

TARIM MAKİNALARI BİLİMİ DERGİSİ
(Journal of Agricultural Machinery Science)

2018 CİLT (VOLUME) 14 SAYI (NUMBER) 3

Sahibi (President)
Tarım Makinaları Derneği Adına (On Behalf of Agricultural Machinery Association)
Prof. Dr. Harun YALÇIN

EDİTÖRLER KURULU (Editorial Board)	
Prof. Dr. Harun YALÇIN	Prof. Dr. Kamil EKİNCİ
Prof. Dr. Vedat DEMİR	Prof. Dr. Abdullah SESSİZ
Prof. Dr. Bülent ÇAKMAK	Prof. Dr. Ahmet ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YÜRDEM	Doç. Dr. Selçuk ARSLAN
Doç. Dr. Hüseyin GÜLER	Doç. Dr. Yeşim BENAL ÖZTEKİN
Doç. Dr. Tuncay GÜNHAN	

Bilimsel Danışma Kurulu (Scientific Advisory Board)	
Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR, <i>Ankara Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Ali AYBEK, <i>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Erdem AYKAS, <i>Ege Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Kazım ÇARMAN, <i>Selçuk Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Ali BAYAT, <i>Çukurova Üniversitesi</i>	Prof. Dr. M. Arif BEYHAN, <i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN, <i>Adnan Menderes Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Recep KÜLCÜ, <i>Isparta Uyg. Bilimler Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM, <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Mehmet TOPAKÇI, <i>Akdeniz Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Habip KOCABIYIK, <i>Çanakkale Onsekiz Mart Üniv.</i>	Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM, <i>Harran Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Abdullah SESSİZ, <i>Dicle Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR, <i>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Ö. Faruk TAŞER, <i>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi</i>	Prof. Dr. Muharrem KESKİN, <i>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi</i>
Prof. Dr. Halil ÜNAL, <i>Uludağ Üniversitesi</i>	Dr. Öğr. Üyesi Tanzer ERYILMAZ, <i>Yozgat Bozok Üniversitesi</i>

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.)

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.)

Yazışma Adresi

(Correspondence Address)

Tarım Makinaları Derneği
1462. Sok. No:33 Alsancak – İzmir / Türkiye
tarmak@mail.ege.edu.tr
<http://www.tarmakder.org.tr>
Tel / Faks: +90.232.342 76 42

2018 CİLT 14, SAYI 3 Bilimsel Hakemleri
(2018 VOLUME 14, NUMBER 3 Scientific Referees)

Ahmet Kamil BAYHAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Ahmet Konuralp ELİÇİN	Dicle Üniversitesi
Ahmet KÜRKLÜ	Akdeniz Üniversitesi
Ali VARDAR	Uludağ Üniversitesi
Arda AYDIN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Arzu YAZGI	Ege Üniversitesi
Bahattin AKDEMİR	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Biröl KAYIŞOĞLU	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Bölent EKER	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Can ERTEKİN	Akdeniz Üniversitesi
Ebubekir ALTUNTAŞ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversite
Gazanfer ERGÜNEŞ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversite
Halil ÜNAL	Uludağ Üniversitesi
Hamdi BİLGİN	Ege Üniversitesi
İlknur ALİBAŞ	Uludağ Üniversitesi
Kubilay Kazım VURSAVUŞ	Çukurova Üniversitesi
Saadettin YILDIRIM	Adnan Menderes Üniversitesi
Selçuk ARIN	Selçuk Üniversitesi
Tuna DOĞAN	Adnan Menderes Üniversitesi
Türker SARAÇOĞLU	Adnan Menderes Üniversitesi
Vedat DEMİR	Ege Üniversitesi
Yahya ULUSOY	Uludağ Üniversitesi
Yurtsever SOYSAL	Mustafa Kemal Üniversitesi
Zeliha Bereket BARUT	Çukurova Üniversitesi

Tarandığı İndeksler / Indexing

Google Scholar

İçindekiler (Contents)

- Regresyon Tekniği Kullanılarak Kenger (*Gundelia Tournefortii*) Tohumlarının Sürtünme Özelliklerinin Farklı Yüzeyler İçin Belirlenmesi** 143-148
*Determination of Friction Characteristics of Kenger (*Gundelia tournefortii*) Seeds by Using Regression Technique for Various Surfaces*
Abdullah SESSİZ, F. Göksel PEKİTKAN, Reşat ESGİCİ, Emin GÜZEL
- Şeftali (*Prunus persica* L.) Posasının Farklı Sıcaklıklarda Kuruma Parametrelerin Belirlenmesi** 149-156
*Determination of Drying Parameters of Peach (*Prunus persica* L.) Pomace at Different Temperatures*
Hakan POLATCI, Muhammed TAŞOVA, Onur SARAÇOĞLU, Onur TAŞKIN
- Türkiye'deki Tarla Pülverizatörü İmalatçılarında Genel Bir Bakış** 157-162
An Overview of the Field Sprayer Manufacturer in Turkey
Ali BAYAT, Medet İTMEÇ
- Alçak ve Yüksek Süt Hatlı Sağım Sistemlerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Memebaşı Ucu Vakum Basıncına Etkisi** 163-169
Effect of the Changes in Working Vacuum and Milk Flow Rate on the Liner Vacuum in Low and High Line Milking Systems
Halil ÜNAL, Feridan ÖZGÜR, Ayşe Sevcan BİLGİN, Şilan URAL
- Güneş Enerjisi Destekli Manyetik Alan Takip Edebilen Sera İçi Taşıyıcı Araç Prototipinin Oluşturulması** 171-177
Solar Energy Assisted Magnetic Field Tracker Greenhouse Carrier Vehicle Prototype Creation
Beran ADAY, Can ERTEKİN
- Sarımsak Dikim Makinelerinde Kaşıkçık Tipinin Dikim Performansı Üzerine Etkisinin ve Uygun Kaşıkçık Tipinin Araştırılması** 179-187
Investigation of the Effect over Planting Performance of Spoon Types and Appropriate of Spoon Types for Garlic Planting Machine
Yeşim TÜFEKÇİ, Buse ÇAKIR, Bahattin AKDEMİR
- Traktörle Arazide Çalışmada Yerinde Yakıt Tüketiminin Ölçülebilirliği** 189-192
Measurability of Fuel Consumption in Working Fields by Tractor
Muammer YALÇIN, Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU
- Şeftali Budama Artıklarından Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Yararlanma İmkânlarının Araştırılması** 193-198
Investigate the Possibilities of Using Peach Pruning Residue as a Renewable Energy Source
Mahmut DOK, Mustafa ACAR, Ayşegül EFENDİOĞLU ÇELİK, Gülhan ATAGÜN, Ufuk AKBAŞ
- Tarımsal Üretimde Enerji Kullanımı ve Çevresel Etkiler İçin Sürdürülebilirlik Göstergeleri** 199-204
Sustainability Indicators for Energy Use and Environmental Impacts in Agricultural Production
H. Hüseyin ÖZTÜRK, H. Kaan KÜÇÜKERDEM, Nusret MUTLU, Zinnur GÖZÜBÜYÜK, Ümran ATAY

Regresyon Tekniği Kullanılarak Kenger (*Gundelia Tournefortii*) Tohumlarının Sürtünme Özelliklerinin Farklı Yüzeyler İçin Belirlenmesi

