

ISSN 1306-0007
e-ISSN 2651-4230

TARIM MAKİNALARI BİLİMİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Machinery Science



2022

CİLT
VOLUME

18

SAYI
NUMBER

3

Tarım Makinaları Derneği Yayınıdır
Published by Agricultural Machinery Association

YIL (YEAR) 2022

CİLT (VOLUME) 18

SAYI (ISSUE) 3

Sahibi (President)

Tarım Makinaları Derneği Adına
(On Behalf of Agricultural Machinery Association)

Can ERTEKİN

Akdeniz Üniversitesi, Antalya

Editör Kurulu (Editorial Board)

Sayı Editörü (Issue Editor)

Türkan AKTAŞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Editörler (Editors)

Türkan AKTAŞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

İlknur ALİBAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa

Recep KÜLCÜ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

Alan Editörleri (Field Editors)

Zeliha Bereket BARUT

Çukurova Üniversitesi, Adana

Heinz BERNHARDT

Technical University of Munich, Germany

Sorin-Stefan BIRIS

Politehnica University of Bucharest, Romania

H. Kürşat ÇELİK

Akdeniz Üniversitesi, Antalya

Osman GÖKDOĞAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

Shoojin JUN

Hawaii University, USA

Habip KOCABIYIK

18 Mart Üniversitesi, Çanakkale

Y. Benal ÖZTEKİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun

Bernhard STREIT

Bern University of Applied Sciences, Switzerland

Shuichi YAMAMOTO

Yamaguchi University, Japan

Hüseyin YÜRDEM

Ege Üniversitesi, İzmir

Mizanpaj Editörü (Layout Editor)

Ahmet SÜSLÜ

Dergi Hakkında (About Journal)

**Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Tarım Makinaları Derneği'nin bir yayınıdır.
Tarım Makinaları Bilimi Dergisi yılda üç sayı olarak yayınlanır.**

(Journal of Agricultural Machinery Science is published three times in a year by
Agricultural Machinery Association.)

Yayın Hakları (Copyright Policies)

**Bu derginin yayın hakları Tarım Makinaları Derneği'ne aittir. Derginin hiç bir
bölümü, yayıncının izni olmaksızın, herhangi bir şekilde çoğaltılamaz.**

(All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form without the
prior permission of the publisher.)

Tarandığı İndeksler (Indexing)



**ROOT
INDEXING**



**Google
Scholar**



**Academic
Journal
Index**

ESJI

**Eurasian
Scientific
Journal Index**



**ASOS
INDEX**



Tarım Makinaları Derneği (TARMAKDER)

Yazışma Adresi (Correspondence Address)

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya
ertekin@akdeniz.edu.tr +90 505 257 90 80

Dernek Adresi (Association Address)

1462. Sok. No:33
Alsancak - İzmir / Türkiye
<https://www.tarmakder.org.tr>

Fındığın Mekanik Hasadında Çalışanların Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi Ergonomic Analysis of Working Postures of Workers in Mechanical Harvesting of Hazelnut Hüseyin SAUK, Mehmet Arif BEYHAN, Kübra Meriç KALIN UĞURLUTEPE	126-138
Şeftali (<i>Prunus persica L.</i>) Üretimi Yapan İşletmelerin Mekanizasyon Kullanım Durumunun Belirlenmesi: Çanakkale-Lapseki Örneği Determination of Mechanization Usage Status in Peach (<i>Prunus persica L.</i>) Producing Farms: Case Study in Çanakkale- Lapseki Ersin SAMIKIRAN, Sakine ÖZPINAR	139-156
İnsansız Hava Araçları ile Yapılan Pestisit Uygulamalarında Farklı Meme Tiplerinin Damla Dağılımına Etkisinin İncelenmesi Determining the Effect of Different Spraying Nozzles on Droplet Distribution Used for Pesticide Applications with Unmanned Aerial Vehicles Hasan Berk ÖZYURT, İlker Hüseyin ÇELEN	157-172
Derin Kuyu Pompalarında Kolon Borusu Uzunluğunun Pompaj İşletme Karakteristiklerine Etkisi The Effect of Column Pipe Length on Pumping Operating Characteristics in Deep Well Pumps Mehmet KURT, Kazım ÇARMAN	173-188
Siirt Fıstık (<i>Pistachio vera L.</i>) Çeşidinin Yük Altındaki Davranışının Belirlenmesi Determination of Siirt Pistachio (<i>Pistachio vera L.</i>) Behavior Under Load Fatih Göksel PEKİTKAN, Reşat ESGİCİ	189-197

Fındığın Mekanik Hasadında Çalışanların Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi

Ergonomic Analysis of Working Postures of Workers in Mechanical Harvesting of Hazelnut

Hüseyin Sauk^{1,*}, Mehmet Arif Beyhan¹, Kübra Meriç Kalın Uğurlutepe¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): H. Sauk, e-mail (e-posta): hsauk@omu.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 28.06.2022
Düzeltilme tarihi : 22.08.2022
Kabul tarihi : 28.08.2022

Anahtar Kelimeler:

Fındık Hasadı
REBA
OWAS
Ergonomik Risk
KISR

Atf için:

Sauk, H., Beyhan, M. A., Kalın Uğurlutepe, K. M., (2022). "Fındığın Mekanik Hasadında Çalışanların Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(3): 126-138.

Article Info

Received date : 28.06.2022
Revised date : 22.08.2022
Accepted date : 28.08.2022

Keywords:

Hazelnut Harvest
REBA
OWAS
Ergonomic Risk
KISR

How to Cite:

Sauk, H., Beyhan, M. A., Kalın Uğurlutepe, K. M., (2022). "Ergonomic Analysis of Working Postures of Workers in Mechanical Harvesting of Hazelnut", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 18(3): 126-138.

ÖZET

Tarım sektörü, önemli teknolojik gelişmelere rağmen, meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıkları bakımından en zorlu ve tehlikeli sektörlerden biri olarak görülmektedir. El işlerinin fazla olması ve çalışanların çok farklı vücut duruşları sergilemesinden dolayı çalışanlarda kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları (KISR) sıklıkla görülmektedir. Buna bağlı olarak, hangi vücut duruşunun çalışan sağlığı açısından daha riskli olduğunun belirlenmesi de ergonominin önemli bir çalışma alanı olmaktadır. Fındık hasadı tarımsal faaliyetler içerisinde insan iş gücüne ihtiyaç duyulan önemli ve emek yoğun iş gruplarından birisidir. Ülkemiz tarımında önemli bir yer alan fındığın hasadı elle yapılmakla birlikte son yıllarda yerel imalatçılar tarafından geliştirilen fındık hasat makinalarının yaygınlaşması ile mekanik olarak da yapılmaktadır. Bu çalışmada, pnömatik etkili fındık toplama makinası ile fındığın yerden toplanması sırasında çalışan duruşları REBA ve OWAS yöntemleri ile ayrı ayrı incelenerek risk skoru belirlenmiştir. Pnömatik etkili fındık toplama makinası ile çalışmada, makinanın bahçe içerisindeki hareketi, iletim hortumunun bahçe zemininde gezdirilmesi, dolu çuvalın değiştirilmesi ve çuvalın depolama alanına taşınması olmak üzere dört adet iş istasyonu bulunmaktadır. Hasat sırasında çalışanların tüm iş istasyonlarındaki hareketleri gözlemlenmiş, kamera ile kayıt altına alınmıştır. Görüntüler ErgoFellow 2.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Buna göre pnömatik etkili fındık toplama makinasının bahçe içerisindeki hareketi, iletim hortumunun bahçe zemininde gezdirilmesi ve çuval değişimi ergonomik açıdan her iki yöntemde yüksek riskli, dolu çuvalın depolama alanına taşınması ise her iki yöntemde de riskli bulunmuştur.

ABSTRACT

Despite significant technological developments, the agricultural sector is seen as one of the most challenging and dangerous sectors in terms of occupational accidents and diseases. Musculoskeletal disorders (MSDs) are frequently seen in employees due to excessive handiwork and very different body postures of employees. Accordingly, determining which body posture is riskier in terms of employee health is also an important field of work in ergonomics. Hazelnut harvest is one of the important and labor-intensive work groups that need human labor in agricultural activities. Hazelnut, which has an important place in our country's agriculture, is harvested by hand, but it is also done mechanically with the spread of hazelnut harvesting machines developed by local manufacturers in recent years. In this study, risk scores were determined by examining the postures of the employees during the picking of hazelnuts from the ground with a pneumatically effective hazelnut harvester, separately using REBA and OWAS methods. Working with a pneumatic hazelnut harvester, there are four workstations: the movement of the machine in the garden, the circling of the transmission hose on the garden floor, the replacement of the full sacks, and the transport of the sacks to the storage area. During the harvest, the movements of the workers at all workstations were observed and recorded with a camera. Images were analyzed using the ErgoFellow 2.0 package program. Accordingly, the movement of the pneumatic hazelnut harvesting machine in the garden, moving the transmission hose on the garden floor, and changing the sack were found to be high risk in terms of ergonomics in both methods, and transporting the full sack to the storage area was found to be risky in both methods.

1. GİRİŞ

Türkiye yaklaşık 700 bin ha alan ile dünya fındık dikim alanlarının %74.50'sine sahiptir. Kabuklu fındık olarak üretim miktarı ise yaklaşık 665 bin ton olup dünya fındık üretiminin %76'sını karşılamaktadır. Fındık ihracatı yaklaşık 500 bin ton olup dünya fındık ihracatının ise %75'ini gerçekleştirmektedir (TÜİK, 2022). Bununla birlikte fındık, yaklaşık 500 bin dolayında çiftçi ailesinin tek geçim kaynağını oluşturmaktadır. Türkiye, dünya fındık üretim ve ihracatında lider konumda olması ve yaklaşık 500 bin dolayında çiftçinin de tek geçim kaynağı olmasına rağmen hasat mekanizasyonunda rakip ülkelerle aynı seviyeye gelememiştir. Ülkemiz tarımında önemli bir yeri olan fındığın hasadı elle yapılmakla birlikte son zamanlarda yerel imalatçılar tarafından geliştirilen fındık hasat makinalarının yaygınlaşması ile mekanik olarak da yapılmaktadır (Beyhan ve Sauk 2018). Mekanizasyonun gelişmesiyle birlikte insan iş gücü kullanımı bir miktar azalmış olsa da halen devam etmektedir.

Ergonominin amacı yalnızca iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesi değil, temelde çalışanların ruhsal ve fiziksel iyilik halinin korunması ve geliştirilmesidir. Çalışma koşulları ve ortamının iyileştirilmesi, çalışanla uyumlu hale getirilmesi ve çalışanın, sağlık, güvenlik ve refahının sağlanması ve buna bağlı olarak performansının artırılmasıdır (Mert, 2014). Mesleki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla ilgisi olan ve rahatsızlık sürecini hızlandıran işten kaynaklı faktörler ergonomik risk faktörleri olarak nitelendirilmektedir (Kır, 2015). Ergonomik risk faktörleri içerisinde yer alan işyeri risk faktörleri; işyerinde çalışma esnasında meydana gelen uygunsuz vücut duruşları, tekrarlayan hareketler, eklem ve disklere gelen fazla yükten doğan zorlanma, kullanılan aletlerin veya çalışılan ortamın ergonomik açıdan yetersiz olmasından meydana gelmektedir (Akın vd., 2022). Tekrarlayan hareketler bükme, gerginleştirme, sıkıştırma, uzanma, kavrama, tutma, vücudun tendon, kas, sinir ve yumuşak dokularında Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarını (KİSR) meydana getirmektedir (Baş vd., 2018; Gönen vd., 2018; Luttman vd., 2003). Sık ve tekrarlayan iş faaliyetleri veya garip duruşlara sahip faaliyetler, iş sırasında veya dinlenme sırasında ağrılı olabilecek bozukluklara neden olmaktadır. Bu hareketlerin aralıksız tekrarı, hızı ve toparlanma için iki hareket arasındaki zaman yetersizliği, ortaya çıkan rahatsızlıkların nedenidir (CCOHS, 2022). Gelişmekte olan ülkelerde KİSR halen en önemli meslek hastalıklarının başında gelmekle birlikte dünya genelinde en yaygın sağlık problemlerinden birisidir (Sullivan ve Gallwey, 2002; Baş vd., 2018; Ma vd., 2009; Akın vd., 2022). KİSR verimlilikte azalmaya, iş gücü kayıplarına ve ülke ekonomilerinin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır (Eriş vd., 2009). İş ortamında, yapılan işlerin, ergonomik risk seviyelerinin belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde işin yapılma şekline göre; yoğunlukla üst vücut bölgesi (el, bilek, dirsek, üst kol, omuz ve boyun) tarafından gerçekleştirilen tekrarlı işlerde RULA (Rapid Upper Limb Assessment) kullanılmaktadır. Yapılan işi gruplara ayırarak, her bir işteki duruşun kapsadığı sürenin toplam çalışılan süre içerisindeki yüzdesi dikkate alınarak yapılan işlerde OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) tercih edilmektedir. Dinamik ve statik vücut duruşlarındaki risk değerlendirilmesinde REBA (Rapid Entire Body Assessment) yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tarımsal faaliyetler dinamik bir yapıya sahiptir. Bu nedenle tarım sektöründe çalışan işçilerin maruz kaldıkları fiziksel faktörlerin sistematik olarak analiz edilmesi diğer sektörlerle nazaran daha zordur. Literatürde çalışmalar incelendiğinde, farklı tarımsal faaliyetler ve sektörlerde ergonomik risk değerlendirme yöntemlerini kullanan birçok çalışma olduğu görülmektedir. Akalp vd. (2021), zeytin

tarımında çalışan işçilerin maruz kaldığı zorlanmaların tespiti ve ergonomik açıdan uygun olmayan çalışma pozisyonlarının belirlenmesi amacıyla REBA yöntemi kullanılarak yaptıkları çalışmalarında, ağaç dalları üzerinde yapılan kesme ve toplama işinin çalışanı en çok zorlayan iş olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, zeytin toplama işi esnasında yapılan uzanma, dönme ve eğilme hareketlerinin, çalışan sağlığı üzerinde yüksek risk oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Aygün vd. (2021), tarımsal mücadele yöntemlerinden sırtta taşınan pülverizatörlerin kullanımı esnasında meydana gelen riskin araştırıldığı çalışmalarında, pülverizatörü sırtta taşıma süresinin artmasıyla, çalışanın öne doğru eğilme eğiliminde artış olduğunu bu durumda REBA skor analizinde ergonomik olarak çok riskli durum ve çalışma pozisyonunun acilen değiştirilmesi sonucu çıktığını belirlemişlerdir. Das vd. (2013), patates tarımında çalışan işçilerin kas-iskelet bozukluklarını değerlendirmek amacıyla REBA yöntemi kullanarak yaptıkları analizde, çalışanların en çok bel bölgesinden zorlandığını bildirmişlerdir. Yine, Kır (2015), Adana ve Mersin illerinde faaliyet gösteren süs bitkisi, domates ve muz seralarından farklı zamanlarda alınan kayıtlar REBA yöntemi ile analiz edilmiş ve seralarda çalışan tarım işçilerinin yüksek risk (acilen önlem alınması gerekir) skorlarına sahip olduklarını saptamışlardır.

Ülkemiz için stratejik öneme sahip fındığın hasadında, çalışanlarda uygun olmayan ve KİSR'na sebep olacak çalışma duruşları söz konusu olmaktadır. Fındık üretiminde mekanizasyonun tamamlanmamış olması yoğun insan iş gücü gereksinimini ortaya koymaktadır. Bölgenin yağışlı iklim koşulları gereği hasat işlemi kısıtlı bir sürede yapılabilmektedir. Ekonomik anlamda getirisi en fazla olan fındık tarımı, iş sağlığı ve ergonomi açısından önemli riskler taşımaktadır. Bu nedenle mekanik fındık hasadında çalışanların sağlık ve güvenliklerini olumsuz etkileyen faktörlerin minimize edilmesi ve alınacak tedbirlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

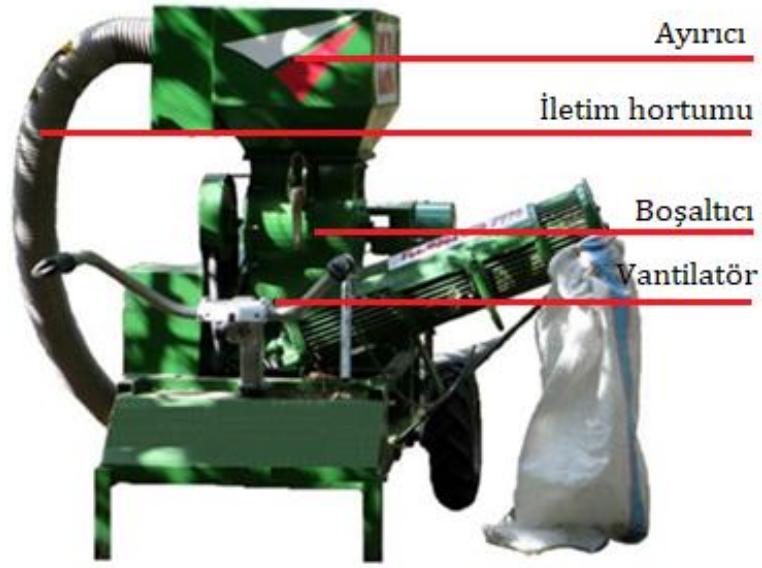
Bu araştırma; pnömatik etkili fındık toplama makinası ile çalışması sırasında, makinanın bahçe içerisindeki hareketi, iletim hortumunun bahçe zemininde gezdirilmesi, dolan çuvalın değiştirilmesi ve çuvalların depolama alanına taşınması olmak üzere dört adet iş istasyonunda çalışanların çalışma duruşlarının REBA ve OWAS ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ile analiz edilmesi, çalışanların maruz kaldığı zorlanma ve yüklenmelerin tespitine bağlı olarak ortaya çıkan ergonomik risk skorlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma, Samsun ili Terme ilçesinde bulunan bir çiftçinin bahçesinde yürütülmüştür. Denemelerin yürütüldüğü fındık bahçesi, bölgede yaygın olarak yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidine sahiptir. Bahçenin verimi ortalama 340 kg da⁻¹'dir.

Çalışmada kullanılan pnömatik etkili fındık toplama makinası yerel imalatçılar tarafından imal edilmiştir. Makina; vantilatör, ayırıcı, boşaltıcı ve iletim hortumu olmak üzere 4 ana ünitelerden oluşmaktadır (Şekil 1). Zurumlu fındığın ayırıcı üniteye iletimi, 10 metre iletim hortumuna sahip emme havalı iletili ile sağlanmaktadır. Ayırıcı ünite haznesine boşaltılan zurumlu fındıklar boşaltma ünitesine iletilmektedir. Makina üzerindeki üniteler hareketini 8.5 BG, motor devri 3000 min⁻¹ ve silindir hacmi 418 cc olan YM 186FA tip dizel bir motordan almaktadır.



Şekil 1. Pnömatik etkili fındık toplama makinasının genel görünüşü ve üniteleri.

2.2. Yöntem





















Denemeler sırasında hava sıcaklığı 24.6 °C, bağıl nem %54.9 olarak ölçülmüştür. Fındığın mekanik hasadı sırasında iş istasyonları gözlemlenmiş, çalışanlar tarafından gerçekleştirilen işler esnasında çalışma duruşları incelenmiş ve kayıt altına alınmıştır (Şekil 2). Kayıt alınan görüntüler ErgoFellow 2.0 paket programında REBA ve OWAS yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir (Eminoğlu ve Koç, 2018). Analiz sonucunda, çalışanların, bedensel yük skorları belirlenmiş ve ergonomik risk değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 2. Fındık bahçesi ve hasat sırasındaki örnek duruşlar

REBA yönteminde hem dinamik hem de statik duruşların, çalışanların tüm vücudu (gövde, boyun, bacaklar, üst ve alt kollar ve bilek) üzerinde oluşturacağı yük binişleri incelenmiştir. Çalışanların, taşıdığı yük/uyguladığı kuvvet ve bu yükün tutuş şekli de göz önüne alınarak her bir vücut bölgesi için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. REBA yönteminde kullanılan tüm vücut duruş pozisyonuna ait tanımlamalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. REBA yönteminde kullanılan tüm vücut duruş pozisyonuna ait tanımlamalar

Boyun	 Uzama	 0-20°	 20° 'den fazla	Boyun bükülmüş ya da yan dönmüş	
Gövde	 Uzama	 0-20°	 20°-60°	 60° 'den fazla	Gövde bükülmüş ya da yan dönmüş
Bacaklar	 Yürüme veya oturma pozisyonunda iki bacedan destek alma	 Tek bacedan destek alma	 30°-60°arası bükülmüş	 60°'den fazla bükülmüş	
Üst kollar	 20° 'den fazla geriye uzanma	 -20°-20° Arası	 0° - 45°	 45° - 90°	 90°'den fazla
Alt kollar ve bilekler	 60°-100°	 0° - 60° ya da 60°-100°	 Düz pozisyonundan 15° aşağı veya yukarı kıvrılma	 15° 'den fazla yukarı ya da aşağı kıvrılma	Bilek bükülmüş ya da sağa-sola kıvrılmış

REBA yönteminde analiz sonucunda bir risk skoru ortaya çıkmaktadır. Skora göre yapılan işin risk seviyesi belirlenerek, işin risk seviyesinin azaltılması ve ergonomik yapılabilmesi için önermelerde bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. REBA yöntemi risk eylem karar tablosu

REBA Skoru	Risk Seviyesi	Eylem Durumu
1	İhmal Edilebilir	Gerek Yok
2-3	Düşük	Gerekli Olabilir
4-7	Orta	Gerekli
8-10	Yüksek	Yakın Zamanda Gerekli
11-15	Çok Yüksek	Hemen Gerekli

OWAS metodunda ise çalışan duruşlarının ergonomik risk analizinde, sırt duruşu için 4, kol duruşu için 3, bacak duruşları için 7 ve yük seviyeleri için 3 farklı seçenek vardır (Şekil 3). OWAS metodunda yapılan iş/görev bölümlere ayrılır ve her bir işin/görevin yapıldığı süre de hesaba katılarak risk analizi yapılmaktadır ve bu yönüyle REBA yönteminden ayrılmaktadır.

The image shows the OWAS method interface for assessing working postures. It is divided into four main sections: 'sırt' (back), 'kollar' (arms), 'bacaklar' (legs), and 'yük' (load). Each section contains icons representing different postures and a list of descriptions for each posture level. The 'sırt' section has 4 levels, 'kollar' has 3 levels, 'bacaklar' has 7 levels, and 'yük' has 3 levels. There are also input fields for 'görev' (task), 'görev tanımları' (task definitions), 'görevde geçirilen süre' (time spent on task), and 'SONUÇ' (result).

Şekil 3. OWAS metodu çalışma duruşları

OWAS metodunda, yapılan her iş istasyonu için ayrı bir risk skoru elde edilir. Elde edilen skorlar için gerekli eylem planı Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. OWAS metodu risk skorları ve eylem önermeleri

Risk Skoru	Açıklama
1	Çalışma duruşlarının kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkisi yoktur. Bu duruşlar için ergonomik düzenlemeye gerek yoktur.
2	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için yakın zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç olacaktır.
3	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde açık zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için mümkün olan en erken zamanda ergonomik düzenlemeye ihtiyaç vardır.
4	Çalışma duruşları kas iskelet sistemi üzerinde önemli ölçüde zararlı etkilere sahiptir. Bu duruşlar için gerekli ergonomik düzenlemeler derhal yapılmalıdır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

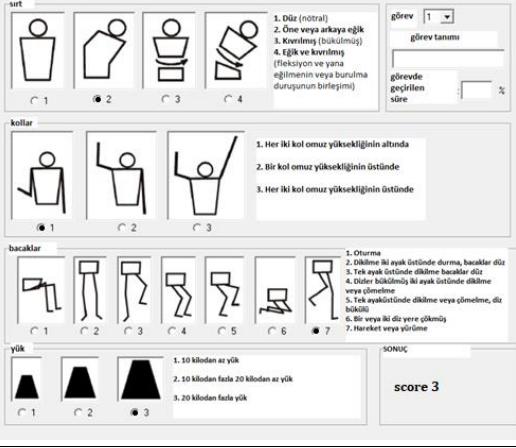
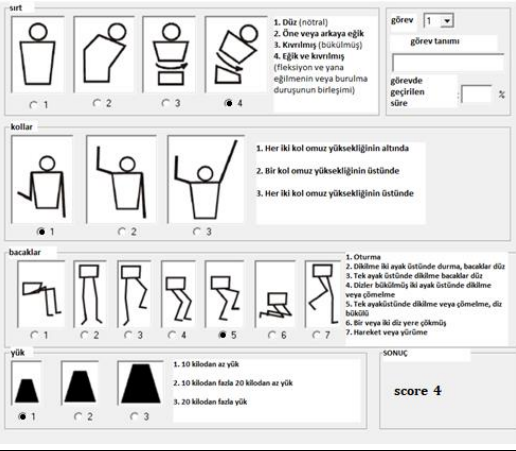
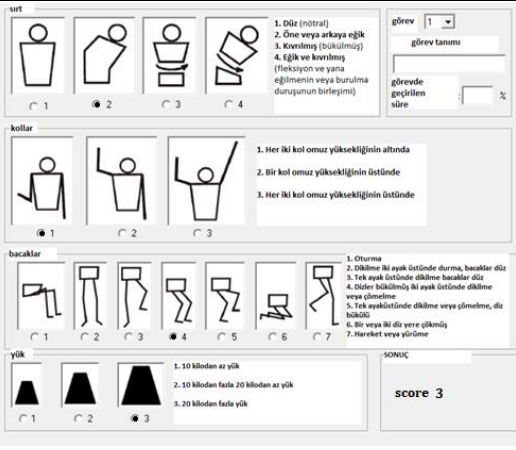
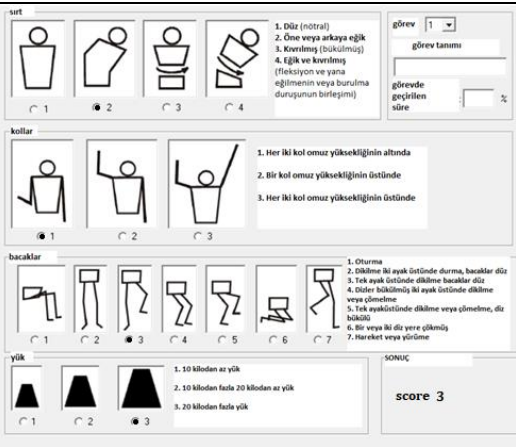
Fındığın mekanik hasadında çalışanların çalışma duruşlarının REBA yöntemine göre risk analizi Tablo 4’de ve OWAS yöntemine göre risk analizi ise Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 4. REBA yöntemine göre mekanik fındık hasadında iş istasyonlarının ergonomik risk analizi

<p>Pnömatik etkili fındık toplama makinasının bahçe içerisinde taşınması risk analizi</p>	<p>SCORE 11</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>İhmal edilebilir, eyleme gerek yok</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Düşük risk, eylem gerekebilir</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Orta risk, eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>8 to 10</td> <td>Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>→ 11 or more</td> <td>Çok yüksek risk, acil eylem gerekli</td> </tr> </tbody> </table>	SCORE	RISK	1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok	2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir	4 to 7	Orta risk, eylem gerekli	8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli	→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli
SCORE	RISK												
1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok												
2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir												
4 to 7	Orta risk, eylem gerekli												
8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli												
→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli												
<p>İletim hortumun bahçe zemininde gezdirilmesi</p>	<p>SCORE 11</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>İhmal edilebilir, eyleme gerek yok</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Düşük risk, eylem gerekebilir</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Orta risk, eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>8 to 10</td> <td>Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>→ 11 or more</td> <td>Çok yüksek risk, acil eylem gerekli</td> </tr> </tbody> </table>	SCORE	RISK	1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok	2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir	4 to 7	Orta risk, eylem gerekli	8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli	→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli
SCORE	RISK												
1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok												
2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir												
4 to 7	Orta risk, eylem gerekli												
8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli												
→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli												
<p>Dolan çuvalın boş çuval ile değiştirilmesi</p>	<p>SCORE 11</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>İhmal edilebilir, eyleme gerek yok</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Düşük risk, eylem gerekebilir</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Orta risk, eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>8 to 10</td> <td>Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>→ 11 or more</td> <td>Çok yüksek risk, acil eylem gerekli</td> </tr> </tbody> </table>	SCORE	RISK	1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok	2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir	4 to 7	Orta risk, eylem gerekli	8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli	→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli
SCORE	RISK												
1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok												
2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir												
4 to 7	Orta risk, eylem gerekli												
8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli												
→ 11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli												
<p>Dolu çuvalın depoya taşınması</p>	<p>SCORE 8</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SCORE</th> <th>RISK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>İhmal edilebilir, eyleme gerek yok</td> </tr> <tr> <td>2 or 3</td> <td>Düşük risk, eylem gerekebilir</td> </tr> <tr> <td>4 to 7</td> <td>Orta risk, eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>→ 8 to 10</td> <td>Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli</td> </tr> <tr> <td>11 or more</td> <td>Çok yüksek risk, acil eylem gerekli</td> </tr> </tbody> </table>	SCORE	RISK	1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok	2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir	4 to 7	Orta risk, eylem gerekli	→ 8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli	11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli
SCORE	RISK												
1	İhmal edilebilir, eyleme gerek yok												
2 or 3	Düşük risk, eylem gerekebilir												
4 to 7	Orta risk, eylem gerekli												
→ 8 to 10	Yüksek risk, yakın zamanda eylem gerekli												
11 or more	Çok yüksek risk, acil eylem gerekli												

Mekanik fındık hasadının, çalışan duruşları üzerinde, REBA yöntemine göre ergonomik risk analizinde; makinanın bahçe içerisinde taşınması, iletim hortumunun bahçe yüzeyinde gezdirilmesi ve dolu çuvalın boş çuval ile değiştirilmesi işlerinde skor 11 olmuştur. REBA yönteminde skor 11 ‘yüksek risk, acil eylem gerekli’ kategorisindedir. Hasat işleminde en çok zorlanmanın bu üç iş istasyonunda gerçekleştiği belirlenmiştir. Dolan çuvalın depo alanına taşınması işinde ergonomik risk skoru 9 olarak bulunmuştur. Bu skor, risk eylem kategorisinde yüksek risk, ‘mümkün olan en kısa sürede çalışma pozisyonunda değişikliğe gidilmeli’ gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tablo 5. OWAS yöntemine göre mekanik fındık hasadında iş istasyonlarının ergonomik risk analizi

<p>Pnömatik etkili fındık toplama makinasının bahçe içerisinde taşınması</p>	
<p>İletim hortumun bahçe zemininde gezdirilmesi</p>	
<p>Dolan çuvalın boş çuval ile değiştirilmesi</p>	
<p>Dolu çuvalın depoya taşınması</p>	

OWAS yöntemine göre ergonomik risk analizinde; makinanın bahçe içerisinde hareketi, çuval değişimi ve dolan çuvalın depoya taşınması işleri risk skoru 3 olmuştur. Bu skor, 'açıkça zararlı, mümkün olan en kısa sürede çalışma pozisyonu değişmeli' kategorisindedir. İletim hortumunun bahçe yüzeyinde gezdirilmesi işinin OWAS yöntemine göre risk skoru 4 olmuştur. Bu skor da 'yüksek risk acil değişikliğe gidilmeli' gerekliliğini ortaya koymuştur.

4. SONUÇ

Sonuçlar göstermiştir ki, REBA ve OWAS yöntemlerinin her ikisinde de tüm iş istasyonları için çalışan sağlığını etkileyen en yüksek ergonomik risk skorları elde edilmiştir. Ergonomik risk faktörleri arasında bulunan, uygunsuz vücut duruşu, tekrarlayan hareketler ve kullanılan aletlerin ergonomik açıdan yetersiz olması KİSR'na sebep olan önemli faktörlerdendir. Bu faktörlerin mekanik fındık hasadında sıklıkla yapılan hareketler olduğu göz önüne alınırsa mekanik fındık hasadının KİSR'na sebep olduğu söylenebilir. Bundan hareketle; eğer mevcut makinalar kullanılacaksa; her bir iş istasyonunda, çalışanlar arasında rotasyon yapılabilecek şekilde yeterli sayıda çalışan bulundurulmalıdır. Ancak bu durumun hasat maliyetine ek bir yük getireceği söylenebilir.

