



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.461289

Mekanize fındık hasadı ile toplanan fındığın yatay hava tüneline taş ve topraktan temizlenme olanaklarının incelenmesi

Kübra Meriç Kalın^{a*}, Mehmet Arif Beyhan^a

^aOMÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun
*Sorumlu yazar/corresponding author: meric.kalin@hotmail.com

Geliş/Received 19/09/2018

Kabul/Accepted 04/04/2019

ÖZET

Bu çalışmada, mekanize fındık hasadı sırasında yerden toplanan materyal karışımından, taş-toprağın yatay hava tüneli kullanılarak temizlenme olanakları ve gerekli sistem parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemeler, iki farklı karışım oranında (% 6 taş, % 6 toprak ve % 88 oranında tane fındık, tekli, ikili, üçlü çotanak ve zuruflu fındık (A) ve % 10 taş, % 10 toprak ve % 80 oranında tane fındık, tekli, ikili, üçlü çotanak ve zuruflu fındık (B) , dört farklı besleme miktarında (500, 750, 1000 ve 1250 kg⁻¹) ve beş farklı hava hızında (25, 30, 35, 40 ve 45 ms⁻¹) gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonucunda A ve B karışımları için en yüksek temizleme etkinliği değerleri sırasıyla 25-30 ms⁻¹ hava hızlarında ve 30-40 cm ürün dökülme mesafelerinde elde edilmiştir. A karışımında taş ve toprak temizleme etkinlikleri sırasıyla % 91 ve % 89 olurken, B karışımında % 89 ve % 84 olarak elde edilmiştir. Aynı parametreler için kayıp fındık oranları A karışımında % 10 B karışımında ise % 9 olmuştur.

Anahtar Sözcükler:
Yatay hava tüneli
Seperasyon
Fındık hasadı
Taneli ürün
Temizleme etkinliği

Examination of the possibility of separation of the hazelnut collected by mechanized hazelnut harvest from stone and soil in horizontal air tunnel

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the possibilities of cleaning and the necessary system parameters by using horizontal air tunnel of stone-soil from the material mixture collected from the ground during hazelnut harvesting. The experiments were carried, in two different mixing ratios (6 % stone, 6 % soil and 88 % seed hazelnut, single, double, triple hazelnut and husk (A) and 10 % stone, 10% soil and 80% seed hazelnut, single, double, triple hazelnut and husk, at four different feed rates (500, 750, 1000 and 1250 kg h⁻¹) and five different air velocities (25, 30, 35, 40 and 45 ms⁻¹). As a result, the highest cleaning efficiency values for mixtures A and B were obtained at air velocities of 25-30 m s⁻¹ and 30-40 cm product spill distances, respectively. While the stone and soil clearing efficiencies in A mixture were 91 % and 89 %, B mixture were 89% and 84%, respectively. For the same parameters, the loss hazelnut ratios were 9 % in mixture A and 10 % mixture B.

Keywords:
Wind tunnel
Separation
Hazelnut harvest
Granular product
Separation efficiency

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Fındık, dünyada, bademden sonra yetiştiriciliği en yaygın yapılan sert kabuklu meyve çeşididir. Ülkemiz yaklaşık 701 bin hektar fındık üretim alanıyla dünyada lider konumdadır. Ülkemizin fındık ihracatındaki payı yaklaşık 505 bin ton olup dünya fındık ihracatının yaklaşık % 72'sini gerçekleştirmektedir. Yıllık kabuklu fındık üretim miktarı yaklaşık 525 bin tondur (FAO, 2014). Fındığın tarıma dayalı sanayiye hammadde sağlaması, hammadde, yarı mamul, mamul üretimi ve ticareti aşamalarında istihdam ve katma değer katması, en önemli ihraç ürünlerinden biri olması ülke

ekonomisindeki önemini ortaya koymaktadır (Bozoğlu, 1999) . Türkiye’de yetiştirilen fındık çeşitleri, genellikle meyveyi sıkıca saran uzun zuruflara sahiptir. Bu nedenle, olgun meyveler kendiliğinden zuruftan ayrılmamakta ve çotanaklar halinde dökülmektedir. Daldan ve yerden çotanaklar halinde toplanan fındıklar açık havada kurutulduktan sonra zuruf soyma işlemine tabi tutulmaktadır. Fındık hasadının, fındığın toplanması ve zurufların soyulması işlemlerini kapsadığı dikkate alındığında zuruf soyma makinalarının elle toplanmış fındığa göre tasarlanmış olması ve mekanik olarak toplanan fındıkların muhtemel çöp içermesi nedeniyle zuruf soyma makinalarının performansını

etkilemektedir. Son yıllarda yerel imalatçılar tarafından sınırlı sayıda da olsa mekanik ve pnömatik toplama ünitesi fındık hasat makineleri imal edilmekte ve bu makinelerle toplanan fındık taş, toprak vb. yabancı materyal içerdiğinden fındığın temizlenmesi ayrı bir iş olarak karşımıza çıkmaktadır.