Abdullah SESSİZ^{1*}, F. Göksel PEKİTKAN¹, Reşat ESGİCİ², Emin GÜZEL³

¹DÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

²DÜ Bismil Meslek Yüksekokulu Tarım Makinaları Programı, Diyarbakır

³ÇÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar e-posta: asesiz@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Kenger bitkisi (*Gundelia tournefortii*) doğada kendiliğinden yetişen dikenli bir bitkidir. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu bölgesi olmak üzere çoğu Anadolu illerinde ve ayrıca Ortadoğu ülkelerinde yetişmektedir. Hem yeşil hemde kök kısmı insanlar tarafından yiyecek olarak tüketilmektedir. Ayrıca süt ve süt kalitesini arttırdığı için hayvanlar tarafından severek tüketilmektedir. Bunların yanı sıra kengerin kök ve tohumları ilaç sanayisi ve sakız üretiminde kullanılmaktadır. Bu yüzden gelecekte potansiyeli yüksek olan bir endüstri bitkisidir. Endüstriyel bir bitki olarak dikkate aldığımızda bazı mühendislik özelliklerinin bilinmesinde yarar vardır. Bunlardan birisi ürünün tanesinin sürtünme özellikleridir. Sürtünme özellikleri özellikle taşıma, depolama, temizleme ve hasat ekipmaları gibi yapıların tasarımında kullanılan önemli verilerdir. Sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayıları kullanılan yüzey malzemesi, ürün nem içeriği, yüklenme durumu ve çekilme hızı gibi parametrelere bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmanın amacı farklı yüzeye sahip malzemeler için farklı çalışma koşullarında sürtünme özelliklerini belirlemek ve kullanılan her bir malzeme için çoklu regresyon tekniği kullanılarak matematiksel eşitlikler geliştirmektir. Çalışmada; galvanizli sac, PVC, krom ve kavuçük kullanılmıştır. Her bir malzeme için sürtünme özellikleri %9.60, %16.20, % 31.30 ve % 42.3 nem içeriklerinde, normal yüklenme ağırlığının yanısıra 1.5, 2.0 ve 2.5 kg ilave ağırlıklar ve 5, 10, 15, 20, 25 ve 50 mms⁻¹ olmak zere 6 farklı çekilme hızlarında yürütülmüştür.

Anahtar kelimeler: kenger bitkisi, sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı, tasarım.

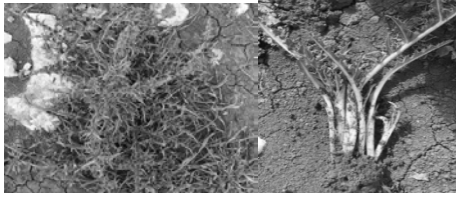
Determination of Friction Characteristics of Kenger (*Gundelia tournefortii*) Seeds by Using Regression Technique for Various Surfaces

Abstract: Kenger (*Gundelia tournefortii*) is a thorny plant that grows in nature. It is grown especially in the Southeastern Anatolia region, most Anatolian provinces and also in the Middle East countries. Both green and root parts are consumed by people as food. It is also consumed by animals as it increases milk and milk quality. Besides these, kenger root and seeds are used in the pharmaceutical industry and in the production of chewing gum. Therefore, it is an industrial crop with high potential in the future. When considered as an industrial crop, it is useful to know some engineering properties of the kenger. One of the important engineering features is the frictional properties of the product. Friction properties are important data that use in the design of structures such as especially transportation, storage, cleaning and harvesting equipment. Frictional force and friction coefficients vary depending on parameters such as contact surface, product moisture content, loading condition and sliding velocity. The objective in this study is to determine friction properties of Kenger seeds (*Gundelia tournefortii*) at different working conditions for different surface materials and develop mathematical equations using multiple regression techniques for different surface material. Galvanized sheet, PVC, chrome and rubber were used as surface materials in the study. Friction properties for each surface material were determined with additional weights of 1.5, 2.0, 2.5 kg, at moisture contents of 9.60, 16.20, 31.30, 42.3 %, at sliding velocities of 5, 10, 15, 20, 25, 50 mms⁻¹.

Key words: Kenger seed, friction coefficient, sliding velocity, contact surface, design

GİRİŞ

Kenger (*Gundelia tournefortii*) Güneydoğu Anadolu bölgesi başta olmak üzere Türkiye'nin farklı bölgelerinde doğada kendiliğinden yetişen dikenli bir bitkidir (Şekil 1). Bu bitkinin hem yeşil kısmı hemde toprak altında kalan kökleri insanlar tarafından yiyecek olarak farklı şekilde tüketilmektedir.



Şekil 1. Kenger Bitkisi

Bölgede hayvancılık yapan çiftçiler tarafından kenger bitkisinin hem yeşil aksamı hem kuruyan kısmının hemde kenger tohumlarının hayvan süt üretimini ve kalitesini arttırdığı ifade edilmektedir. Bu yüzden kenger bitkisinin yeşil kısmı, kurumuş yaprakları, saplar ve tohumları hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Bölgede Mart-Nisan ayında ortaya çıkan ve yazın doğru sararan kenger bitkisinin saplı kısmı tohum bağladıktan sonra çiftçiler tarafından ya doğadan toplanarak ya da hayvanlarını o bölgede otlatarak bu bitkiden yem olarak yararlanmaktadır. Bu bitkinin diğer bir özelliği bitkisel ilaç ve sakız üretiminde değerlendiriliyor olmasıdır. Bundan dolayı bitkiye olan talep sürekli artmaktadır. Dolayısıyla bu bitkinin hem insanlar hemde hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmesinin yanısıra endüstriyel bir bitki olma özelliğini de taşıdığından bundan daha etkin bir şekilde yararlanmak için bitki tohumlarının hasat-harman, temizleme, ayırma ve depolama koşulları için tohumların bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin bilinmesinde yarar vardır. Taneli ürünlerin önemli özelliklerinden bazıları ürünün sürtünme kuvveti, farklı yüzeylerde sürtünme katsayıları ve sürtünme enerjisi gibi özellikleridir. Çünkü bu özellik tarım makinaları ve ekipmanlarının tasarımında ve üretiminde dikkate alınan önemli bir özellik olarak da bilinmektedir (Kashaninejad ve ark., 2008, Güzel, 1996). Bu özellikler hem araştırmacılar hem makina üreticileri hem de gıda sanayii sektörü için bilinmesi gerekli olan yararlı parametrelerdir (Nesvadba ve ark., 2004; Sessiz ve ark., 2007; Lorestani ve ark., 2012; Kaliniewicz, 2013; Kaliniewicz ve ark., 2015; Ghodki ve Goswami, 2016). Bu yüzden

enerji gereksinimlerini azaltmak ve üretim maliyetini düşürmek için bu tür parametrelerin dikkate alınmasında yarar vardır. Statik ve kinetik sürtünme kuvveti ve bunlara bağlı olarak hesaplanan sürtünme katsayıları farklı yüzeylerde belirlenmesi bu nedenle önemlidir. Çünkü malzemelerin yüzey özellikleri farklı sürtünme direnci gösterebilmektedir. Sürtünme statik ve dinamik duruma göre değişmektedir. Genel olarak statik sürtünme değerleri kinetik olana göre daha yüksektir. Bu değer % 25 civarında olduğu ifade edilmektedir (Blau, 2001). Ancak, sürtünme özellikleri ürün nem içeriği, yüzey malzemesi ve koşulları, taşıma veya depolama sırasında uygulanan basınç ve ürünün yüzey malzemesi üzerinde çekilme hızlarına bağlı olarak değişmektedir (Mohsenin, 1986; Shinnors ve ark., 1991; Öztürk ve Sabahoğlu., 1994; Beyhan ve ark., 1994; Puchalski ve ark., 2003; İbrahim, 2008; Çalışkan ve Vursavuş., 2009; Bakhtiari ve ark. 2011; Sologubik ve ark 2013; Shafaei ve Kamgar, 2017). Çünkü tarımsal amaçlı kullanılan taşıma, depolama, ayırma, temizleme yapılarında kullanılan malzemeler farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle sürtünme kayıplarını azaltmak ve verimliliği artırmak için değişik yüzeyler için sürtünme özelliklerinin farklı koşullarda belirlenmesi bu tür yapıların tasarımı için önemlidir (Mohsenin, 1986; Amin ve ark., 2005; Unal ve ark., 2009; Nyendu ve ark., 2014; Obi ve Offorha., 2015; Mir ve ark., 2013; Shafaei ve Kamgar, 2017). Sürtünme konusunda çok çalışma olmasına rağmen kenger bitkisinin tohumlarının sürtünme özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, gelecekte bu bitkiden farklı şekilde yararlanma ve sanayi sektöründe değerlendirilmesi için bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın amacı doğada kendiliğinden yetişen Anadolu'da kenger olarak bilinen bitkinin tohumlarının sürtünme kuvvetini ve katsayılarını farklı malzeme yüzeyleri kullanılarak nem, uygulama basıncı ve çekilme hızlarına bağlı olarak belirlemek ve elde edilecek verilerin değerlendirilmesi sonucunda çoklu regresyon eşitliklerini geliştirmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda Kenger tohumları 2017 yılında Diyarbakır ili, Silvan ilçesinde doğada kendiliğinden yetişen bitkilerden sağlanmıştır (Şekil 2). Tohum elde etmek için kurumuş kenger bitkisi doğadan toplanmış ve harman makinasıyla