Fındık mekanizasyonu alanındaki teknolojik gelişmelerin kullanılmasının kas iskelet sistemi ile ilgili rahatsızlıkların azalmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışma gelecekte yapılacak çalışmalara elde edilen veriler bağlamında temel oluşturabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, fındığın makinayla toplanmasındaki farklı vücut duruşları, benzer metotlar ile analiz edilerek çalışan vücut risk haritası güncellenebilir. Buna bağlı olarak, aynı vücut duruşları daha fazla risk analiz metodu ile değerlendirilerek fındığın makinayla toplanmasında en uygun risk değerlendirme metodu belirlenebilir.

BİLGİLENDİRME

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik'te gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nin Özet ve Bildiri Kitabı'nda yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akalp, H. G., Saklangıç, U., Çırakoğlu, S. (2021). Zeytin Tarımında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının Reba Yöntemi ile Analizi. *Ergonomi*, 4(2), 88-96.
- Akın, N. M., Aydın, F., Yıldız, B., Gündüz, T., & Özalp, T. (2022). Tekrarlı Manuel İşlerde Fizyolojik Zorlanmaların Değerlendirilmesi ve Önlenmesi. *Ergonomi*, 5(1), 43-54.
- Aygün, İ., Urkan, E., Alayunt, F. N., Çakmak, B. (2021). Tarımsal Faliyetlerde Sırtta Taşınarak Kullanılan Bazı Makinaların Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(3), 109-116.
- Baş, H., Sönmez, H. A., Öztürk, H., Yapıcı, F. (2018). Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri ve Örnek Uygulama. *Ergonomi*, 1(2), 103-107.
- Beyhan, M., A., Sauk H. (2018). Türkiye'de Fındık Tarımında Mekanizasyon Durumu. *TÜRKTOB Dergisi* 2018 Sayı:27 Sayfa:22-27.
- Das, B., Ghosh, T., & Gangopadhyay, S. (2013). Child Work in Agriculture in West Bengal, India: Assessment of Musculoskeletal Disorders and Occupational Health Problems. *Journal of Occupational Health*, 12-0185.

- Department of Diseases, Disorders, and Injuries. (2022). What are work-related musculoskeletal disorders (WMSDs), Canadian Centre for Occupational Safety and Health (CCOHS). <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
- Eminoğlu, M.B., Koç, C. (2018). Akıllı Tarla Pülverizatörünün Geleneksel Tarla Pülverizatörü ile Ergonomik Açıdan Karşılaştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6, 257-262.
- Eriş, H., Can, G.F., & Fırlalı, N. (2009). Çalışma Duruşu ve Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları. V. Endüstri Mühendisliği Bahar Konferansları-Ergonomi, (129).
- Gönen, D., Karaoglan, A.D., Ocaktan, M.A.B., Oral, A., ATICI, H., & Kaya, B. (2018). Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarının Analizinde Yeni Bir Risk Değerlendirme Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 425-440.
- Kır, İ. (2015). Bakanlığı, Ç. V. S. G., & Müdürlüğü, İ. Adana ve Mersin Bölgesinde Seracılık Sektöründe Çalışanların Karşılaştığı Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi.
- Luttmann A. Jager M. Gaffler G. Liebers F., Steinberg U. (2003). Preventing Musculoskeletal Disorders in the Workplace, World Health Organization Protecting Workers' Health Series No: 5, World Health Organization, Geneva.
- Ma, L., Chablat, D., Bennis, F. & Zhang, W. (2009). A New Simple Dynamic Muscle Fatigue Model and its Validation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 211-220.
- Mert, E.A. (2014). Ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir çanta imalat atölyesinde uygulanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- Sullivan, L.W., Gallwey, T.J. (2002). Effects of Gender and Reach Distance on Risks of Musculoskeletal Injuries in an Assembly Task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29: 61-71.
- TÜİK, (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim: Mayıs, 2022).

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

Türkiye has 74.50% of the world's hazelnut planting with an area of approximately 700 thousand hectares. The production amount of in-shell hazelnut is approximately 665 thousand tons and it meets 76% of the world hazelnut production. Hazelnut export is approximately 500 thousand tons and it realizes 75% of the world's hazelnut output (TÜİK, 2022). However, the mentioned amount was produced by 500 thousand of farmers. Although Türkiye is the leader in hazelnut production and export in the world and it is the individual livelihood of approximately 500 thousand farmers, it has not reached the same level of harvest mechanization with rival countries. . Hazelnut, which has an important place in agriculture, is harvested manually, but it is also done mechanically with the spread of hazelnut harvesting machines obtained by local manufacturers recently (Beyhan and Sauk 2018). It is known that a worker collects an average of 20 kg of hazelnuts per day in hazelnut harvesting with human labor. Although the use of human labor has decreased with the innovations of mechanization, the use of human labor continues.

In the hazelnut harvest, which has strategic importance for our country, employees who have unsuitable working postures that would cause MSDs. Inadequate mechanization in hazelnut production reveals the need for intense human labor. Due to the rainy climatic conditions of the region, harvesting can be done in a limited time. Hazelnut farming, which has the highest economic return, carries significant risks in terms of occupational health and ergonomics. For this reason, it is important to minimize the factors that negatively affect the health and safety of employees in the mechanical hazelnut harvest and to determine the measures to be taken.

The Question of the Study

How ergonomic is it to work with a hazelnut harvester with a pneumatic sweeping arrangement? What kind of strain occurs in the movement of the machine with human labor in the hazelnut orchard? Do the employees have ergonomic risk scores while using the pneumatic hazelnut harvester, and if so, at what level?

Purpose

In this study, the working postures of the employees at four workstations, including the movement of the machine in the garden, the movement of the transmission hose on the garden floor, the replacement of the filled sacks, and the transport of the sacks to the storage area were analyzed by REBA and OWAS ergonomic risk assessment methods. This study was conducted to determine the ergonomic risk scores that arise due to the determination of the strains and loads that the employees are exposed to.

Methodology

Workstations were observed during the mechanical harvesting of hazelnuts, working postures were examined and recorded during the work performed by the employees. Recorded images were analyzed using REBA and OWAS methods in the ErgoFellow 2.0 package program (Eminoğlu and Koç, 2018). As a result of the analyses, the body load scores of the employees were determined and an ergonomic risk assessment was made. In the REBA method, the load-bearing that both dynamic and static postures will create on the whole body (trunk, neck, legs, upper and lower arms, and wrists) of the employees is examined. Separate evaluations are made for each body region, considering the load

carried/applied by the employees and the way this load is held. In the OWAS method, there are 4 different options for back posture, 3 for arm posture, 7 for leg postures, and 3 different options for load levels in the ergonomic risk analysis of employee postures. In the OWAS method, the work/task is divided into sections and a risk analysis is made by considering the time that each work/task is done, and it differs from the REBA method in this respect.

Results and Conclusions

The results showed that the highest ergonomic risk scores affecting employee health were obtained for all workstations for both REBA and OWAS methods. Among the ergonomic risk factors, inappropriate body posture, repetitive movements, and ergonomic inadequacy of the tools used are the important factors that cause MSD. Considering that these factors are frequent movements in mechanical hazelnut harvesting, it can be said that mechanical hazelnut harvesting causes MSD. Based on this; if existing machines are to be used; a sufficient number of employees should be available at each workstation so that employees can be rotated. However, it can be said that this situation will bring an additional burden on the harvest cost.

The use of technological developments in the field of hazelnut mechanization will help to reduce musculoskeletal disorders. This study can form the basis for the studies to be carried out in the context of the data obtained. The working body risk map can be updated by analyzing the work to be done, and different body postures in the hazelnut harvesting by machine, with similar methods. Accordingly, the same body postures can be evaluated with more risk analyzing methods, and the most appropriate risk assessment method can be determined in the harvesting of hazelnuts by machines.

Yazarların Biyografisi



Hüseyin SAUK

1976 yılında Çarşamba'da doğmuştur. Lisans öğrenimini Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği bölümünde 2003 yılında, yüksek lisans öğrenimini 2007 yılında, doktora öğrenimini ise aynı anabilim dalında 2016 yılında tamamlamıştır. 2017 yılında doktor öğretim üyesi ünvanı almıştır. Tarım makinaları imalat yöntemleri, tarımsal savaş makinaları, toprak işleme ve hazırlama teknikleri derslerini vermiştir. Tarım makinaları hasat-harman konularında çalışmaları vardır. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde doktor öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

İletişim

hsauk@omu.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0001-5622-6170>



Mehmet Arif BEYHAN

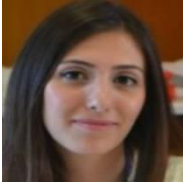
1961 yılında Terme'de doğmuştur. Lisans öğrenimini 1984 yılında, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları bölümünde tamamlamıştır. Yüksek lisans(1987) ve doktora (1992) öğrenimini Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinalar anabilim dalında tamamlamıştır. 1992 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği bölümünde yardımcı doçent olarak göreve başlamıştır. Aynı birimde 1996 yılında doçent 2010 yılında profesör olmuştur. Mühendislik tasarım yöntemleri, mekanizma tekniği, makina teknik resmi, makina malzeme bilgisi ve tarım makinaları tasarımı derslerini vermiştir. Tarım makinaları tasarımı, hasat-harman makinalarının tasarımı konularında çalışmaları vardır. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde profesör olarak görev yapmaktadır. İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

İletişim

mabeyhan@omu.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-4536-0865>



Kübra Meriç KALIN UĞURLUTEPE

1988 yılında Develi'de doğmuştur. Lisans öğrenimini Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları bölümünde 2012 yılında tamamlamıştır. Aynı yıl, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başlamış 2018 yılında tamamlamıştır. 2019 yılında, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği anabilim dalında başladığı doktora öğrenimi devam etmektedir. Aynı zamanda, aynı bölümde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. Hasat sonu teknolojileri, ürün temizleme makinaları üzerine çalışmaları bulunmaktadır. İngilizce bilmektedir.

İletişim

meric.kalin@omu.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0001-7184-3388>

Şeftali (*Prunus persica L.*) Üretimi Yapan İşletmelerin Mekanizasyon Kullanım Durumunun Belirlenmesi: Çanakkale-Lapseki Örneği

Determination of Mechanization Usage Status in Peach (*Prunus persica L.*) Producing Farms: Case Study in Çanakkale-Lapseki

Ersin Samıkıran^{1,*}, Sakine Özpınar²

¹ Lapseki Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, Çanakkale, Türkiye.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Çanakkale, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): E. Samıkıran, e-mail (e-posta): 20414974008@ogr.comu.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 09.08.2022
Düzeltilme tarihi : 29.08.2022
Kabul tarihi : 30.08.2022

Anahtar Kelimeler:

Şeftali
Tarımsal Mekanizasyon durumu
Tarım Makinaları

Atfîçin:

Samıkıran, E., Özpınar, S., (2022). "Şeftali (*Prunus persica L.*) Üretimi Yapan İşletmelerin Mekanizasyon Kullanım Durumunun Belirlenmesi: Çanakkale-Lapseki Örneği", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(3): 139-156.

ÖZET

Şeftali sert çekirdekli meyve türlerinden olup, ülkemizdeki toplam üretim alanının %49'u ve ağaç sayısının %41'i Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Bölgede en fazla üretim Bursa ve Çanakkale illerinde yapılmaktadır. Çanakkale ilinde özellikle Kazdağ'ının oluşturduğu mikro klima alanlarını kapsayan Bayramiç ve Lapseki ilçelerinde yaygın olarak ekonomik düzeyde üretimi yapılmaktadır. Ancak üretimin devam ettiği tarımsal işletmeler arasındaki kültürel işlem ve uygulama farklılıklarının ürün verimi üzerine olan etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada, Çanakkale ilinde önemli üretim alanı ve miktarına sahip Lapseki ilçesinde şeftali üretimi yapan işletmelerin tarımsal yapısı, üretim durumu ve potansiyeli, kültürel uygulamalar ve mekanizasyon uygulama düzeyleri belirlenmiştir. Bunun için yoğun olarak şeftali üretimi yapan köylerden örneklem yöntemi ile seçilen 61 işletmede yüz yüze görüşülerek anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçlarına göre işletmelerdeki 5-9 ve 10-14 dekar arasında değişen parsel büyüklük oranlarının sırasıyla %48.09 ve %12.69 oranında olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin sahip olduğu makina ve alet varlığı incelendiğinde; dipkazan (%81.97), çizel (%50.82), kulaklı pulluk (%81.97), kültivatör (%31.15), diskli tırmık (%42.62), ara çapa makinası (%24.59) ve pülverizatörün (%100) en yaygın kullanımı olan ekipmanlar olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan tüm işletmelerde farklı marka ve modelde en az bir traktörün olduğu belirlenmiştir. İşletmelerde hastalık ve zararlılarla mücadelede %73.77 ile kimyasal mücadele, %14.75 ile kimyasal-kültürel mücadelenin birlikte yapıldığı belirlenmiştir. Hasat işlemlerinin tamamen elle yapıldığı ancak, işletmelerin %91.80'ni yardımcı alet ekipman olarak merdiven ve platform kullandığı ortaya çıkmıştır. İşletmelerin %98.36'lık kısmının tarım alet ve makinaların ortak kullanımı konusunda olumsuz fikir beyan ettikleri belirlenmiştir.

* Bu makalenin verileri Yüksek Lisans öğrencisi Ersin SAMIKIRAN'ın tezinin bir kısmının değerlendirilmesinden elde edilmiştir.

Article Info

Received date : 09.08.2022
Revised date : 29.08.2022
Accepted date : 30.08.2022

Keywords:

Peach
Agricultural Mechanization Level,
Agricultural Machinery

How to Cite:

Samıkıran, E., Özpınar, S., (2022). "Determination of Mechanization Usage Status in Peach (*Prunus persica L.*) Producing Farms: Case Study in Çanakkale-Lapseki", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 18(3): 139-156.

ABSTRACT

Peach is one of the stone fruit species, and in Türkiye, 49% of the total production area and 41% of the number of trees are in the Marmara Region. The highest production in the region is provided by Bursa and Çanakkale provinces. In Çanakkale, widespread peach production is carried out, especially in Bayramiç and Lapseki districts, which cover the microclimate areas created by Ida Mountain. Peach is a product of economic importance among agricultural crops for Çanakkale, especially in the Lapseki. However, agricultural structure, the effects of present cultural practices, and their applications on the yield of the peach among agricultural farms located in Lapseki district are not fully known. In this study, it is aimed to determine the present production of peach farms and their mechanization application levels in the Lapseki district, which is one of the important areas in Çanakkale in terms of cultivation area and annual yield. For this purpose, a questionnaire was conducted by interviewing face to face on 61 farms selected by sampling method from the villages that produce peaches intensively. According to the results, it was determined that the parcel size rate was 48.09% and 12.69% for parcel size ranges 5 to 9 and 10 to 14 decare, respectively. When the machinery and equipment assets of the studied farms are considered, subsoiler (81.97%), chisel (50.82%), mouldboard plow (81.97%), cultivator (31.154%), disc harrow (42.62%), hoe harrow (24.59%) and sprayer (100%) were found to be the most common equipment. On the other hand, it has been found that there is only one tractor of different brands and models for each farm. Agricultural farms apply only chemical control at the rate of 73.77% and chemical and cultural control combined at the rate of 14.75% as plant protection operations. It has been revealed that harvesting is done entirely by hand, but 91.80% of the farms use ladders and harvest platforms as auxiliary tools and equipment. It has been determined that the farms have a negative view of the use of shared machinery, with a high rate of 98.36%.

* This article data has been provided by evaluating part of the thesis belonging to master's degree student Ersin SAMIKIRAN.

1. GİRİŞ

Hızlı artan dünya nüfusunun gıda talebinin karşılanabilmesi için birim alanda daha yüksek ve kaliteli tarım ürünü elde edilmesi önemli hale gelmiştir. Birim alanda verim artışı ve kaliteli ürün sağlanması girdi olarak kullanılan teknolojilere ve bunların uygulama alanına aktaran tarım alet ve makinaları gibi faktörlerin etkinliğine bağlıdır. Tarımsal üretimde gelişen teknolojilerle birlikte tarımda alet ve makinaların kullanımını da yaygınlaştırmıştır. Bu da bir yandan tarımsal üretimde insan iş gücü yerine mekanik güç kullanımını daha olanaklı hale getirirken (Özpinar, 2020), diğer yandan giderek azalan tarım alanları ve birim alanda ürün verimi artışının sağlanması için tarım alet ve makinalarının ve ilgili diğer teknolojilerin (Bal ve Altuntaş, 2018) kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Ülkemizde tarımsal üretim kolları bakımından bakıldığında bahçe tarımına göre tarla tarımında mekanizasyon kullanımının daha yaygın olduğu ve bahçe tarımında da özellikle hasat mekanizasyonu istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir. Bahçe tarımında hasat işlemlerin mekanize edilmesiyle ilerideki süreçte istenilen düzeye gelebilecektir. Bahçe tarımında özellikle toprak işleme dışında kullanılan tarım alet ve makinalarının farklı fonksiyonlara sahip olması bu tarım kolundaki mekanizasyon girdisini farklı hale getirmektedir. Özellikle tarımsal mücadele ve hasat işlemlerinde ürüne özgü makinaların kullanılması bu farklılaşmayı oluşturmuştur. Ülkemizdeki farklı iklim özelliklerinin varlığı ve topografik yapıyı oluşturan yüzey şekilleri gibi ortamlar tarım ürünlerinin yetişebileceği mikroklima alanların oluşmasına katkı sağlamış olup, genellikle çok yıllık bahçe ürünlerinin yetiştirilmesine alan yaratmıştır. Bu yönü ile bakıldığında ulusal düzeyde ekonomik önemi olan ürünler arasında sayılan şeftali (*Peach Persica* L.) pek çok coğrafi bölgede yetişme ortamı bulmuştur. Marmara bölgesi bunlardan biri olup, ülkedeki toplam üretim miktarının %49'u ve üretim alanının %41'ine sahiptir. Bölgede özellikle Çanakkale en fazla üretimin yapıldığı il durumunda olup, toplam üretim miktarı yaklaşık 147 bin ton'dur. Bunu 122 bin ton ile Bursa ili takip etmektedir. Ülke genelinde farklı olgunlaşma zamanlarına sahip yaklaşık 70 (erkenci, geç) çeşit mevcut olup, Akdeniz Bölgesinde erkenci, Ege ve Marmara Bölgelerinde ise geç çeşitler yetiştirilmektedir (Küden vd., 2010).

Sert çekirdekli meyve türleri arasında yer alan şeftali anavatanı Doğu Asya ve Çin olup, yetiştiriciliği yaygın olarak Ekvatorun Güney ve Kuzeyinde kuşaklarda yer almaktadır (Fideghelli vd., 1998). Meyvesi taze olarak tüketildiği gibi meyve suyu, reçel, marmelat şeklinde de değerlendirilebilmektedir. Ülkemizde yaklaşık 470 bin dekar üretim alanından 892 bin ton üretim sağlanmakta ve dünyada Çin (~15 milyon ton), İtalya (~1.5 milyon ton), Yunanistan (~848 bin ton) ve İspanya (~1.5 milyon ton)'dan sonra beşinci sırada gelmektedir (FAOSTAT, 2021).

Ülkemizin pek çok coğrafi bölgesinde yetiştiriciliğine rastlanılan şeftalinin kültürel uygulamaları sırasındaki farklılıkların ve bunların farklı bölgeler için ürün verimi üzerine olan etkileri tam olarak bilinmemektedir. Özellikle tarım alet ve makinaları kullanılarak yapılan kültürel uygulamaların ürün verimi, kalitesi ve yetişme koşulları olan toprak ve bitki üzerindeki etkileri önem taşımaktadır. Söz konusu alet ve makinalarla yapılan kültürel uygulamalar bazen ürün ve yetişme yararlı etkiler sunarken, bazen de olumsuz sonuçlar yaratabilmektedir. Bu etkiler uygulamanın yapıldığı koşullar, zaman, miktar gibi faktörlere bağlı olduğu gibi üretim sisteminin yapısına da bağlı olup, bunların tam olarak bilinmesinde yarar vardır. Bu amaçla çok yıllık olan şeftalinin mevcut kültürel uygulamalarını belirlemek ve bu uygulamalar sırasında görülen etkileri ortaya çıkarmak için bir anket çalışması yapılmıştır. Anketin içeriğinde yer verilen sorular işletmelerin tarımsal yapı özellikleri, şeftali üretimine yönelik yapılan kültürel uygulamalar ve bunların yerine getirilmesinde kullanılan teknikler, tarım alet

ve makinalarına ait sorulara yer verilmiştir. Anket çalışması Çanakkale ilinde şeftali üretiminin %60.22'sini (76712 ton) ve nektarin üretiminin ise %51'ni (18762 ton) karşılayan Lapseki ilçesinde devam etmiştir. Bu amaçla ilçede öncelikle Tarım ve Orman Bakanlığı İlçe Müdürlüğünün kayıtlarından yola çıkarak şeftali üretimi ile uğraşan üreticilerin potansiyel varlığı tespit edilmiştir. Belirlenmiş olan bu üreticilerle yüz-yüze görüşmeler yapılmış ve ankette yer alan sorular yönelttilerek ve gerekli olan bilgiler üretici odaklı olarak anket formuna kayıt edilmiştir. Anket çalışması bittikten sonra formlara kayıt edilmiş bilgiler Excel ortamında oluşturan bir şablona aktarılmıştır. Daha sonra aynı soru olacak şekilde veriler üretici bazında birleştirilerek değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Marmara Bölgesi'nin güneyinde yer alan Çanakkale ilinin Lapseki ilçesinde yürütülmüştür. Çanakkale 25-35 ve 27-45 doğu boylamları ile 39-30 ve 40-45 kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İlin deniz seviyesinden olan yüksekliği 0-100 m arasında değişmektedir. Toplam yıllık yağışın 600 mm civarında olduğu ilde, ortalama sıcaklık 15 °C düzeyindedir. Ayrıca dört mevsimin yaşandığı il sınırları içinde yer alan Kaz Dağı ve uzantılarının oluşturmuş olduğu mikro klima alanlarda bahçe tarımının yapılması için elverişli hale gelmiştir. İlin kirazdan sonra önemli bahçe tarımı bitkilerinden biri de şeftali olup, üretimi yaygın olarak dağın klima etkisinde olan alanlarda yapılmaktadır (TOB, 2020). Alüvyal (süzek, çakıllı, kumlu, milli, tınlı) ve pH'sı 6-7 arasında değişen toprak özellikleri şeftali üretimi için uygun olmakla birlikte, bu koşullar üretiminin daha da yaygınlaşması için katkı sağlamaktadır. Kendi kendini tozlaşma özelliği olan şeftalinin ülkemizde ticari anlamda yetiştiriciliği yapılan Flodasun, Early Amber, Springtime, Precocissima, Early Red, Blazing Gold, Merrill Gem Free ve Dixired başta olmak üzere 70'e yakın çeşidi bulunmaktadır.

Çalışmanın yürütülmesi için öncelikle Lapseki İlçe Tarım ve Orman müdürlüğü çiftçi kayıt sisteminden yararlanılmıştır. Söz konusu sisteme kayıtlı olan üreticiler arasında öncelikle şeftali tarımı ile uğraşanlar saptanmıştır. Daha sonra tüm ilçeyi örnekleyecek şekilde köyler bazında basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçim yapılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996). Anket uygulanacak işletmelerin seçiminde, aşağıda verilen basit tesadüfi örnekleme formülü kullanılmıştır.

$$n = \frac{S^2 t^2}{(N - 1) t d^2 (S^2 t^2)}$$

Burada; n , örnek sayısını; S , popülasyonun varyansını; N , popülasyonu oluşturan işletme sayısını; t , standart normal dağılım değerini; d , popülasyona ait hata terimini ifade etmektedir. Örnek hacminin belirlenmesinde %5 hata ve %95 güven sınırları içinde çalışılmıştır. Seçim yapılırken, köylerin konumları, topografik özellikleri, tarımsal üretim potansiyelleri ve özellikle bahçe tarımındaki durumu gibi parametreler dikkate alınmıştır. Kullanılan örnekleme yöntemi ile şeftali üretimi yapan 61 adet işletme belirlenmiştir. Belirlenmiş olan işletmelere 2021-2022 üretim sezonunun hasat sonrası döneminde gidilmiş ve çalışmaya ait veriler anketler yolu ile toplanmıştır. Gerekli olan veri için işletmeler bizzat ziyaret edilerek, işletme sahipleriyle yüz yüze görüşülmüş ve şeftali üretimine ait tüm gerekli bilgiler önceden hazırlanmış olan anketlere işlenmiştir. Tamamlanmış olan anket formları daha sonra Excel ortamında oluşturulan şablonlara aktarılmıştır. Ardından, her soru bazında tüm veriler değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo haline getirilmiş ve yorumlanmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Parsel Büyüklükleri

Anket yapılan işletmeler incelendiğinde, işletmelerin parsel büyüklükleri ve oransal dağılımı Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü üzere parsel sınıf farkına bakılmadan ortalama parsel büyüklüğünün 11 dekar olduğu ve ülkemiz için belirlenmiş değerlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Ertunç ve Janus, 2021). Ancak, parsel büyüklük sınıfı ele alındığında, en fazla parsel varlığının 70 adet ile 5-9 dekar arasında değişen sınıfa ait olduğu ve oransal olarak da %35.90 pay oluşturduğu saptanmıştır. Bunu 65 adet parsel sayısı ve %33.33 oranı ile 10-14 dekar büyüklük sınıfı izlemiştir. Buna karşın en düşük değer 30 dekar ve üzeri olan parsellere ait olduğu görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı alandaki küçük parsellerin yoğunluğunda, özellikle Kaz dağının yaratmış olduğu topografik yapı nedeniyle arazilerdeki parçalılığın etkili olduğu söylenebilir (Akbulak, 2017). Benzer olarak ülkemiz düzeyinde de bakıldığında bahçe tarımının daha çok küçük parsel özelliğine sahip alanlarda devam ettiği görülmektedir (Özpinar, 2020). Polonya ve ülkemizdeki durumu karşılaştırmalı olarak ele alan bir başka çalışmada ise Polonya’da ortalama işletme büyüklüğünün 80 dekar ve ortalama parsel büyüklüğünün 12.3 dekar olduğu bildirilmiştir (Ertunç ve Janus, 2021). Araştırmacılar ülkemiz için bu değerlerin sırasıyla yaklaşık 60 ve 11 dekar olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan Niroula ve Thapa (2005) tarımsal üretim alanlarında çok parçalı arazi yapısının ekonomik koşullar, sosyal yapı ve çevresel etkiler gibi faktörlerin etkisinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu etkiler sonucu nüfusun kırsaldan uzaklaşmasına ve tarım topraklarının var olan koşullar altında olumsuz etkilenerek verimsizleşmesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Hiironen ve Riekinen (2016)’da benzeri yapıdaki parsel özelliğine sahip koşullarda tarımsal mekanizasyondan tam anlamıyla yararlanarak tarımsal üretimin devam ettirilmesinin işletmelerin girdi maliyetini artırdığını belirtmişlerdir.

Tablo 1. Parsel büyüklük sınıfına göre işletmelerin arazi büyüklüğü ve dağılımları

Parsel Büyüklük Sınıfı (da)	Ortalama Parsel Büyüklüğü (da)	Parsel Sayısı		İşletme Sayısı	
		(adet)	(%)	(adet)	(%)
1-4	2.80±0.77 (27.66)*	15	7.69	8	7.08
5-9	6.95±1.42(20.43)	70	35.90	33	29.20
10-14	10.89±1.38(12.69)	65	33.33	40	35.40
15-19	16.53±1.36(8.21)	30	15.38	20	17.70
20-29	22.30±3.13(14.03)	10	5.13	9	7.96
30-39	32.50±3.54(10.88)	2	1.03	1	0.88
40-60	48.67±10.02(20.58)	3	1.54	2	1.77
Ort./Top.	11.11±7.24 (65.12)	195	100.00	113	100.00

*Parantez içindeki değerler Varyasyon Katsayılarını ifade eder.

3.2. İşletmelerdeki Mevcut Ağaç Varlığı ve Özellikleri

Anket yapılmış işletmeler incelendiğinde metrekaredeki ağaç sayısının yaklaşık 25 adet ve ağaçların verime gelme yaşının ise yaklaşık 4 yıl olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Ortalama ağaç yaşının ise 12 yıl olduğu, ağaçların en fazla %57.55 oranı ile 10-14 yaş arasında yer aldığı ve diğer yaş aralığındaki ağaçların oransal olarak aynı olduğu saptanmıştır. Bu durum özellikle farklı desteklerle sağlanan teşviklerin ve söz konusu ürünün piyasada yer bulmasının genç yaş ağaç sayısını artırmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan aynı oranda bulunan ve yaşları 15 yıl ve üzeri olan ağaçların ise yıllardır bölgede üretimi devam eden parsellerde yer aldığı ve yaş olarak oldukça yaşlı grubunda buldukları da belirlenmiştir.

Tablo 2. İşletmelerde mevcut ağaçların ortalama yaşı, verim yaşı ve birim alandaki sayısı

Yaş Aralığı (yıl)	Ortalama Yaş (yıl)	İşletmedeki Toplam Ağaç Sayısı		Birim Alandaki Ağaç Sayısı (ağaç m ⁻²)	Ortalama Verim Yaşı (yıl)
		(adet)	(%)		
7-9	8.17±0.72 (8.79)	18030	19.73		
10-14	12.40±1.29 (10.39)	52580	57.55	24.97±3.40	3.95±0.34
≤15	16.21±1.12 (6.92)	20760	22.72	(13.61)	(8.55)
Ort./Top.	12.18±2.73 (22.39)	91370	100.00		

Bu sonuçların Engindeniz (2003)' in belirlemiş olduğu sonuçlarla benzerlik içinde olduğu ve şeftalinin genel olarak üç yıldan sonra meyveye yattığı, ekonomik ömrünün ise 20 yıl civarında olduğu görülmüştür. Aynı araştırmacı, tesis işleminden sonra 1-3 yaş arasında ürün alınmadığı, 4-8 yaş arasında üründe giderek artış sağlandığı, 9-16 yaş arasının ise verimin en yüksek seviyede olduğu ve 17-20 yaş arasında da verimin giderek düşmeye başladığını ifade etmiştir.

3.3. Yetiştirilen Çeşitlerin Yaş ve Verim Durumu

Yapılan çeşit belirleme çalışmalarına göre Lapseki ilçesinde pek çok şeftali çeşidinin yetiştirildiği saptanmıştır (TPE, 2022). Çalışmanın yürütüldüğü alanda yaklaşık 20 çeşit şeftalinin yetiştirildiği tespit edilmiştir (Tablo 3). Tablo 3 incelendiğinde sırasıyla R6, R7, Gem Free, İsabella, E. Glow, R. Glory, R. Gem ve E. July çeşitlerinin üretim alanı bakımından toplam üretim alanı içindeki payı %62 dolaylarında olduğu saptanmıştır. Bunun yansısı Lapseki yöresine adapte olmuş, uzun yıllardır yetiştiriciliği yapılan ve kalitesi bakımından da diğer standart şeftali çeşitlerden ayırt edici özelliği olan Sırrı gibi yerel çeşitlerin de halen yetiştirildiği tespit edilmiştir. Bu çeşidin oransal olarak toplam alan içindeki payı %3.68 ile düşük de olsa meyve kalitesi ve depolamaya uygunluğu bakımından Çanakkale ve ülkemiz için en gelecek vadeden çeşitlerin arasında yer almaktadır (Yılmaz vd., 2020). Başka bir çalışmada ise, söz konusu çeşidin geometrik özellikleri incelenmiş ve yöre için en uygun çeşit olarak önerildiği bildirilmiştir (Gür vd., 2020). İşletmelerdeki çeşitler bakımından ağaç sayısı incelendiğinde, toplam ağaçların yaklaşık %60'nın en fazla alan kaplayan aynı çeşitlere ait olduğu ve yerli çeşit Sırrı için bu oranın %2.81 olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Söz konusu olan bu çeşitlerin yaşları incelendiğinde genellikle 10-14 yaş aralığında olduğu ve üzeri yaş sınıfında yer aldıkları ve uzun süredir yörede yetiştirme özelliğine sahip çeşitler olduğu da belirlenmiştir.