Beyhan (1992), Türkiye koşullarına uygun bir aspirasyonlu fındık hasat makinesi tasarımı ve imalatını yaptığı çalışmada, makineyle çalışmada ayırıcıda toprağın ayrılmadığını ve kuru otun ayrılma yüzdesinin ise düşük olduğunu saptamıştır. Bu durumun, ot parçalarının zuruflu fındıklara takılarak çökmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Kuru koşullarda ayırıcının toplam ayırma etkinliğini % 35.36 olarak tespit etmiş, toprak olmaksızın diğer hafif materyaller için ayırma etkinliğinin % 60.55 oranında gerçekleştiğini, yağışlı koşullarda ise toplam ayırma etkinliğinin % 25'e, toprak dikkate alınmadığında diğer hafif materyallerin ayırma etkinliğinin ise % 35.60'a düştüğünü bildirmiştir. Ayrıca, zeminden toplanan yabancı materyallerin büyük bölümünü ise toprağın oluşturduğunu tespit etmiştir.

Yine, Sauk (2016), Türkiye'de düz ve düze yakın arazilerde yetiştirilen fındığın mekanik hasat olanaklarını incelediği çalışmada, prototip imalatı yapılan mekanik etkili toplama ünitesi fındık toplama makinesinin, farklı bahçe verimi koşullarında alan iş başarısının 0.158-0.102 hah⁻¹ ve ürün iş başarısının 124.83-1322.08 kgh⁻¹, yabancı materyal ayıklama etkinliğinin % 96.61-95.62 olduğunu belirlemiştir. Toplanan yabancı materyallerin % 68.60'ının toprak ve dal parçasından oluştuğunu tespit etmiştir.

Sarig ve ark. (1974), meyvelerin ve yabancı materyallerin aerodinamik özelliklerindeki farklılıktan yararlanılarak, namlu hazırlığı sırasında yapraklar ve diğer yabancı materyalleri uzaklaştıracak sistemler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, 9.15 ms⁻¹lik (materyal akışına göre ters yönlü) bir hava hızı ile önemli miktarda yaprağın uzaklaştırıldığını, iyi hazırlanmış zemin koşullarında süpürücüden süpürme etkinliğinin % 99 olduğunu saptamışlardır.

Simonyan ve Yiljep (2008), sorgumda harman sonrası tane dağılımını ve temizleme etkinliğini belirlemek amacıyla sabit harman makinesi geliştirmişlerdir. Temizleme kayıplarının, besleme hızı ve hava hızının artması ile arttığını ve en yüksek harmanlama etkinliğinin % 99.85 olduğunu bildirmişlerdir. Hava hızındaki artışla kayıp oranında artma meydana geldiğini ve farklı besleme miktarlarında % 54'e kadar kayıp ürün olduğunu tespit etmişlerdir.

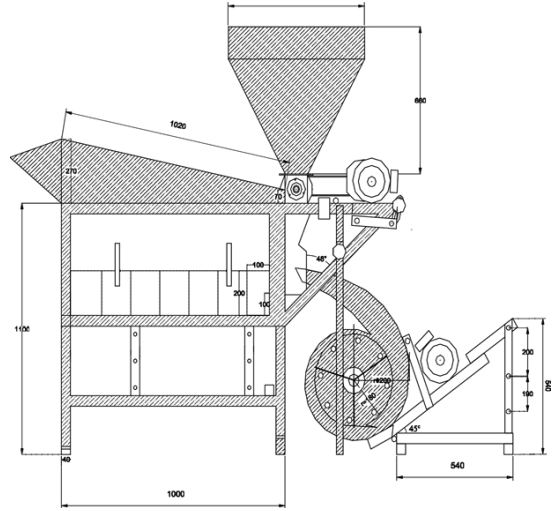
Bu çalışmada, makine ile hasat edilen fındığın yabancı materyallerden temizlenmesi için yatay hava tüneli kullanılmış, bu sisteme ait işletme parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Denemeler Yomra cinsi fındık kullanılarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü atölyesinde yürütülmüştür. Fındıkların nem içeriği hasat zamanındaki nem içeriği baz alınarak % 25 olarak ayarlanmıştır.

Çalışma için tasarlanıp imalatı yaptırılan yatay hava tüneli, besleme ünitesi, temizleme ünitesi ve vantilatör olmak üzere üç ana üiteden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yatay hava tüneli

Besleme ünitesinin materyal giriş açıklığı 600x600 mm, materyal çıkış açıklığı 100x200 mm ve yüksekliği 550 mm'dir. Materyalin çıkış ağzı, besleme esnasında oluşabilecek tıkanmaları önlemek ve tekdüze bir akış sağlamak amacıyla hücreli boşaltıcı ile desteklenmiştir. Besleme ünitesine işlevini kazandıran hücreli boşaltıcı hareketini kademeli zincir dişliden almakta olup, güç kaynağı olarak 0.75 kW redüktörlü trifaze elektrik motoru kullanılmıştır.

Temizleme ünitesi, 100x200 mm ölçülerinde 7 adet eş ürün dökülme kabından oluşmakta olup, besleme ünitesinden temizleme ünitesine iletilen materyale kolayca ulaşabilmesi için yan tarafına çıkarılıp takılabilen bir kapak ilave edilmiştir. Vantilatörün, temizleme ünitesine ilettiği havanın ünite içerisinde türbülans oluşturmaması için, ünitenin üst kısmı materyalin üniteyi terk ettiği uç noktaya doğru açısı artan sacdan tünelle kapatılmıştır.

Denemelerde kullanılan farklı hava hızlarını elde etmek için vantilatörün devir sayıları, giriş gerilimi 380-480 V ± % 10, 50-60 Hz ± % 5 olan frekans dönüştürücü kullanılarak değiştirilmiştir. Devir sayısının kabaca ayarı el ile hassas ayarı ise frekans dönüştürücü ile yapılmıştır. Vantilatörün yatay hava tüneli ile açısı 45° ve yatay hava tünelinin yerden yüksekliği 10 cm'dir.