harmanlanmıştır. Harmanlamadan sonra tohumların içindeki yabancı maddeler uzaklaştırılarak temizlenmiştir. Temizlenen tohumalardan farklı nem elde etmek için 4 gruba ayrılmıştır. Sürtünme deneyleri Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür.



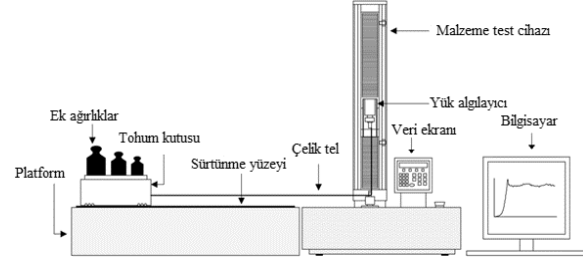
Şekil 2. Kenger Tohumları (*Gundella tournefortii*)

Deneylere başlamadan önce ve sonra tohum nem içerikleri ölçülmüştür. Nem içerikleri ASAE 352.2 standartlarına göre belirlenmiştir (ASABE, 2008). Her test düzeyi için 25 gramlık örnekler 3 tekrarlı olarak tartılmış ve 103°C'de 24 saat fırında kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutmadan sonra örnekler tekrar tartılarak tohum nem içerikleri belirlenmiştir. Farklı nem elde etmek amacıyla denemelere başlanmadan önce tohumlara spreyle su püskürtülmüş ve homojen olarak karıştırılmıştır (Deshpande ve ark.,1993; Masoumi ve Tabil, 2003; Dursun ve Dursun, 2005; Sessiz ve ark., 2007; Fathollahzadeh ve ark., 2008; Unal ve ark., 2009; Figueiredo ve ark., 2011; Ndukwu ve Ejirika, 2016).

Statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerinin belirlenmesinde 4 farklı malzeme (Galvanizli sac, PVC, Krom ve Kavuçuk) kullanılmıştır. Kullanılan her malzeme için sürtünme deneyleri 4 farklı nem içeriğinde (%9.60, %16.20, %31.30 ve %42.3), 3 farklı ek yükleme kuvvetinde (15, 20 ve 25 N) ve 6 farklı çekilme hızlarında (5, 10, 15, 20, 25 ve 50 mms⁻¹) yürütülmüştür.

Sürtünme özelliklerini belirlemek için Şekil 3'de görülen test düzeneği özel olarak yapılmış ve kullanılmıştır. Tohumların konulduğu kutunun alt kısmı açık bırakılmış ve yüzeye temasını önlemek için kutunun altına raylı bir düzenek oluşturulmuştur. Tohum kutusu 250 x 250 x 90 mm³ boyutlarında olup, tohumların yüzeyler üzerinde çekilme işlemi ve sürtünme kuvvetlerinin ölçümü Şekil 3'de görülen

çeki-basiya çalışan 2500 N kapasiteye sahip Llyod marka test cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Sürtünme Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Düzenek ve Malzeme Test Cihazı

Her yüzey malzemesi için yapılan testlerin verileri cihaz tarafından otomatik olarak kuvvet-yerdeğiştirme grafikleri şeklinde kaydedilmiştir. Çekilme işlemi 50 cm'lik mesafede kutunun karekete başladığı en yüksek kuvvet değeri statik sürtünme kuvveti olarak, pikten sonra düşen ve normal hareket halinde ölçülen ortalama sürtünme değerleri kinetik sürtünme kuvveti olarak dikkate alınmıştır. Statik ve kinetik sürtünme kuvveti değerler için 50 ölçümün ortalaması bir tekerrür olarak hesaplanmıştır.

Statik ve kinetik sürtünme katsayıları testler sonucunda elde edilen statik ve kinetik sürtünme kuvvetleri kullanılarak aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Güzel ve ark. 1996; Chandrasekar ve Viswanathan, 1999; Blau, 2001; Balasubramanian, 2001; Amin ve ark., 2004; Kaleemullah ve Gunasekar, 2002; Sessiz, 2005; Çalışkan ve Vursavuş., 2009; Aviara ve ark., 2014. Guzel ve Derici, 2015).

$$\mu_s = \frac{F_s}{W} \quad (1)$$

$$\mu_k = \frac{F_k}{W} \quad (2)$$

Burada,

F_s : Statik sürtünme kuvveti (N)

F_k : Kinetik sürtünme kuvveti (N)

μ_s : Statik sürtünme katsayısı.

μ_k : Kinetik sürtünme katsayısıdır.

W : Kutu ağırlığı + tohum ağırlığı + ilave edilen ağırlık (N).

Seçilen parametreler arasındaki farkın önemini istatistiksel olarak ortaya koymak için MSTATC istatistik programı kullanılmıştır. Sonuçlar , üç faktörlü tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak varyan analizine tabi tutulmuştur. Bağımsız

parametreler olarak seçilen nem, yüklenme kuvveti ve çekilme hızlarının kısmi regresyon katsayılarının belirlenmesinde Microsoft Excel 2010 programı kullanılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda elde edilen kısmi regresyon katsayıları kullanılarak linear regresyon denklemleri (Matematiksel modeller) oluşturulmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Denemelerde kullanılan malzemeler için oluşturulan sürtünme kuvvetinin regresyon eşitlikleri ve çoklu regresyon katsayıları Çizelge 1’de toplu olarak verilmiştir. Regresyon analizleri sonucunda bağımsız parametre olarak seçilen nem içeriği, ek yükleme kuvveti ve çekilme hızlarının sürtünme kuvveti üzerine etkisi $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca bu değerlerin doğruluğunu istatistiksel olarak teyit etmek amacıyla elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş olup, bağımsız parametrelerin sürtünme kuvveti üzerine etkisi $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu nedenle regresyon eşitlikleri oluşturulurken tüm bağımsız parametrelerin kısmi regresyon katsayıları ve çoklu regresyon katsayıları (R) dikkate alınmıştır. Oluşturulan tüm eşitliklerde kısmi regresyon katsayıları pozitif olan bağımsız parametrelerin statik sürtünme kuvvetine etkisi artırıcı yönde olurken, negatif katsayıya sahip parametrelerin etkisi azaltıcı yönde olmuştur. Bağımsız parametrelerden çekilme hızının krom ve PVC malzemeler için sürtünme kuvvetine olan etkisi azaltıcı yönde olurken, hızın dışındaki diğer tüm parametrelerin etkisi artırıcı yönde olmuştur. Diğer malzemelerin tümünde nem, yüklenme kuvveti ve çekilme hızının etkisi artırıcı yönde olmuştur. R değerlerinden görüleceği gibi aralarındaki korelasyon da oldukça yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla tüm kısmi regresyon katsayıları pozitif olarak elde edilen kauçuk ve galvanizli sac malzemede sürtünme kuvveti değerleri krom ve PVC’ye göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 1. Statik Sürtünme Kuvveti (Fs) İçin Oluşturulan Regresyon Eşitlikleri ve R Değeri.