Tablo 3. İşletmelerde yetiştirilen çeşitler, üretim alanları ve bunların farklı yaş aralığına göre varlığı

Çeşit	Üretim Alanı		7-9 yaş (yıl)		10-14 yaş (yıl)		≤15 yaş (yıl)		Toplam Ağaç	
	(da)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)
Glohaven(R6)	235	10.82	1678	18.22	4963	53.89	2569	27.89	9210	10.08
Merrill Gem Free	203	9.35	1779	26.39	4120	61.13	841	12.48	6740	7.38
Cresthaven(R7)	202	9.30	1896	20.72	4796	52.41	2459	26.87	9151	10.02
Isabella	177	8.15	1546	24.58	4158	66.10	586	9.32	6290	6.88
Extreme Glow	139	6.40	897	14.45	3546	57.14	1763	28.41	6206	6.79
Royal Glory	135	6.22	1680	22.14	4650	61.28	1258	16.58	7588	8.30
Royal Gem	134	6.17	1340	29.46	1786	39.26	1423	31.28	4549	4.98
Extreme July	124,5	5.73	823	21.64	1995	52.44	986	25.92	3804	4.16
Extreme 486	100	4.61	697	15.78	2963	67.10	756	17.12	4416	4.83
Red Elegant	96	4.42	524	22.63	1456	62.89	335	14.47	2315	2.53

Çeşit	Üretim Alanı		7-9 yaş (yıl)		10-14 yaş (yıl)		≤15 yaş (yıl)		Toplam Ağaç	
	(da)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)	(adet)	(%)
Summer	93	4.28	660	16.93	1682	43.14	1557	39.93	3899	4.27
Hale	88	4.05	362	9.05	2897	72.41	742	18.55	4001	4.38
Caldesi	84	3.87	1026	26.30	1923	49.30	952	24.40	3901	4.27
Black Abdos	83	3.82	580	16.94	2045	59.74	798	23.31	3423	3.75
Sırrı	80	3.68	340	13.27	1458	56.89	765	29.85	2563	2.81
Exstreme 568	77	3.55	778	19.91	2365	60.52	765	19.58	3908	4.28
Menekşe	45	2.07	325	14.68	1356	61.25	533	24.07	2214	2.42
Sweet Lady	41	1.89	477	14.16	1965	58.34	926	27.49	3368	3.69
Royal Jim	35	1.61	622	16.27	2456	64.23	746	19.51	3824	4.19
Toplam	2171.5	100.00	18030	19.73	52580	57.55	20760	22.72	91370	100.00

Ele alınan işletmelerin ağaç yaşına ve çeşidine bakılmaksızın %70.49'ünde ağaç başına ortalama verimin yaklaşık 65 kg, %26.23'ünde ise bu miktarın daha yüksek (86 kg) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Çeşitler esas alındığında genel olarak ağaç başına yüksek verimin üretim alanının büyük bir kısmını oluşturan R6, R7, Hale ve R. Glory gibi çeşitlere ait olduğu bulunmuştur (Tablo 3). Buna karşın üretim alanının yaklaşık %4'ünü oluşturan Sırrı gibi yerli çeşitlerin veriminin 35-40 kg arasında olduğu tespit edilmiştir. İklim, toprak ve çeşit özelliğine göre değişmekle birlikte genel olarak ağaçların tesisinde esas alınan 5x5m sıra arasına ve üzerine göre birim hektar alandaki 400 adet ağaç varlığına göre ürün verimleri de 14320-36320 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir (Tablo 4). Yaklaşık yirmi yıl önce yapılan bir başka çalışmada ise birim ağaç başına ortalama verimin 38 kg ile daha düşük olduğu bildirilmiştir (Engindeniz ve Çukur, 2003). Okan ve Engindeniz (2016) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise 4-8 yıl arasındaki genç yaşa sahip ağaçlardaki ortalama verimin 27 kg olduğu, ancak 9-16 ve 17-20 yaş arası için ise ağaç başına verimin 34 kg ile daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Son yıllarda yapılan bir başka çalışmada ise ağaç başına ortalama verimin yaklaşık 46 kg olduğu elde edilmiştir (Vural ve Çakan, 2020). Yapılan başka bir çalışmada Türkiye genelinde ağaç başına şeftali veriminin 35.34 kg ve Bursa ilinde ise bu rakamın 34.56 kg olduğu ifade edilmiştir (Taşkaya, 2004). Vural ve Çakan (2021), yıllar itibari ile ülke genelinde ağaç başına verimin arttığını bildirmiş ve 2003 yılında bu miktarın 35.33 kg ağaç⁻¹ iken, 2017 yılında %27.93 artışla 45.20 kg ağaç⁻¹ ve 2018 yılında ise 45.97 kg ağaç⁻¹ olarak kayıt edildiğini açıklamışlardır.

Tablo 4. Ağaç başına ve birim alana düşen ürün veriminin işletme sayısı bakımından değişimi

Verim Sınırı (kg ağaç ⁻¹)	Ort. Verim		En Düşük-En Yüksek Verim		İşletme Sayısı	
	(kg ağaç ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ağaç ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(adet)	(%)
39≤	36.99±1.68 (4.53)	14794.00±670.34 (4.53)	35.80-38.17	14320-15268	2	3.28
40-79	64.56±6.88 (10.65)	25822.33±2751.34 (10.65)	46.60-78.30	18640-31320	43	70.49
80≥	86.39±2.81 (3.25)	34554.25±1123.36 (3.25)	81.00-60-90.80	32640-36320	16	26.23
Ort./Top.	69.38±12.80 (18.45)	27751.08±5121.16 (15.45)	35.80-90.80	14320-36320	61	100

Diğer taraftan dengeli bir gübre uygulaması için toprak analizi yapılması gereken işlemler arasındadır ve toprak analizinin iklim ve toprak özelliklerine ve üretim sistemine göre belli zaman aralıklarında tekrarlanması gerekmektedir (Küçükaya ve Özçelik, 2014; Güldal, 2016). Çalışmaya esas olan işletmeler incelendiğinde, toprak analizi yapanların sayısal olarak oranı %47.54 olup, bu rakamın toplam işletmelerin yarısından daha azını temsil ettiği belirlenmiştir. Bu oranın üreticilerin ulaşılabilirlik, maliyet ve farkındalık gibi faktörlerden kaynaklı olduğu ifade edilmiştir. Buna karşın, benzer iklim koşulları altında tarımsal üretim yapan üreticilere yönelik yapılan başka bir çalışmada ise işletmelerin yaklaşık %93'ünün toprak tahlili yaptırdıkları belirtilmiştir (Güneş, 2019). Araştırmacı aynı zamanda işletmelerin %35'inin yılda bir, %6'sının yılda iki, %24'ünün ise iki yılda bir toprak tahlili yaptırdıklarını, %27'sinin ise düzenli bir toprak tahlili yaptırmadıklarını ifade etmiştir.

3.4. Yabancı Ot Varlığı ve Mücadele Yöntemleri

Yabancı ot kontrol durumu ve mücadelesinde kullanılan yöntem, yüksek verimli ve kaliteli ürünlerin üretilmesinde esas temsil eden kültürel uygulamalar arasında yer almaktadır. Ancak uygulamanın başarısı hem iyi bir tanı ve bununla birlikte çevresel ve genetiksel faktörlere hem de uygulama araçlarının doğru kullanılmasına bağlıdır (Steward vd., 2019). Diğer taraftan tarımsal üretim alanlarında kültürel uygulamaların etkinliğinin sonucunu ortaya çıkaran yabancı ot varlığı, toprak ve iklim özelliklerine, ekim nöbetine ve ürün çeşitliliği gibi pek çok faktöre bağlıdır (Dale vd., 1992; Özer vd., 1999; Yirefu ve Tana, 2007). Ayrıca, alan özelindeki iklim koşulları yabancı otların yaşam ve hatta rekabet gücü üzerine etkili iken; kültürel, biyolojik veya kimyasal yabancı ot kontrol yöntemlerinin uygulanması ile gübreleme, toprak işleme ve sulama, drenaj gibi kültürel işlemler yabancı ot popülasyonları üzerinde güçlü bir seçici etki ortaya çıkarabilmektedir (Özer vd., 1999). Diğer taraftan kültür bitkileriyle aynı ortamı paylaşan yabancı otların farklı uygulamalar ile kontrol altına alınması sırasında toprak nem içeriğinin, organik maddesi ve yapısının korunmasını sağladığı gibi erozyon oluşumunu önleyerek bitki besin elementlerinin tutunmasını ve suyun infiltrasyonunu artırarak birim alandaki ürün miktarını ve kalitesinin iyileşmesine katkı sağlamaktadır (Derr, 2001). İşletmelerde yapılan görüşmelere göre genellikle yabancı otun bir sorun olarak görüldüğü ve bu sorunu kendi bireysel çabalarıyla çözme yoluna gittikleri ifade edilmiştir. Ayrıca, üreticilerin uzun yıllar bu yönde çaba harcadıkları için sorun oluşturan yabancı ot türlerini büyük oranda tanıdıkları ve bu durumun yabancı ot ile mücadele yöntemini saptamada kolaylık sağladığını bildirmişlerdir. Ele alınmış işletmelerin durumu incelendiğinde, çok yıllık rizom ve tohumla çoğalma özelliğine sahip olan kanyaş ve ayrık otlarının en yoğun iki yabancı ot olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Anavatanı Akdeniz kuşağı olan kanyaş iklim, toprak, sıcaklık, su, besin elementleri gibi çevre koşullarına kolaylıkla uyum sağlayabilen, yüksek rekabet yeteneğine sahip ve mücadelesi yoğun herbisit kullanılması ile sağlanabilen dayanıklı bir bitkidir. Ülkemizin Akdeniz kıyı şeridinde pamukta %77.14 ve turuncgiller üretim alanlarında %100'e varan yoğunluğuyla (Uygur ve Koch, 1990) ne kadar istilacı bir bitki olduğunu göstermektedir. Ayrıca Marmara bölgesinde metrekarede 13.40-30.12 adet rastlanmış bitki sıklığı ile %34.20-100.00 arasında değişen potansiyel varlığı farklı iklimlere kolay uyum sağlayabilme özelliğini göstermektedir (Yazlık, 2014). Akbolat vd., (2006) elma bahçelerinde yaptıkları bir çalışmada benzer sonuçları bildirmişler ve özellikle ayrık, kanyaş ve darıcanın en fazla rastlanılan yabancı otlar olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra aynı özellikteki kamış ve tohumla çoğalan darıcan da en fazla bulunan diğer yabancı otlar olmuştur. Diğer taraftan tarla bitkileri üretim alanlarında da sıklıkla rastlanan yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.), sarmaşık (*Convolvulus arvensis* L.), pıtrak (*Xanthium strumarium* L.) ve sirken

(*Chenopodium album* L.) ikinci derecede varlığı yüksek olan yabancı otlar olarak tespit edilmiştir. Ayrıca mücadele gerektirmeyecek düzeyde az miktarda ebegümeci (*Malva spp.*), köygöçüren (*Cirsium arvense*), böğürtlen (*Rubus spp.*), dededen (*Alhagi camelorum fisch*) ve kuzukulağı (*Rumex spp.*) gibi yabancı otlar da saptanmıştır. Çınar ve Işık (2018) tarafından şeftali üretim alanlarında yapılan çalışmada ise, en önemli yabancı otlar arasında, sirken, domuz pıtrağı, tarla sarmaşığı, köy göçürenin ön plana çıktığı belirtilmiştir. Jia vd. (2017) Japonya’da şeftali üretim alanlarında dönemsel olarak Nisan-Haziran ile Eylül-Ekim arasında yaptıkları yabancı ot belirlemelerinde, erken dönemde ak üçgül ve geç dönemde ise darıcanın en baskın bitkilerden olduğunu belirtmişlerdir. Vejetatif özelliğe sahip yabancı otların toprak işleme ve bu amaçla kullanılan alet ve makinaların işleyici organlarına göre çoğalma durumu değişebilmektedir. Dolayısıyla vejetatif çoğalma özelliğine sahip olan otların toprak işleme yerine daha çok herbisitlerle kimyasal mücadele ile kontrolünün daha etkili olabileceği bildirilmektedir (Lisek, 2014). Söz konusu işletmelerin %44.26’sının yabancı otları kontrol altına almak için toprak işleme ve kimyasal mücadeleyi birlikte uyguladıkları ve %42.62’sinin ise sadece kimyasal mücadeleyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Görüldüğü üzere işletmelerin yaklaşık yarısının, herbisiti gerekli mücadeleyi gerçekleştirmede kullandıklarını, ancak son yılların en yaygın uygulamaları olan organik veya inorganik malç tekniklerini hiç kullanmadıkları ortaya çıkmıştır. Üretici bildirişlerine göre toprak işlemenin geçmişten beri kullanıldığı ve özellikle son yıllarda yüksek olan yakıt fiyatlarının herbisit gibi uygulamalara yönelmeye yol açtığını ifade edilmiştir. Benzer şekilde Akbolat vd. (2006) elma bahçelerinde toprak işleme ile yapılan mekanik mücadelenin en çok kullanılan yöntem olduğunu ve bu amaçla başta rototiller olmak üzere kulaklı pulluk, diskaro, tırmık ve el çapası gibi alet-makinaların kullanıldığını belirtmiştir. Çınar ve Işık (2018) yabancı otlar ile mücadelede, kimyasal uygulamanın %78, toprak işlemenin %12 ve elle çapalamanın ise %10 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Lisek (2014) yabancı otların mücadelesinde tek başına veya kombine olarak elle çapa, ot biçme, toprak işleme ve kimyasal mücadelenin halen en etkin uygulamalar olduğunu, ancak toprak işleme ve kimyasal mücadelenin birlikte kullanımını ise en etkin uygulama olarak belirtmişlerdir. Eskiden beri tüm dünyada yabancı ot kontrolünde tarımsal üretim alanlarında toprak işleme en yaygın mücadele yöntemi olmakla birlikte toprak, su ve besin maddeleri kaybını teşvik etmesi nedeniyle bu uygulamanın yerini daha çok malç veya herbisit kullanımına bıraktığı bildirilmiştir (Bai vd., 2017). Sharma ve Sharma (2019) ise şeftali üretiminde elle çapalamanın en eski geleneksel yöntemlerden olduğu, ancak pahalı ve yüksek zaman tüketimine sahip olması ve ayrıca ağaçların kök bölgesine zarar vermesi nedeniyle üreticileri rahatsız eden bir durum olduğu ifade edilmiştir. Aynı araştırmacılar son yıllarda elle çapalamanın yerine ağaç kök bölgesine zarar vermeden daha etkin mücadele yaratan, ekonomik olan kimyasal mücadelenin yer aldığı bildirilmiştir. Diğer taraftan araştırmacılar diğer bir yöntemin ise organik veya inorganik materyaller ile malç uygulaması olduğunu, organik malç başarısının gerekli olan miktarın alandaki varlığına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın inorganik olan siyah polietilen ve naylon gibi malçların yabancı ot kontrolünde %100’e varan sonuçlar verdiğini ve meyve büyüklüğü ile ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Birim alandaki şeftali verimi yıllara göre 9-15.32 ton ha⁻¹ arasında değişen kontrol parsellerine karşın siyah polietilen veya naylon malçın kullanılmasıyla verimin 16.98-21.85 ton ha⁻¹’a yükseldiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda bu uygulamanın meyve oluşumunu teşvik ederken, meyve dökülmesini de önlediğini ve toprakta uygun bir ısı dağılımı oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

Tablo 5. En sık rastlanan yabancı otlar çeşitleri ve bunların işletmelere göre dağılımı

Yabancı ot	İşletme sayısı	
	(adet)	(%)
<i>Kanyaş (Sorghum halepense (L.) Pers)</i>	26	30.95
<i>Ayrık (Agropyron repens)</i>	24	28.57
<i>Darıcan (Echinochloa crus-galli)</i>	9	10.71
<i>Kamış (Phragmites australis)</i>	2	2.38
<i>Yabani hardal (Sinapis arvensis L.)</i>	3	3.57
<i>Pıtrak (Xanthium strumarium L.)</i>	11	13.10
<i>Sirken (Chenopodium album L.)</i>	1	1.19
<i>Sarmaşık (Convolvulus arvensis L.)</i>	1	1.19
<i>Ak üçgül (Trifolium repens L.)</i>	4	4.76
<i>Barajotu (Leptochloa fusca)</i>	1	1.19
<i>Köpek üzümü (Solanum nigrum)</i>	1	1.19
<i>Köpektotu (Ballota nigra)</i>	1	1.19
Toplam	84	100

Hastalık ve zararlı kontrolünde ise işletmelerin %74'nün sadece kimyasal mücadele tercih ettikleri ve bunu yaklaşık olarak %15 oranı ile kültürel ve kimyasal mücadelenin birlikte uygulandığı kombine mücadele takip etmiştir (Tablo 6). Bitkiyi korumak için bütünleşmiş mücadele içinde yer alan uygulamalardan kimyasal mücadele hariç biyolojik, fiziksel, biyoteknik gibi diğerlerinin tek başına kullanılmadığı tespit edilmiştir. Son çeyrek yüzyılda dünyada ve hatta ülkemizde de sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesi, benimsetilmesi ve bunun gereklerinden biri olan biyolojik mücadele uygulamasının işletmelerin hiçbirinde yer almadığı görülmüştür. Ancak, fiziksel mücadelenin tuzak ve benzeri yöntemlere ile uygulamaya aldıkları ve tek başına yetersiz olması nedeniyle diğer mücadele yöntemleri ile birlikte yer verdikleri tespit edilmiştir. Ürün verimi ve kalitesi üzerine etkili olan yabancı ot varlığı ve mücadelesinin birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasıyla ancak başarılı sonuçlar verebileceği görülmüştür.

Tablo 6. Yabancı ot, hastalık ve zararlılara karşı mücadele durumu

Yabancı Ot Mücadele Yöntemi	İşletme Sayısı		Hastalık/Zararlı Mücadele Yöntemi	İşletme Sayısı	
	(adet)	(%)		(adet)	(%)
<i>Kimyasal</i>	26	44.26	Kimyasal	45	73.77
<i>Toprak İşleme-Elle Çapa</i>	1	1.64	Kimyasal-Kültürel	9	14.75
<i>Kimyasal-Elle Çapa</i>	6	9.84	Kimyasal-Fiziksel	7	11.48
<i>Kimyasal-Toprak İşleme</i>	27	44.26			
Toplam	61	100	Toplam	61	100

3.5. Kültürel Uygulamalarda Kullanılan Alet ve Makinaların Varlığı

Bitkisel üretimde toprağın iyileştirilmesi ve daha verimli hale getirilmesi için kullanılan kültürel uygulamalardan (Uçgun ve Gezgin, 2015) biri de toprağın işlenmesidir. Kültür bitkilerinin ekim ve dikimi sırasında yapılan bu uygulama, yetiştirme periyodu süresince farklı toprak derinliklerinde veya farklı şekillerde kültürel uygulamalar ile birlikte uygulama alanı bulabilmektedir. Çok yıllık olan şeftali ve benzeri tarım ürünlerinin yetiştirilmesinde toprak işleme toprağın havalandırılması, yabancı otların temizlenmesi, hayvan veya kimyasal gübrelerin uygulanması amacıyla yapılmaktadır. Bu uygulama toprak özelliğine, üretim sistemine, ürün çeşidine, iklim özelliklerine göre yıl içinde bir veya birden fazla sayıda yapılmaktadır (Tablo 7). Tablo 7’de görüldüğü üzere işletmelerin büyük bir kısmının yılda üç kez toprak işleme yaptıkları ve bunu yılda iki kez toprak işleme uygulamasının takip ettiği saptanmıştır. Yapılan uygulamaların asıl amacının yabancı otları kontrol etmek olduğu ve bunun yansira hayvan gübresinin toprağa karıştırılması ve toprağın havalanması olduğu üreticiler tarafından ifade edilmiştir. Bu amaçla işletmelerin en fazla yüzeysel toprak işleme özelliğine sahip rototiller veya freze kullandıkları saptanmıştır. Ancak bunları takiben sayısal olarak kulaklı pulluk ve farklı geometrik özellikteki tırmıkların da kullanıldığı belirlenmiştir (Tablo 8). Toprağın yüzeysel veya hiç işlenmeden bırakılması işlemleri toprağın doğal yağışın korumasına yardımcı olduğu gibi organik maddenin artışına katkı sağlayarak topraktaki mikrobiyal aktivitelerin de olumlu etkilenmesine ortam yaratmaktadır (Wang vd., 2017). Pülverizatör ise tüm işletmelerde saptanmış olup, Tablo 5 ve 6’ da özellikle yabancı ot, hastalık ve zararlıların mücadelesinde kimyasal mücadelenin en çok kullanılan yöntem olması bunu doğrular durumdadır. Diğer taraftan ortak makina kullanımı ile ilgili soru sorulduğunda böyle bir uygulamadan bilgileri olmadığı ve bu şekilde kullandıkları bir makinalarının da bulunmadığı belirtilmiştir.

Tablo 7. Yetiştirme periyodunda yapılan toprak işleme sayısı ve kullanılan alet ve makinalar

<i>İşlem Sayısı</i> (adet)	<i>İşletme Sayısı</i>		<i>Kullanılan Alet ve Makinalar</i>
	(adet)	(%)	
1	0	0.00	
2	9	14.75	Kulaklı pulluk + Tırmık
3	47	77.05	Rototiller + Freze
4	5	8.20	Diskaro + Freze+ Kulaklı pulluk
Toplam	61	100	

İşletmelerde belirlenmiş olan sulama ve budama gibi diğer kültürel uygulamaların durumu ise Tablo 9 ve Şekil 1’de sırasıyla verilmiştir. Sulama sayısının 8-17 arasında değiştiği, ancak işletmelerin büyük çoğunluğunun 14-16 kez sulama yaptıkları tespit edilmiştir (Tablo 9). Ancak yapılan sulama sayısının sulama yöntemi ile doğrudan ilişkili olduğu ve özellikle kapalı sulama sistemlerinin suyu tasarruflu kullanması nedeniyle daha çok tercih ettikleri bildirilmiştir. Kapalı sulama sistemleri kapsamındaki yer alan damla sulamanın doğrudan ekonomik yapı ile ilgili olması ve gübreleme gibi kültürel uygulamaların beraberinde tamamlaması (Yıldız ve Yürdem, 2017) gibi avantajların olması nedeniyle sistemin giderek yaygınlaştığı ifade edilmiştir.

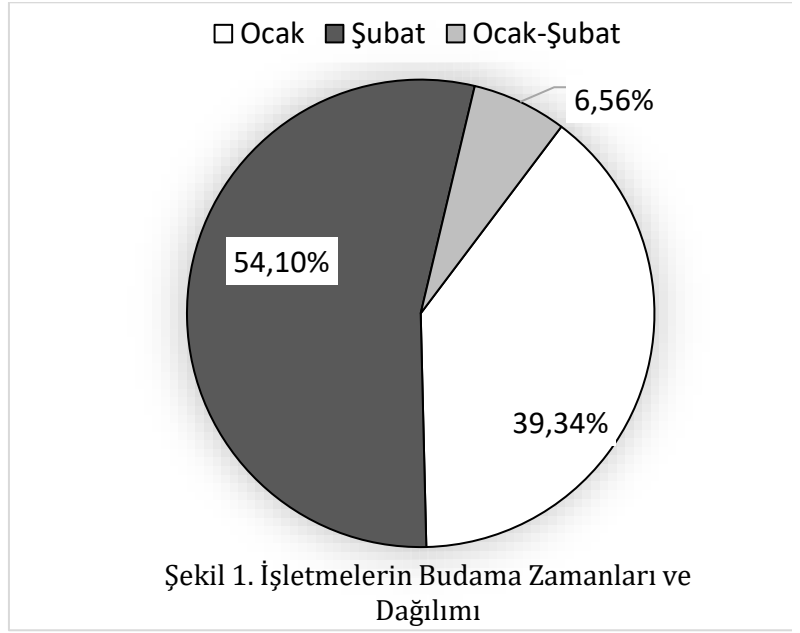
Tablo 8. İşletmelerde mevcut alet ve makinaların dağılımı

Alet/Makina	Sahip Olan İşletme Sayısı	Tüm İşletmelerdeki Payı
	(adet)	(%)
Dipkazan	50	81.97
Çizel	31	50.82
Rototiller+Freze	5	8.20
Kulaklı Pulluk	50	81.97
Diskaro	11	18.03
Kültivatör	19	31.15
Diskli Tırmık	26	42.62
Santrifüj Gübre Dağıtma Mak.	11	18.03
Ara Çapa Makinası	15	24.59
Pülverizatör	61	100
Traktör	61	100

Bu sistemin suyu gerekli yerlere gerektiği kadar vermesi özelliğinden dolayı yabancı ot çıkışını diğer sistemlere göre azaltıcı etkiye sahip olduğu bildirişler saptanmıştır. İşletmelerin arazi büyüklükleri, buldukları bölge, arazilerin topografik özellikleri arasındaki farklılıklar uygulanan sulama sisteminde bir farklılık oluşturmadığı, bununla birlikte su kaynaklarına ulaşımındaki sıkıntı, kullanımın yaygın, pratik ve ekonomik olması sebebiyle, damla sulama sisteminin, işletmelerin tamamında kullanıldığı görülmüştür. Özellikle Umurbey bölgesinde Devlet Su İşlerine bağlı sulama kanallarının mevcut durumda, aktif olarak faaliyet göstermesine rağmen, üreticilerin salma sulama yöntemlerinden ziyade, damla sulama sistemini tercih ettikleri saptanmıştır. Bu durum değerlendirildiğinde, bilinç düzeylerinde ve modern sistemlere yönelimde artış olduğu saptanmıştır. Damla sulamanın zeytin üretiminde, ağaç altı yağmurlama, tava sulama ve göllendirme gibi uygulamalara göre ortalama %34.4 oranında daha az su kullandığını ve verimde de %19.2 oranında artış sağladığı görülmüştür (Hijazi vd., 2014). Su kaynaklarının giderek daha kısıtlı hale geldiği günümüz koşullarında damla sulama gibi kapalı sulama sistemlerinin %22-44 arasında değişen oranlarda su tasarrufu sağladığı saptanmıştır (Li vd., 2013). Ağaçların gençleştirme ve daha verimli kılınması için (Kumar vd., 2010) yapılan budama işlemi diğer kültürel uygulamalardan olup, özellikle ağaçların uykuda olduğu Ocak-Şubat gibi kış dönemlerinde tercih edildiği ortaya çıkmıştır (Şekil 1). Budama sonrası ağaç başına yaklaşık olarak 5 kg olarak elde edilen budama atıklarının ise işletmelerin %93.44'ünde bahçede yakıldığı ve geri kalanların ise evde yakacak olarak kullandıkları ifade edilmiştir. Hasat işlemlerinin ise çeşitlerin fenolojik özelliklerine göre Temmuz ayında başlayıp, Eylül ayının sonuna kadar devam ettiği (Tablo 10) ve genel olarak elle ve yardımcı ekipman olarak merdiven ve platform kullanılarak gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Kullanılan yardımcı elemanların hasat işlemini hızlandırdığı (Atay vd., 2012) ve ürünün kalitesini de koruduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla hasat döneminde mekanik enerjinin hiç kullanılmaması nedeniyle en yüksek işgücüne bu dönemde ihtiyaç duyulmakta ve bu da yakıt gibi girdilerin azalmasını sağlamaktadır (Vural ve Çakan, 2021). Atay vd. (2012) farklı meyvelerin hasat işleminde meyve hasat platformlarının birim zamanda hasat edilen ürünün miktarında artış sağladığı ve aynı zamanda hasat edilemeyen şekildeki kayıpları da önlediğini belirtmiştir.

Tablo 9. Sulama sayısı ve dağılımı

Sulama Sayısı (adet)	İşletme Sayısı	
	(adet)	(%)
8	1	1.64
9	1	1.64
10	9	14.75
11	4	6.56
12	8	13.11
13	6	9.84
14	12	19.67
15	7	11.48
16	12	19.67
17		0.00
18	1	1.64
Toplam	61	100



Tablo 10. Hasat işlemleri ve uygulanan yöntemler

Hasat Zamanı	İşletmeye Göre Hasat Zamanı İşletme Sayısı		İşletmeye Göre Kullanılan Yardımcı Eleman		
	(adet)	(%)	İşletme Sayısı		Ekipman
			(adet)	(%)	
Temmuz	3	4.92	5	8.20	Merdiven
Ağustos	46	75.41	56	91.80	Merdiven + Platform
Temmuz-Ağustos	5	8.20	-	-	
Ağustos-Eylül	3	4.92	-	-	
Eylül	4	6.56	-	-	
Toplam	61	100	61	100	

Elde edilen meyvelerin değerlendirme durumu sorulduğunda; işletmelerin %91.80'ni meyve suyu ve geri kalanların ise sofralık ve benzeri amaçlar için kullanıldığı ifade edilmiştir. Ürünlerin depolama ve satış durumları sorulduğunda ise işletmelerin %62.30'nun direk bahçede satış yaptıklarını, %36.07'sinin depoladıkları ve %1.64'ünün ise meyve-sebze haline sattıkları tespit edilmiştir. Depolanan ürünlerin depolama şekli sorulduğunda ise işletmelerin genel olarak kiralık soğuk hava depolarında bu işlemi yaptıkları belirtilmiştir. Diğer taraftan ürünlerin satış yerleri sorulduğunda ise işletmelerin %78.69'ü meyve-sebze halini, %14.75'i hal+ihracat ikilisini, %3.28'i sadece ihracat, %1.64'ü ise pazar ve marketi gibi alanları tercih ettikleri saptanmıştır. Üreticinin pazarda güçlü olması, kullanabileceği pazarlama kanallarının çokluğuna bağlıdır. Yöre üreticisinin ürün pazarlaması bakımından fazla bir alternatifi olmadığı ve genel olarak hasat sonrası ürünlerin değerlendirilmesi konusunda zorlandıkları belirtilmiştir. Bunu etkileyen en önemli nedenler arasında küçük işletme yapısı, hasat sonrası ürün depolama-saklama koşullarının olmayışı veya yetersizliği, yörede mevcut soğuk hava depo yetersizliği ve birim ürün saklama bedellerinin yüksekliği şeklinde belirtilmiştir. Tüm faktörler dikkate alındığında hasat işleminden sonra ürünün bahçede daha düşük satış bedelleri ile satılmasına neden olduğu bildirilmiştir (Emeksiz ve Baykal, 2018).

Üreticilerin birlik ve kooperatiflere üyelik durumları incelendiğinde, işletmelerin %93.44'ünün kooperatif üyeliğinin bulunduğu, %6.56'lık kısmının ise üyeliklerinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, ülkemizde uzun bir geçmişe sahip olan Tarım Kooperatiflerinin üreticilerin üyeliklerine rağmen ürünlerin değerlendirilmesinde etkin bir rolü olmadığı (Özalp ve Yılmaz, 2014) görülmüştür. Benzeri şekilde yeterli düzeyde üretici birliğinin varlığına rağmen (Karlı vd., 2018) bu birliklerden pek fayda görmedikleri de ifade edilmiştir. Diğer yandan bu tür birliklerin veya kooperatiflerin asıl amaçlarının üreticiye gerekli olan teknik destek bakımından öncülük etmesi ve üretilen ürüne pazar oluşturması olduğu bilinmektedir (Dias vd., 2018). Üstelik işletmelerin %83.6'sının tarım sigortası yaptırmadığı, %16.36'sının tarımla ilgili bir sigortaları bulunduğu, ancak çok fayda görmedikleri belirtilmiştir. Yazgı ve Olhan (2018) ise üreticilerin tarım sigortası sisteminde karşılaştıkları sorunların ve ilginin az olmasının sebebinin, eksperlerin yeterli bilgiye sahip olmaması, hasarlarının muafiyet oranı altında kalması ve eksperlerin hasar tespitini doğru yapamamaları nedeniyle zararların karşılanmaması ve sigorta maliyetlerinin yüksek olmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4. SONUÇ

Çanakkale hem ülkemiz ve hem de Marmara Bölgesi'nin şeftali üretiminin yaygın olarak yapıldığı illerden biri olup, başta Lapseki ve Bayramiç çoğunlukla 5-14 dekar arasında değişen parsellerde yoğun yetiştiriciliğin yapıldığı ilçelerdir. Her iki ilçede oldukça çok sayıda çeşidin yetiştirildiği ve bunların genel olarak mekanizasyona uygun olarak tesis edilen ve yaşları 10-14 yıl arasında değişen genç ağaçlar olduğu saptanmıştır. Bu özelliğe sahip olan bahçelerde başta toprak işleme ve takiben tarımsal savaş gibi uygulamaların tamamen tarım alet ve makinalarından yararlanarak yapıldığı tespit edilmiştir. Buna ilaveten özellikle yabancı ot varlığının yüksek olması ve bunların mücadelesinde öncelikle toprak işlemeli kontrol sistemlerinin tercih edildiği belirlenmiştir. Ancak bunun yanı sıra yabancı ot ile birlikte zarar oluşturan haşare gibi diğer etmenlerin topyekûn kontrol altına alınmasında işletmelerin %45'nin tek başına kimyasal uygulamaları tercih ettikleri saptanmıştır. Diğer taraftan işletmelerde mevcut alet ve makinaların daha çok geleneksel tarım sistemlerine yönelik kulaklı pulluk, dipkazan, rototiller, freze, çizel, farklı yapıdaki tırmık, diskaro ve pülverizatörlerden ibaret olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla hasat işlemlerinin tamamen elle yapıldığı, ancak yardımcı eleman olarak merdiven ve meyve toplama platformları gibi ekipmanların kullanıldığı görülmüştür. Hasat sonrası ürün değerlendirmede ise ürüne yönelik il sınırları içinde herhangi bir işleme merkezinin olmadığı ve genel olarak ürünlerini semt pazarları, meyve-sebze hali veya ağaç üzerinde tüccar gibi pazarlama yollarını tercih ettikleri tespit edilmiştir. Diğer taraftan üreticilerin kooperatif ve tarım sigortası gibi pek çok birimde üyelikleri ve kayıtları bulunmasına rağmen bunların düzenli olarak çalışmamasından dolayı fazla fayda görmedikleri de belirlenmiştir. İncelenmiş olan bu işletmelerin anket sonuçlarından yola çıkarak artış içinde olan şeftali üretim alanlarında daha verimli ve kaliteli ürün elde etmek için mekanizasyona yönelik gelişmelere ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Ayrıca, elde edilen ürünün değerlendirme aşamasında da uzak mesafelere yüksek nakliye ücretleri ödenerek sevkiyatın yapıldığı ve bunu önlemek için yakın mesafede yeterli birimlerin kurulmasının bir ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır.