Bitkisel materyalin ağırlıklarının ölçmek için 6100 g kapasiteli ve 0.01 g hassasiyetli dijital terazi kullanılmıştır. Vantilatörden istenilen hızların tespiti için dijital göstergeli anemometre kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Denemeler beş farklı hava hızında (25-30-35-40-45 ms⁻¹), dört farklı besleme miktarında (500-750-1000-1250 kg^h⁻¹) ve 2 farklı materyal karışımında (A, % 6'lık materyal karışımı, B, % 10'luk materyal karışımı) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Besleme ünitesinin kapasitesi 7 kg olup, A karışımı % 6 taş (420 g), % 6 toprak (420 g), % 88 tane fındık, tekli, ikili, üçlü çotanak ve boş zuruf (6160 g) ve B karışımı, % 8 taş (700 g), % 8 toprak (700 g), % 84 tane fındık, tekli, ikili, üçlü çotanak ve boş zuruf (5600 g) şeklindedir.

Taş ve toprak temizleme etkinliğini ve kayıp fındık oranını belirleyebilmek için ünitenin her bir dökülme kutusuna düşen taş, toprak ve fındık ayrı ayrı tartılmış ve aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$TE = \frac{G_0}{G_1} \times 100 \quad (1)$$

Burada;

TE: temizleme etkinliği (%),

G₀: her bir ürün dökülme kutusundaki taş ve toprak ağırlığı (g)

G₁: Besleme ünitesinde bulunan toplam taş ve toprak ağırlığı (g)

Fındık kayıp oranı, tane fındık esas alınarak benzer şekilde aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$FKO = \frac{G_i}{G_w} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

FKO: tane fındık kayıp oranı (%)

G_i: her bir ürün dökülme kutusunda bulunan tane fındık ağırlığı (g)

G_w: besleme ünitesinde bulunan toplam tane fındık ağırlığı (g)

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. A karışımı için hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı taş ve toprak temizleme etkinliği ve fındık kayıp oranı değişimleri

Yatay hava tüneline, materyallerin farklı aerodinamik özelliklerinden faydalanarak, fındık, taş ve toprak karışımından taş ve toprağın temizlenmesi amacıyla yapılan denemelerde hava hızı ve ürün dökülme mesafesinin interaktif etkilerinin, temizlenme etkinliğine etkisinin çok önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (P<0.01). A karışımı için, tüm besleme

miktarları, hava hızları ve ürün dökülme mesafelerinde elde edilen taş temizleme etkinliği değerleri Şekil 2'de, toprak temizleme etkinliği değerleri Şekil 3'te ve fındık kayıp oranı değerleri Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, taş temizleme etkinliği, düşük ürün dökülme mesafelerinde, hava hızındaki artışla önemli düzeyde azalırken, ürün dökülme mesafesi arttıkça hava hızındaki artışın, taş temizleme etkinliği üzerindeki etkisi önemli düzeyde azalmıştır (P<0.01). A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen taş temizleme etkinliği değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v, ms⁻¹) ve ürün dökülme mesafesine (m, cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği (TE_{taş}, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla;

500 kg^h⁻¹, $TE_{taş} = 0.5264 + 0.00385(v.m) - 0.00042(v^2)$, $R^2=0.86$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.089^{**}, 0.0003^{**}, 6.62x10^{-5**},

750 kg^h⁻¹, $TE_{taş} = 0.298934 + 0.00776(v.m) - 0.00028(v^2) - 0.001(v^2.m)$, $R^2=0.97$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.1321^{**}, 0.00154^{**}, 9.68x10^{-5**}, 4.02x10^{-5*},

1000 kg^h⁻¹, $TE_{taş} = 0.3239032 + 0.007713(v.m) - 0.0033(v^2) - 0.0001(v^2.m)$, $R^2=0.92$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.144^{**}, 0.0016^{**}, 0.0001, 4.10x10^{-5*},

1250 kg^h⁻¹, $TE_{taş} = 0.917341 - 0.00072(v^2) - 0.0000954(v^2.m)$, $R^2=0.87$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.083^{**}, 7.5x10^{-5**}, 9.68x10^{-6**}, (*:P<0.01, **:P<0.05)]