Malzeme	Regresyon eşitlikleri	R
Galvanizli sac	$F_s = 13.285 + 3.686N + 2.19 UK + 0.00906 H$	0.796
Krom	$F_s = 3.062 + 6.574 N + 1.801 UK - 0.1998 H$	0.942
PVC	$F_s = 9.94 + 4.32 N + 2.291 N - 0.1064 H$	0.858
Kauçuk	$F_s = 1.0714 + 8.765 N + 3.379 UK + 0.3177 H$	0.868

N: Tohum nem içeriği (%), UK: (Uygulanan ek kuvvet (N), H: Çekilme hızı (mms⁻¹))

Örneğin galvanizli sac malzeme için eşitlikte yer alan tohum nem içeriği ve yüklenme kuvvetinin sabit tutulması durumunda çekilme hızının bir birim artışı sürtünme kuvvetini 0.00906 kadar azaltmıştır.

Kinetik sürtünme kuvveti için oluşturulan regresyon eşitlikleri ve R değerleri ise Çizelge 2 ‘de verilmiştir. Regresyon analizleri sonucunda bağımsız parametre olarak seçilen nem içeriği, ek yükleme kuvveti ve çekilme hızlarının kinetik sürtünme kuvveti üzerine etkisi de $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelgeden görüleceği gibi krom ve PVC malzemelerde kinetik sürtünme kuvvetine hızın etkisi negatif yönde olurken diğer bağımsız parametrelerden tohum nem içeriği ve ek kuvvet yüklenmesinin sürtünme kuvveti üzerine etkisi artırıcı yönde olmuştur. Kinetik sürtünme kuvveti statik sürtünme kuvvetine göre daha düşük olmuştur. Statik durumda olduğu gibi kinetik durumdada sürtünme kuvveti yüksek olan kauçuk ve galvanizli sac malzemede hızın etkisi pozitif yönde olduğundan krom ve PVC malzemeye göre sürtünme değerleri daha yüksektir. Bu eşitliklere göre statik sürtünme olduğu gibi kinetik sürtünme kuvveti değerlerinin en düşük olarak krom ve PVC malzemede gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 2. Kinetik Sürtünme Kuvveti (Fk) İçin Oluşturulan Regresyon Eşitlikleri ve R Değeri.

Malzeme	Regresyon eşitlikleri	R
Galvanizli sac	$F_k = 11.82 + 3.52N + 2.31 UK + 0.0595 H$	0.786
Krom	$F_k = 1.602 + 6.346 N + 1.724 UK - 0.114 H$	0.925
PVC	$F_k = 8.059 + 4.396 N + 2.334 N - 0.0352 H$	0.879
Kauçuk	$F_k = -0.046 + 8.813 N + 2.959 UK + 0.29 H$	0.870

N: Tohum nem içeriği (%), UK: Uygulanan ek kuvvet (N), H: Çekilme hızı mms⁻¹)

Statik sürtünme katsayıları için oluşturulan regresyon eşitlikleri ve çoklu regresyon katsayıları Çizelge 3’de görülmektedir. Regresyon analizleri sonucunda bağımsız parametre olarak seçilen nem içeriği, ek yükleme kuvveti ve çekilme hızlarının statik sürtünme katsayısı üzerine etkisi $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Statik sürtünme kuvvetinde olduğu gibi oluşturulan regresyon eşitliklerinde kısmi regresyon katsayıları pozitif olan bağımsız parametrelerin statik sürtünme katsayısına etkisi artırıcı yönde olurken, negatif katsayıya sahip olanların etkisi azaltıcı yönde gerçekleşmiştir. Bağımsız parametrelerden çekilme hızının krom ve PVC

malzemeler için sürtünme kuvvetine olan etkisi azaltıcı yönde olurken, hızın dışındaki diğer parametrelerin etkisi artırıcı yönde olmuştur. R değerlerinden anlaşılacağı gibi aralarındaki korelasyon oldukça yüksek olmuştur. Dolayısıyla kısmi regresyon katsayıları pozitif olan kauçuk ve galvanizli sac malzemelerde statik sürtünme katsayılarının değerleri de krom ve PVC'ye göre daha yüksek elde edilmiştir.

Çizelge 3. Statik Sürtünme Katsayısı (μ_s) İçin Oluşturulan Regresyon Eşitlikleri ve R Değeri.

Malzeme	Regresyon eşitlikleri	R
Galvanizli sac	$\mu_s = 0.394 + 0.0776 N - 0.01165 UK + 0.000275 H$	0.778
Krom	$\mu_s = 0.1068 + 0.1383 N - 0.0104 UK - 0.00427 H$	0.942
PVC	$\mu_s = 0.3154 + 0.09124 N - 0.00574 UK - 0.00229 H$	0.844
Kauçuk	$\mu_s = 0.15588 + 0.1843 N + 0.004266 UK + 0.006258 H$	0.865

N: Tohum nem içeriği (%), UK: Uygulanan ek kuvvet (N), H: Çekilme hızı mms^{-1})

Kinetik sürtünme katsayıları için oluşturulan regresyon eşitlikleri ve çoklu regresyon katsayıları ise Çizelge 4'de görülmektedir. Yapılan regresyon analizleri sonucunda nem içeriği, uygulanan kuvvet ve çekilme hızlarının kinetik sürtünme katsayıları üzerine etkisi $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Bağımsız parametrelerden çekilme hızının krom ve PVC malzemeler için kinetik sürtünme katsayıları üzerine etkisi azaltıcı yönde etkili olurken, hızın dışındaki diğer parametrelerin etkisi artırıcı yönde olmuştur. Aralarındaki korelasyon oldukça yüksek olmuştur. Dolayısıyla kısmi regresyon katsayıları pozitif

LİTERATÜR LİSTESİ

- Amin, M.N., S. Ahammed, K.C. Roy, M.A. Hossain, 2005. Coefficient of Friction of Pulse Grains on Various Surfaces at Different Moisture Content. International Journal of Food Properties.
- Amin, M.N., M.A. Hossain, K.C. Roy, 2004. Effects of Moisture Content on Some Physical Properties of Lentil Seeds. Journal of Food Engineering, 65: 83-87.
- ASABE Standards, 2008. Moisture Measurement – Unground Grain and Seeds. St. Joseph, Mich.: ASABE.
- Aviara, N.A., A.A. Lawal, H.M. Mshelia, D. Musa, 2014. Effect of Moisture Content on Some Engineering Properties of Mahogany (*Khaya senegalensis*) Seed and Kernel. Vol. 60, 2014, No. 1: 30–36 Res. Agr.
- Bakhtiari, M.R., D. Ahmad, J. Othman, N. Ismail, 2011. Physical and Mechanical Properties of Kenaf Seed. Appl. Eng. Agric., 27(2): 263–268.

olarak elde edilen kauçuk ve galvanizli sac malzemede statik sürtünme katsayılarının değerleri krom ve PVC'ye göre daha yüksek olarak elde edilmiştir. Bu eşitliklere göre kinetik sürtünme katsayıları en düşük olarak krom ve PVC malzemede gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. Kinetik Sürtünme Katsayısı (μ_k) İçin Oluşturulan Regresyon Eşitlikleri ve R Değeri.

