://doi.org/10.1007/s13580-021-00365-8>.
- Top, G. & Bostan, S. Z. (2020). Fındıkta çotanak dökümü ile bitki ve meyve özellikleri arasındaki ilişkiler-İlk sonuçlar. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(2), 125-142.
- Yıldız, T. (2012). Bazı meyve ağaçlarının mekanik hasadında kullanılan silkeleyiciler ve farklı silkeleme yöntemlerinin incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 158-164. <https://doi.org/10.7161/anajas.2012.273.158>.
- Yıldız, T. & Tekgüler, A. (2014). The effects of different maturity times of fruit ripening and limb connection heights on the percentages of fruit removal in mechanical harvesting of hazelnut (Cv. Yomra). *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 20, 38-47. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001263.