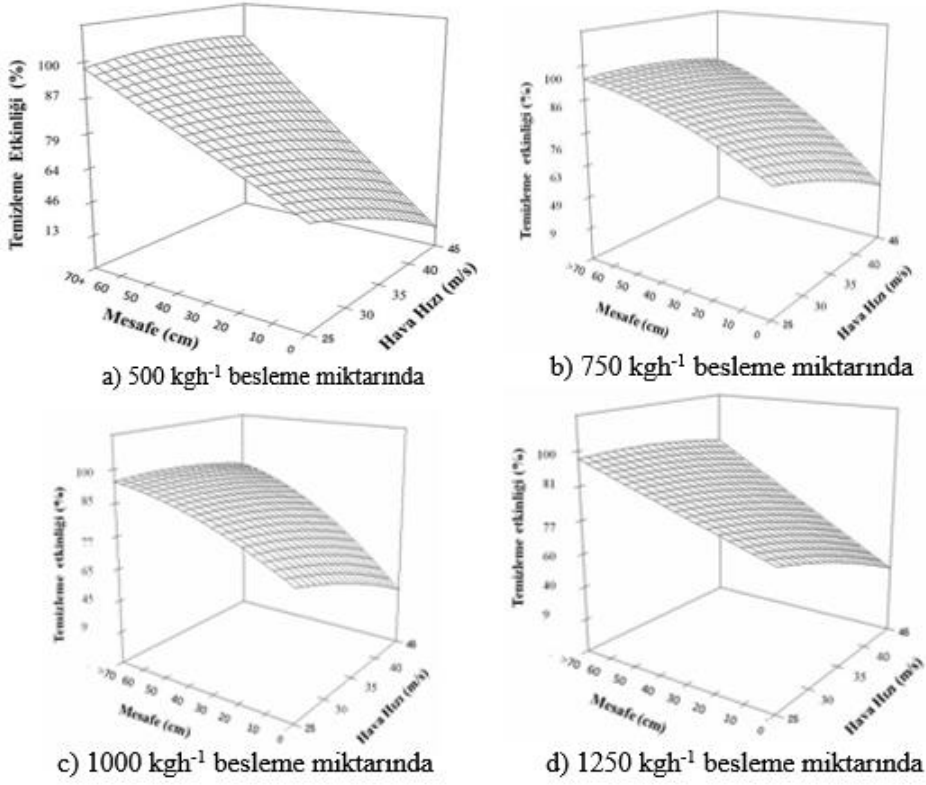
Toprak temizleme etkinliğinin incelendiği Şekil 3'te görüldüğü gibi, yakın ürün dökülme mesafelerinde, hava hızındaki artış toprak temizleme etkinliğini azaltırken, besleme miktarının da artması ile toprak temizleme miktarındaki azalış belirgin olarak artmıştır. Hava hızındaki artış, toprak temizleme etkinliğini uzak ürün dökülme mesafelerinde önemli düzeyde azaltmıştır. Şekil 3'te görülen, A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen toprak temizleme etkinliği değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v, ms⁻¹) ve ürün dökülme mesafesine (m, cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği (TE_{toprak}, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla;

500 kg^h⁻¹, $TE_{toprak} = 0.5944 + 0.00038(v.m) - 0.00057(v^2)$, $R^2=0.90$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.081^{**}, 0.00034^{**}, 6.04x10^{-5**},

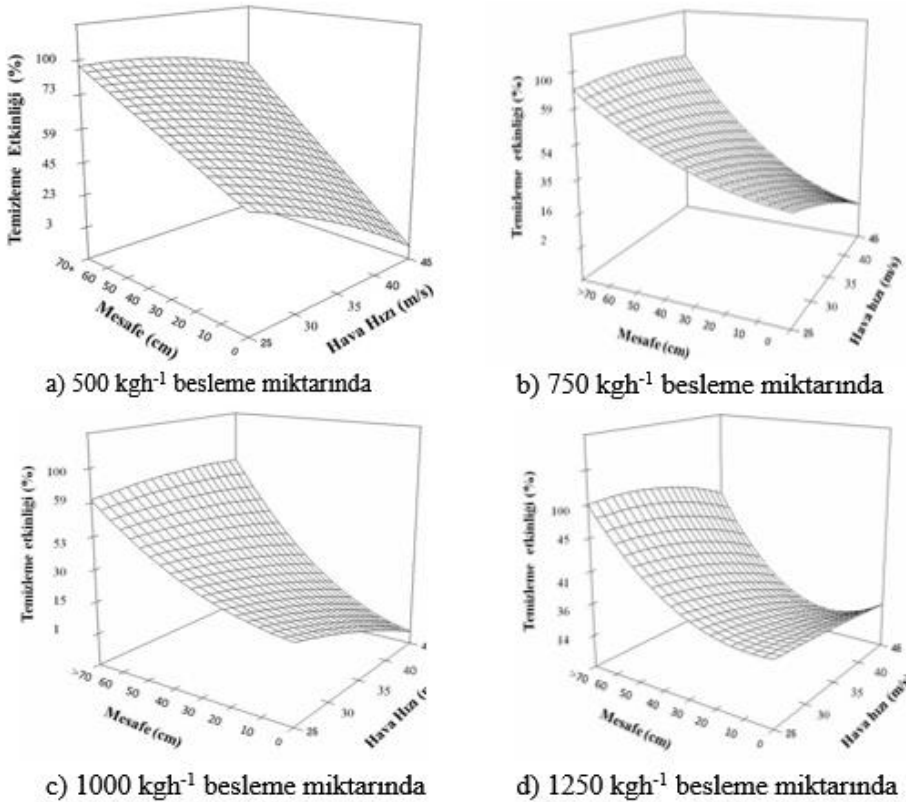
750 kg^h⁻¹, $TE_{toprak} = 0.41616 + 0.03579(v.m) - 0.00046(v^2)$, $R^2=0.90$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.0708^{**}, 0.00029^{**}, 5.25x10^{-5**},

1000 kg^h⁻¹, $TE_{toprak} = 0.001147(v^2.m) + 0.00002(v^2.m^2)$, $R^2=0.90$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 9.47x10^{-5**}, 2.47x10^{-5**},