Malzeme	Regresyon eşitlikleri	R
Galvanizli sac	$\mu_k = 0.3571 + 0.0741 N - 0.00609 UK + 0.001235 H$	0.761
Krom	$\mu_k = 0.1222 + 0.1335 N - 0.00804 UK - 0.00254 H$	0.925
PVC	$\mu_k = 0.270147 + 0.0928 N - 0.00197 UK - 0.00081 H$	0.866
Kauçuk	$\mu_k = 0.1252 + 0.1854 N - 0.00044 UK + 0.005476 H$	0.869

N: Tohum nem içeriği (%), UK: Uygulanan ek kuvvet (N), H: Çekilme hızı (mms^{-1})

TARTIŞMA VE SONUÇ

Galvanizli sac, krom, PVC ve kauçuk malzemeler kullanılarak yapılan testler sonucunda elde edilen veriler her yüzey için malzemesi için statik ve kinetik sürtünme özelliklerine ilişkin çoklu regresyon eşitlikleri ve çoklu regresyon katsayıları oluşturulmuştur. Eşitliklerde yer alan kısmi regresyon katsayıları pozitif olanların sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayıları değerlerini artırıcı yönde etkilerken, kısmi regresyon katsayısı negatif olanlar azaltıcı yönde etkili olmuştur. Sabit ve kısmi katsayıları yüksek olan galvanizli sac ve kauçuk malzemede sürtünme kuvveti ve katsayıları krom ve PVC malzemeye göre daha yüksek olmuştur. Dolayısıyla, farklı yüzeyler için geliştirilen bu eşitlikler kullanılarak hem statik hem kinetik sürtünme değerleri için deneysel verilere gerek kalmadan tahmini veriler elde edilebilecektir.

- Balasubramanian, D., 2001. Physical Properties of Raw Cashew Nut. Journal of Agricultural Engineering Research, 78: 291–297.
- Beyhan, M.A., M. Nalbant, A. Tekgüler, 1994. Determination of Coefficient of Friction in the Grain and Husk Hazelnuts for Different Surfaces. Proc. XV. National Congree on Agricultural Mechanization' September 20-22, Antalya, Turkey, 343-352.
- Blau, P.J., 2001. The Significance and Use of The Friction Coefficient. Tribology. International 34: 585–591
- Chandrasekar, V., R. Viswanathan, 1999. Physical and Thermal Properties of Coffee. Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 73, Issue 3, July 1999, Pages 227-234
- Çalışkan, N., K. Vursavuş. 2009. Washington Navel Portakalın Hasat Sonrası İşlemlere Yönelik Fiziksel ve Sürtünme Özelliklerinin Nelirlenmesi. Tarım makineleri Bilimi Dergisi. 5(1):83-92.

- Deshpande, S.D., S. Bal, T. P. Ojha, 1993. Physical Properties of Soybean. Journal of Agricultural Engineering Research, 56:89-98
- Dursun, E., I. Dursun, 2005. Some Physical Properties of Caper Seed. Biosyst. Eng. 92 (2): 237–245.
- Esgici, R., G. Özdemir, F. G. Pekitkan, A. K. Elicin, F. Öztürk, A. Sessiz, 2017. Some Engineering Properties of the Şire Grape (*Vitis Vinifera* L.). Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXI, 2017. Print ISSN 2285-5653, CD-ROM ISSN 2285-5661, Online ISSN 2286-1580, ISSN-L 2285-5653. June 8-10, Bucharest, Romania.
- Fathollahzadeh, H., H. Mobli, A. Jafari, A. Rajabipour, H. Ahmadi, A. M. Borghei, 2008. Effect of Moisture Content on Some Physical Properties of Barberry. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 3 (5): 789-794.
- Figueiredo, A.K, E. Bäuml, I. C. Riccobene, S. M. Nolasco, 2011. Moisture-dependent Engineering Properties of Sunflower Seeds with Different Structural Characteristics. Journal of Food Engineering 102: 58–65
- Ghodki, B.M., T. K. Goswami, 2016. Effect of Moisture on Physical and Mechanical Properties of Cassia. Cogent Food & Agriculture, 2: 1192975
- Güzel, E. ve Ark. 1996. Ürün işleme ve Değerlendirme Tekniği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları yayın no.145. Ders kitabı yayın no. 47. Adana
- Güzel, E., İ. Derici, 2015. Measurement of Some Physico-Mechanical Properties of Dodder (*Cuscuta*) and Alfalfa Seeds Grains For Development of Electrostatic Separation Machinery. XXXVI.CIOSTA CIGR,26-28 May 2015 Saint Petersburg The Russian Federation
- Ibrahim, M.M., 2008. Determination of Dynamic Coefficient of Friction for Some Materials for Feed Pellet Under Different Values of Pressure and Temperature. Misr J Ag Eng 2008;25(4):1389–409.
- Kaleemullah, S., J. J. Gunasekar, 2002. Moisture-dependent Physical Properties of Arecanut Kernels. Biosystems Engineering, 82(3): 331–338.
- Kaliniewicz, Z., 2013. Analysis of Frictional Properties of Cereal Seeds African Journal of Agricultural Research Vol. 8(45): 5611-5621, DOI: 10.5897/AJAR2013.7361 ISSN 1991-637X
- Kaliniewicz, Z., P. Markowski, A. Anders, K. Jadwisieńczyk, 2015. Frictional Properties of Selected Seeds Technical Sciences 18(2): 85–101.
- Kashaninejad, M., M. Ahmadi, A. Daraei, D. Chabra, 2008. Handling and Frictional Characteristics of Soybean as a Function of Moisture Content and Variety. Powder Technology 188, 1–8
- Lorestani, A.N., R.H. Rabani, Y. Khazaei, 2012. Design and Construction of an Automatic Coefficient of Friction Measuring Device. Agric Eng Int: CIGR J 2012; 14 (1):120–4.
- Masoumi, A.A., L.G. Tabil, 2003. Physical Properties of Chickpea (*C.arietinum*) Cultivars. An ASAE Meeting presentation, Las Vegas, Nevada, 27–30 July, 2003, USA. Paper No: 036058.
- Mir, S.A., S.J.D Bosco, K.V Sunooj, 2013. Evaluation of Physical Properties of Rice Cultivars Grown in the Temperate Region of India International Food Research Journal 20(4): 1521-1527.
- Mohsenin, N.N., 1986. Physical Properties of Plant and Animals Materials (2nd ed.). New York, NY: Gordon and Breach Science Publishers.
- Ndukwu, C., C. Ejirika, 2016. Physical Properties of Wild Persian Walnut (*Juglans regia* L.) From Nigeria. Cogent Food & Agriculture, 2: 1232849
- Nesvadba, N., M. Houska, W. Wolf, V. Gekas, D. Jarvis, P.A. Sadd, 2004. Database of Physical Properties of Agro-Food materials. Journal of Food Engineering, 61: 497–503.
- Nwakonobi, T.U., A.P. Onwualu, 2009. Effect of Moisture Content and Types of Structural Surfaces on Coefficient of Friction of Two Nigerian Food Grains: Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Millet (*Pennisetum glaucum*). XI (Manuscript 1152).
- Nyendu, G.C., S. Pflum, P. Schumacher, C.J. Bern, T.J. Brumm, 2014. Friction Coefficients For Dried Distillers Grains On Eight Structural Surfaces. Applied Engineering in Agriculture 30: 673–678.
- Obi ,O.F., L.C. Oforha, 2015. Moisture-dependent Physical Properties of Melon (*Citrullus colocynthis* L.) Seed and Kernel Relevant in Bulk Handling, Cogent Food & Agriculture, 1: 1020743
- Öztürk, R., Y. Sabahoğlu, 1994. Biyolojik Malzemelerin Sürtünme Katsayılarının Belirlenmesine İlişkin Yöntemlerin Değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S.353-362. Antalya.
- Puchalski, C., G.H. Brusewitz, Z. Ślipek, 2003. Coefficients of Friction for Apple on Various Surfaces As Affected by Velocity. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development". Manuscript FP 03 002. Vol. V. December 2003.
- Sessiz, A., 2005. Physical Properties of Some Green Olive Cultivars. Proceedings of the International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture, Sep.27-29,2005, İzmir-TURKEY
- Sessiz, A., R. Esgici, S. Kızıl, 2007. Moisture-dependent Physical Properties of Caper (*Capparis Ssp*) Fruit. Journal Of Food Engineering, 79:1426-1431. Elsevier, London.
- Shafaei, S.M., S. Kamgar, 2017. A Comprehensive Investigation on Static and Dynamic Friction Coefficients of Wheat Grain with The Adoption of Statistical Analysis. Journal of Advanced Research, 351–361
- Shinners, K.J., R.G. Koegel, L.L. Lehman, 1991. Friction Coefficient of Alfalfa. ASAE. Vol.34(1): 33-37.
- Sologubik, C.A., L.A. Campanonec, A.M. Paganob, M.C. Gely, 2013. Effect of Moisture Content on Some Physical Properties of Barley. Industrial Crops and Products 43: 762–767.
- Unal, H., M. Sincik, N. Izli, 2009. Comparison of Some Engineering Properties of Rapeseed Cultivars. Industrial Crops and PrFoducts, 30(1): 131-136.