BİLGİLENDİRME

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik'te gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nin Özet ve Bildiri Kitabı'nda yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Akbolat, D., Algın, B., Ekinci, K., Yılmaz, Ş. 2006. Isparta İlindeki Elma Bahçelerinde Mekanik Yabancı Ot Savaş Yönteminin Kullanılma Durumunun Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 33-39.
- Akbulak, C. 2017. Kırsal kalkınma potansiyeli bakımından Kara Menderes Havzası'nın (Çanakkale) coğrafi özellikleri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(40), 14-38.
- Atay, S., Aybek, A., Aslan, A. 2012. Bazı Meyve Türlerinin Hasadında Meyve Hasat Platformu Performansının Belirlenmesi. *J of the Institute of Sci. and Technology*, 2(4), 73-78.
- Bai, R., Wang, Y., Zhisheng, M.A., Yunyun, J.I.A. 2017. Research advance on sod culture in peach orchard. *Agricultural Science & Technology*, 18(2), 270-273.
- Bal, M., Altuntaş, E. 2018. Çorum ilinin ayçiçeği tarımı yapan işletmelerinin yapısal durumu ve mekanizasyon düzeylerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3), 382-393.
- Çınar, C.T., Işık, D. 2018. Mersin ilinde şeftali yetiştiriciliği yapılan bahçelerde karşılaşılan bitki koruma sorunları. *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies*, 3(2), 741-743.
- Çiçek, A., Erkan, O. 1996. *Tarım Ekonomisinde Örnekleme Yöntemleri*. GOPÜ. Ziraat Fak. Yayınları No:12. Ders Notları Serisi, No:6. Tokat. 58-59.
- Dale, M.R.T., Thomas, A.G., John, E.A. 1992. Environmental Factors Including Management Practices as Correlates of Weed Community Composition in Spring Seeded Crops. *Canadian J of Botany*, 70, 1931-1939.
- Derr, J.F. 2001. Biological Assessment of Herbicides Use in Apple Production: II. Estimated Impacts Following Loss of Specific Herbicides. *Horticulture Technology*, 11, 20-25.
- Dias, M.D.O., Krein, J., Streh, E., Vilhena, J.B. 2018. Agriculture Cooperatives in Brazil: Cotribá Case. *Int. J of Management, Technology and Engineering*, 8, 2100-2110.
- Emeksiz, Ö.F., Baykal, A. 2018. Mersin Toroslar ilçesi dağlık alanlarında şeftali üretimi ve pazarlaması. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36(2), 27-28.
- Engindeniz, S. 2003. The Valuation of Orchards: A Case Study for Fig Orchards in Turkey. *Int. J of Strategic Property Management*, 7(4), 155-161.
- Ertunç, E., Janus, J. 2021. Arazi Toplulaştırma Projelerinin Arazi Parçalanma Değişimine Etkisi: Türkiye ve Polonya Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 226-234.
- Engindeniz, S. ve Çukur, F. (2003). İzmir ili Kemalpaşa Güvenliği Açısından Bir Teknik ve Ekonomik Analize Yönelik Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 40(2), 65-72.
- Okan, N., Engindeniz, S. 2016. İzmir'in Selçuk İlçesindeki Şeftali Bahçelerinin Gelir Yöntemiyle Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 53(2), 139-146.
- FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>.
- Fideghelli, C., Della Strada, G., Grassi, F., Morico, G. 1998. The peach industry in the world: present situation and trend. *Acta Horticulturae*, 465, 29-40.

- Güldal, H.T. 2016. Buğday yetiştiriciliğinde toprak analizi sonucuna göre kullanılan gübrenin maliyete etkilerinin belirlenmesi: Konya İli Cihanbeyli İlçesi örneği. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, ss.141.*
- Güneş, Ç. 2019. İzmir Kalkınma Ajansı tarafından yaptırılan toprak analiz laboratuvarlarının çiftçilerin toprak tahlili yaptırma ve gübre kullanımları üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. ss. 96.*
- Gür, E., Gündoğdu, M.A., Şeker, M. 2020. Lapseki Ekolojisinde Yaygın Bir Şekilde Yetiştirilen Şeftali Çeşitlerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 1(2), 90-100.*
- Hiironen, J., Riekkinen, K. 2016. Agricultural Impacts And Profitability Of Land Consolidations. *Land Use Policy, 55, 309-317.*
- Hijazi, A., Doghoze, M., Jouni, N., Nangia, V., Karrou, M., Oweis, T. 2014. Water requirement and water-use efficiency for olive trees under different irrigation systems. *In Proceedings of the 7th International Conference on Water Resources in the Mediterranean Basin. Marrakech, Morocco ss. 1-5.*
- Jia, W., Hwang, K.S., Won, O.J., Lee, I., Lee, J., Roh, S., Park, K.W. 2017. Weed Flora and Management Practices in Peach Orchard Fields in Korea. *Weed Turfgrass Sci., 6(2),109-116.*
- Karlı, B., Mevlüt, G.Ü.L., Kadakoğlu, B. 2018. Türkiye’de Tarımda Üretici Örgütlenmesinin Önemi ve Gelişimi. *Akademia Sosyal Bilimler Dergisi, Özel sayı (1), 318-329.*
- Kumar, M., Rawat, V., Rawat, J.M.S., Tomar, Y.K. 2010. Budama Yoğunluğunun Şeftali Verimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Scientia Horticulturae, 125(3), 218-221.*
- Küçükkaya, S., Özçelik, A. 2014. Buğday üretiminde toprak analizi yaptırmanın işletme üzerine etkileri: Ankara Gölbaşı İlçesi örneği. *TEPGE Yayın No: 237 ISBN: 978 605 4672 78 3.*
- Küden, A.B., Küden, A., Bayazit, S., Comlekcioglu, S. ve Imrak, B. (2010). *Şeftali Yetiştiriciliği. Erzincan, Türkiye: Çağlar Ofset. ss. 25.*
- Niroula, G.S., Thapa, G.B. 2005. Impacts and Causes Of Land Fragmentation, and Lessons Learned From Consolidation in South Asia. *Land Use Policy, 22, 358-372.*
- Li, H.B., Mu, Z.X., Hong, M., Zheng, B. 2013. Optimization of Irrigation Methods for Grown Walnut in Arid and Semi Arid Regions. *Water Saving Irrigation, 6(10), 36-69*
- Lisek, J. 2014. Possibilities and Limitations of Weed Management in Fruit Crops of The Temperate Climate Zone. *J. Plant Prot. Res., 54, 318-326.*
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N. 1999. Türkiye’nin bazı önemli yabancı otları (Tanımları ve Kimyasal Savaşmaları). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No: 38, Kitap serisi No:16, Tokat. ss. 434*
- Özpinar, S. 2020. Mechanization and Agricultural Farm Structure in The Agricultural Area of The Dardanelles Region. *J of Agriculture Environment and Food Sciences (JAEFS), 4(1), 39-56.*
- Sharma, S., Sharma, D.P. 2019. Weed Management in Stone Fruit Nectarine Orchard with Inorganic Mulches and Herbicides. *Indian J of Weed Science, 51(1), 45-49.*
- Steward, B. L., Gai, J., Tang, L. 2019. The Use of Agricultural Robots in Weed Management and Control. *Robotics and Automation for Improving Agriculture, 44, 1-25.*

- Taşkaya, B. 2004. Tarım ve çevre. *TC Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü TEAE-Bakış*, 5. Baskı(1), ss. 11-15.
- TPE. 2022. Türk Patent Enstitüsü. Lapseki Şeftalisi. *Resmi Coğrafi İşaret Ve Geleneksel Ürün Adı Bülteni*, 125, ss.37. <https://www.turkpatent.gov.tr/bultenler>
- TOB 2020.Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Türkiye'nin Coğrafi Bölgelere Göre Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Belirlenmesi (Editör, Yalçın Ünsal). S. 18. <https://ibs.tarimorman.gov.tr>
- Uçgun, K., Gezgin, S. 2015. Isparta İlinde Yoğun Olarak Elma Yetiştirilen Bölgelerin Bazı Toprak Özellikleri. *Selcuk J of Agriculture and Food Sciences*, 26(4), 42-49.
- Uygur, F.N., Koch, W. 1990. Cynodon dactylon L. Pers. ve Sorghum halepense (L.)Pers.'nin Tohumlarının Çimlenmesini ve Rizom Boğumlarının Sürmesini Etkileyen Faktörlerin Araştırılması. *Doğa-Turkish J of Agricultural and Forestry*, 14, 192-201.
- Vural, H., Çakan, V.A. 2021. Türkiye şeftali piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. *KSU J Agriculture Natural*, 24 (2), 379-387.
- Yazgı, F.E., Olhan, E. 2018. Türkiye Tarım Sigortası Sisteminde Görülen Sorunlar ve Alternatif Model Arayışı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fak. Der.*, 15(1), 39-45.
- Yazlık, A. 2014. Kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)'ın Marmara Bölgesindeki yaygınlığı, yoğunluğu, biyolojisi ve alternatif mücadele olanaklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Yayın No:45, Hatay*, ss. 158.
- Yıldız, S.O. ve Yürdem, H. (2017). İzmir İli Kemalpaşa İlçesinde Damla Sulama Sistemleri Kullanımının İncelenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 13(3), 177-191.
- Yirefu, F., Tana, T. 2007. Qualitative and Quantitative Assessment of Weeds in The Sugarcane Plantations of Wonji-Shewa and Matahara. *Eth. J. of Weed Mgt.*, 1(1), 1-14.
- Wang, Y., Li, C., Tu, C., Hoyt, G. D., DeForest, J. L., Hu, S. 2017. Long-term No-Tillage and Organic Input Management Enhanced The Diversity and Stability of Soil Microbial Community. *Sci. of The Total Environment*, 609, 341-347.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

To meet the food demand of the rapidly growing world population, obtaining higher yields and quality agricultural products per unit area has become crucial. The increase in yield and quality per unit area depends on the technologies used as inputs and the efficiency of factors such as agricultural machinery that transfer them to the field of application. Along with the developing technologies in agricultural production, the use of agricultural machinery in agriculture has also become widespread. The differences in the cultural practices of peach, which is grown in many geographical regions of the country, and their effects on product yield for different regions are not fully known. In particular, using agricultural machinery on crop yield, quality, and growing conditions on soil and plant are important due to the effects of cultural practices. Cultural practices applied with these machines can sometimes have beneficial effects on the product and sometimes create negative results. For this purpose, it is aimed to determine the agricultural structure, production status and potential, cultural practices, and mechanization application levels of the peach-producing farms in the Lapseki district, which has a critical production area in Çanakkale province.

Methodology

The study was carried out in the Lapseki district of Çanakkale province, located in the south of the Marmara Region. In order to carry out the study, first of all, the farmer registration system of the Lapseki District Agriculture and Forestry Directorate was used. Among the farmers registered to the system, primarily those dealing with peach farming were identified. Then, a questionnaire was conducted with 61 peach farmers using the simple random sampling method based on villages to sample the whole district. The questioned farms were visited in the post-harvest period of the 2021-2022 production season, and the data of the study were collected through questionnaires. For the necessary data, the farms were personally visited and interviewed face-to-face, and all the necessary data about peach production was recorded in the previously prepared questionnaires. The completed questionnaire forms were then transferred to the templates created in Excel. Then, all data were evaluated on the basis of all farms, and the results were interpreted.

Results and Conclusions

It has been determined that the parcel size range in which the most intense peach production is made in the questioned farms belongs to the class ranging from 5 to 14 da. It has been determined that wide varieties, especially Glohaven (R6), Merrill Gem Free, Cresthaven (R7), and Isabella varieties, are grown in the Lapseki district, and they generally have trees with an age of 10 to 14 years, which are established in accordance with mechanization. It has been determined that cultural practices such as soil cultivation and other agricultural practices in the orchards are carried out entirely using agricultural machinery. In addition, it has been determined that weeds are especially high, and soil tillage control systems are preferred to struggle. On the other hand, it has been determined that the farms' machinery mostly consists of mouldboard plow, subsoiler, rototiller, chisel, harrows of different structures, disc harrows, and sprayers for traditional agricultural systems. Therefore, the harvesting was done by hand, but equipment such as ladders and fruit-picking platforms were used as auxiliary tools. In the post-harvest product evaluation, the results show that there is no product processing unit within the provincial borders, and they generally prefer applications such as fruit-vegetable markets or ways to market their products to traders on the tree. Although the farmers have memberships and records in many units, such as cooperatives and agricultural insurance, they do not benefit much because they do not work regularly. Based on the results of these farms, it has been revealed that there is a need for mechanization developments to obtain more efficient and quality products in the peach production areas that are increasing in the region.

Yazarların Biyografisi



Ersin SAMIKIRAN

1987 yılından Malatya doğmuş, ilk ve ortaöğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. 2008 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden mezun olmuştur. 2021 yılından bu yana Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir. 2010 yılında Tarım ve Orman Bakanlığında Ziraat Mühendisi unvanı ile göreve başlamış ve sırasıyla taşra teşkilatlarına bağlı Siirt, Kastamonu, Bursa ve Çanakkale illerinde çalışmıştır. Halen Çanakkale ili Lapseki İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde görevine devam etmektedir. Biçerdöver Kontrolörlüğü Yetiştiriciliği, Yüzey Suları Ölçüm Ekipmanları Projesi, Proje Döngüsü Yönetimi Eğitimi, Bitki Koruma Ürünleri Uygulama Eğitimi gibi birçok eğitime katılmıştır. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.

İletişim

20414974008@ogr.comu.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-1945-6273>



Sakine ÖZPINAR

1988 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Mekanizasyon Anabilim Dalı'nda 1992 yılında yüksek lisans eğitimini ve 1998 yılında ise Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Mekanizasyon Anabilim Dalı'nda doktora eğitimini tamamladı. 2006 yılında Tarımsal Mekanizasyon Bilim Alanında Üniversite Doçenti unvan ve yetkisini aldı. 2015 yılından bu yana Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde Profesör olarak görevini sürdürmektedir. Tarım makinaları, toprak işleme ve ekim-dikim, tarımda enerji kullanımı, tarımsal savaş konularında çalışmaktadır. Adres: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye. Tel: +90-286-2180018.

İletişim

sozpinar@comu.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-4132-5931>

İnsansız Hava Araçları ile Yapılan Pestisit Uygulamalarında Farklı Meme Tiplerinin Damla Dağılımına Etkisinin İncelenmesi

Determining the Effect of Different Spraying Nozzles on Droplet Distribution Used for Pesticide Applications with Unmanned Aerial Vehicles

Hasan Berk Özyurt^{1,*} , İlker Hüseyin Çelen¹ 

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): H.B. Özyurt, e-mail (e-posta): berkozyurt@nku.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 19.08.2022
Düzeltilme tarihi : 22.09.2022
Kabul tarihi : 23.09.2022

Anahtar Kelimeler:

İnsansız hava aracı
Pestisit
İlaç sürüklenmesi
Püskürtme memesi
İlaçlama dronu

Atf için:

Özyurt, H.B., Çelen, İ.H., (2022). "İnsansız Hava Araçları ile Yapılan Pestisit Uygulamalarında Farklı Meme Tiplerinin Damla Dağılımına Etkisinin İncelenmesi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(3): 157-172.

Article Info

Received date : 19.08.2022
Revised date : 22.09.2022
Accepted date : 23.09.2022

Keywords:

Unmanned aerial vehicle
Pesticide
Spray drift
Spraying nozzle
Spraying drone

How to Cite:

Özyurt, H.B., Çelen, İ.H., (2022). "Determining the Effect of Different Spraying Nozzles on Droplet Distribution Used for Pesticide Applications with Unmanned Aerial Vehicles", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 18(3): 157-172.

ÖZET

Tarımda insansız hava araçları (İHA) son yıllarda yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ve dünyada, geçtiğimiz on yıl içerisinde insansız hava araçları ile pestisit uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Uzaktan kumanda kontrollü, elektrik motorlu pervaneler ile uçuş yapabilen, üzerinde küçük hacme sahip bir sıvı tankı, pompa ve püskürtme memeleri bulunan İHA' lar ile pestisit uygulamaları gerçekleştirilmektedir. İHA' lar ile yapılan pestisit uygulamalarının tarla trafiğini azaltma, su ve pestisit tasarrufu, zamandan tasarruf gibi avantajları olsada, düşük hacimli uygulama (ULV) yapıldığı ve pervanelerin yarattığı aşağı yönlü hava akımının damla dağılımını etkilemesi gibi sebeplerle, insansız hava araçları ile etkili bir pestisit uygulamasının yapılabilirliği konusunda şüpheler oluşmaktadır. Yapılan çalışmada, insansız hava araçlarında kullanılan farklı püskürtme memelerinin damla dağılım düzgünlüğüne etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Denemelerde DJI Agras MG-1P model, uzaktan kumanda kontrollü, 10 litre sıvı tankına sahip, üzerinde 4 adet püskürtme memesi (Teejet XR11001VS, Teejet XR110015VS, Lechler IDK12001, Lechler IDK120015) bulunan bir oktokopter kullanılmıştır. Bu İHA ile 4 farklı püskürtme memesi ve iki farklı hız ile önceden belirlenmiş bir rota üzerinde 2 metre yükseklikten her meme için 3 tekerrürlü olacak şekilde 8 uçuş gerçekleştirilmiştir. Kullanılan püskürtme memeleri model püskürtme memeleridir. Damla dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla, insansız hava aracının uçuş yönüne dik olacak şekilde bir şerit yerleştirilmiş ve bu şerit üzerine 50 cm aralıklarla suya duyarlı kağıtlar yerleştirilmiştir. Her uçuştan sonra suya duyarlı kağıtlar toplanmış, tarayıcıda taramıp DropletScan yazılımıyla hacimsel damla çapları, kaplama yüzdesi, damla yoğunluğu hesaplanmıştır. Buna ek olarak, farklı konumlardaki suya duyarlı kağıtların damla dağılımları karşılaştırılarak, ilaç sürüklenme potansiyeli de belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda efektif iş genişlikleri hava emişli püskürtme memelerinde 1,5-2,5 m arasında, normal yelpaze hüzmeli memelerde 3 m olarak bulunmuştur. Hız arttıkça sürüklenmenin arttığı, yandan esen rüzgârın ve pervanelerin yarattığı türbülans etkisiyle damla birikimlerinin dronun merkez doğrultusundan saptığı gözlemlenmiştir. Hava emişli memelerde ağırlaşan damlaların etkisiyle bu durum daha az olmuştur.

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles (UAVs) have been used intensively in agriculture in recent years. In Türkiye and the world, pesticide applications with UAVs have become widespread in the last decade. Pesticide applications are carried out by UAVs with remote control, equipped with a small liquid tank, pump and spray nozzles. Although pesticide applications with UAVs have advantages such as reducing field traffic, saving water, pesticides and time, there are doubts about the application efficiency of the pesticides with UAVs due to low volume application (ULV) and the downwash effect created by the propellers. In this study, it is aimed to investigate the effect of different spray nozzles used in UAVs on droplet distribution uniformity. A DJI Agras MG-1P model was used in the experiments. In the experiments, an octocopter, DJI Agras MG-1P model, with remotely controlled, ten-liter liquid tank and four spray nozzles (Teejet XR11001VS, Teejet XR110015VS, Lechler IDK12001, Lechler IDK120015) was used. Eight flights with three replications were carried out from a height of two meters on a predetermined route with four different spray nozzles and two different speeds with this UAV. To determine the uniformity of the droplet distribution, a strip was placed perpendicular to the flight direction of the UAV and water-sensitive papers were placed on this strip at 50 cm intervals. After each flight, the water-sensitive papers were collected and scanned in the scanner and values such as mean droplet diameters, percent coverage, and droplet density were calculated with the DropletScan software. In addition, the spray drift potential was determined by comparing the droplet distributions of the water-sensitive papers at different locations. As a result of the analyses, the effective spray widths were found to be between 1.5-2.5 m for air assisted nozzles and 3 m for standard flat fan nozzles. It has been observed that as the flight speed increases, the spray drift increases and the droplet deposition deviate from the centerline of the drone due to the turbulence created by the crosswind and the propellers. This situation was less due to the effect of the heavy droplets in the air assisted nozzles.

1. GİRİŞ

İnsansız hava araçları, günümüzde birçok alanda insan yaşamını kolaylaştırıcı etkiye sahiptir. Eğlence, spor, hobi gibi bireysel kullanım alanlarının yanında savunma sanayii, inşaat, havacılık gibi sektörlerde geniş ticari ve mesleki kullanım alanları bulunmaktadır. Tarımda da insansız hava araçları son yıllarda giderek artan bir popüleriteye sahip olmaktadır. Tarımda uzaktan algılamada, bitki sağlığı takibinde, mera ve sürü izlemede ve pestisit uygulamalarında tarımsal insansız hava araçları kullanılmaktadır. İnsansız Hava Araç Sistemleri Derneği yakın gelecekte dünyada kullanılan bu araçların %80'inin tarımda kullanılacağını öngörmektedir (Chen vd., 2021).

İnsansız hava araçları tarımda daha çok bitki koruma uygulamalarında kullanılmaktadır. Genellikle bir şasi üzerine oturtulmuş küçük bir sıvı tankı, bir pompa ve püskürtme memelerinden oluşan dronlarla, uzaktan kumandayı kontrol eden bir operatör yardımıyla pestisit uygulamaları yapılabilmektedir. Bu araçlar uzaktan manuel bir şekilde kontrol edilebilmelerinin yanı sıra üzerindeki yazılım sayesinde alanı belirleyip kendi uçuş rotasında otonom uçuş da yapabilmektedirler (Çelen vd., 2020). İlk olarak Uzakdoğu ülkelerinde erişimi zor, engebeli ve zemin koşulları traktör gibi kara araçlarına müsait olmayan meyve, çay bahçelerinde, pirinç tarlalarında tarımsal mücadeleyi kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaya başlayan ilaçlama dronları, zamanla yasal olarak dronların uçuşunda engel olmayan birçok ülkede ve Türkiye'de yaygınlaşmaya başlamıştır. Ülkemizde, traktörle yapılan uygulamaların zorluğu sebebiyle çeltik tarlalarında kullanılmaya başlayan ilaçlama dronları, geç dönemde traktörle girilemeyen mısır ve ayçiçeği tarlalarında, engebeli arazilerde, defoliant ile hızlı ve homojen olgunlaşma istenen pamuk arazilerinde, kısacası ülkemizde çiftçinin talep ettiği her çeşit tarla ve bahçe bitkisinde ilaçlama için kullanılmaktadır.

Her ne kadar dronla ilaçlama uygulamaları traktörün tarla trafiğini engellediği, engebeli, dik veya ıslak arazilerde daha rahat hareket ettiği için rağbet görse de yeni teknoloji olmasının getirdiği bilgi birikimi eksikliği, kullanılan pestisitlerin düşük dozlarda etkinliğinin belirlenmemesi, uygulama parametrelerinin her koşul ve her ürün için değiştirilmemesi gibi sebeplerle pestisit uygulamaları hedeflendiği gibi olmamaktadır. Düşük hacimli uygulamalarda yeterli kaplama oranı sağlanmadığı için pestisitler beklenen etkiyi göstermemekte, homojen dağılım olmadığı için pestisit dozunun çok geldiği arazilerde kültür bitkisi olumsuz etkilenmekte, dronun yarattığı türbülans ve ilaç sürüklenmesi sebebiyle de hedef olmayan alanlar zarar görmektedir. Yaşanan bu olumsuzluklar dron ile pestisit uygulamaları konusunda uygun uçuş parametreleri ve pestisit dozlarının belirlenmesi ihtiyacı doğurmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada dronlarla yapılan pestisit uygulamalarının en doğru ve en homojen şekilde yapılabilmesi amacıyla araştırmalar yapılmaktadır. Zhang vd. (2020), şeker pancarı tarlalarında yapılan ilaçlama uygulamalarında farklı ilaçlama parametrelerinin damla dağılımına etkisini incelemişler, 15 l ha⁻¹ norm, 3 m uçuş yüksekliği ve 4 m s⁻¹ uçuş hızı ile yapılan uygulamaların en düzgün damla dağılımı oluşturduğunu bildirmişlerdir (Zhang vd., 2020). Sarghini vd. (2019), dron ile yapılan pestisit uygulamalarında filtre kağıtlarında biriken damla miktarının hedef püskürtme normunun en fazla %31'i olduğunu bildirmişlerdir (Sarghini vd., 2019). Wang ve ark. (2019), ilaçlama dronlarıyla farklı meme tipleri ve farklı normlarda yaptıkları denemelerde, yüksek püskürtme normu ve büyük damlalarla daha düzgün bir dağılım ve ilaç etkinliği elde edilirken, düşük normlarda ve ince damlalarda daha dengesiz dağılım ve düşük etkinlik elde etmişlerdir (Wang vd., 2019). Yao vd. (2019),

Yao vd. (2021) ve Zhang vd. (2021), insansız hava araçlarında farklı uçuş parametrelerinin efektif iş genişliği ve damla dağılımına etkisini araştırmışlardır.

İnsansız hava araçları ile yapılan pestisit uygulamalarında damla çapı, kullanılan meme tipi, uçuş hızı gibi etkenler damla dağılımı açısından önemli rol oynamaktadır (Chen vd., 2021). Bu çalışmada, farklı meme tipleri ve uçuş hızının, damla dağılımına ve dronun efektif püskürtme genişliğine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Deneme Yeri

Dron ile püskürtme denemeleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazilerinde, Temmuz 2022'de 40°59'22" N 27°34'54" E koordinatlarında gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr, nem ve sıcaklığın etkisinin en aza indirilmesi için denemeler akşamüstü saatlerinde, sakin bir havada yapılmıştır. Rüzgâr hızı Lutron marka AM 4202 model anemometre kullanılarak, sıcaklık ve nem değerleri ise Testo marka 605-H1 termo-higrometre ile ölçülmüştür. Tüm ölçümler yerden 2 m yükseklikte yapılmış ve maksimum-minimum olarak belirtilmiştir.

2.1.2. Zirai İnsansız Hava Aracının Özellikleri

Denemelerde kullanılan dron, DJI marka Agras MG-1P model 8 rotorlu, 10 litre sıvı tankı kapasitesine sahip, 4 püskürtme memeli bir ilaçlama dronudur. Tankta bulunan sıvı 2 ayrı diyafram pompa sayesinde püskürtme memelerine iletilmektedir. 12000 mAh batarya kapasitesi bulunan dron, fabrika verilerine göre varsayılan ayarlarda 10 dakika uçuş süresinde tek uçuşta 1 hektar araziye ilaçlayabilmektedir. Dronun tüm teknik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. DJI Agras MG-1P model dronun teknik özellikleri


Özellikler	Değerler
<i>Toplam boş ağırlık (kg)</i>	9.7
<i>Ölçüler (mm)</i>	1460×1460×578 (kollar açık, pervaneler olmadan) 780×780×578 (kollar kapalı)
<i>Maksimum güç tüketimi (W)</i>	6400
<i>Maksimum uçuş süresi (dakika)</i>	20
<i>Bitki üzeri en düşük uçuş yüksekliği (mm)</i>	1500
<i>Tank kapasitesi (litre)</i>	10
<i>Teorik iş genişliği (m)</i>	4
<i>Maksimum ilaçlama hızı (m s⁻¹)</i>	7
<i>Maksimum uçuş hızı (m s⁻¹)</i>	12
<i>Pil kapasitesi (mAh)</i>	12000
<i>Pil ağırlığı (kg)</i>	4

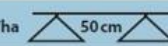
Agras MG-1P, lisanslı bir operatör tarafından uzaktan kumanda ile kontrol edilebilmektedir. Manuel bir şekilde ilaçlama yapabilmesinin yanında ilaçlama yapılacak arazinin sınırları ve köşe noktaları belirlendikten sonra istenen iş genişliği, uygulama normu ve yükseklik ayarlandıktan sonra otonom bir şekilde de uygulama yapabilmektedir. Üzerinde bulunan radarlar yardımıyla bitkinin en üst noktasından olan yüksekliği ayarlayabilmekte, arazi içerisinde herhangi bir engele yaklaştığında

algılayıp uçuş yönünü değiştirmekte veya uygulamayı durdurabilmektedir. Konum bilgisini ise uygulama sırasında arazinin yanına bir tripod yardımıyla kurulan RTK cihazından almaktadır.


2.1.3. Püskürtme Memeleri


Dron üzerinde 4 adet Teejet XR11001VS yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri bulunmaktadır. Denemelerde kullanılan diğer meme tipleri ise Teejet XR110015VS, Lechler IDK12001 ve Lechler IDK120015'dir. Bütün meme tipleri yelpaze hüzmeli olmakla birlikte, Lechler marka püskürtme memeleri sürüklenme önleyici özelliğe sahip hava emişli memelerdir. Teejet XR model püskürtme memelerinin teknik özellikleri Şekil 1'de, Lechler IDK model püskürtme memelerinin teknik özellikleri ise Şekil 2'de gösterilmiştir.



	DROP SIZE bar	DROP SIZE		CAPACITY ONE NOZZLE IN l/min	l/ha 													
		80°	110°		4	5	6	7	8	10	12	16	18	20	25	30	35	
		km/h	km/h		km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
XR8001 XR11001 (100)	1.0	F	F	0.23	69.0	55.2	46.0	39.4	34.5	27.6	23.0	17.3	15.3	13.8	11.0	9.2	7.9	
	1.5	F	F	0.28	84.0	67.2	56.0	48.0	42.0	33.6	28.0	21.0	18.7	16.8	13.4	11.2	9.6	
	2.0	F	F	0.32	96.0	76.8	64.0	54.9	48.0	38.4	32.0	24.0	21.3	19.2	15.4	12.8	11.0	
	2.5	F	F	0.36	108	86.4	72.0	61.7	54.0	43.2	36.0	27.0	24.0	21.6	17.3	14.4	12.3	
	3.0	F	F	0.39	117	93.6	78.0	66.9	58.5	46.8	39.0	29.3	26.0	23.4	18.7	15.6	13.4	
XR80015 XR110015 (100)	1.0	M	F	0.34	102	81.6	68.0	58.3	51.0	40.8	34.0	25.5	22.7	20.4	16.3	13.6	11.7	
	1.5	F	F	0.42	126	101	84.0	72.0	63.0	50.4	42.0	31.5	28.0	25.2	20.2	16.8	14.4	
	2.0	F	F	0.48	144	115	96.0	82.3	72.0	57.6	48.0	36.0	32.0	28.8	23.0	19.2	16.5	
	2.5	F	F	0.54	162	130	108	92.6	81.0	64.8	54.0	40.5	36.0	32.4	25.9	21.6	18.5	
	3.0	F	F	0.59	177	142	118	101	88.5	70.8	59.0	44.3	39.3	35.4	28.3	23.6	20.2	
	4.0	F	F	0.68	204	163	136	117	102	81.6	68.0	51.0	45.3	40.8	32.6	27.2	23.3	

Şekil 1. Teejet XR11001 ve XR110015 püskürtme memelerinin teknik özellikleri (Anonim, 2022a)



	ISO 25358	[l/min]	[l/ha] 											
			IDKN	IDK										
					5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	
km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h				
IDK 120-01 90-01 (80 M)	EC	1.0	0.23	55	46	39	35	28	23	20	17	15		
	VC	1.5	0.28	67	56	48	42	34	28	24	21	19		
	VC	2.0	0.32	77	64	55	48	38	32	27	24	21		
	VC	3.0	0.39	94	78	67	59	47	39	33	29	26		
	C	4.0	0.45	108	90	77	68	54	45	39	34	30		
	M	6.0	0.55	132	110	94	83	66	55	47	41	37		
IDK 120-015 90-015 (60 M)	EC	1.0	0.34	82	68	58	51	41	34	29	26	23		
	VC	1.5	0.42	101	84	72	63	50	42	36	32	28		
	VC	2.0	0.48	115	96	82	72	58	48	41	36	32		
	C	3.0	0.59	142	118	101	89	71	59	51	44	39		
	C	4.0	0.68	163	136	117	102	82	68	58	51	45		
	M	6.0	0.83	199	166	142	125	100	83	71	62	55		

Şekil 2. Lechler IDK12001 ve IDK120015 püskürtme memelerinin teknik özellikleri (Anonim, 2022b)

Katalog verilerinden görüldüğü gibi üretici firmalar farklı olsa da hem turuncu hem de yeşil kodlu meme tiplerinde aynı basınçlarda hacimsel debi de aynıdır. Lechler marka püskürtme memeleri hava emişli oldukları için damla büyüklükleri farklılık göstermektedir.