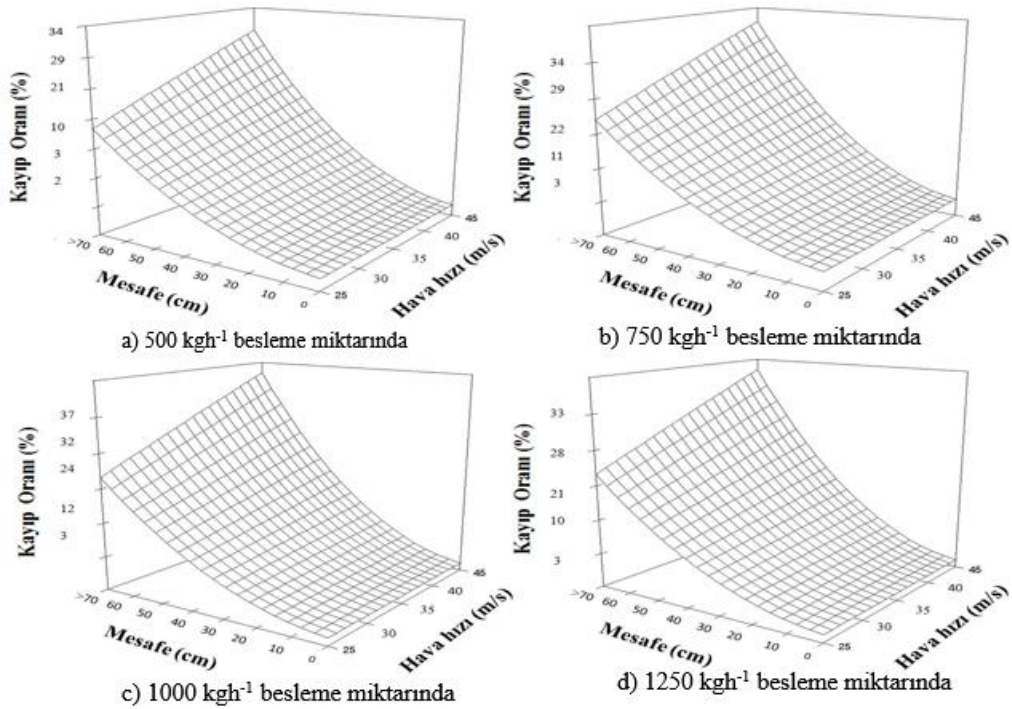
1250 kg^h⁻¹, $TE_{toprak} = 0.008311(v.m) - 0.00016(v^2) - 0.00013(v^2.m)$, $R^2=0.94$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.00078^{**}, 3.93x10^{-5**}, 2.15x10^{-6**}, (*:P<0.01, **:P<0.05)] olmuştur.



Şekil 2. A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen taş temizleme etkinliğinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi



Şekil 3. A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen toprak temizleme etkinliğinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi



Şekil 4. A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen fındık kayıp oranının, hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi

Şekil 4’de fındık kayıp oranı değerleri görülmektedir. Buna göre, tüm faktörlerdeki değişimler için fındık kayıp oranı değerlerinin benzer olduğu görülmüştür. Hava hızındaki artış, düşük ürün dökülme mesafelerinde fındık kayıp oranında belirgin bir fark yaratmazken, uzak ürün dökülme mesafelerinde hava hızının artması fındık kayıp oranını çok önemli düzeyde arttırmıştır. Şekil 4’te görülen A karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen fındık kayıp oranı değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v , ms^{-1}) ve ürün dökülme mesafesine (m , cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği (FKO, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla

500 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{FKO} = 0.172984 + 0.000852 \cdot (m^2 \cdot v) - 0.00011 \cdot (v^2 \cdot m)$ $R^2 = 0.91$, $P < 0.01$, $n = 40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.031^{**} , $4.92 \times 10^{-5**}$, $9.91 \times 10^{-6**}$,

750 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{FKO} = 0.08168937 + 0.00031853 \cdot (m^2 \cdot v) - 0.000004528 \cdot (v^2 \cdot m)$, $R^2 = 0.81$, $P < 0.01$, $n = 40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.013 , $2.76 \times 10^{-5**}$, $4.90 \times 10^{-5**}$

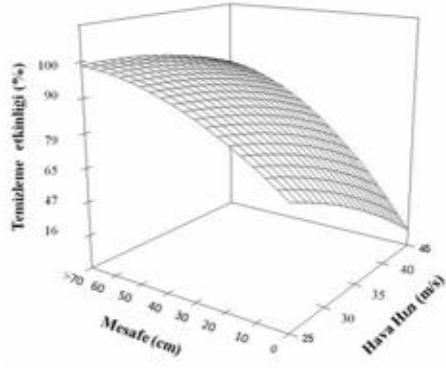
1000 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{FKO} = 0.06056131 + 0.00068101 \cdot (m^2 \cdot v) - 0.00000820 \cdot (v^2 \cdot m)$, $R^2 = 0.78$, $P < 0.01$, $n = 40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.044 , $7.01 \times 10^{-5**}$, $1.41 \times 10^{-5**}$,

1250 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{FKO} = 0.06385818 + 0.00068909 \cdot (m^2 \cdot v) - 0.00000681 \cdot (v^2 \cdot m)$, $R^2 = 0.92$, $P < 0.01$, $n = 40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.047 , $7.50 \times 10^{-5**}$, $1.51 \times 10^{-5**}$ dir. ($** : P < 0.01$, $* : P < 0.05$)