Şeftali (*Prunus persica* L.) Posasının Farklı Sıcaklıklarda Kuruma Parametrelerinin Belirlenmesi

Hakan POLATCI¹, Muhammed TAŞOVA^{1*}, Onur SARAÇOĞLU², Onur TAŞKIN³

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

³Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa

*Sorumlu yazar e-posta: muhammed.tasova@gop.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 25.04.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Birçok meyve ve sebze posası içerdiği besin değerlerinden dolayı hayvan beslemesinde önemli bir yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Yem olarak meyvelerden elma, portakal, nar ve şeftali posaları, sebze olarak ise turp ve havuç posaları daha fazla tercih edilmektedir. Bu çalışmada şeftali posası 60, 65 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında etüvde kurutulmuştur. Kuruma kinetiği, renk, asitlik değeri (pH), suda çözünebilir kuru madde miktarı (S.Ç.K.M.) ve titre edilebilir asitlik (T.A.) değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Kuruma sırasında üründen uzaklaştırılan nem değerleri ince tabaka kurutma modellerinde işlenerek, kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden matematiksel model belirlenmiştir. Eğriler oluşturulurken literatürde en yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-küçük ve Lewis kurutma modelleri seçilmiştir. Çalışmada ürünün başlangıç nemi % 80.32 (y.b.) olup kuruma süreleri sırasıyla; 24, 21 ve 15 saat olarak gerçekleşmiştir. Kuruma eğrileri içerisinde ise en uygun modelin Midilli-Küçük olduğu tespit edilmiştir. Şeftali posasının ticari kalite değeri açısından önemli bir göstergesi olan kroma ve toplam renk farklılık değerleri bakımından en uygun kurutma sıcaklığının 65 °C olduğu belirlenmiştir. Analizi yapılan parametreler açısından ise taze posaya en yakın değer 60 °C kurutma sıcaklığında elde edilmiş ve ortalama pH, S.Ç.K.M. ve T.A. değerleri sırasıyla; 2.37, 3.48 ve 1.83 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Meyve posası, kurutma, kalite parametreleri

Determination of Drying Parameters of Peach (*Prunus persica* L.) Pomace at Different Temperatures

Abstract: Many fruit and vegetable pulps are used as an important feed additive in animal nutrition due to their rich nutritional values. Fruit and vegetables are mostly used in animal feed such as apples, oranges, pomegranate, peaches, radish and carrot etc. In this study, the peach pomace was dried using 60, 65 and 70 °C drying air temperatures. Changes in drying kinetics, color, acidity value (pH), amount of water-soluble dry matter (S.C.K.M.) and titratable acidity (T.A.), were determined. Moisture content during drying are fitted to the thin layer drying models and the suitable mathematical model were chosen. While creating drying curves, Page, Midilli-Küçük and Lewis drying models were used which are commonly used in the literature. The initial moisture content of the product was 80.32 % (w.b.) and the drying times in the specified drying air temperatures were; 24, 21 and 15 hours, respectively. Midilli-Küçük model was determined as the most suitable drying model for among the peach pomace. It has been found that the most suitable drying air temperature is 65 °C in terms of chroma color criterion, which is an important indicator in terms of commercial value of peach pomace. In terms of chemical parameters, the fresh pomace is expressed closest at the 60 °C drying air temperature and the average pH, water soluble dry matter and T.A. were determined 2.37, 3.48 and 1.83, respectively.

Key words: Fruit pomace, drying, quality parameters

GİRİŞ

Şeftali (*Prunus persica* L.) meyvesi *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasından olan (Westwood, 1993; Rieger, 2007; Seçmen ve ark., 2018) ve dünyada tropik-subtropik bölgelerde en fazla yetişen tıylü bir meyvedir. Türkiye yılda ortalama 600 bin ton

şeftali üretimi ile dünyada ilk beş ülkeden birisi konumundadır (FAO, 2017; Seçmen ve ark., 2018). Ülkemizde ise en fazla Mersin, Çanakkale ve Bursa illerinde yetiştirilmektedir (İkinci ve Polat, 2018). Taze şeftali meyvesi bünyesinde A ve C vitaminleri olmak

üzere lif, potasyum minerali, ve antosiyanin, toplam fenol, flavonoid gibi fitokimyasal bileşikler de barındırmaktadır (Manzoor ve ark., 2012; Saidani ve ark., 2017).

Şeftali meyvesi bir çok epidemik çalışmalara konu olmasıyla birlikte, düzenli bir şekilde tüketilmesiyle; diyabet, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi kronik hastalıkların iyileşmesinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Vinhole ve ark., 2016). Bununla beraber insan vücudunda bulunan serbest radikallerin neden olduğu stresin önlenmesinde (Sun ve ark., 2002), dislipidemiya, insülin ve hiperglisemiya gibi obezite tetikleyici sağlık sorunlarının iyileşmesinde de etkili olduğu ifade edilmektedir (Noratto ve ark., 2015; Saidani ve ark., 2017).

Şeftali meyvesinin taze tüketiminin yanı sıra meyve suyu, pulp, kuru meyve şeklinde de tüketimi bulunmaktadır. Ayrıca, reçel ve marmelat gibi gıda formlarına dönüştürülerek de kullanılmaktadır (Anonim, 2014; Usta ve Öztekin, 2017). Şeftali bünyesinde % 78-85 oranında su barındırdığından meyve suyu üretim işletmeleri tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir. Meyve suyu üretiminin sonucunda oluşan posalar ise yüksek oranda lif içermesinden dolayı hayvan yetiştiriciliği yapan çiftlikler tarafından fazlaca tercih edilmektedir. Ancak, bu posalar hala bünyelerinde azımsanmayacak seviyede su içermektedir. Hayvan yetiştiricileri meyve posalarını yıl boyunca hayvanlara yedirebilmek için bu posaların bozulmadan saklanabilecek bir nem seviyesine kadar kurutmaları gerekmektedir. Aksi takdirde kötü koku oluşmakta ve meyve posalarının besin değerlerinde azalmalar meydana gelmektedir. Kurutma sonrasında ise posaların taze rengini sürdürmesi beklenir. Çünkü ürün renginin iyi muhafazası ile yapısındaki diğer etken maddelerin korunduğu gösterilir.