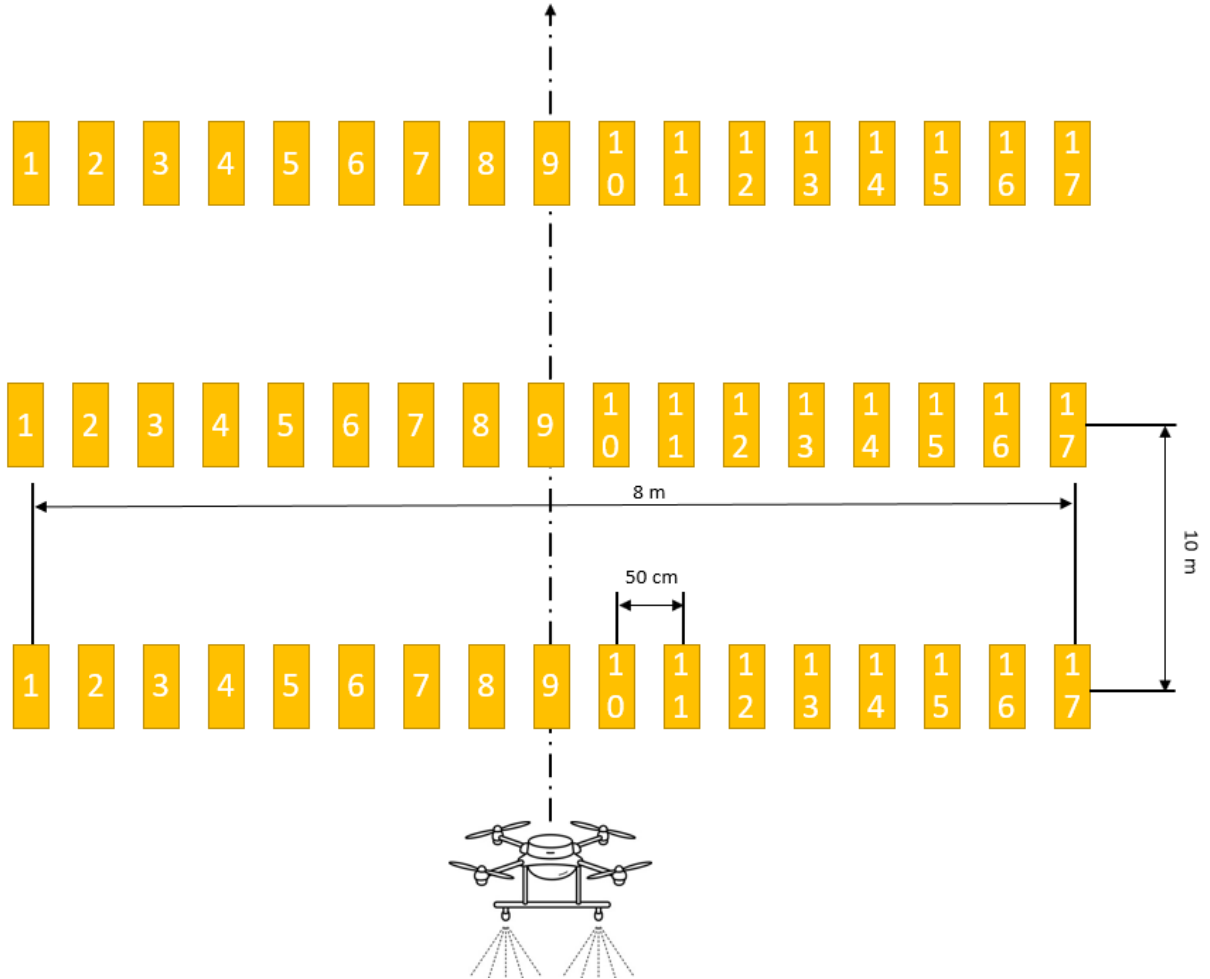
2.2. Yöntem

Kullanılan dron ile 4 farklı meme modeli ile iki farklı hızda denemeler yürütülmüştür. Püskürtme sıvısı olarak temiz su kullanılmış, damla dağılımı ve birikimini ölçmek amacıyla her biri 26 mm × 76 mm ölçüsünde olan suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Her uçuş sonrasında damlaların üzerine geldiği

suya duyarlı kağıtlar toplanıp, hava ve nem geçirmeyen kaplara konmuştur. Denemelerin akabinde, toplanan suya duyarlı kağıtlar tarayıcıda taranıp, DepositScan programı yardımıyla ortalama hacimsel çap (VMD), cm^2 'deki damla sayısı, kaplama yüzdesi (%) ve toplam damla sayısı değerleri elde edilmiştir (Zhu vd. 2011).

Dronla püskürtme uygulamalarında her bir meme tipinin efektif iş genişliklerinin elde edilmesi amaçlanmıştır (Zhang vd., 2021). İki farklı uçuş hızında (6.5 km h^{-1} ve 14 km h^{-1}), 4 farklı meme tipinin (Teejet XR11001VS, Teejet XR110015VS, Lechler IDK12001, Lechler IDK120015) iş genişlikleri belirlenmiştir. Dron kuzey-güney doğrultusunda düz bir hat üzerinde 2 metre yükseklikte manuel modda uçurulmuştur. Suya duyarlı kağıtlar dronun ilerleme yönüne dik olacak şekilde uçuş çizgisinin sağına ve soluna 50 cm aralıklarla yerleştirilmiştir. Üç tekerrürlü yürütülen denemelerde suya duyarlı kağıtlar ilerleme yönüne doğru 10 metre sıra üzeri mesafede 3 sıralı olarak yerleştirilmiştir. Her bir sırada ise toplam 8 metre örnekleme genişliğinde 17 adet örnek yer almıştır. Her uçuş sonrasında toplam 51 adet ($3 \text{ sıra} \times 17 \text{ adet örnek}$) suya duyarlı kağıt örneği toplanmıştır.

Dronla püskürtme uygulamaları örnekleme alanına girmeden 10 metre önce başlamış ve çıkıştan sonra 10 metre uzağa kadar sürdürülmesi sağlanmıştır. Bu şekilde, hedeflenen hıza ulaşma süresi ve pompaların çalışma basıncı rejimine erişme süresinin yaratacağı hataların önüne geçilmiştir. Deneme yerleşim düzeni Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Efektif iş genişliği deneme planı

Farklı hızlarda deneme yapılmasının sebebi, MG-1P model dronun düşük hızlarda istenen debiyi verebilmesi için 2 adet memeyi otomatik olarak kapatmasıdır. Ayarlanan debi ve basınca bağlı olarak dron düşük hızlarda iki meme, yüksek hızlarda dört meme ile püskürtme yapmaktadır. Bu durumun da efektif iş genişliği değerlerini değiştirebileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, yüksek hızlarda dronun pervanelerinin farklı açıyla ve daha hızlı dönmesi sebebiyle damla dağılımının da değişebilecek olmasıdır. Denemelerde dronun uçuş hızı değerleri ve püskürtme uygulamalarında kullanılan meme tipleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Efektif iş genişliği deneme parametreleri

<i>Uçuş no</i>	<i>Hız (km h⁻¹)</i>	<i>Meme tipi</i>
1	6.5	Lechler IDK120015
2	14	Lechler IDK120015
3	6,5	Lechler IDK12001
4	14	Lechler IDK12001
5	6.5	Teejet XR110015VS
6	14	Teejet XR110015VS
7	6.5	Teejet XR11001VS
8	14	Teejet XR11001VS

Yapılan önceki çalışmalarda daha düşük yüksekliklerin iş genişliğini düşürdüğü, daha yüksekte yapılan uçuşların da ilaç sürüklenmesini arttırdığı sonuçları bildirildiği için bu çalışmada uçuş yüksekliği 2 metre olarak alınmıştır (Martin vd., 2019; Hussain vd., 2019). Uygulama sırasında damlaların sürüklenme potansiyelini azaltmak için püskürtme basıncı 3.5 bar olarak ayarlanmıştır.

İlaçlama dronunun farklı uçuş hızı ve meme tipleri için efektif iş genişlikleri ölçülmüştür. DepositScan yazılımıyla belirlenen birim alandaki damla sayısı ve hacimsel ortanca çap değerleri esas alınarak birim alanda biriken kalıntı hacmi ($\mu\text{l cm}^{-2}$) hesaplanmıştır. Böylece hangi örnekleme yüzeyinde ne kadar sıvı birikimi olduğu belirlenip, sütun grafiklerinden efektif iş genişliği bulunmuştur. Efektif iş genişliği bulunurken Çin’e ait MH/T 1040-2011 standardı baz alınmıştır (Yao vd., 2021). Bu standarda göre suya duyarlı kağıtlarda biriken maksimum sıvı miktarının yarısı, eşik değer olarak alınmıştır (MH/T, 2011).

Araştırmadan elde edilen veriler tek yönlü varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş ve istatistik analizler SPSS yazılımı (Sürüm 22.00; Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Tukey HSD testine göre $p \leq 0,05$ düzeyinde yapılmıştır (Düzgüneş vd., 1987; Eliçin vd., 2018; Çelik ve Bayhan, 2020).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

DJI Agras MG-1P model zirai ilaçlama dronu ile 2 farklı hızda ve 4 farklı püskürtme memesi kullanılarak toplamda 8 uçuş gerçekleştirilmiş, her uçuşta uçuş yönüne dik olarak yerleştirilmiş 8 metre genişliğe yayılan ve 50 cm aralıklarla yerleştirilmiş 17 adet suya duyarlı kağıt 3 sıra halinde yerleştirilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Her uçuşta 51 adet olmak üzere toplam 408 adet suya duyarlı kâğıt kullanılmıştır. Her uçuşta havanın bağıl nemi, sıcaklığı ve rüzgâr hızı ölçülmüştür. Deneme sırasında ölçülen meteorolojik değerler Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Uçuşlar sırasında ölçülen meteorolojik değerler

Uçuş no	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Min-maks rüzgâr hızı (m s ⁻¹)	Rüzgâr yönü
1	29	50	1.5-1.9	Kuzeydoğu
2	30	51	1.4-1.6	Kuzeydoğu
3	29	51	1.6-2.1	Kuzeydoğu
4	29	48	2-2.3	Kuzeydoğu
5	30	52	2.5-2.9	Kuzeydoğu
6	29	50	2.3-2.6	Kuzeydoğu
7	28	51	1.9-2.4	Kuzeydoğu
8	29	50	1.3-1.7	Kuzeydoğu

Uygulamadan sonra elle doğrudan temas etmeden toplanan suya duyarlı kağıtlar, ortamın neminden ve sıcaklığından etkilenmemesi için hava ve nem geçirmez kaplarda muhafaza edilmiştir. Kağıt örnekleri tarandıktan sonra bilgisayar ortamında DepositScan yazılımıyla analiz edilmiştir. Kart yüzeylerinde oluşan damla lekelerinin boyutları esas alınarak püskürtülen damlaların Dv_{0.1}, Dv_{0.5}, Dv_{0.9} çap değerleri, damlaların kaplama yüzdesi, toplam ve birim alandaki damla sayısı (adet cm⁻²) değerleri hesaplanmıştır.

3.1. İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde farklı püskürtme memelerinin püskürtme karakteristiklerine etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 4). Standart yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinin hacimsel damla çapı, damla sayısı, kaplama oranı ve kalıntı miktarı ortalamaları benzer olup hava emişli memelerden önemli düzeyde farklıdır. Hava emişli memeler kaba yapılı damlalar ürettiğinden birim alandaki damla sayısı ortalaması standart memelere göre daha düşüktür. Kaplama oranı ve kalıntı miktarı açısından en yüksek ortalamalar IDK120015 tip hava emişli memede bulunmuştur.

Tablo 4. Püskürtme memelerinin püskürtme karakteristiklerine etkisi

Püskürtme karakteristikleri	Memeler				F Değeri
	Teejet XR11001VS	Teejet XR110015VS	Lechler IDK12001	Lechler IDK120015	
Dv ₀₁	192.87 ^c	157.56 ^c	283.34 ^b	344.30 ^a	52.22**
Dv ₀₅	391.56 ^c	302.93 ^c	579.34 ^b	739.05 ^a	46.86**
Dv ₀₉	615.93 ^c	494.97 ^c	838.05 ^b	1094.4 ^a	34.98**
Damla sayısı cm ⁻²	24.35 ^b	37.96 ^a	20.94 ^b	16.79 ^b	15.75**
Yüzey kaplama oranı (%)	4.59 ^b	3.36 ^b	5.24 ^b	7.86 ^a	8.60**
Yüzeydeki kalıntı miktarı (µl cm ⁻²)	0.26 ^b	0.32 ^b	0.60 ^b	1.27 ^a	20.97**

Tabla 5'e göre uçuş hızının D_{V01} ve D_{V09} çaplarını önemli ölçüde değiştirmedeği belirlenmiştir. Buna karşın uçuş hızı arttığında D_{V05} çapı anlamlı düzeyde azalmıştır. Düşük hızda yapılan tüm püskürtme uygulamalarında birim alandaki damla sayısı, kaplama oranı ve kalıntı miktarı ortalamaları yüksek uçuş hızına göre daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 5. Dron uçuş hızının püskürtme karakteristiklerine etkisi

Püskürtme karakteristikleri	İlerleme hızları		F Değeri
	6.5 km h ⁻¹	14 km h ⁻¹	
D_{V01}	253.04 ^a	236.00 ^a	2.09 ^{ns}
D_{V05}	534.03 ^a	472.41 ^b	4.68*
D_{V09}	803.77 ^a	716.95 ^a	3.79 ^{ns}
Damla sayısı cm ⁻²	30.03 ^a	19.99 ^b	18.88**
Toplam damla sayısı	228.43 ^a	150.56 ^b	18.60**
Yüzey kaplama yüzdesi	6.69 ^a	3.83 ^b	19.58**
Yüzeydeki kalıntı miktarı (µl cm ⁻²)	0.80 ^a	0.42 ^b	14.56**

3.2. Hacimsel Damla Çapları

Araştırmadan elde edilen ortanca damla çapı ($D_{V0.5}$), standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde, hava emişli memelerde ortanca damla çapındaki değişimin standart yelpaze hüzmeli memelere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, hava emişli memelerde üretilen tüm damlaların emilen hava yardımı ile büyümemesi ile açıklanabilir. Ayrıca, yüksek hızda yapılan püskürtme uygulamalarında ortalama damla çaplarının dağılım düzgünlüğü, düşük hızlara göre daha düşük çıkmıştır. Püskürtme denemelerini sabit ilaçlama normunda yapmak için düşük hızda yapılan tüm uygulamalarda 2 adet püskürtme memesi akışa kapatılmıştır. Düşük hızlarda daha az püskürtme memesinin aktif olması, varyasyon katsayısının göreceli olarak yüksek olmasının sebebi olarak gösterilebilir. Yüksek hızlarda pervane dönüş hızlarının daha fazla olması da yüksek türbülans etkisinin damlaları daha etkili dağıtması olarak düşünülebilir (Wen vd., 2019).

Tablo 4. Ortalama damla çapları ($D_{V0.5}$), standart sapma ve varyasyon katsayıları

Uçuş No	Ortalama damla çapı (µm)	Standart sapma (µm)	Varyasyon katsayısı (%)
1	751.3	381.5	50.8
2	726.8	301.9	41.5
3	634.6	282.0	44.4
4	533.3	145.1	27.2
5	337.9	167.2	49.5
6	269.7	61.0	22.6
7	421.5	136.6	32.4
8	361.6	80.7	22.3

Hacimsel damla çapları ile meme üreticilerinin Şekil 1 ve Şekil 2'de görüldüğü şekilde taahhüt ettiği ASAE S572.1 standardına göre olan damla sınıfları karşılaştırıldığında (ASAE, 2009), hava emişli püskürtme memelerinin beklendiği gibi "kaba ve ekstra kaba" yapılı, standart yelpaze hüzmeli memelerin ise "ince ve orta" yapılı damlalar ürettiği görülmektedir. Denemelerde, 3.5 barda yapılan

uygulamalar için hava emişli püskürtme memelerinin “çok kaba” yapılı damlalar ürettiği bildirilse de suya duyarlı kağıtlarla ölçülen damla çapları “ultra kaba” yapılı sınıfta yer almaktadır. Püskürtme memeleri üreticileri, bu sınıfları taahhüt etmek için yaptıkları testleri, rüzgâra maruz kalmayan kapalı bir ortamda yapmakta, memeler tarafından üretilen ince taneler de kağıtlar üzerinde birikmektedir. Ancak dron ile yapılan püskürtme uygulamalarında ince taneler yüksek pervane hızlarının yarattığı türbülans etkisi ile hedef alandan uzaklaşmaktadır. Suya duyarlı kağıtlar üzerinde daha ağır ve büyük damlalar birikmekte, bu da damla çapı ortalamasını yükseltmektedir.

3.3. Efektif İş Genişliği

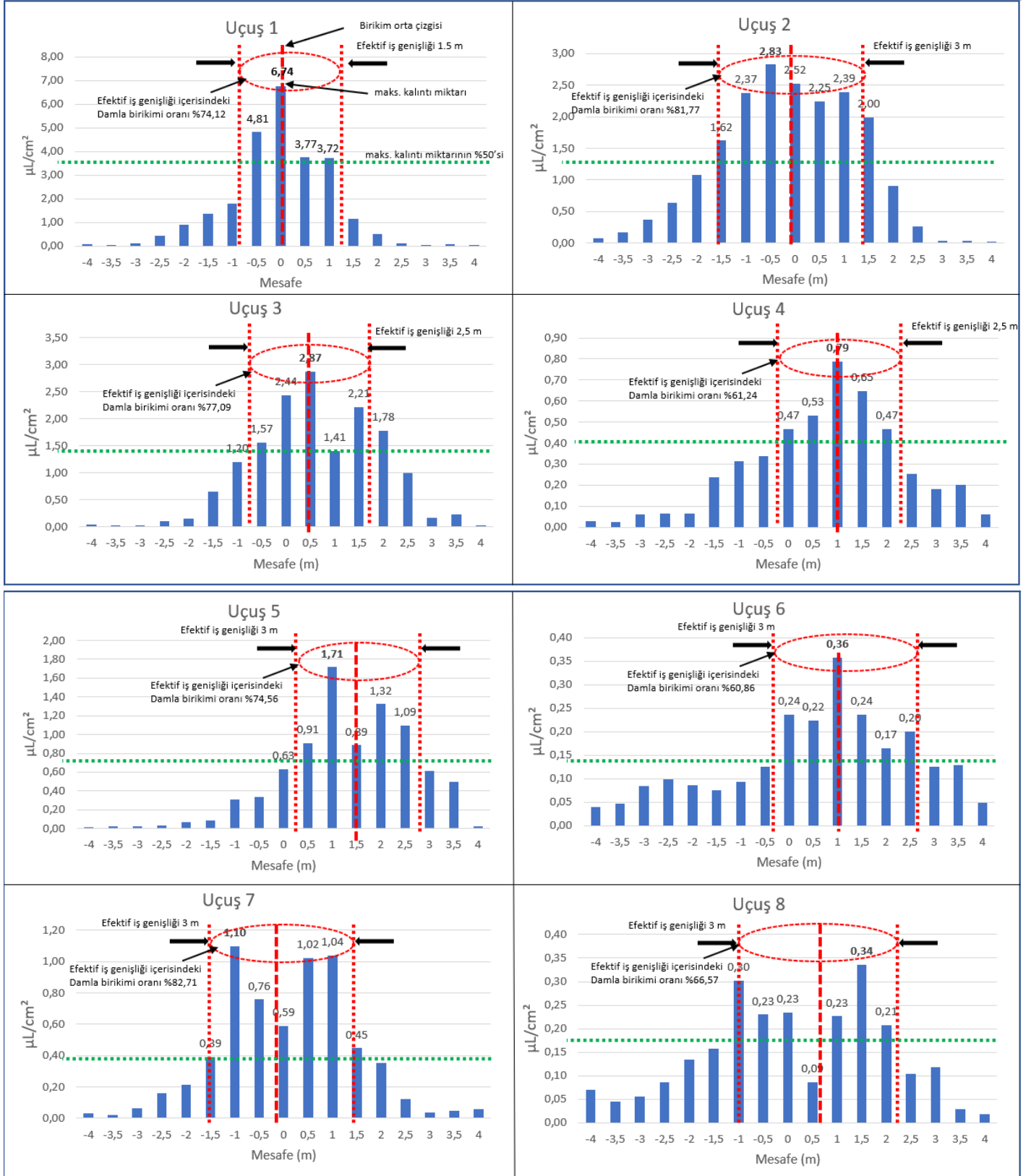
Efektif iş genişliği hesaplamalarında Çin’e ait MH/T 1040/2011 standardı baz alınmıştır. Bu standarda göre suya duyarlı kağıtlarda biriken maksimum sıvı miktarının yarısı, eşik değer olarak alınmıştır (Yao vd., 2021). Bu eşik değerın üstünde kalan, dronun ilerleme çizgisinin sağındaki ve solundaki suya duyarlı kağıtlardaki birikim değerleri, iş genişliğine dahil edilmiş, geri kalanlar ise değerlendirme dışı bırakılmıştır. Tüm uçuşlarda suya duyarlı kağıtlarda biriken damla miktarları Şekil 4’deki grafiklerde gösterilmiştir. Kalın kesikli kırmızı çizgi dronun uçuş çizgisini, yeşil yatay çizgi ise en yüksek birikimin olduğu kağıttaki hacmin yarısının tekabül ettiği eşik değeri ifade etmektedir. İnce kesikli dikey çizgiler de efektif iş genişliği bölgesinde kalan alanları ifade etmektedir. Bu grafiklerden elde edilen iş genişlikleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Efektif iş genişlikleri

Uçuş no	Efektif iş genişliği (m)	Uçuş no	Efektif iş genişliği (m)
1	1.5	5	3
2	3	6	3
3	2.5	7	3
4	2.5	8	3

Uçuş 1’de efektif iş genişliği en düşük iş genişliği olarak görülmektedir. Kullanılan püskürtme memesinin ürettiği damla çaplarının büyük olması, damlacıkların dron pervanelerinin yarattığı türbülans ile yatay yönde hareketini azaltmış ve damlalar uçuş çizgisinin altında toplanmıştır. Uçuş 2’de artan uçuş hızı ile pervanelerin yarattığı türbülans akımı şiddetlenince, aynı püskürtme memesinde kullanılan taneler yatay yönde daha fazla dağılabilmiş, bu da efektif iş genişliğini arttırmıştır.

Uçuş 3 ve 4’te kullanılan hava emişli memenin ürettiği damlacık çapları Uçuş 1 ve 2’deki damlacıklardan daha düşük olduğu için, yatay yönde daha düzgün bir dağılım elde edilmiştir. Ancak burada uçuş hızı değişiminin belirleyici bir etkisi gözlenmemiştir. İlk 4 denemede kullanılan hava emişli püskürtme memelerinin ürettiği damlacık ağırlıkları fazla olduğu için dört uçuşta da damlalar ağırlıklı olarak uçuş çizgisinin etrafında toplanmıştır.



Şekil 4. Uçuşlarda elde edilen hacimsel damla birikim oranları

Son 4 uçuşta kullanılan püskürtme memelerinin ürettiği damlacıklar hafif oldukları için, yatay yönde daha ileri mesafelere yayılabilmişlerdir. Ancak efektif iş genişliklerine bakıldığında, meme tipinin ve uçuş hızının önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Üreticinin taahhüt ettiği 4 metrelik

iş genişliği (Anonim, 2022c) ile elde edilen sonuçların örtüşmemesi, üreticinin test koşulları ile bu çalışmanın test koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna ek olarak, normal memelerle gerçekleştirilen 5, 6, 7 ve 8 numaralı uçuşlarda dron merkez çizgisi üzerinden uçurulsa da, suya duyarlı kağıtlarda birikimin maksimum olduğu yerlerin + yöne doğru kaydığı görülmektedir. Hava emişli memelerle yapılan uçuşlarda bu durumun daha düşük seviyede olduğu veya hiç oluşmadığı görülmektedir. Kuzey-güney doğrultusunda uçan drona kuzeydoğudan etki eden rüzgara karşı standart tip püskürtme memelerinin ürettiği damlaların sürüklenmeye daha müsait olduğu sonucuna varılmıştır.

3.4. Birikim Yüzdelerinin Dağılımı

İlaçlama dronundan üretilen damlaların yatayda dağılımını göstermek amacıyla Şekil 5a'da efektif ıslatma alanı içerisinde kalan ve alan dışında kalan damla birikimin yüzde dağılımı, Şekil 5b'de, dron uçuş çizgisinin solunda ve sağında biriken damlaların yüzdesi gösterilmiştir.

Şekil 5a'daki dağılım yüzdesi grafiğine göre, efektif ıslatma alanındaki damla birikimleri %61 ile %82 arasında değişmiştir. En düşük sürüklenme, Uçuş 7'de gerçekleşmiştir. En düşük sürüklenme değerleri hava emişli püskürtme memelerinden beklense de Şekil 4'deki yatay yönde damla birikiminin Uçuş 7'de daha düşük uçuş hızıyla uçuş çizgisine yakın birikimin daha fazla olduğu görülmektedir. Şekil 5a'daki en belirgin sonuç, Lechler IDK120015 püskürtme memesiyle yapılan Uçuş 1 ve 2 dışındaki tüm uçuşlarda, hız arttıkça, sürüklenme değeri artmıştır. Bu durumun hem yandan esen rüzgarla beraber damlaların çıktığı andaki bileşke hızın yükselmesi, hem de artan pervane hızıyla beraber türbülans etkisinin artışı sebebiyle olduğu düşünülmektedir. Yao vd. (2021), benzer sonuçları çalışmasında ifade etmiştir.

Şekil 5b'ye bakıldığında, Uçuş 2 hariç tüm uçuşlarda damla birikiminin uçuş çizgisinin sağ tarafında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Bu duruma yine uçuş yönüne dik esen rüzgârın yarattığı sürüklenmenin sebep olduğu söylenebilir. Sağ ve sola eşit dağılmış uçuşların hava emişli Lechler IDK12015 model püskürtme memesiyle yapılan uçuşlar olduğu görülmektedir. Üretilen damlaların büyük oluşu sebebiyle türbülans ve rüzgârdan fazla etkilenmemesi bu homojenliğe sebep olmuştur.



a. Üretilen damlaların efektif ıslatma alanı tarafındaki dağılım yüzdesi

b. Üretilen damlaların uçuş çizgisinin sağ ve sol tarafındaki dağılım yüzdesi

Şekil 5. Damla dağılım yüzdeleri

4. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı püskürtme memeleri ve farklı uçuş hızlarının, ilaçlama dronunun efektif iş genişliği ve damla dağılımına etkisi incelenmiştir. Analizlerde, suya duyarlı kağıtlar yardımıyla toplanan damlaların DepositScan yazılımında incelenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Hava emişli püskürtme memeleri, ağırlaşan damlacıklar dronun türbülans etkisi ile dağılamadığı için, bu memenin kullanıldığı uygulamalarda efektif iş genişliği azalmaktadır. Aynı şekilde bu memelerde, meme verdisinin artışı da efektif iş genişliğini düşürmektedir. Buna ek olarak, hava emişli memelerde hem büyük hem de küçük damlacıklar üretilebildiği için, ortalama damla çapının dağılım düzgünlüğü normal yelpaze hüzmeli memelere göre daha düşük elde edilmiştir. Küçük damlacıklar dronun yarattığı türbülans etkisi ile hedeften uzaklaştığı için de ortalama damla çapları, meme üreticisinin taahhüt ettiği değerlerden daha yüksek çıkmıştır.

Normal yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinde efektif iş genişliği uçuş hızından ve meme verdisinden etkilenmemiştir. Ancak uçuş sırasında ilerleme yönüne dik esen rüzgâr, ıslatma alanının dronun uçuş çizgisinden kaymasına sebep olmuştur. Buna göre, rüzgârın uçuş yönüne dik olduğu durumlarda hava emişli memeler tercih edilebilir. Ancak bu seçim durumunda dağılım düzgünlüğü olumsuzluğu riski de göz ardı edilmemelidir.

Tüm memelerde elde edilen efektif iş genişlikleri, dron üreticisinin taahhüt ettiği iş genişliği değerine ulaşamamıştır. Bunun sebebi, üreticinin test koşulları ile çalışmadaki test koşullarının farklı olmasıdır.

Bu sonuçlara göre elde edilen iş genişlikleri, alan dağılım düzgünlüğünü belirlemek için yapılacak çalışmalarla doğrulanabilir. Gelecek çalışmalarda iş genişlikleri üç boyutlu olarak da belirlenebilir.

BİLGİLENDİRME

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik’de gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresinin Özet ve Bildiri Kitabı’nda yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2021a). DJI Agras MG-1P İlaçlama Dronu Teknik Özellikleri. <https://www.dji.com/mg-1/info>
- Anonim (2021b). Teejet Püskürtme Memeleri Kataloğu. https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET/documents/catalogs/cat51a_metric.pdf
- Anonim (2021c). Lechler Püskürtme Memeleri Kataloğu. https://www.lechler.com/fileadmin/media/kataloge/pdfs/agrar/EN/lechler_agriculture_catalogue_2022_en.pdf
- ASAE S572.1. 2009. Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI., 4 pp
- Chen, H., Lan, Y., Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., & Liu, S. (2021). Review of Agricultural Spraying Technologies for Plant Protection Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(1), 38-49.
- Chen, P., Ouyang, F., Wang, G., Qi, H., Xu, W., Yang, W., Zhang, Y., Lan, Y. (2021). Droplet Distributions in Cotton Harvest Aid Applications Vary with The Interactions Among The Unmanned Aerial Vehicle Spraying Parameters. *Industrial Crops and Products*, 163, 113324.