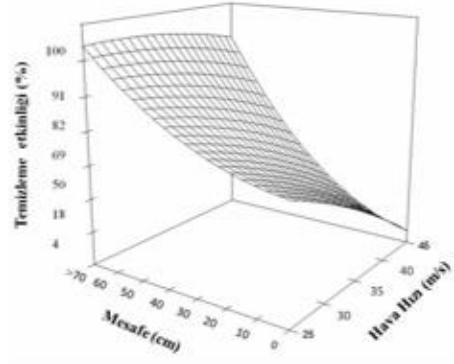
3.2. B karışımı için hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı taş ve toprak temizleme etkinliği ve fındık kayıp oranı değişimleri

Yatay hava tüneline, materyallerin farklı aerodinamik özelliklerinden faydalanarak, fındık, taş ve toprak karışımından taş ve toprağın temizlenmesi amacıyla yapılan denemelerde hava hızı ve ürün dökülme mesafesinin interaktif etkilerinin, temizleme etkinliğine etkisinin çok önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Tüm besleme miktarları, hava hızları ve ürün dökülme mesafelerinde elde edilen taş temizleme etkinliği değerleri Şekil 5’te, toprak temizleme etkinliği değerleri Şekil 6’da ve fındık kayıp oranı değerleri Şekil 7’de verilmiştir.

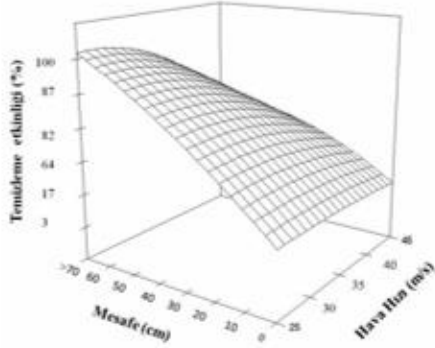
Şekil 5’te görüldüğü gibi, B karışımı için taş temizleme etkinliği değerleri incelendiğinde, hava hızındaki artış, 500-750 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ besleme miktarlarında, düşük ürün dökülme mesafelerinde taş temizleme etkinliğini çok önemli düzeyde azaltırken, 1000-1250 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ besleme miktarlarında taş temizleme etkinliği, dökülme mesafesi arttıkça hava hızındaki artışla önemli düzeyde azalmıştır. Şekil 5’te görülen B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen taş temizleme etkinliği değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v , ms^{-1}) ve ürün dökülme mesafesine (m , cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği ($\text{TE}_{\text{taş}}$, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla;



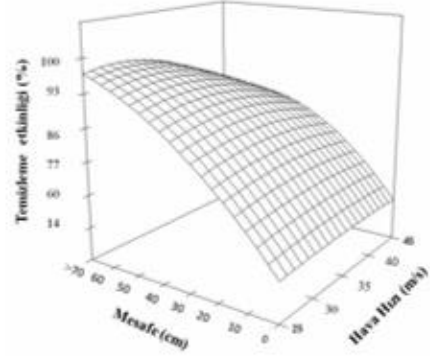
a) 500 kg ha^{-1} besleme miktarında



b) 750 kg ha^{-1} besleme miktarında

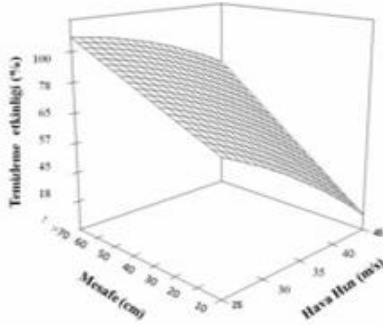


c) 1000 kg ha^{-1} besleme miktarında

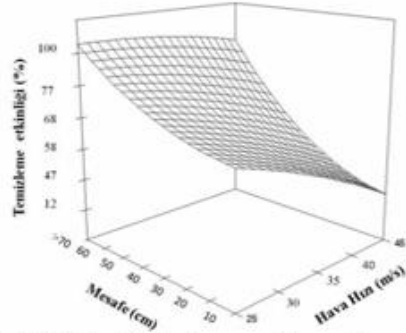


d) 1250 kg ha^{-1} besleme miktarında

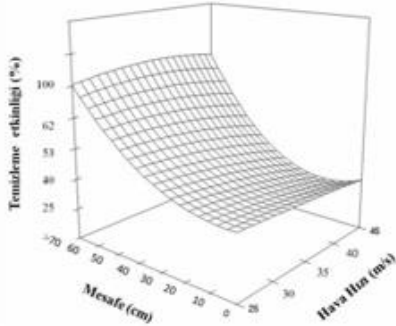
Şekil 5. B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen taş temizleme etkinliğinin hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi



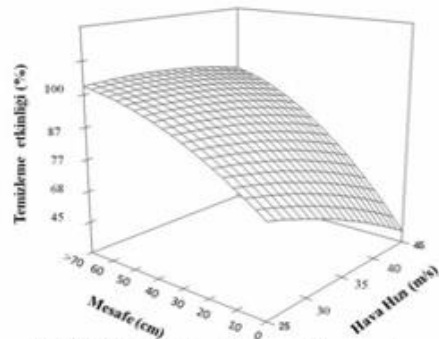
a) 500 kg ha^{-1} besleme miktarında



b) 750 kg ha^{-1} besleme miktarında



c) 1000 kg ha^{-1} besleme miktarında



d) 1250 kg ha^{-1} besleme miktarında

Şekil 6. B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen toprak temizleme etkinliğinin hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi

500 kgh⁻¹, $TE_{tas} = 0.018807 (v.m) - 0.00025(v^2) - 0.0187 (m^2) - 0.00027 (v^2.m)$, $R^2=0.98$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.0014^{**} , $4.72 \times 10^{-5**}$, 0.0035^{**} , $2.06 \times 10^{-6*}$,

750 kgh⁻¹, $TE_{tas} = 0.705738 - 0.003844 (v.m) - 0.00054 (v^2)$, $R^2=0.91$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.07076^{**} , 0.00029^{**} , $5.25 \times 10^{-6**}$,

1000 kgh⁻¹, $TE_{tas} = 0.392632 - 0.007946 (v.m) - 0.0034 (v^2) - 0.00011 (v^2.m)$, $R^2=0.93$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.1404^{**} , 0.0016^{**} , 0.00010 , $4.27 \times 10^{-6**}$,

1250 kgh⁻¹, $TE_{tas} = 0.392632 - 0.007946 (v.m) - 0.0034 (v^2) - 0.00011 (v^2.m)$, $R^2=0.93$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.1404^{**} , 0.0016^{**} , 0.00010 , $4.27 \times 10^{-6**}$, (**:P<0.01, *:P<0.05)] olmuştur.

Şekil 6'da görüldüğü gibi en düşük besleme miktarında ve düşük ve yüksek ürün dökülme mesafelerinde, hava hızındaki artış, toprak temizleme etkinliğini çok önemli düzeyde azaltırken, besleme miktarı ve ürün dökülme mesafesi arttıkça, hava hızındaki artışın, toprak temizleme etkinliğine belirgin düzeyde bir etkisi olmamıştır. Şekil 6'da görülen B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen toprak temizleme etkinliği değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v, ms⁻¹) ve ürün dökülme mesafesine (m, cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği (TE_{toprak}, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla;

500 kgh⁻¹, $TE_{toprak} = 0.382686 + 0.00013 (v^2.m) + 0.000911(m^2.v)$, $R^2=0.86$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.0059^{**} , $1.87 \times 10^{-5**}$, $9.3 \times 10^{-5**}$,

750 kgh⁻¹, $TE_{toprak} = 0.821624 - 0.0007 (v^2.m) + 0.00008931 (v^2.m)$, $R^2=0.85$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.0852^{**} , $7.65 \times 10^{-5**}$, $9.87 \times 10^{-5**}$,

1000 kgh⁻¹, $TE_{toprak} = 1.05075 - 0.03464 (v) + 0.003488 (v.m)$, $R^2=0.89$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.1290^{**} , 0.0038 , 0.00031^{**} ,

1250 kgh⁻¹, $TE_{toprak} = 1.05075 - 0.03464 (v) + 0.003488 (v.m)$, $R^2=0.89$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.1290^{**} , 0.0038 , 0.00031^{**} , (**:P<0.01, *:P<0.05)].

Yine Şekil 7'de fındık kayıp oranı değerleri görülmektedir. Buna göre, ürün dökülme mesafesi ve hava hızındaki artışa bağlı olarak fındık kayıp oranı önemli düzeyde artmıştır. Şekil 7'de görülen B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen fındık kayıp oranı değerlerinin, hava hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi [hava hızı (v, ms⁻¹) ve ürün dökülme mesafesine (m, cm) bağlı olarak, taş temizleme etkinliği (FKO, %) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla;

500 kgh⁻¹, $FKO = 0.093473 + 0.00069 (m^2.v) - 0.0000084 (m^2.v)$, $R^2=0.81$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.040^{**} , $6.44 \times 10^{-5**}$, $1.3 \times 10^{-5**}$,

750 kgh⁻¹, $FKO = 0.517661 - 0.00038 (v^2) + 0.000452 (m^2.v)$, $R^2=0.86$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.066^{**} , $4.87 \times 10^{-5**}$, $3.12 \times 10^{-5**}$,

1000 kgh⁻¹, $FKO = 0.091846 + 0.000689 (m^2.v) - 0.0000082 (v^2.m)$, $R^2=0.84$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.037^{**} , $5.9 \times 10^{-5**}$, $1.19 \times 10^{-5**}$,

1250 kgh⁻¹, $FKO = 0.09203753 + 0.0006904 (m^2.v) - 0.000008357 (v^2.m)$, $R^2=0.83$, $P<0.01$, $n=40$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.038^{**} , $6.11 \times 10^{-5**}$, $1.23 \times 10^{-5**}$ dir. (**:P<0.01, *:P<0.05)] olmuştur.

B karışımı için tüm besleme miktarları, hava hızları ve ürün dökülme mesafelerinde, taş ve toprak temizleme etkinliğinin maksimum, fındık kayıp oranının minimum olduğu uygulamalar 25-30 ms⁻¹ hava hızı ve 30-40 cm ürün dökülme mesafelerinde elde edilmiştir. Bu değerler için taş temizleme etkinliği % 64-% 94 aralığında, toprak temizleme etkinliği % 30-% 100 aralığında ve fındık kayıp oranı % 1-% 19 aralığında elde edilmiştir.