Kurutma; tarımsal ürünlerin bünyelerinde bulunan yüksek nem içeriğini ürünlerin bozulmadan saklanabileceği kritik bir nem seviyesine kadar düşürüldüğü ve bu esnada ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde değişikliklerin olduğu ısı ve kütle difüzyon olayıdır (Ayan, 2010). Meyve posalarının kurutulması için genellikle doğal kurutma ve sıcak hava ile yapılan kurutma yöntemleri tercih edilmektedir. Ancak doğal kurutma yönteminin uzun sürmesi sebebiyle besin değerleri çok fazla

parçalanmakta ve bununla beraber zehirli gaz ve böceklerin ürünlere gelmesine olanak sağlayarak sağlıksız ve kalitesiz ürünlerin elde edilmesine neden olmaktadır (Doymaz ve ark., 2003; Özgen, 2014).

Literatürde bazı posalarının; havuç posası (Upadhyay, 2008), kiraz posası (Moreire 2009), üzüm posası (Boylu, 2009; Aktaş ve ark. 2018; Jimenez-Carmona ve ark. 2018) ve zeytin posası (Smail 2011; Taşeri ve ark. 2018) farklı kurutma yöntemleriyle kurutulmasıyla üzerine çalışmalarda bulunulmuştur. Ancak yapılan detaylı literatür araştırması sonrasında, şeftali posasının renk ve kimyasal özellikleri açısından herhangi çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada şeftali posasının farklı kurutma havası sıcaklıklarında kurutulmasıyla, ürünün renk ve bazı kimyasal özellikleri açısından en uygun kurutma şartı belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kurutulacak ürün

Çalışmada kullanılan şeftali posası Tokat ilinde bulunan bir meyve ve süt ürünleri işletim tesisinden temin edilerek Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Kurutma laboratuvarına getirilmiştir. Kurutma işlemleri tamamlanmaya kadar ürünler $+4 \pm 0.5$ °C sıcaklığa sahip ortamda saklanmıştır.

Nem tayini

Şeftali posası kurutulmadan önce nem içeriği belirlenmiştir. Nem tayini işleminde ortalama 70 ± 2 g örnek kullanılarak kurutma havası sıcaklığı 70 °C ayarlanmış bir etüvde ağırlık değişimi sabitlenene kadar bekletilmiştir (Yağcıoğlu, 1999). İlk ve son ağırlıkları bilinen şeftali posasının nem içerikleri yaş baza göre hesaplanmıştır.

Kurutma yöntemi

Kurutma işlemleri etüvde 60, 65 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıkları kullanılarak yapılmıştır. Kurutma işlemler üç'er tekerrür halinde yapılarak her tekerrürde ortalama 70 ± 2 g ürün kullanılmıştır. Kurutucu içerisindeki ürünler belirli süre aralıklarında çıkartılıp 0.01 g hassasiyete sahip bir terazi ile tartılarak ürün nemi yaş baza göre % 10-13 seviyesine kadar kurutulmuştur (Polatçı ve Taşova 2017).

Etüv kurutucu

Kurutma işlemlerinde Şimşek Laborteknik marka / ST-120 model sıcak havalı kabin tip kurutucu etüv kullanılmıştır.

Renk ölçümü

Taze ve kurutulmuş şeftali posalarının renk ölçümleri Japon ürünü Minolta marka CR300 model renk ölçer ile yapılmıştır. Cihaz ile taze ve kurutma şartları altında değişen ürünün Hunter Lab Chromameter renk değerleri (L, a, b) değerleri ölçülmüştür. Ölçülen ortalama L, a ve b değerleri çoklu karşılaştırma testi olan duncan testine tabi tutulmuştur.

Bu değerler; " L " meyve posasının parlaklık değerini ifade etmekte olup 0-100 arasında bir değer almaktadır. " a " kırmızı-yeşil, " b " ise sarı-mavi renkleri ifade etmektedir. Bu değerler + işaretli olursa "a" kırmızıyı "b" sarı renkte olduğunu - işaretli değerler alırsa "a" yeşil ve "b" mavi renkte olduğunu ifade etmektedir (McGuire, 1992). Ölçülen L, a ve b değerleri ürün hakkında tek başına bir anlam ifade etmezken bu değerler kullanılarak posanın ticari renk değeri açısından önem ifade eden ve hesaplanarak belirlenen kroma, kırmızılık indeksi, hue açısı, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler;

Kroma değeri: Posaya ait rengin tonunu ifade etmekte olup solgun renklerde kroma değeri düşük canlı renklerde ise yüksek değerler almaktadır. Kavdır ve ark. (2007), ürünlerin kroma değerlerini belirlerken 1 no'lu eşitliği kullanarak hesapladıklarını ifade etmişlerdir.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (1)$$

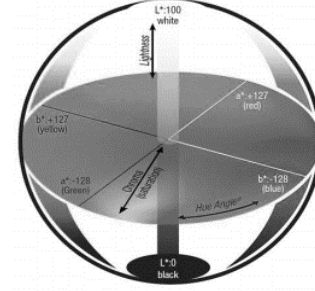
Kırmızılaşma indeksi: Renk ölçerle belirlenen "a" değerinin "b" değerine oranlanmasıyla belirlenmektedir. Posanın kurutma şartları altındaki kırmızılaşma değerini ifade etmektedir (Babalık ve Pazır, 1997).

Hue değeri: Üründe ölçülen "a" ve "b" değerlerinin 360°'lik bir renk dairesinde konumlandırılarak her açıya karşılık gelen renk ve tonlarının ne olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1' e göre kırmızı-yeşil ve sarı-mavi ana renkler ile ara renklere karşılık gelen açılar

görülebilmektedir. Hue renk açısı değeri belirlenirken 2 no'lu eşitlik kullanılmıştır.

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$



Şekil 1. Hue açısının Renk Radyantı (Agudo ve ark., 2014; Sarıkulak, 2017)

Toplam renk değişim değeri: Taze ürünün renk değerlerine göre kurutma şartlarının etki ettiği toplam renk farklılık değerini belirlemek için kullanılmaktadır. Çakır (2015), toplam renk farklılık değerini belirlemek için 3 no'lu eşitliği kullanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2} \quad (3)$$

Eşitliğe göre; L_t , a_t ve b_t değerleri sırasıyla taze posanın parlaklık, kırmızı-yeşillik ve sarılık-mavilik renk değerlerini ifade ederken, L_k , a_k ve b_k değerleri ise kurutulmuş ürüne ait sırasıyla aynı renk değerlerini ifade etmektedir.

Kahverengileşme indeks değeri: Ürünün kahverengileşme indeks değerini ifade eden simge " BI " ve bu değerın hesaplanmasında ise " x " katsayısı değeri kullanılmaktadır. Plou ve ark. (1999)' na göre "BI" ile "x" katsayısı değerlerinin belirlenmesi için 4 ve 5 no'lu eşitlikleri kullanmıştır.