- Çelik, Y. & Bayhan, Y., 2020. A Research on Investigation of the Application Possibilities of Direct Drill Machine with Liquid Fertilizer Assembly for Grain Planting Stubble. *International Journal of Innovation Engineering and Science Research*, Volume 4 Issue 6 .
- Çelen, I. H., Önler, E., ve Özyurt, H. B. (2020). Drone Technology In Precision Agriculture. *Engineering Sciences*, 121.
- Düzgüneş O., Kesici, T., & Gürbüz, F., 1987. İstatistik Metodları-1. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 861, Ders Kitabı: 229, Ankara.
- Eliçin, A.K., Pekitkan, F.G., Bayhan, Y., & Sessiz, A., 2018. Effects of Tillage Methods on Weed Density in Corn (*Zea Mays L.*) Production. *International Scientific Journal, Science, Business, Society*, 3 (4), 150-152.
- Hussain, S., Masud Cheema, M. J., Arshad, M., Ahmad, A., Latif, M. A., Ashraf, S., & Ahmad, S. (2019). Spray uniformity testing of unmanned aerial spraying system for precise agro-chemical applications. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56(4).
- Martin, D. E., Woldt, W. E., & Latheef, M. A. (2019). Effect of application height and ground speed on spray pattern and droplet spectra from remotely piloted aerial application systems. *Drones*, 3(4), 83.
- MH/T Standards. 1040-2011: Determining application rates and distribution patterns from aerial application equipment, Beijing: MHT, 2011. (in Chinese)
- Sarghini, F., Visacki, V., Sedlar, A., Crimaldi, M., Cristiano, V., & de Vivo, A. (2019, October). First measurements of spray deposition obtained from UAV spray application technique. In *2019 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)* (pp. 58-61). IEEE.
- Wang, G., Lan, Y., Qi, H., Chen, P., Hewitt, A., & Han, Y. (2019). Field evaluation of an unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of spray volume on deposition and the control of pests and disease in wheat. *Pest management science*, 75(6), 1546-1555.
- Wen, S., Han, J., Ning, Z., Lan, Y., Yin, X., Zhang, J., & Ge, Y. (2019). Numerical analysis and validation of spray distributions disturbed by quad-rotor drone wake at different flight speeds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166, 105036.
- Yao, W., Guo, S., Yu, F., Du, W., Meng, Y., Wang, J., Chen, P., Liang, X., Xu T., & Lan, Y. (2021). Droplet deposition and spatial drift distribution characteristics of aerial spraying based on the determination of effective swath. *International Journal of Precision Agricultural Aviation*, 4(1).
- Yao, W., Lan, Y., Wen, S., Zhang, H., Zhang, Y., Wang, J., & Xie, C. (2019). Evaluation of droplet deposition and effect of variable-rate application by a manned helicopter with AG-NAV Guía system. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(1), 172-178.
- Zhang, P., Zhang, W., Sun, H. T., He, F. G., Fu, H. B., Qi, L. Q., Yu, L. Q., Jin, L. Y., Zhang B., & Liu, J. S. (2021). Effects of Spray Parameters on the Effective Spray Width of Single-Rotor Drone in Sugarcane Plant Protection. *Sugar Tech*, 23(2), 308-315.
- Zhang, X. Q., Song, X. P., Liang, Y. J., Qin, Z. Q., Zhang, B. Q., Wei, J. J., Li, Y.R., & Wu, J. M. (2020). Effects of spray parameters of drone on the droplet deposition in sugarcane canopy. *Sugar Tech*, 22(4), 583-588.
- Zhu, H., Salyani, M., & Fox, R. D. (2011). A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76(1), 38-43.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

Unmanned aerial vehicles have a facilitating effect on human life in many areas today. In addition to individual usage areas such as entertainment, sports and hobbies, there are wide commercial and professional uses in sectors such as defense industry, construction and aviation. In agriculture, unmanned aerial vehicles have become increasingly popular in recent years. Agricultural unmanned aerial vehicles are used in remote sensing, plant health monitoring, pasture and herd monitoring. Another area of use of agricultural unmanned aerial vehicles is plant protection applications. Pesticide applications can be made with drones, which usually consist of a small liquid tank, a pump and spray nozzles mounted on a chassis, with the help of an operator controlling the remote control.

In Türkiye, spraying drones, which started to be used in rice fields due to the difficulty of applications with tractors, are used for all kinds of field and garden plants such as spraying in corn and sunflower fields that cannot be entered by tractor in the late period, rough lands, cotton fields where rapid and homogeneous maturation is desired with defoliant. Although drone spraying applications are in demand because the drones prevent the field traffic and move more easily on rough, steep or wetlands, the lack of knowledge of the new technology and the lack of determination of the effectiveness of the pesticides used at low volumes cause undesirably operations with the same application parameters for all conditions and for each product. For these reasons, pesticide applications are not practiced as targeted. In low-volume applications, pesticides do not have an effect since adequate coverage is not provided, crop plants are adversely affected in areas where the pesticide dose is high due to lack of homogeneous distribution, and non-targeted areas are damaged due to turbulence and drug drift created by the drone. These negativities necessitate the determination of appropriate flight parameters and pesticide doses for pesticide applications with drones. Factors such as droplet diameter, type of spray nozzle used, and flight speed play an important role in droplet distribution in pesticide applications with unmanned aerial vehicles. In this study, it is aimed to examine the effects of different nozzle types and flight speed on the droplet distribution and the effective working width of the drone.

Methodology

Spraying experiments with the drone were carried out in Tekirdağ Namık Kemal University Faculty of Agriculture trial fields in July 2022 at 40° 59'22' N 27° 34'54' E coordinates. The drone used in the trials is a DJI brand Agras MG-1P model 8 rotor spraying drone with 10 liters liquid tank capacity and 4 spray nozzles. Thanks to 2 separate diaphragm pumps, the liquid in the tank is transmitted to the spray nozzles. The drone, which has a battery capacity of 12000 mAh, can spray 1 hectare of land in a single flight with a flight time of 10 minutes in default settings according to factory data. There are 4 Teejet XR11001VS fan jet nozzles on the drone. Other nozzles to be used in the trials are Teejet XR11001VS, Teejet XR110015VS, Lechler IDK12001, Lechler IDK120015 model nozzles. Although all nozzle types are fan jet, Lechler brand spray nozzles are air assisted spray nozzles with anti-drift features.

Trials were carried out with the drone used with 4 different nozzle models at two different speeds. Clean water was used as the spray liquid, and water sensitive papers measuring 26 × 76 mm each were used to measure droplet distribution and deposition. After each flight, the water-sensitive papers on which the droplets fell were collected and placed in air and moisture-proof containers. After the trials,

the collected water sensitive papers were scanned in the scanner and the volumetric diameters, number of drops per cm², percentage of coverage and total number of droplets were obtained with the help of the DepositScan software (Zhu et al. 2011).

In the trials, it was aimed to obtain the effective working width of each nozzle type in drone spraying applications. It was tried to determine the working widths of 4 different nozzles at 2 different flight speeds. The drone was flown in manual mode at a height of 2 meters on a straight line in the north-south direction. The water-sensitive papers were placed perpendicular to the direction of the drone's progress, 50 cm apart to the left and right of the flight line. 17 pieces of water sensitive paper were used in each row and 51 pieces of water sensitive paper in each flight, with a total width of 8 meters in each row, in 3 rows at 10 meters intervals, in three replications in the forward direction. The drone started the flight 10 meters before the level of the water sensitive papers and stopped 10 meters later. In this way, the errors caused by the time to reach the target speed and the time to reach the working pressure of the pumps are prevented.

While the effective horizontal working width of the spraying drone is measured depending on the speed and nozzle type, the number of drops per unit area and $\mu\text{l cm}^{-2}$ values in which the drop volume per unit area is calculated over the average volumetric diameter in the DepositScan software are taken as basis. Thus, the amount of liquid accumulation on which paper was determined and the effective working width was found from the column charts. While determining the effective working width, the Chinese MH/T 1040-2011 standard is taken as a basis. According to this standard, half of the maximum amount of liquid accumulated in water sensitive papers is taken as the threshold value.

Statistical analyzes were made in the SPSS package program to determine the difference between the results obtained in the research. Analysis of variance (ANOVA) was performed in SPSS statistical software program (Version 22.00; Chicago, IL, USA) to compare statistically significant parameters and evaluate the data obtained in the experiment. The comparison of the means was made at $p \leq 0.05$ according to the Tukey HSD test.

Results and Conclusions

Results showed that air-induction spray nozzles reduce the effective working width in applications where this nozzle type is used, as the heavier droplets cannot be dispersed by the turbulence effect of the drone. Likewise, the increase in spray rate of the nozzle also reduces the effective working width in these nozzles. In addition, since both large and small droplets can be produced in air induction nozzles, the distribution uniformity of the droplet diameter was obtained lower than in standart flat fan nozzles. Since the small droplets were moved away from the target by the turbulence effect created by the drone, the droplet diameters were higher than the values promised by the nozzle manufacturer.

Effective working width was not affected by flight speed and nozzle yield in non-air induction spray nozzles. However, the wind blowing perpendicular to the direction of progress during the flight caused the wetting area to shift from the drone's flight line. Accordingly, air-induction nozzles may be preferred in cases where the wind is perpendicular to the flight direction.

The effective working widths obtained in all nozzles could not reach the working width promised by the drone manufacturer. This is because of the manufacturer's test conditions differ from the test conditions in operation.

Yazarların Biyografisi



Hasan Berk ÖZYURT

08.06.1994 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Tekirdağ'ın Muratlı ilçesinde tamamladı. 2012 yılında Tekirdağ Belediyesi Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans hayatına başladı. Lisans hayatı boyunca Türk Traktör Ziraat Makineleri A.Ş., Claas, Hema Endüstri A.Ş. firmalarında stajyer mühendis olarak görev yaptı. 2017 yılında İ.T.Ü. Makine Mühendisliği'nden mezun oldu. Aynı yıl Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılından beri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Tarımda Makine Sistemleri Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Şu ana kadar yayınladığı 1 makale, 2 kitap bölümü, 1 kongre bildirisi bulunmaktadır.

İletişim

ORCID Adresi

berkozyurt@nku.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-0775-1723>



Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

08.03.1971 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Hatay İskenderun ilçesinde tamamladı. 1992 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı Bölümde 1995 yılında Yüksek Lisans Eğitimini tamamladı. 1994 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve aynı Bölümde 1999 yılında Doktora eğitimini bitirdi. 2000 yılında Yardımcı Doçent olarak Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümüne atandı. 2011 de Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümüne Doçent olarak atandı ve aynı Bölümde 2018 yılında Profösör oldu. Tarım Makinaları ve özellikle Bitki Koruma Makinaları ve otomasyonu konusunda çalışmalar yapan araştırmacı konusunda birçok kongrede bildiri sunmuş, yurt içi ve yurt dışı birçok makalesi yayınlamıştır. Birçok projede görev alarak 3 adet patent sahibi olmuştur. Ayrıca yayınladığı 2 kitap ve bölüm yazarlıkları vardır.

İletişim

ORCID Adresi

icelen@nku.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-1652-379X>

Derin Kuyu Pompalarında Kolon Borusu Uzunluğunun Pompaj İşletme Karakteristiklerine Etkisi

The Effect of Column Pipe Length on Pumping Operating Characteristics in Deep Well Pumps

Mehmet Kurt^{1*} , Kazım Çarman² 

¹ Selçuk Üniversitesi, Cihanbeyli Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Konya, Türkiye.

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): M. Kurt, e-mail (e-posta): mehmet.kurt@selcuk.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 19.08.2022
Düzeltilme tarihi : 26.11.2022
Kabul tarihi : 28.11.2022

Anahtar Kelimeler:

Pompa İşletme Karakteristikleri
Sürtünme Kuvveti
Kolon Borusu Uzunluğu
Düşüm

Atf için:

Kurt, M., Çarman, K., (2022). "Derin Kuyu Pompalarında Kolon Borusu Uzunluğunun Pompaj İşletme Karakteristiklerine Etkisi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(3): 173-188.

ÖZET

Derin kuyu pompaları, yer altı suyunun yer yüzeyine çıkarılmasını sağlayan rotodinamik pompalardır. Genellikle çok derin mesafelere kadar yerleştirilebilmektedir. Ancak bu tip pompaj tesislerinde su, boru ve bağlantı elemanları yardımıyla kapalı bir sistem içerisinde taşınarak iletimi sağlanmaktadır. Bu iletim esnasında, sürtünme kuvveti pompaj sisteminde önemli enerji kaybına neden olmaktadır. Boru ve yardımcı parçaların içerisinde bulunan akışkan hızına bağlı olarak sürtünme kuvveti meydana gelmektedir. Bu çalışmada 78 mm (≈3") iç çapındaki bir dalgıç tip derin kuyu pompasının farklı kolon borusu uzunluklarındaki pompa işletme karakteristikleri ve sürtünmeden kaynaklanan kayıplara etkisi incelenmiştir. Sürtünme kayıpları, Moody denklemine göre hesaplanmış ve her bir kolon borusu uzunluğu için arttığı belirlenmiştir. Bu artışın pompa çıkış basıncını etkilediği görülmüştür. Pompa sürtünme kaybının, hızın en yüksek değerleri için kolon borusu uzunluğunun artışı ile %3,87'den, %13,52'ye yükseldiği belirlenmiştir. Farklı kolon borusu uzunluklarında 2, 4 ve 6 metre derinlikte çalıştırılan pompanın sabit debi değerlerine karşılık basınç değerlerinde düşüşler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Pompanın en yüksek basınç ölçümü, 2 metrelik kolon borusundaki debi noktasının optimum olduğu (50 m³h⁻¹) degerde elde edilmiştir. Aynı debi değerlerinde pompa hidrolik gücünde ise kolon borusu uzunluğu arttıkça azalma meydana gelmiştir. Denemelerde en yüksek pompaj sistem verimi 2 metrelik kolon borusu uygulamasında elde edilmiştir. Derin kuyu pompaj tesislerinde kolon borusu uzunluğunun pompa işletme parametreleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (p≤0.01). Çalışmada elde edilen sonuçlara göre pompa kolon borusu uzunluğundaki artışın sürtünme kayıplarını da arttıracığı görülmektedir. Kolon borusunun uzunluğu kuyunun işletme karakteristikleriyle doğrudan ilişkili olması sebebiyle kuyu karakteristikleri (debisi, statik ve dinamik su yükseklikleri, düşüm) belirlenerek pompa en uygun derinlikte çalıştırılmalıdır. Ayrıca pompanın tasarım noktasında çalıştırılması öngörülen kayıpların önüne geçmemizi sağlayacaktır.

Article Info

Received date : 19.08.2022
Revised date : 26.11.2022
Accepted date : 28.11.2022

Keywords:

Pump Operating Characteristics
Frictional force
Column Tube Length
Drawdown

How to Cite:

Kurt, M., Çarman, K., (2022). "The Effect of Column Pipe Length on Pumping Operating Characteristics in Deep Well Pumps", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 18(3): 173-188.

ABSTRACT

Deep well pumps are rotodynamic pumps that extract groundwater to the ground surface. It can usually be accommodated at very deep distances. However, in this type of pumping facilities, water is carried in a closed system with pipes and fittings. During extraction, the friction force causes significant energy loss in the pumping system. Friction force has occurred depending on the fluid velocity flowing through the pipe and auxiliary parts. In this study, the operating characteristics of a submersible deep well pump with an internal pipe diameter of 78 mm (≈3") with different column pipe lengths and its effect on losses due to friction were investigated. Friction losses were calculated according to the Moody equation and were found that friction losses increase as the column pipe length increases. This increase affects the pump outlet pressure. It was determined that the pump friction loss increased from 3.87% to 13.52% with the increase of the column pipe length at the highest speed. The pressure values decrease in response to the constant flow values of the pump, which is operated in different column pipe lengths, at a depth of 2, 4 and 6 meters. The highest pressure measurement of the pump was obtained at the optimum (50 m³ h⁻¹) flow point in the 2 meters column pipe. At the same flow rates, the hydraulic power of the pump decreased as the length of the column pipe increased. In the trials, the highest pumping system efficiency was obtained in the 2 meters column pipe application. The effect of column pipe length on pump operating parameters was found to be significant in deep well pumping plants (p≤0.01). According to the results, the increase in the pump column pipe length also increases the friction losses. Since the length of the column pipe is directly related to the operating characteristics of the well, the well characteristics (flow rate, static and dynamic water heights, drawdown) should be determined and the pump should be operated at the most appropriate depth. In addition, operating the pump at the design point will enable us to prevent expected losses.

1. GİRİŞ

Su ve benzeri akışkanlar genellikle boru içerisinde taşınmaktadır. Şehir şebekelerinde, ısıtma sistemlerinde, sulama ve yakıt enerjilerinin taşınmasında kapalı borulu sistemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle boru hatlarındaki tasarım önemli hale gelmektedir. Suyun taşınması için kullanılan tüm sistemlerde olduğu gibi sulama sistemlerinde de kapalı borulardaki akış hem teknik hem de ekonomik açıdan önemlidir (Çalışır, 2009).

Yeraltı su kaynağının kullanılabilmesi için derin kuyulardan ve bu kuyulara teçhiz edilen derin kuyu pompalarından yararlanılmaktadır. Pompaj sistemlerinin birçoğunda olduğu gibi derin kuyu pompalarında da kapalı boru sistemleri kullanılmaktadır. Derin kuyu pompaları belirli çaplarda ve derinlikte açılan kuyular içerisine yerleştirilen pompalardır. Yeraltına indirilmesi istenen pompanın yükseklik seviyesi artacağından enerji gereksiniminde artış meydana gelecektir. Derin kuyulara yerleştirilen bu pompalar için derinlik kadar boru uzunluğuna da ihtiyaç duyulacaktır (Çalışır ve Haciseferoğulları, 2008; Schulz, 1977).

Pompaj sistemleri tasarımı yapılırken boru hatlarının da sisteme uygun olması gerekmektedir. Pompa ve boru sistemlerinde yüksek hız ve basınçlarda akış gerçekleşmektedir. Akışın hareketi boyunca kapalı bir sistem içerisinde akışkanın boru ile temas eden yüzeylerinde kayıplar oluşmaktadır. Bu kayıpların oluşmasında boru uzunluğu, boru çapı, boru malzemesi, akış ve akışkan tipi gibi temel olarak sürtünme kaybına etki edecek parametrelerdir (Alawee vd. 2020). Sürtünme kayıplarının bilinmesi pompa ve pompaj sistemlerinde enerji kayıplarının da önüne geçilmesine olanak sağlamaktadır. Pompaj esnasında aynı çapa sahip borulardan geçen debinin artması ile hızı da artmaktadır. Hızın bir bileşkesi olan sürtünme kaybı ise hızın karesi ile değişmektedir. Pompa hızındaki bu değişim, tasarlanması istenen pompaj ekonomisi için önemlidir (Çalışır vd. 2004).

Derin kuyu pompaların kuyu içerisinde konumlandırılması da pompaj ekonomisi için oldukça önemlidir. Bu nedenle kuyuların pompanın yerleştirileceği derinliğe uygun olması gerekmektedir. Bunun belirlenmesi pompaj öncesi yapılacak kuyu çapı, kuyu debisi ve besleme yapısına bağlı olarak değişmektedir (Driscoll, 2010). Pompa çalışmaya başladığı andan itibaren statik su seviyesi harekete başlamakta ve dinamik bir seviyeye gelmektedir. Pompa çalışırken dinamik seviyeden yukarıda ise yapılan pompajın verimli olmayacağı ifade edilmektedir. Derin kuyu pompalarının dinamik seviyenin belirlenmesinden sonra bu seviyenin en az 5 m altında konumlandırılması gerektiği belirtilmiştir (Schulz, 1977). Derin kuyularda istenen seviyeye montaj yapılması pompa enerji kaybında önüne geçecektir. Debi ve basınca bağlı pompa için gerekli güç, pompanın derinliği arttıkça artan parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Pompanın belirli bir derinlikte olması su yükü meydana gerektireceğinden gücüde etkileyecektir. Pompa tarafından harcanacak gücün artması ile pompa veriminde değişeceği bilinmektedir. Bu durumda uygun pompa derinliğinin ya da pompa su yükünde belirlenmesi gerekmektedir (Mokeddem, 2011; Orhan vd., 2021).

Bu çalışmada derin kuyu pompası olan 3" (78 mm) çıkış borusu çapına sahip bir dalgıç pompanın farklı kolon borusu uzunluklarında (2 m, 4 m ve 6 m) pompa karakteristikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Pompa kolon borusu uzunluğundaki değişime bağlı olarak pompa karakteristik değerleri olan debi, basınç, güç ve verim değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Bu değişimlerin kolon borusu uzunluğunun artışı ile oluşacak sürtünme kayıpları incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

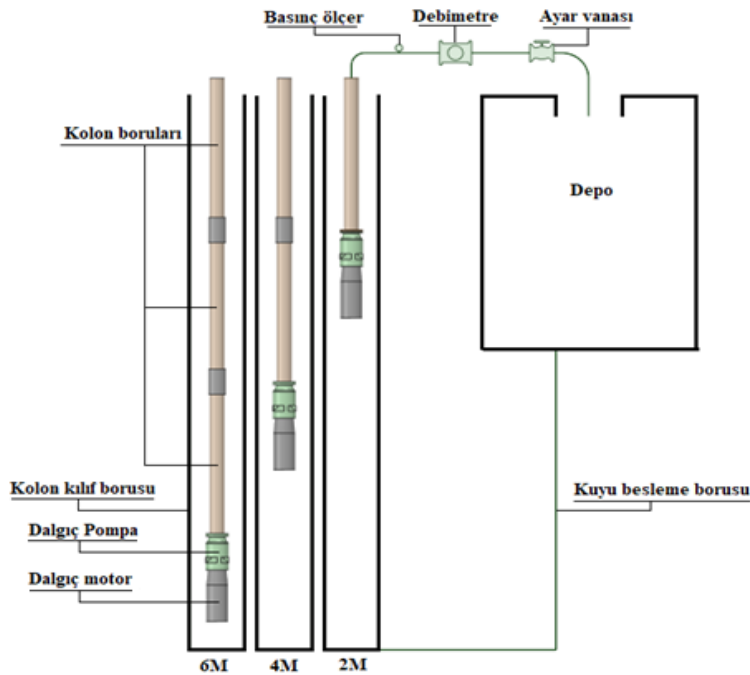
2.1. Materyal

Denemeler, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde Prof. Dr. Şinasi YETKİN Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Uygulama Atölyesi'nde yapılan Derin Kuyu Pompa Test Ünitesi'nde yapılmıştır. Bu ünite derin kuyu pompalarının denenmesi için yapılmış bir kılıf borusu, depolar ve bağlantı elemanları ile yeraltı kuyu formatını yer üstüne çıkaran bir test ünitesidir. Derin kuyu pompa test ünitesi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Derin kuyu test ünitesi

Pompa Şekil 2'deki gibi derin kuyu pompa test ünitesine farklı uzunluktaki kolon boruları kullanılarak ayrı ayrı denemeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada her bir kolon borusu uzunluğu için kuyu statik su seviyeleri sabit tutulmuştur. Denemelerde kullanılan borularda bağlantı elemanı olarak manşon kullanılmış ve çıkış borusundaki dirsekler her denemede ortak olduğundan dirsek kayıpları ihmal edilmiştir.



Şekil 2. Dalgıç pompaların deneme düzeni

Dalgıç pompalar derin kuyu test ünitesinde bulunan 300 mm çapındaki kılıf borusu içerisine yerleştirilmiştir. Pompa kolon borusu uzunluğu değiştirilerek gerçekleştirilmiştir. Pompa 2 m uzunluğunda üç adet kolon borusu ile 2 m, 4 m ve 6 m olarak deneyleri gerçekleştirilmiştir. Denemelerde ele alınan kolon borusu uzunluklarına ilişkin konular 2M, 4M ve 6M rumuzlarıyla kodlanmıştır. Dalgıç pompanın ve motorun teknik özellikleri Tablo 1 de, deneylerde kullanılan ölçüm cihazlarının teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca dalgıç pompa ve motorunun genel görünüşleri Şekil 3' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Dalgıç pompa ve motoru teknik özellikleri

<i>Dalgıç Pompa Teknik özellikleri</i>		<i>Dalgıç Motor Teknik özellikleri</i>	
Pompa anma çapları	3" (78 mm)	Marka	Suver
Pompa gövde malzemesi	Pik	Tip	Dalgıç
Pompa çark malzemesi	Pirinç	Güç (kW)	4
Pompa mil malzemesi	Paslanmaz çelik	Gerilim (V)	380
Pompa mili çapı	25 mm	Akım şiddeti (A)	9.2
Pompa kademe sayısı	2	Devir sayısı (min ⁻¹)	2869
Klerens açıklığı	4.5 mm	Frekans (Hz)	50
Kanat sayısı (z)	7	Güç faktörü (cosφ)	0.86
Kanat kalınlığı (t) mm	5	Motor anma çapı ("	6"
Çark çıkış çapı (Dç) mm	140	Motor mil çapı (mm)	25
Çark çıkış genişliği (b ₂) mm	16	Soğutma tipi	Su



Dalgıç Pompa

Dalgıç Pompa Motoru

Şekil 3. Dalgıç pompa ve motoru

Tablo 2. Deneylerde kullanılan ölçüm cihazlarının teknik özellikleri

<i>Dalgıç Pompa Teknik özellikleri</i>	
Debimetre	S-MAG 100 Tip DN80 Çalışma debisi 1-180 m ³ h Çalışma basıncı 16 bar Çalışma sıcaklığı -10/60 °C Enerji bağlantısı 220 V Bağlantı şekli Flanşlı Gösterge Dijital
Manometre	Markası WİKA Montaj tipi alttan bağlantılı ölçü aralığı 0 - 10 bar Ölçü birimi bar/kPa/psi Bağlantı ölçüsü G 1/4" B Ortam sıcaklığı - 20 + 80 °C Akışkan sıcaklığı Maksimum + 60 °C, manometre ölçüm hassasiyeti 0.001
Seviye ölçer	Hydrotechnik Tipi 010 tip/1.5 V Ölçü aralığı 0 - 150 m Ölçü birimi Metre Ölçü uyarısı Ses ve ışık ikazlı Sensör prop çapı 15 mm Sensör prop uzunluğu 200 mm
Sıcaklık ölçer	Turck marka, 10-24 VDC, -50...100 °C, 4-20 mA çıkış
Güç analizörü	KAEL Multiser 05-PC-TFT Ölçüm çeşitleri Güç, voltaj, çekilen akım ve güç faktörü (cos φ) Ölçü birimi kW Ölçü aralığı 4-18.5 kW

2.2. Metot

Pompa iletim hatlarında meydana gelen kayıplar akışkan hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmada pompa kolon borularındaki sürtünme kaybının etkisi ile pompa karakteristiklerindeki değişim incelenmiştir. Denemede kullanılan 3" çıkış çapına sahip bir dalgıç tip derin kuyu pompasının artacak kolon borusu uzunluğu ile debi, manometrik yükseklik, güç ve verim değerlerindeki bulgular elde edilmiştir. Ayrıca 2M kolon borusu uzunluğundaki değerler pompanın referans değerleri kabul edilmiş olup kolon borusu uzunluğunun artışı ile sürtünme kaybına bağlı olarak azalan debi ve basınç değerleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Ölçümler belirli basınç değerlerinde elde edilen debi, güç ve düşüm değeri ölçülmüş ve verim değerleri hesaplanarak farklılıklar incelenmiştir.

Derin kuyu pompa denemelerinde yapılan ölçümler materyal kısmında belirtilen cihazlar yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Debi değerleri elektromanyetik debimetre ile m^3h^{-1} birimi, pompa basıncı dijital manometre ile bar birimi ve bir güç analizörü yardımıyla pompa motor gücü kW cinsinde ölçülmüştür. Düşüm değerleri ise, derin kuyu pompa test ünitesindeki kılıf borusu içerisinden elektronik bir seviye ölçer yardımıyla statik ve dinamik su seviyeleri belirlenmiştir. Bu seviyelerdeki farklar ile düşüm değerleri tespit edilmiştir. Pompa performans değerlerinin belirlenmesinde ölçüm ve hesaplamalar gerekli kaynaklardan faydalanılarak oluşturulmuştur (TS 514, TS 11146). Manometrik yükseklik ise; basınç, hız ve potansiyel enerjinin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmaktadır (Yalçın, 1998).

$$m = z + \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

- H_m*: Manometrik yükseklik, (m)
z: Statik ve dinamik su seviyesi farkı, (m)
P: Pompa çalışma basıncı, (Pa)
ρ: Suyun özkütlesi, (kgm^{-3})
V: Akışkanın hızı, (ms^{-1})
g: Yer çekimi ivmesi (ms^{-2}).

Dalgıç pompalarda güç belirlenirken şebekeden çekilen elektrik gücü baz alınmıştır. Hidrolik gücü ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla tespit edilmiştir. Hidrolik güç ve şebekeden çekilen (elektrik) gücün birbiri ile oranlanması pompa verimini vermektedir (Baysal, 1979; Çengel ve Cimbala, 2008).

$$N_h = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m}{1000} \quad (2)$$

- N_h*: Hidrolik güç, (kW)
H_m: Manometrik yükseklik, (m)
Q: Debi, (m^3s^{-1})
ρ: Suyun özkütlesi, (kgm^{-3})
g: Yer çekimi ivmesi (ms^{-2}).

$$\eta_g = \frac{N_h}{N_s} \cdot 100 \quad (3)$$

- N_h : Hidrolik güç, (kW)
 N_s : Şebekeden çekilen elektrik gücü, (kW)
 η_g : Pompa genel verimi (%).

Pompa performans değerlerinin yanı sıra sürtünmeye bağlı basınç kayıpları elde edilmiştir. Pompa kolon borularında dikişsiz çelik çekme kolon boruları kullanılmıştır. Sürtünme kaybının bir parametresi olan pürüzlülük değerleri (ϵ) ise buna bağlı olarak paslanmaz çelik borularda 0,002-0,0025 mm ve ticari çelik borularda 0,045 mm olduğu bilinmektedir. Verilen bu değerlerdeki belirsizlikler \pm %60'a kadar gerçekleşebilmektedir (Çengel ve Cimbala 2008). Kullanılan çelik çekme borular paslanmaz çelik ile aynı kabul edilmiştir. Çalışmada pürüzlülük değeri 0,0025 mm olarak alınmıştır. Sürtünme kaybının tespit edilmesi için Moody diyagramından faydalanılmaktadır. Diyagramın okunması uzun ve hataya sebebiyet vereceğinden Moody eşitliği ile farklı durumlardaki sürtünme kaybı hesaplanabilmektedir. Bu nedenle sürtünme kaybı (f) değerlerinin hesaplanmasında Moody eşitliği kullanılmıştır (Coronado-Hernández, 2021; Zeyu, 2020).

$$f = 5,5 \cdot 10^{-3} \left[1 + \left(2 \cdot 10^4 \left(\frac{\epsilon}{D} \right) + \frac{10^6}{Re} \right)^{(1/3)} \right] \quad (4)$$

- f : Boru sürtünme katsayısı,
 ϵ : Boru pürüzlülük değeri, (m)
 D : Boru çapı, (m)
 Re : Reynolds sayısı.

$$H_k = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

- H_k : Yük kaybı, (m)
 f : Boru sürtünme katsayısı,
 L : Boru uzunluğu, (m)
 D : Boru çapı, (m)
 V : Akışkanın hızı, (ms^{-1})
 g : Yer çekimi ivmesi (ms^{-2}).