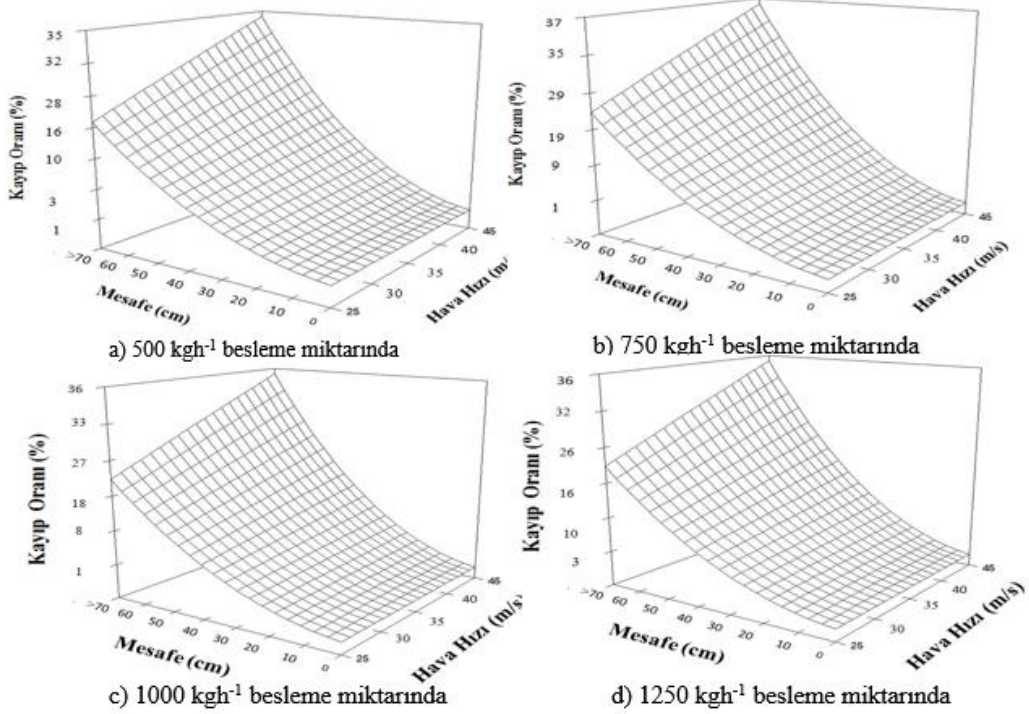
Ayrıca tüm karışım oranı, besleme miktarı ve hava hızlarında tekli, ikili, üçlü çötenaklar ve boş zuruflar ünite dışına sürüklenmiş ve tane fındıktan tamamen temizlenebilmiştir. Toprak parçalarının yüzeylerinin girintili çıkıntılı ve pürüzlü olmasına bağlı olarak aerodinamik sürüklenme katsayısını yüksek olması tüm parametreler için toprak temizleme etkinliğinin taş temizleme etkinliğinden düşük olmasına sebep olmuştur.

4. Sonuç

Yatay hava tüneli kullanılarak yapılan çalışmalarda, işletme parametrelerinden olan ürün dökülme mesafesi ve hava hızı değerlerinin, taş ve toprak temizleme etkinliğine ve fındık kayıp oranına etkisi önemli düzeyde bulunmuştur.

Hasat sırasında yerden toplanan materyal karışımındaki taş ve toprak yoğunluğu kontrol edilemeyeceği için, temizleme etkinliği için hava hızı ve ürün dökülme mesafesi kritik önem taşımaktadır. Buna göre her iki karışım içinde taş ve toprak temizleme etkinliği hava hızının artmasıyla azalmış, ürün dökülme mesafesinin artmasıyla artmıştır. Ürün dökülme mesafesindeki artış taş ve toprak temizleme etkinliğini arttırmakla beraber kayıp fındık oranını da arttırmıştır. Toprak temizleme etkinliği tüm uygulamalar için taş temizleme etkinliğinden düşük bulunmuştur.

Temizleme etkinliğinin artırılması ve daha düşük hava hızlarında da temizleme sağlanabilmesi için, 40 cm ürün dökülme uzaklığında toplama kaplarında ayrılan materyal karışımının ikinci bir seperasyon düzeneği ile ayrılma olanağı araştırılabilir. Farklı temizleme sistemlerinin de araştırılması uygulama alanında etkili bir sistemin geliştirilebilmesi açısından faydalı olabilecektir.



Şekil 7. B karışımı için tüm besleme miktarlarında elde edilen fındık kayıp oranının hızı ve ürün dökülme mesafesine bağlı olarak değişimi

Kaynaklar

- Anonim, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Erişim Tarihi: 09.07.2014)
- Beyhan, M.A., 1992. Ülkemiz koşullarına uygun aspiratörlü bir fındık hasat makinesi tasarım ve imalatı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozoğlu, M., 1999. Türkiye’de fındık piyasalarını geliştirmeye yönelik alternatif politikalar üzerine bir araştırma. Doktora Tezi (Basılmamış). A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Sarig, Y., Emek, M., Orny, R., ,1974,. The development of side-delivery pecan sweeper. Transaction of the ASAE, 17 (3): 474-476.
- Sauk, H., 2017. Türkiye’de düz ve düze yakın arazilerde yetiştirilen fındığın mekanik hasat olanaklarının incelenmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 89 s., Samsun.
- Simonyan, K. J., Yiljep, Y. D., 2008. Investing grain separation and cleaning efficiency distribution of a conventional stationary rasp-bar sorghum thresher, Agricultural Engineering International; The CIGR Ejournal Manuscript PM 07028. Vol. X, 1- 13.