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad (6)$$

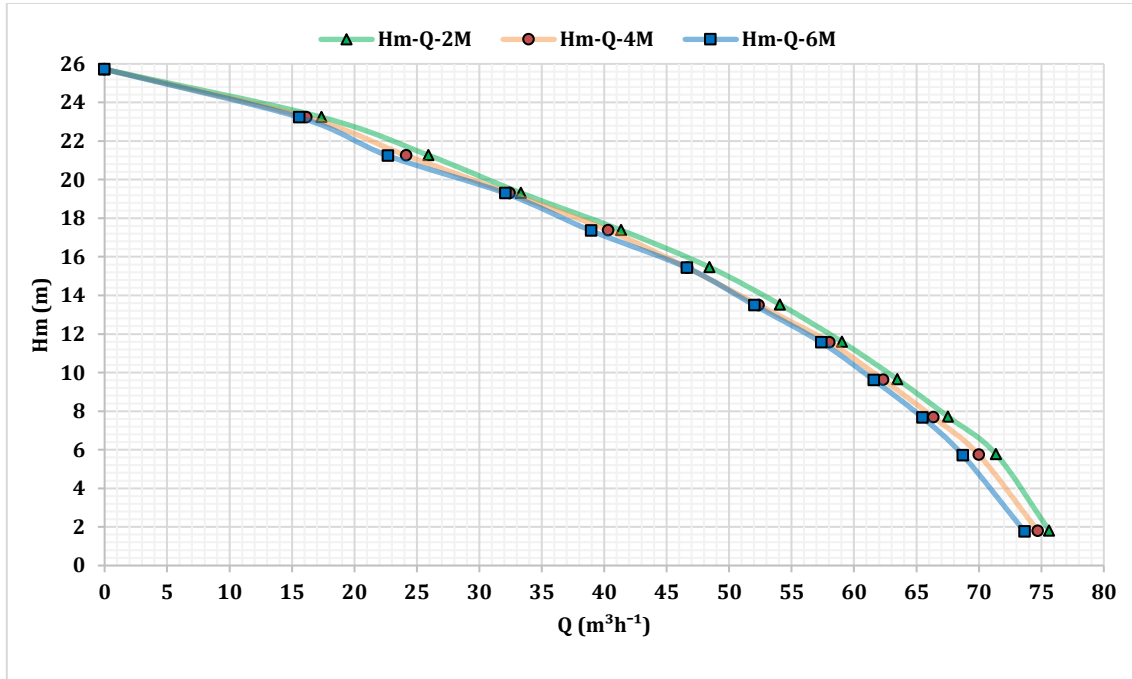
- ΔP : Basınç kaybı, (Pa)
 f : Boru sürtünme kaybı,
 L : Boru uzunluğu, (m)
 D : Boru çapı, (m)
 ρ : Suyun özkütlesi, (kgm^{-3})
 V : Akışkanın hızı, (ms^{-1})
 g : Yer çekimi ivmesi (ms^{-2}).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Pompaj Karakteristikleri

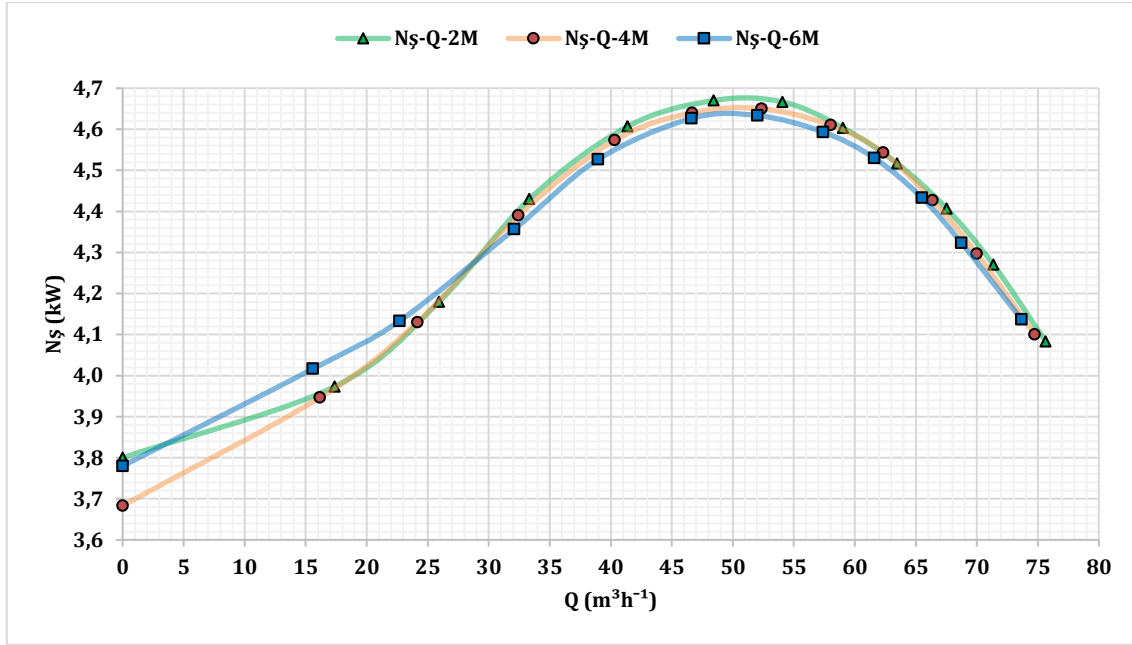
Denemelerde elde edilen sonuçlar kullanılan her bir kolon borusu için değerlendirilmiştir. Bulgular kolon borusu uzunluğunun artması ile pompa karakteristiklerinde değişimler olduğunu göstermiştir. Pompa karakteristikleri incelendiğinde en yüksek debi değerine ($75.633 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) 0 kPa'da 2M boru uzunluğunda, en düşük debi değerine ($15.60 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) ise 220 kPa'da 6m boru uzunluğunda ulaşılmıştır. Kolon borusunun uzunluğunun artmasıyla, her basınç değerine karşılık gelen debide azalma görülmüştür. Debi, 6M boru uzunluğunda %4, 4M boru uzunluğunda ise %1,55 oranında azalmıştır. Bu duruma, kolon borusu boyunun artışına bağlı olarak sürtünme yüzey alanındaki artışın hızlarda meydana getireceği yük kaybı neden olmuştur. 2M kolon borusu uzunluğuna göre diğer uzunluklar incelenirse ortalama değerlerin aralarında yaşanan debi değişimi 4M kolon borusu uzunluğu için $1.161 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, 6M kolon borusu uzunluğunda ise $1.883 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ tespit edilmiştir.

Pompa manometrik yüksekliği pompa basıncı ile ilişkilidir. Farklı basınç değerlerinde kolon borusu uzunluğunun değişimine bağlı olarak manometrik yükseklik değerleri 1.752-23.234 m arasında değişmiştir (Şekil 4). Sabit basınç değerlerinde ise kolon borusu uzunluğunun değişimine bağlı olarak manometrik yükseklik ortalama değerleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Sabit basınç değerlerinde manometrik yüksekliklerde değişim beklenmemektedir. Ancak statik ve dinamik su seviyesindeki değişimler (düşüm) ile oluşabilecek küçük farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Kurt, 2016). Tam açık vana konumunda maksimum debilerdeki değişim kolon boruları uzunluklarının manometrik yükseklik üzerinde etkisini göstermektedir. 2M kolon borusunda manometrik yükseklik 1.808 m iken, 4M ve 6M kolon borularında sırasıyla 1.781 m, 1.752 m olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda işletme noktasında (maksimum verimde) kolon borusu uzunluğunun değişimine bağlı olarak manometrik yükseklik değerlerindeki değişim % 0.213 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4. Farklı kolon borusu uzunluklarında manometrik yükseklik değerleri

Pompada her bir kolon borusu uzunluğuna bağlı olarak ölçülen gücün ortalama değerleri dikkate alındığında aralarında belirli farklılıklar olduğu görülmektedir. Güç değerlerinde artan kolon borusu uzunluğunca arttığı ya da azaldığı söylenememektedir. Bunun sebebi olarak elektriksel gücün farklı yüklenmelerde etki edeceği amper ve voltaj değişimin etkisi olarak yorumlanabilir. Şekil 5'te pompaya ait güç grafiği verilmiştir.



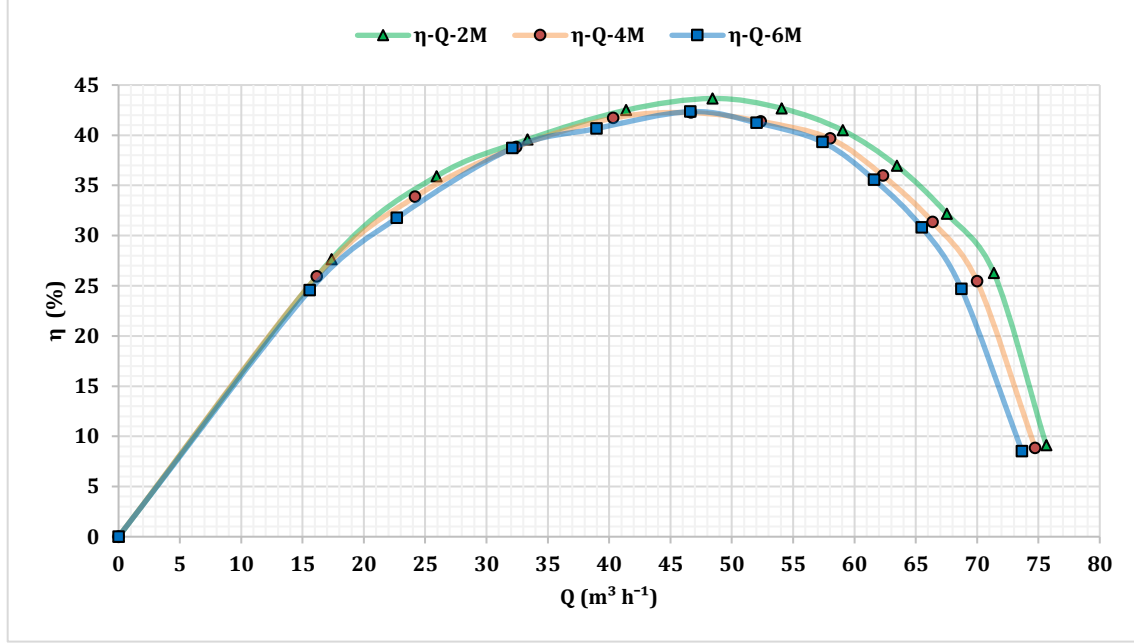
Şekil 5. Farklı kolon borusu uzunluklarında şebekeden ölçülen güç değerleri

Kolon borusu uzunluğuna bağlı Şekil 5'teki güç değerleri incelendiğinde; belirli bir debi artışına kadar düzgün olmayan bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Ancak artan debi değerlerinde grafiğin düzenli bir hal almaktadır. Pompa güç eğrilerinde yapılan istatistiki değerlendirmelerin önemli olduğu tespit edilmiştir. Ortalama değerlere göre değişimin aralığı 4.351-4.333 kW arasında kaldığı görülmüştür. Kolon borusu uzunluğunun artışı diğer parametrelerde bir azalmaya sebep olurken güçte tam tersi bir durum meydana gelmiştir. Kolon borusu uzunluğunun artması güç tüketimini azaltmıştır. Pompanın en verimli noktasına karşılık gelen güç değerleri 2M için 4.67 kW, 4M için 4.64 kW ve 6M için 4.627 kW olduğu belirlenmiştir. Bunun temel sebebi ise, pompanın debi ya da basıncında meydana gelen azalmaların pompa motor yüklenmelerini olumlu yönde etkilemesi olarak açıklanabilir. Ancak bu değerler her bir kolon borusu uzunluğundaki en yüksek debi değerleri ele alındığında gücün arttığı görülmektedir. 2M kolon uzunluğundaki güç değeri 4.083 kW iken 4M ve 6M kolon borusu uzunluklarında bu değerler sırasıyla 4.100 kW ile 4.137 kW olarak ölçülmüştür.

Pompalarda elde edilen tüm karakteristik değerlerin bileşkesinin verim değeri olduğu bilinmektedir (Baysal, 1979). Bu nedenle pompalar tasarlanırken verim noktasındaki değerleri ya da tasarlanmış bir pompanın verim değerinde çalıştırılması gerekmektedir. Bu değer pompaya ait hidrolik performans, mekanik ve elektriksel (şebeke) güç ile elde edilmektedir. Genellikle pompalar bir elektrik motoruna bağlı çalıştıklarında elde edilen güç elektriksel güç olmaktadır. Bu nedenle pompa veriminin genel verimini ifade etmektedir.

Değişen kolon borusu uzunluklarında farklı verim değerleri elde edilmiştir. Verim değerlerinde artan kolon borusu uzunluğuna göre azalmalar meydana geldiği görülmektedir. Ortalama değerlerdeki

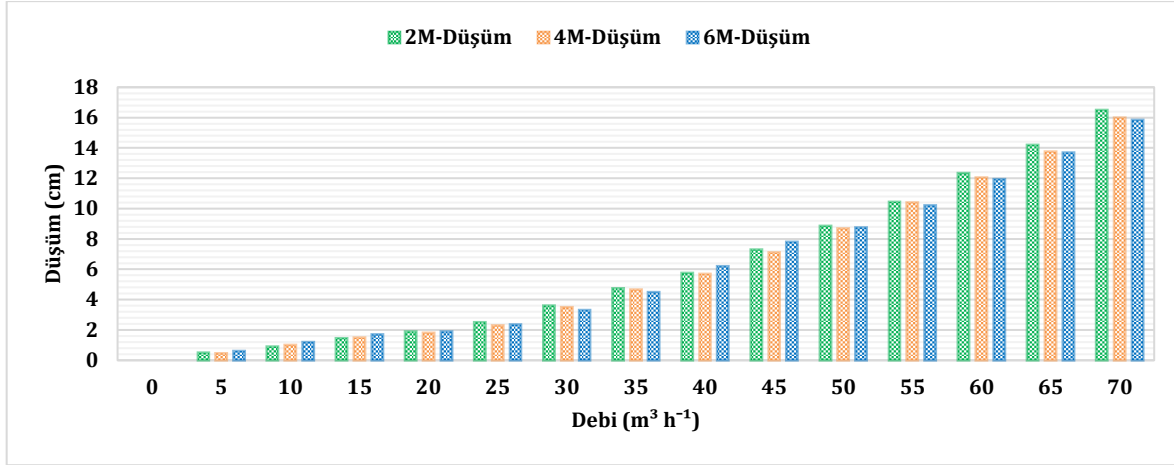
değişimlerin 2M kolon borusu referans alınır, 4M kolon borusunda %3.18 ve 6M kolon borusunda ise %5 olarak tespit edilmiştir. Verim değerlerinin verilmiş olduğu Şekil 6'da bulunan grafik incelendiğinde debinin her noktasında uzunluğa bağlı olarak azalmaların meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 6. Farklı kolon borusu uzunluklarında pompa verim değerleri

Verim değerlerinin kolon borusu uzunlukları ortalamaları (2M, 4M ve 6M) için 140 kPa basınç noktasında en yüksek değerleri elde edilmiştir. 2M kolon borusunun %43.664 ile en yüksek verim değerine sahip olduğu belirlenmiştir. 4M ve 6M kolon borularındaki verim değerleri ise sırasıyla %42.250 ve %42.357 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerde gerçekleşen verimlerde beklenen her kolon borusu artışı için güçte artma, verimde azalma olmasıdır. Fakat burada debi ve güce bağlı olarak 4M ve 6M kolon borularında uzunlukla verimin doğru orantılı olmadığı görülmektedir. En yüksek verim noktasındaki debi değerleri incelendiğinde 2M kolon borusu uzunluğunda 48.433 m³h⁻¹, 4M kolon borusu uzunluğunda 46.667 m³h⁻¹ ve 6M kolon borusu uzunluğunda ise 46.633 m³h⁻¹ değerleri ölçülmüştür. Etkili olan sürtünme kuvvetinin de hızdaki azalmaya bağlı kayıplardaki artış oranında güçte de bir azalma meydana getirdiği gözlemlenmiştir.

Düşüm değerleri debiye bağlı olarak değişmektedir. Artan debi değerlerinde statik ve dinamik su seviyelerin farkları artacaktır. Çalışmada düşümün debi ile değişimini Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Farklı kolon borusu uzunluklarında pompa dinamik seviye (düşüm) değerleri

Debi artışının kuyuların dinamik seviyelerindeki artışına etki ettiği görülmektedir. Bu durumda kolon borusu uzunluğunun artması pompa debisini azaltacağından düşümünde azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak bazı noktalarda bu durum değişmektedir. Bunun sebebi ise seviyelerdeki ölçüm esnasında suyun sürekli değişiklik göstermesi olarak açıklanabilir. En yüksek debi noktasındaki (70 m³h⁻¹) değerleri 2M kolon borusu uzunluğu için 16.5 cm, 4M kolon borusu için 16 cm ve 6M kolon borusu uzunluğu için ise 15.5 cm olarak değişmiştir (Şekil 7).

Debi, manometrik yükseklik, güç ve verim değerleri üzerinde yapılan varyans analizi sonucu, kolon borusu uzunluğundaki değişimin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur (P<0.01) (Tablo 3).

Tablo 3. Bağımsız değişkenler üzerinde yapılan varyans analizi

<i>Debi üzerine yapılan varyans analizi</i>					
	SD	KT	KO	F	P
Kolon borusu uzunluğu	2	6.3622	3.1811	954.33	0.000*
Hata	6	0.02	0.0033	---	---
Toplam	8	6.3822	---	---	---
*p<0.01					
<i>Manometrik yükseklik üzerine yapılan varyans analizi</i>					
	SD	KT	KO	F	P
Kolon borusu uzunluğu	2	0.00197839	0.00098920	555.19	0.000*
Hata	6	0.00001069	0.00000178	---	---
Toplam	8	0.00198908	---	---	---
*p<0.01					
<i>Güç üzerine yapılan varyans analizi</i>					
	SD	KT	KO	F	P
Kolon borusu uzunluğu	2	0.0029556	0.0014778	19.00	0.003*
Hata	6	0.0004667	0.0000778	---	---
Toplam	8	0.0034222	---	---	---
*p<0.01					
<i>Verim üzerine yapılan varyans analizi</i>					
	SD	KT	KO	F	P
Kolon borusu uzunluğu	2	3.7161	1.8581	161.46	0.000*
Hata	6	0.069	0.0115	---	---
Toplam	8	3.7161	---	---	---
*p<0.01					

Bağımsız değişkenleri için yapılan varyans analizine bağlı olarak elde edilen optimum verim değerlerindeki debi, manometrik yükseklik ve güç değerleri ile verim değerlerine ait ortalamalarının arasındaki farklılıklar Tablo 4'te görülmektedir. Kolon borusu uzunluklarına karşılık gelen ortalamaların pompa performans değerleri arasındaki en küçük önemli farklarda (LSD) verilmiştir.

Tablo 4. Optimum verim noktalarında bağımsız değişkenler üzerinde yapılan varyans analizine bağlı ortalamaların karşılaştırılması

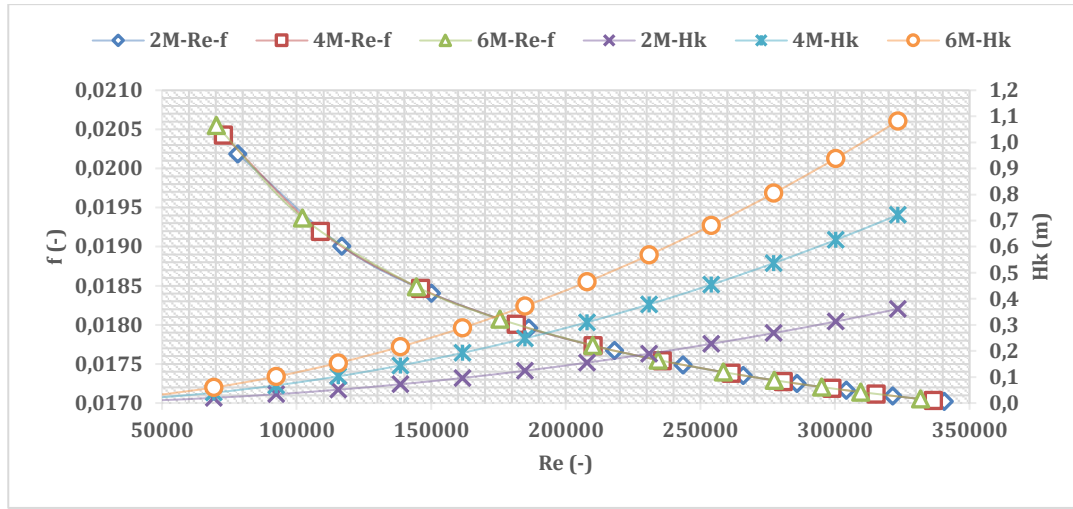
	<i>Kolon borusu uzunluğu</i>			
	2M	4M	6M	LSD
Debi ($m^3 h^{-1}$)	48.433 ^A	46.667 ^B	46.633 ^B	0.3261
Manometrik yükseklik (m)	15.459 ^A	15.426 ^C	15.431 ^B	0.0729
Güç (kW)	4.670 ^A	4.640 ^B	4.627 ^B	0.0498
Verim (%)	43.664 ^A	42.250 ^B	42.357 ^B	0.6052
LSD (0.05)				

Optimum verim noktalarındaki değerler incelendiğinde kolon borusu uzunluğunun artması tüm karakteristik değerlerinde azalma meydana geldiği ve istatistik açıdan bu değerlerin önemli olduğu gözlemlenmiştir. Pompa kolon borusu uzunluğunun artması ile debi, güç ve verim değerlerinde 2M kolon borusunun diğer uzunluklara göre önemli olduğu görülmüştür. Manometrik yükseklikte ise her bir uzunluktaki değerlerin birbirleri arasındaki farkların asgari düzeyde etkilediği tespit edilmiştir.

3.2. Sürtünme Kaybı

Derin kuyu pompa kolon borusu uzunluğunun artması ile kayıplarda belirli bir artış görülecektir. Kayıplar belirli hesaplamalara bağlı olarak elde edilen değerlerde hızın bir fonksiyonu olarak değişmektedir. Borularda akışkan ve boru özelliklerine bağlı olarak sürtünme kaybı hesaplanmaktadır. Sürtünme kayıpları pompanın hız bileşeni ve boru uzunluğu ile malzeme yapısına bağlıdır. Debi ve boru özelliklerine bağlı olarak Reynolds sayısı (Re), sürtünme katsayısı (f) ve yük kaybı hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değere ait grafik Şekil 8'de verilmiştir.

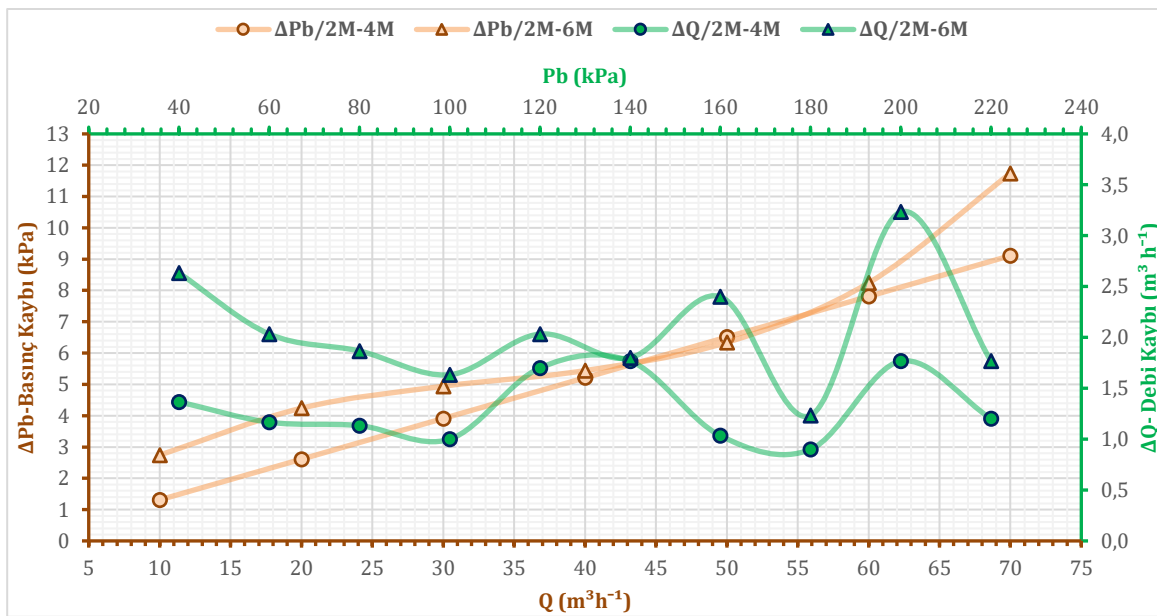
Denemelerde sabit basınç değerlerine göre ölçülen debi değerlerindeki farklılığa bağlı olarak elde edilen hız değerleri ile hesaplanan Reynolds sayısında azalmaya bağlı bir azalma görülmektedir. Elde edilen Reynolds sayılarının ($4000 < Re$) türbülanslı akış gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Türbülanslı akışlarda basınç ve yük kaybı bazı hesaplamalar ile mümkündür. Moody diyagramına bağlı olarak türetilmiş Moody denklemi ile pompa sürtünme katsayısı hesaplanmıştır. Sürtünme kaybı Reynolds sayısı ve hızın bir fonksiyonu olarak kolon borusu uzunluğunun artması ile bir artış gösterdiği görülmektedir (Kiijarvi, 2011).



Şekil 8. Reynolds sayısının sürtünme katsayısı ve yük kaybına bağlı değişimleri

Boru kayıplarında yaşanan basınç düşümü ve sürtünme kaybına bağlı olarak elde edilen değerler incelendiğinde boru uzunluğu arttıkça sürtünme kaybı ve basınç düşümünde artacağı gözlemlenmektedir. Reynolds sayısı hız ile doğru orantılı olduğundan artması ile yaşanacak sürtünme yük kaybı da artacaktır. Sürtünme katsayısı (f) değeri ise artan Reynolds sayısına göre azalmaktadır. Ayrıca her kolon borusu uzunluğu için elde edilen sürtünme katsayılarındaki değişim kolon uzunluğunun artması ile artmakta olduğu tespit edilmiştir. Sabit Reynolds ve f değerlerine karşılık gelen yük kayıpları Şekil 8' deki gibi değişiklik gösterecektir. Bu noktalar eşitliklerde artan kolon borusu uzunluğuna göre artma eğilimi gösterecektir. Sürtünme kaybı, kolon borusu uzunlukları arasındaki değişimin %3.87'den, %13.52'ye kadar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarının, değişmeyen çap ve pompa tipine bağlı olarak artan debi ile birlikte basınç kaybının artacağı bilinmektedir. Basınç değerlerinde elde edilen verilere bağlı değişen debinin her kolon borusu artışında azaldığı görülmektedir. Kolon borusu uzunluğundaki farklılıklar ise Şekil 9'daki gibi düzgün olmayan bir eğriye sahip olsa da uzunluğun artmasıyla beraber kayıp olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Pompa deneysel sonuçlarına göre kolon boruları arasındaki basınç ve debideki farklar

Pompa debi değerleri boru uzunluğuna bağlı olarak basınç kayıplarının (ΔP_b) değişimleri tespit edilmiştir. Sürtünme kaybının da düzgün olarak artacağını göstermektedir. Şekil 9'da debinin en yüksek olduğu noktalarda 2M-4M ve 2M-6M kolon borularının basınç düşüşündeki değerleri sırasıyla 9.11 kPa ve 11.74 kPa olarak elde edilmiştir. Debi değerlerindeki azalmalar ise grafikler dalgali bir şekildedir. Ancak her bir basınç noktasında farklı kolon boruları birbirleriyle kıyaslandığında azalmalar olduğu görülmüştür. Kolon borusu uzunluğuna bağlı debideki azalmalar incelendiğinde ise ($\Delta Q/2M-6M$) 200 kPa basınç değerindeki debinin % 12.47 olarak en yüksek değişiminin olduğu görülmüştür.

Kayıplar sabit debi değerlerinde ise debi artışı kolon borusu uzunluğunun artması ile basınç değerlerinde kayıplar meydana geldiği görülmüştür. Bu kayıplar debi değerlerinde olduğu gibi artan kolon borusu uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Kolon borusu uzunluklarının değişmesiyle elde edilen kayıp değerlerindeki azalmalar pompanın optimum verime karşılık gelen debide ($50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) sırasıyla 2M-4M arasında 6.51 kPa iken 2M-6M kolon boruları arasındaki basınç farkı ise 6.34 kPa olarak gerçekleşmiştir. Basınç kaybının kolon borularına göre oranlanarak elde edilmesi ile oluşturulan denklemlerde 2M-4M deki basınç farkının doğrusal bir eğilim izleyerek $\Delta P_b = 0.13x + 0.01$ ($R^2=1$), 2M-6M arasındaki farkı ise polinomsal olarak $\Delta P_b = 0.0001x^3 - 0.01x^2 + 0.38x - 0.16$ ($R^2=1$) tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

Kolon borusu uzunluğunun etkisi ile pompaj karakteristiklerinin de etkilendiği görülmektedir. Kapalı sistemler içerisinde taşınan akışkanlardaki sürtünme kayıplarının etkisiyle oluşan azalmalar, planlanan pompajın verimini düşürmektedir. Pompa tasarım noktasındaki değerlere göre kolon borusu uzunluğunun artması ile debide %3.72, manometrik yükseklikte %0.21, güçte %0.92 ve verimde ise %3.23 değerlerinde bir azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca verimin bir bileşkesi olan hidrolik güçteki değişiminde 2M-6M kolon boruları arasında azalmanın %4.1 olduğu belirlenmiştir. Kolon borusu uzunluğu arasındaki farkların fazla olmadığı bu çalışmada elde edilen değerlerdeki değişimlerinde önemli olduğu belirlenmiştir. Şekil 9'da görüldüğü gibi sürtünme kaybı etkisinin basınçta düzgün bir azalmaya neden olduğu ancak debi de ise değişen hızlar ile beraber kolon boruları aralarındaki farkların değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Hesaplanan sürtünme kaybının hızın bir fonksiyonu olduğu ve buradaki değerlerde düzgün bir artış gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ancak pratikte debi ve basınç değerlerindeki azalmaların hesaplamalar ile kıyaslandığında teorik olarak hesaplanan debi değişiminin pratikte farklı sonuçlar ortaya çıkaracağı unutulmamalıdır.

BİLGİLENDİRME

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik'te gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nin Özet ve Bildiri Kitabı'nda yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Alawee, W. H., Almolhem, Y. A., Yusuf, B., Mohammad, T. A., & Dhahad, H. A. (2020). Variation of coefficient of friction and friction head losses along a pipe with multiple outlets. *Water*, 12(3), 844. <https://doi.org/10.3390/w12030844>
- Baysal, K. (1979). *Tam santrifüj pompalar: hesap, çizim ve konstrüksiyon özellikleri*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Coronado-Hernández, Ó. E., Derpich, I., Fuertes-Miquel, V. S., Coronado-Hernández, J. R., ve Gatica, G. (2021). Assessment of steady and unsteady friction models in the draining processes of hydraulic installations. *Water*, 13(14), 1888. <https://doi.org/10.3390/w13141888>
- Çalışır, S., Şeflek, A. Y., ve Erkol, A. (2004). Sulama Pompaj Tesislerinde Pompa Seçimine Etki Eden Faktörler.
- Çalışır, S., ve Haciseferoğulları, H. (2008). Sulama pompaj tesislerinde enerji tüketimi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(44), 30-32.
- Çalışır, S. (2009). Sulamada pompaj tesisleri. Gazanfer Ergüneş (Editör), *Tarım Makinaları* (1. basım, ss. 351-413). Nobel Yayınları
- Çengel, Y. A., Cimbala, J. M., & Engin, T. (2008). *Akışkanlar mekaniği: temelleri ve uygulamaları*. Güven Kitabevi.
- Driscoll, F. (2010). Kuyu Hidroliği, Çeviri: Ali Faruk ÖZTAN, Jeoloji Yüksek Mühendisi *DSİ, Ankara*.
- Kiijarvi, J. (2011). Darcy friction factor formulae in turbulent pipe flow. *Lunowa Fluid Mechanics Paper*, 110727(2011), 1-11.
- Mokeddem, A., Midoun, A., Kadri, D., Hiadi, S., ve Raja, I. A. (2011). Performance of a directly-coupled PV water pumping system. *Energy conversion and management*, 52(10), 3089-3095. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2011.04.024>
- Orhan, N., Kurt, M., Özbek, O., & Şeflek, A. Y. (2021). Düşey Hidrolik Yükün Pompa İşletme Karakteristiklerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 344-352. <https://doi.org/10.30910/turkjans.837120>
- Schulz, H. (1977) *Die Pumpen Arbeitsweise. Berechnung, Konstruktion*, 13.
- TSE, Türk Standardları Enstitüsü. Pompalar-Düşey Milli Türbin, Eylül 1977, TS 514.
- TSE, Türk Standardları Enstitüsü. Pompalar-Dalgıç Pompalar, Aralık 1993, TS 11146.
- Yalçın, K. (1998). *Hacimsel ve Santrifuj Pompalar*, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Zeyu, Z., Junrui, C., Zhanbin, L., Zengguang, X., ve Peng, L. (2020). Approximations of the Darcy-Weisbach friction factor in a vertical pipe with full flow regime. *Water Supply*, 20(4), 1321-1333. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.048>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

In this study, the friction losses of the column pipe length that occur with the increase of the depth of the deep well pump was examined. The effects of different column pipe lengths (2M, 4M and 6M) on the pump characteristics of a submersible pump with the same column pipe diameter were investigated. The changes of friction loss, flow rate, pressure loss, manometric height, power and efficiency for each column pipe length were determined.

Methodology

The pump flow, pressure, power and drop values were measured and performance values of the pumps were determined according to the equations. Performance values were compared and evaluated. In addition, pump friction losses were calculated depending on the Reynolds number. Finally, the obtained flow and pressure values were compared separately at both constant flow and constant pressure, and the losses were revealed by taking the first column pipes as a reference.

Results and Conclusions

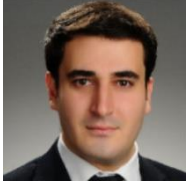
It is a fact that closed systems used in the transmission of fluids will be exposed to friction force. Speed and pressure losses will occur with the effect of friction loss. These losses will adversely affect pump performance values. There will be increases in losses depending on the length of the column pipes, which can be increased as a result of operating the pump deeper to provide the desired conditions. Accordingly, the power values to be obtained at constant flow rates also increase. The pressure drop values of the 2M-4M and 2M-6M column pipes at the highest flow points were obtained as 9.11 kPa and 11.74 kPa, respectively. Decreases in flow rates, on the other hand, show wavy graphs. However, when different column pipes were compared with each other at each pressure point, it was observed that there were decreases. When the decreases in flow rate depending on the length of the column pipe are examined ($\Delta Q/2M-6M$), it is seen that the flow at 200 kPa pressure has the highest change as 12.47%. The decrease in loss values obtained by changing the column pipe lengths was 6.51 kPa between 2M-4M, respectively, at the flow rate corresponding to the optimum efficiency of the pump ($50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$), while the pressure difference was 6.34 kPa between 2M-6M column pipes. Considering these situations, the necessary ways to reduce the friction force should be followed while designing.

To reduce friction and pressure losses in piping systems, following facts are important;

- Changes in flow rate,
- Increasing the pipe diameter for constant flow,
- Reducing the pipe length,
- The type of pipe material

Considering the existing lengths of deep wells, to reduce the energy input of the pumping, determination of the required well depth for the pump is essential.

Yazarların Biyografisi



Mehmet KURT

Selçuk Üniversitesi, Cihanbeyli Meslek Yüksekokulu, Tarımsal İşletmecilik Programında öğretim görevlisidir. Bulunduğu birimde halen görevine devam etmektedir. Uzmanlık alanı tarım makineleri, sulama makinaları, hidrolik-pnömatik ve sulama sistemleridir.

İletişim mehmet.kurt@selcuk.edu.tr
ORCID Adresi <https://orcid.org/0000-0002-9566-6627>



Kazım ÇARMAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü öğretim üyesidir. Bulunduğu birimde halen görevine devam etmektedir. Uzmanlık alanı tarım makinelerinin tasarımı, koruyucu toprak işleme uygulamaları, tarımda yapay zeka teknikleri.

İletişim kcarman@selcuk.edu.tr
ORCID Adresi <https://orcid.org/0000-0002-9860-7403>

Siirt Fıstık (*Pistachio vera L.*) Çeşidinin Yük Altındaki Davranışının Belirlenmesi

Determination of Siirt Pistachio (*Pistachio vera L.*) Behavior Under Load

Fatih Göksel Pekitkan^{1,*}, Reşat Esgici²

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

²Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Tarımsal Mekanizasyon Programı, Diyarbakır, Türkiye.

*Corresponding author (Sorumlu Yazar): F. G.Pekitkan, e-mail (e-posta): pekitkan@dicle.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 29.08.2022
Düzeltilme tarihi : 04.10.2022
Kabul tarihi : 06.10.2022

Anahtar Kelimeler:

Antep fıstığı
Kırılma direnci
Meyve kopma kuvveti
Kırılma enerjisi

Atf için:

Pekitkan, F. G., Esgici, R., (2022). "Siirt Fıstık (*Pistachio vera L.*) Çeşidinin Yük Altındaki Davranışının Belirlenmesi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(3): 189-197.

ÖZET

Türkiye, fıstık (*Pistachio vera L.*) üretimi bakımından İran ve Amerika'dan sonra dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Üretim miktarının % 91'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden sağlanmaktadır. Fıstık, bölge ekonomisi için büyük bir öneme sahiptir. Bölgede fıstık üretimi yoğun olarak Şanlıurfa, Gaziantep, Adıyaman ve Siirt illerinde yapılmaktadır. Siirt ilinde kendi ismiyle anılan Siirt fıstığının son yıllarda artan fiyatlara paralel olarak üretim alanlarında ve üretim miktarlarında büyük artışlar meydana gelmiştir. 2002 yılında 45.000 dekarlık alanda üretim yapılırken, 2018 yılında yaklaşık 7 kat artarak 300.000 dekara ve 2021 yılında ise 334.950 dekarlık alana çıkmıştır. Fıstık tarımında en önemli sorunların başında hasat işlemi gelmektedir. Hasat işlemi tamamen insan iş gücüne dayalı olarak elle yapılmaktadır. Hasat işlemi yaklaşık olarak bir ay sürmektedir. Bu da üretim maliyetlerini artırmaktadır. Bölgede mekanik hasat uygulamaları son derece sınırlıdır. Bu çalışmada Siirt fıstık çeşidinin mekanik hasadı için temel bazı parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı olgunluk dönemlerinde meyvenin daldan kopma kuvveti ile meyve ağırlıkları arasındaki değişimler incelenmiştir. Ayrıca, hasat döneminde olgunlaşmış tanelerin yük altında farklı pozisyonlarda kırılma kuvvetleri ve kırılma enerjisi değerleri ölçülmüştür. Kopma kuvveti için çekti basıya çalışan bir kuvvet ölçer kullanılırken (Model FG-20, Lutron Instrument), kırılma kuvvetleri için Llyod LRX marka biyolojik malzeme test cihazı kullanılmıştır. Sonuç olarak en düşük kopma kuvveti değerleri, hasat döneminde, 2.2-14.5 N arasında elde edilmiştir. Farklı yükleme pozisyonlarda yapılan yüklemelerde kırılma kuvvet değerleri bakımından önemli bir farklılık meydana gelmemiştir ($p<0.05$). En düşük kırılma enerjisi 41.80 Ncm olarak uzunlamasına yapılan yüklemede elde edilmiştir.

Article Info

Received date : 29.08.2022
Revised date : 04.10.2022
Accepted date : 06.10.2022

Keywords:

Pistachios
Fracture resistance
Fruit detachment force
Fracture energy

How to Cite:

Pekitkan, F. G., Esgici, R., (2022). "Determination of Siirt Pistachio (*Pistachio vera L.*) Behavior Under Load", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 18(3): 189-197.

ABSTRACT

Türkiye ranks third in the world in terms of pistachio (*Pistachio vera L.*) production after Iran and United States. 91% of the production amount is provided by the Southeastern Anatolia Region. Pistachio is of great importance for the regional economy. Şanlıurfa, Gaziantep, Adıyaman and Siirt provinces produce most pistachio in the region. In the province of Siirt, the production of pistachio, which is called Siirt pistachio, has increased in terms of production areas and production amounts with the increase in prices in recent years. While production was carried out on an area of 45.000 decars in 2002, it increased approximately 7 times in 2018 to 300.000 decars and in 2021 to an area of 334.950 decars. Harvest is one of the most important problems in pistachio agriculture. Harvesting is done by hand, dependent on labor. The harvesting process takes approximately one month. This increases production costs. Mechanical harvesting is limited in the region. In this study, it was aimed to determine some basic parameters for mechanical harvesting of Siirt pistachio cultivar. For this purpose, the changes between the detachment force of the fruit from the branch and the fruit weight were investigated in different maturity periods. In addition, the fracture forces and fracture energy values of the ripe grains under load were measured at different positions during the harvesting period. While a force gauge (Model FG-20, Lutron Instrument) was used for breaking force, Llyod LRX brand biological material testing device was used for fracture forces. As a result, the lowest breaking force values were obtained during the harvest period, ranging from 2.2-14.5 N. There was no significant difference in terms of breaking force values in loadings made at different loading positions ($p<0.05$). The lowest fracture energy was obtained as 41.80 Ncm in longitudinal loading.

1. GİRİŞ

Türkiye, Antep fıstığı (*Pistachio Vera L.*) üretimi bakımından İran ve Amerika'dan sonra dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Hem ülkemiz için hem dünya ticareti açısından stratejik öneme sahip bir üründür. Türkiye'nin toplam üretim miktarının % 91'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden sağlanmaktadır (Bilim ve Polat, 2006; Altuntas ve Mutlu, 2007; Polat vd., 2017; Aygün ve Gürsoy, 2020). Fıstık ülke ve bölge ekonomisi için büyük bir öneme sahiptir. Çoğu ailenin temel geçim kaynağını oluşturmaktadır. Bölgede fıstık üretimi yoğun olarak Şanlıurfa, Gaziantep, Adıyaman ve Siirt illerinde yapılmaktadır. Siirt ilinde kendi ismiyle anılan Siirt fıstığının fiyatlarındaki artışa paralel olarak üretim alanlarında büyük artışlar meydana gelmiştir. Örneğin 2002 yılında 45.000 dekarlık alanda üretim yapılırken, 2018 yılında yaklaşık 7 kat artarak 300.000 dekara ve 2021 yılında ise 334.950 dekarlık alana çıkmıştır (TUİK, 2022). Üretim alanlarındaki bu artışa rağmen mekanizasyon uygulamalarının gelişimine etkisi olmamıştır. Geleneksel üretim biçimi hakimdir.

Fıstık tarımında en önemli sorunların başında hasat gelmektedir. Bölgede mekanik hasat uygulamaları son derece sınırlıdır. Hasat işlemi büyük oranda insan iş güne dayalı olarak, daldaki fıstıkların elle toplanması şeklinde veya sırık kullanılarak yapılmaktadır. Bu yüzden hasat süreci yaklaşık olarak bir ay sürmektedir. Bu da işçi temininde sorunların yaşanmasının yanı sıra üretim maliyetlerini de artırmaktadır. Sırıkla yapılan hasatta meyve gözleri zarar görmektedir. Bir sonraki yılın meyvelerini oluşturacak olan karagözlerin (meyve gözü) zarar görmesi sonucunda ertesi yıl alınacak ürün miktarı önemli ölçüde azalabilmektedir (Atlı vd., 1999; İlikçioğlu vd., 2021; Sessiz ve Ozcan, 2006; Sessiz, 2005; Sessiz vd., 2008). Oysa, başta dünyanın en büyük üretici ülkelerinden birisi olan ABD ve üretim yapan AB ülkelerinde fıstık hasadı mekanik olarak yapılmaktadır. Bölgede fıstık tarımının mekanizasyonuna yönelik bazı çalışmalar yapılmasına rağmen halen hasadın elle yapılıyor olması bu konuda hasada yönelik çalışmaların yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada hasat için önemli parametrelerden farklı olgunluk düzeylerinde meyvenin daldan kopma kuvvetinin (F) meyve ağırlığına (g) oranı (F/g) belirlenmiştir. Ayrıca, hasat döneminde kabuklu meyvenin farklı yükleme pozisyonlarında kabuk kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi belirlenmiştir.

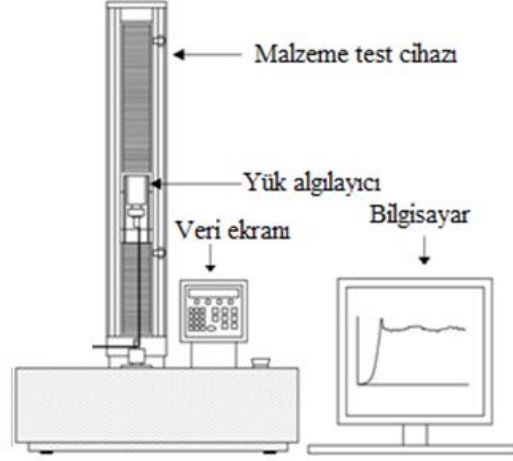
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Olgunlaşma sürelerine bağlı olarak daldaki kabuklu meyvelerin kopma kuvveti ve ağırlıklarının ölçümleri Siirt ilinde bir üreticiye ait fıstık bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Kopma kuvvetinin ölçülmesinde FG-20 Model Lutron marka çeki-basiya çalışan dijital kuvvet ölçer, kabuklu meyve ağırlıklarının tartım işlemlerinde 0.01 g hassasiyetli Vibra marka hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 1).

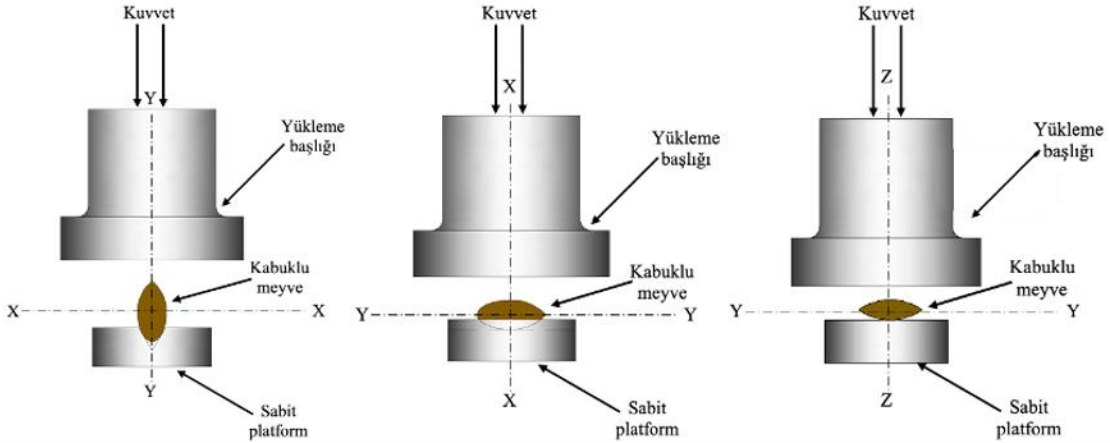


Şekil 1. Ölçümlerde kullanılan kuvvet ölçer, kumpas, terazi ve etüv

Kırılma kuvveti ve enerjisi değerleri için bahçeden alınan örnekler laboratuvara getirilerek +5 °C sıcaklıkta buzdolabında bir hafta muhafaza edilmiştir. Yük altındaki meyvelerin kırılma kuvveti ve enerjilerinin ölçülmesinde Lloyd LRX marka biyolojik malzeme test cihazı kullanılmıştır (Şekil 2). Ölçümler kabuklu fıstık meyvesine üç farklı eksende 100 mm dk⁻¹ sabit yükleme hızında yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Kırılma kuvvetinin ve enerjisinin ölçülmesinde kullanılan biyolojik malzeme test cihazı



Şekil 3. Kabuklu fıstık meyvesinin farklı pozisyonlarda yükleme testleri

Yükleme pozisyonlarına göre yük altındaki kırılma kuvveti ve enerjisi değerleri test cihazı tarafından ölçülmüştür. Denemeler 15 tekrarlı olarak yapılmıştır. Nem içeriğinin belirlenmesi için fırında kurutma yöntemi uygulanmıştır. Hasat döneminde bahçeden alınan örnekler ASABE (2006) standartlarına göre 24 saat 105 °C derecede etüvde kurularak nem içeriği belirlenmiştir. Ortalama nem içeriği % 55.02 (y.b.) olarak ölçülmüştür. Hasat döneminde ölçülen kabuklu fıstığın bazı fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Hasat döneminde (20 Eylül 2020) ölçülen kabuklu fıstığın bazı fiziksel özellikleri

Ortalama uzunluk, mm	26.75
Ortalama genişlik, mm	15.56
Ortalama kalınlık, mm	15.53
Tek meyve hacmi, cm ³	0.435
Kabuklu meyve ağırlığı, gr	2.74
Yığın hacim (bulk) ağırlığı, kg m ⁻³	496
Tek meyvenin (true) hacim ağırlığı, kg m ⁻³	960
Boşluk hacmi, %	48.33
(F/g), N g ⁻¹	3.79
Hasat dönemindeki nem içeriği, %y.b.	55.02

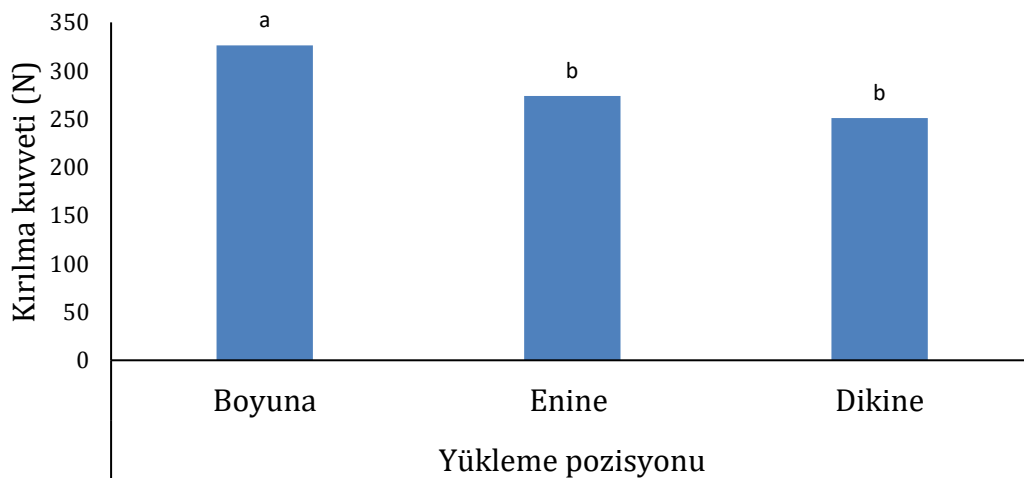
İstatistik analizler JMP Pro 13 paket programıyla yapılmıştır. Aralarındaki farkın belirlenmesi LSD testine göre $p < 0.05$ önem derecesine göre yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Üç farklı eksende yapılan yüklemelerde elde edilen kırılma kuvvetlerine ilişkin ortalama değerler Tablo 2 ve Şekil 4'te verilmiştir. Tablo ve şekilden görüleceği gibi kırılma kuvvetlerinin yüklenme pozisyonundan etkilendiği ve tanenin yük altında farklı davranış gösterdiği görülmektedir. Yükleme pozisyonlarına göre aralarındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli bulunmuştur. En yüksek kırılma değeri boyuna yüklenme pozisyonunda 326.10 N, en düşük değer dikine yüklemelerde 250.77 N olarak elde edilmiştir. Bu veriler fıstığın çıtlatılmasında yük altında farklı davranışlar gösterdiğini ve yüklenme pozisyonunun kabuğun kırılmasında önemli olduğunu göstermektedir.

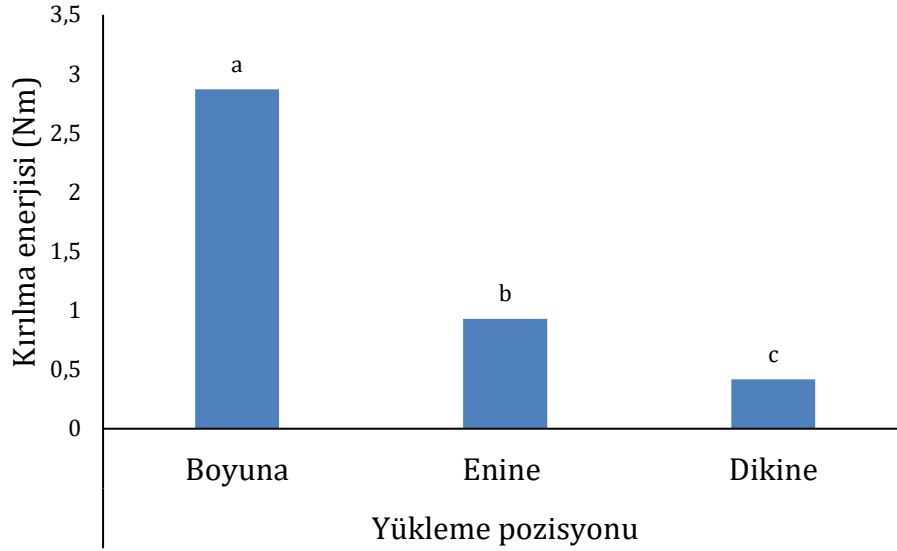
Tablo 2. Farklı yüklenme pozisyonlarına göre ortalama kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi değerleri

Yüklenme pozisyonu	Kırılma Kuvveti, N	Kırılma Enerjisi, Joule (Nm)
Boyuna	326.10 a	2.87 a
Enine	273.73 b	0.93 b
Dikine	250.77 b	0.41 c
Cv, %	23.22	41.46
LSD	24.04	0.213



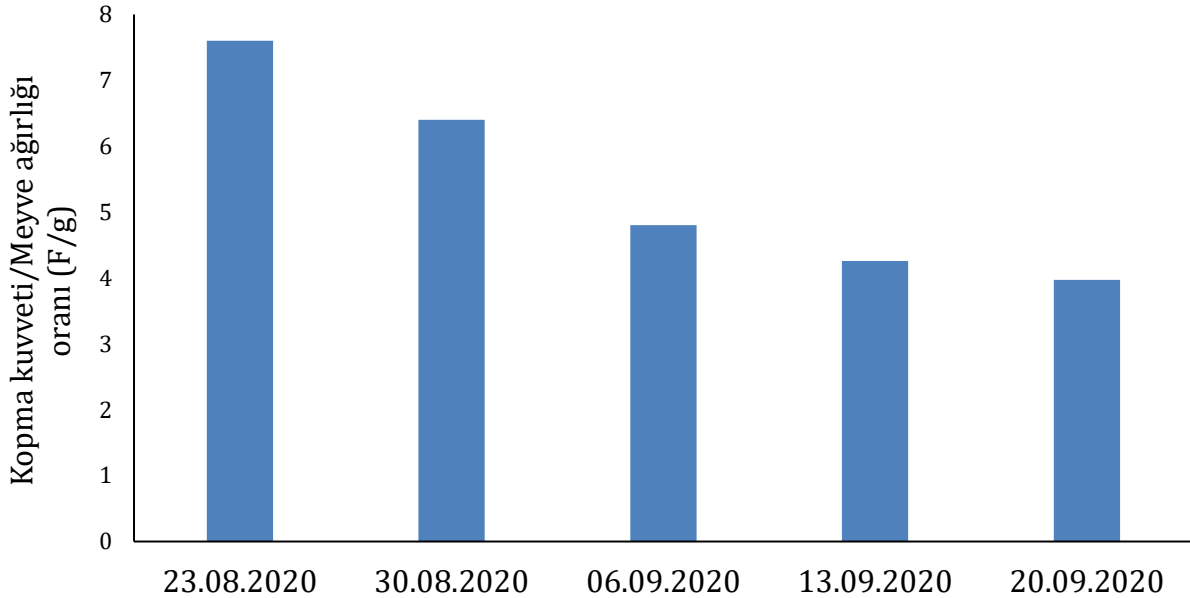
Şekil 4. Farklı yüklenme pozisyonlarına göre kırılma kuvveti değerlerinin grafiksel gösterimi

Yük altındaki pozisyonlarına göre ölçülen kırılma enerjisi değerleri Tablo 2 ve Şekil 5'te verilmiştir. Tablo ve şekilden görüldüğü gibi en yüksek kırılma enerjisi değeri boyuna yükleme durumunda 2.87 Joule olarak elde edilirken, onu sırasıyla enine (0.93 Joule) ve dikine pozisyonunda yükleme (0.41 Joule) izlemiştir. Yükleme pozisyonlarına göre aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kırılma kuvvetinde olduğu gibi kırılma enerjisi bakımından da boyuna yüklemede en yüksek değer elde edilmiştir. Bu değer enine yüklemeye göre yaklaşık 3 kat, dikine pozisyonuna göre 7 kat fazla olmuştur.



Şekil 5. Farklı yükleme pozisyonlarına göre kırılma enerjisi değerlerinin grafiksel gösterimi

Olgunlaşma zamanına bağlı olarak kabuklu fıstık meyvesinin daldan kopma kuvveti (N) ve kabuklu meyve ağırlığının (g) oranı olan (F/g) oranının değişimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Meyvelere ait kopma kuvveti değerlerinin meyve ağırlıklarına oranının (F/g) zamana bağlı olarak değişimi

Şekilden görüleceği gibi olgunlaşma zamanı artıkça F/g oranı azalmıştır. Yani meyvenin ağırlığı arttıkça, daldan kopma kuvveti azalış göstermiştir. 23 Ağustos 2020 tarihinde yapılan ölçümlerde bu oran 6.8 iken, hasat dönemi olan 20 Eylül tarihinde bu oran 3.97 olarak ölçülmüştür. F/g oranı ile meyve sapının uzunluğu ve kalınlığı arasında yakın bir ilişki vardır. Meyve ağırlığının arttığı bu sürede meyveyi dala bağlayan sap inceliyor zayıflamış, buna bağlı olarak da kopma kuvveti azalmıştır. Sessiz ve Esgici (2005)'ye göre bunun nedeni meyvenin sapa ve gövdeye tutunma yerinde oluşan kuruma ve sap kalınlığının incelmesidir. Polat vd. (2007) fıstık meyvesinin daldan kopma kuvvetinin meyve ağırlığına oranının (F/g) olgunlaşmayla birlikte azaldığını ve bu azalışın doğrusal olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuçta fıstık meyvesi için en uygun hasat zamanı, F/g oranının 6.8 N g⁻¹ olarak ölçüldüğü dönem olan Eylül ayının ilk haftasında gerçekleşmiştir. Bu değer Eylül ayının ilk haftasında ölçülen değer ile örtüşmektedir. İlikçioğlu vd. (2021) fıstık meyvesi için farklı oranlarda defoliant uygulaması yaparak meyvenin daldan ayrılma kuvveti ve meyve ağırlığı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlara göre uygulamalarda kullanılan Ethepon'un, meyvenin özellikle sapın dala bağlı olduğu kısımda yaşlanmayı hızlandırarak kopmayı kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir. En düşük kopma kuvvetini en yüksek uygulama hacmi olan 5.000 ppm'lik uygulamada elde etmişlerdir. Benzer durum Keçecioglu (1975) tarafından zeytin meyvesi için ifade edilmiştir. Polat vd. (2017) Siirt fıstık çeşidi için meyvenin daldan kopma kuvvetini ortalama olarak 315 N olarak ölçmüşlerdir. Bunun yüksek bir değer olduğunu ve bu yüzden mekanik hasat için yüksek frekanslarda titreşim uygulanması gerektiğini, ancak yüksek titreşimlerde yapılan sarsmalar sonucu ağaç dalının zarar görebileceğini belirtmişlerdir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada fıstık meyvelerinin farklı olgunluk düzeylerindeki meyvenin daldan kopma kuvvetinin (F) meyve ağırlığına (g) oranı (F/g) gibi hasat için önemli olan bir parametre incelenmiştir. Bunun yanında hasattan sonra kabuklu meyvenin farklı yükleme pozisyonlarında kabuk kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kırılma kuvveti açısından yükleme pozisyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu, dikine pozisyonda yapılan yükleme testlerinde en düşük kuvvet değeri ile (250.77 N) kırma işleminin gerçekleştiği, boyuna pozisyonda yapılan yükleme testlerinde ise en yüksek kuvvet değeri ile (326.10 N) kırma işleminin gerçekleştiği görülmüştür. Kırılma enerjisi açısından boyuna ve dikine pozisyonda yapılan testlerde fark çok daha belirgin olmuş, boyuna pozisyonda elde edilen kırma enerjisi değerinin sadece %14'ü dikine pozisyonda kırma işlemi için yeterli olmuştur.

BİLGİLENDİRME

Bu makalenin özeti, 07-09 Eylül 2022 tarihleri arasında Bilecik'te gerçekleştirilmiş olan 34. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nin Özet ve Bildiri Kitabı'nda yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Altuntas, E., ve Mutlu, A. (2007). Antepfıstığı (Pistaciavera L.) Kabuklu ve İç Meyvesinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007, 24(1), 19-25.
- ASABE Standards (2006). S358.2: 1:1 Measurement Forages. 52nd edn. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph MI.
- Atlı, H. S., Arpacı, S., Akgün, A., Özgüven, A. I. ve Özgüven, F. (1999). Bazı Antepfıstığı Çeşitlerinin Hasat Zamanının Saptanması ve Makineli Hasadın Uygulanabilme Durumunun Araştırılması. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bit. Kong. S.248 - 251. Ankara.
- Aygün, M. ve Gürsoy, S. (2020). Antep Fıstığı (Pistaciavera L.) Üretimi Yapan İşletmelerin Tarımsal Mekanizasyon Düzeylerinin Belirlenmesi: Türkiye, Siirt İli Örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 2020; 7(2): 136 - 142. 10.19159/tutad.675257
- Bilim, H. I. C. ve Polat, R. (2006). Antepfıstığı çıtlatma makinası tasarımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(3), 203-209.
- İlikçioğlu, E., Atlı, H. S. ve Çelik, F. (2021). Uzun ve Siirt Antepfıstığı çeşitlerinde hasat öncesi Ethephon uygulamasının hasat mekanizasyonuna etkisi. *Iğdır Üniv. Fen Bil Enst. Der.* 2021 11(1): 10-22.
- Keçecioglu, G. (1975). Atalet Kuvvet Tipli Sarsıcı ile zeytin hasatı imkanları üzerinde bir araştırma. (Research on olive harvesting possibilities with an inertia for treeshaker). Department of Agricultural Machinery, Agricultural Faculty, Ege university, Izmir, Turkey.
- Polat, R., Gezer, İ., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D. ve Bilim, H. C. (2007). Mechanical Harvesting of Pistachio Nuts. *Journal of Food Engineering*, 79: 1131-1135.
- Polat, R., Güner, M., Erdoğan, D., Gezer, İ., Atay, Ü. ve Aktaş, T. (2017). Determination of optimum shaking frequency and amplitude of prototype body shaker used for mechanical harvesting of pistachio. 45. *Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2017* (pp. 597-603).
- Sessiz A. ve Esgici, R. (2005). Determination of Agronomic Parameters of Green Olive Cultivars for Mechanical Harvest. 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 27-29 Eylül, İzmir.
- Sessiz, A. (2005). Physical Properties of Some Green Olive Cultivars. 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. 27-29 Eylül, İzmir.
- Sessiz, A. ve Ozcan, M. T. (2006). Olive removal with pneumatic branchshaker and abscission chemical. *Journal of Food Engineering*. 76: 148-153.
- Sessiz, A., Turgut, M. M. ve Pekitkan, G. (2008). Mechanization Properties of Siirt Cultivar Pistachio. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. 14-17 October 2008, Antalya-Turkey.
- TÜİK, (2022, Haziran 15). Türkiye İstatistik Kurumu istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction and Research Questions & Purpose

Turkey ranks third in the world after Iran and America in terms of pistachio (*Pistachio Vera L.*) production. Pistachio has a great importance for the economy of the country and the region. It is the main source of income for most families.

Harvest is one of the most important problems in pistachio agriculture. There are no mechanical harvesting practices. Harvesting is done entirely on the basis of human working days, by hand picking the fruits on the branch or using poles. Therefore, the harvesting process takes approximately one month. This increases the production costs as well as the problems in the supply of workers. Fruit buds are damaged in pole harvesting. As a result of the damage to the fruit buds that will form the fruits of the next year, the amount of product to be taken in the following year may decrease significantly. However, pistachio harvesting is done mechanically in the USA, which is one of the world's largest producer countries, and in the EU producing countries. Although some studies have been carried out on the mechanization of pistachio farming in the region, the fact that the harvest is still done by hand shows that the studies on this issue are insufficient.

In this study, the ratio of the breaking force (F) of the fruit from the branch to the fruit weight (g) (F/g) was determined at different maturity levels, which are important parameters for harvest. In addition, shell breaking force and fracture energy were determined at different loading positions of the shell fruit during the harvest period.

Methodology

Depending on the ripening times, the measurements of the breaking force and weight of the shell fruits on the branch were carried out in a pistachio orchard belonging to a producer in Siirt. FG-20 Model Lutron brand digital force gauge was used to measure the breaking force, and a Vibra brand precision balance with 0.001 sensitivity was used in the weighing processes of fruit weights. Lloyd LRX brand biological material testing device was used to measure the breaking force and energies of fruits under load. Measurements were made on the pistachio fruit at a constant loading speed of 100 mm/min in three different positions as longitudinal, transverse and vertical. According to the loading positions, the breaking force and energy values under load were automatically measured by the device. The average moisture content was measured as 55.02%. Some physical properties of in-shell pistachios measured during the harvest period were given.

Results and Conclusions

In this study, an important parameter for harvest such as the ratio of the breaking force (F) of the fruit at different maturity levels to the fruit weight (g) of the pistachio fruits (F/g) was investigated. In addition, after harvest, the values of skin breaking force and breaking energy were determined at different loading positions of the fruit. According to the results obtained, it has been seen that the loading position is statistically significant in terms of the breaking force, the crushing process is performed with the lowest force value in the loading tests performed in the vertical position, and the crushing process is realized with the highest force value in the loading tests performed in the longitudinal position. In terms of fracture energy, the difference was much more pronounced in the tests performed in the longitudinal and vertical positions, and only 14% of the crushing energy value obtained in the longitudinal position was sufficient for crushing in the vertical position.

Yazarların Biyografisi



Fatih Göksel PEKİTKAN

2002 yılında Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu. 2006-2015 yılları arasında Dicle Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. Halen Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyeliği görevine devam etmektedir.

İletişim

pekitkan@dicle.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0002-7791-7963>



Reşat ESGİCİ

1991 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu. 1995-2012 yılları arasında Dicle Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi olarak görev yaptı. Halen Dicle Üniversitesi, Bismil meslek Yüksekokulu'nda Öğretim Üyeliği görevine devam etmektedir.

İletişim

resgici@dicle.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0003-3875-5647>