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (4)$$

$$x = \frac{a + (1,75 xL)}{[(5,645 xL) + (a - (3,012 xb))]} \quad (5)$$

Kurutma modeli

Kurutulan şeftali posasının zamana bağlı ayrılan nem oranı değerlerini belirlemek için 6 no'lu eşitlik kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (6)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Ürünün anlık nem içeriği (kg su/kg kuru madde)

M_e : Ürüne ait verilen durumdaki nem değeri (kg su/kg kuru madde)

M_0 : Ürünün başlangıç nem içeriği

Kuruma eğrilerini oluşturmak için yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-Küçük ve Lewis kuruma modelleri seçilmiştir. Modellere ait eşitlikler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. İnce Tabakalı Matematiksel Kuruma Modelleri

No	Model İsmi	Eşitlik
1	Page	$MR = \exp(-h \cdot (t^p))$
2	Midilli küçük	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot (t^n)) + (b \cdot t)$
3	Lewis	$MR = \exp(-k \cdot t)$

Kimyasal analiz

Farklı kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan şeftali posalarına ait pH, T.A. ve S.Ç.K.M. değerleri belirlenerek taze posanın değerlerine göre kıyaslanarak en uygun kurutma şartı belirlenmiştir. Belirtilen analizler Batu ve ark. (2007) yöntemine göre yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kuruma verileri

Kurutulan şeftali posasının nem içeriği yaş baza göre ortalama % 80.32 olarak belirlenmiştir. Ürünün etüv kurutucudaki ortalama kuruma süreleri belirlenmiştir. Kurutma havası sıcaklıkları ürünün kuruma performansını etkilediği ve sıcaklık değerleri ile kuruma süreleri arasında ters bir ilişki olduğu

belirlenmiştir (Çizelge 2). Kurutma havası sıcaklıklarına göre posanın kuruma eğrisi belirlenmiştir (Şekil 2).

Benzer biçimde, Meziane (2011)' e göre sıcak havalı akışkan yataklı bir kurutucuda 50, 60, 70 ve 80 °C kurutma havası sıcaklıklarını kullanarak kuruttuğu zeytin posasının ortalama kuruma süreleri, hava sıcaklığının artmasıyla beraber azaldığını ifade etmiştir. Kumar ve ark. (2011)' na göre sıcak havalı bir kurutucu ile yaptığı havuç posası kurutma çalışmasında hava sıcaklığının artırılmasıyla üründen uzaklaşan nem oranının arttığı ve ürünün kuruma süresinin önemli seviyede azaldığını ifade etmişlerdir. Koukouch ve ark. (2017)' na göre güneş enerjili bir kurutucu ile yaptıkları zeytin posası kurutma çalışmasında kurutma havası sıcaklığının değişmesi ile ürünün kuruma süreleri ve efektif difüzyon değerlerinin önemli seviyede etkilendiği ifade edilmiştir. Pestaño ve ark. (2018), Musa Balbasiana meyvesini sıcak havalı bir kurutucu ile kurutarak farklı kurutma şartlarında oluşan kuruma kinetiklerini belirlemiştir. Çalışmada kurutma havası sıcaklığının artması ile ürünün kuruma süresinde bir azalmanın olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Şeftali Posasına Ait Kuruma Performans Değerleri

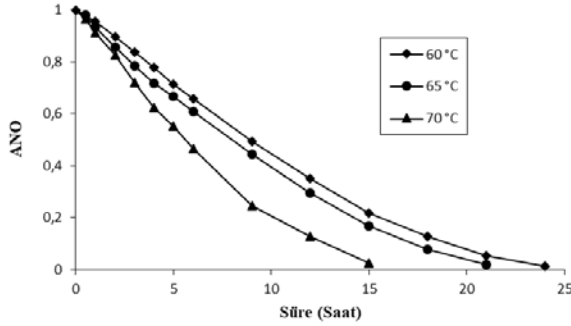
Güç Değerleri	Ortalama Son Nem Değerleri (% y.b.)	Kurutma Süreleri (Saat)
60 °C	% 10,13	24
65 °C	% 12,05	21
70 °C	% 11,04	15

Çizelge 3. Page Modeline Ait Hesaplanan Değerler

Kurutma Sıcaklıkları	k	h	R ²	p
60 °C	0,0330	1,4213	0,9974	<0,0001
65 °C	0,0502	1,3114	0,9952	<0,0001
70 °C	0,0703	1,3611	0,9977	<0,0001

Çizelge 4. Midilli-Küçük Modeline Ait Hesaplanan Değerler

Kurutma Sıcaklıkları	k	h	j	m	R ²	p
60 °C	1,3027	0,9956	0,0368	-0,0040	0,9998	<0,0001
65 °C	1,1078	1,0023	0,0606	-0,0077	0,9994	<0,0001
70 °C	1,2413	0,9981	0,0762	-0,0057	0,9995	<0,0001



Şekil 2. Şeftali Posasının Kuruma Eğrisi

Çizelge 5. Lewis Modeline Ait Hesaplanan Değerler

Kurutma Sıcaklıkları	k	R ²	p
60 °C	0,0878	0,9653	<0,0001
65 °C	1,5025	0,9983	<0,0001
70 °C	1,3564	0,9988	<0,0001

Kuruma modellerine ait katsayılar, "R²" ve "p" değerleri

Uygulanan kurutma şartları altında şeftali posasının süreye bağlı ayrılabilir boyutsuz nem oran değerleri kullanılarak ince tabakalı kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerine ait belirlenen katsayılar, varyans analizi (p) ve modellerin kararlılık katsayısı (R²) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3, 4 ve 5).

Kullanılan modellere göre en iyi kuruma eğrilerini; Page modeli 70 °C, Midilli-Küçük modeli 65 °C ve Lewis modeli 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında tahmin etmiştir. Tüm kurutma şartları için oluşturulan kuruma modellerinin güvenilirlik değeri $p < 0,001$ olarak belirlenmiştir. Oluşturulan tüm kuruma eğrileri içerisinde en iyi tahmin eden ince tabakalı matematiksel kurutma modelin Midilli-Küçük modeli olduğu belirlenmiştir

Renk değerleri

Taze ve kurutulmuş şeftali posalarına ait ölçülen ve hesaplanan ortalama renk değerleri belirlenmiştir (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 6' da tüm kurutma havası sıcaklıklarında ölçülen renk değerleri taze posanın ölçülen renk değerlerine göre uzaklaşmıştır. Kurutulmuş ürünlere ait L ve a değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşmazken, tazeye göre kıyaslandığında istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşmuştur. Taze ve kurutulmuş ürünlerin b değerleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık oluşurken, kurutulmuş ürünlerin b değerleri ise sıcaklık değerinin artmasıyla tazeye göre uzaklaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 6. Ölçülen Renk Değerleri

Kurutma Sıcaklıkları	L	a	b
Taze	48.44 ^a	7.40 ^b	22.61 ^c
60 °C	38.84 ^b	10.15 ^a	26.91 ^b
65 °C	38.67 ^b	9.68 ^a	27.06 ^b
70 °C	40.14 ^b	10.33 ^a	29.22 ^a

* Ortalama değerler ($p < 0.05$) önem seviyesine göre kıyaslanmıştır.

Çizelge 7. Hesaplanan Renk Değerleri

Kurutma Sıcaklıkları	C	H°	ΔE	x	BI
Taze	23.79	71.86	-	-	-
60 °C	28.76	69.33	28.61	0.53	127.42
65 °C	28.74	70.31	28.52	0.53	128.29
70 °C	30.99	70.53	30.39	0.54	135.93

Çizelge 8. Belirlenen Bazı Kimyasal Değerler

Kimyasal Özellikler	Kurutma Sıcaklıkları			
	Taze	60 °C	65 °C	70 °C
S.Ç.K.M.	2.47 ^a	2.37 ^{ab}	2.30 ^b	2.06 ^c
pH	3.44 ^a	3.48 ^a	3.54 ^a	3.50 ^a
T.A.	1.90 ^a	1.83 ^a	1.96 ^a	2.04 ^a

* Ortalama değerler ($p < 0.05$) önem seviyesine göre kıyaslanmıştır.

Çizelge 7' ye göre kurutma havası sıcaklık değerini artmasıyla kuru ürünlerin kahverengileşme değerleri tazeye göre arttığı belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulan ürünlerin toplam renk değişiminin düşük sıcaklıkta kurutulan ürünlere göre daha fazla arttığı belirlenmiştir. Constenla ve ark. (2002)' na göre farklı kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan elma posasının toplam renk farklılık değeri, kurutma sıcaklık değerinin artmasıyla beraber arttığını ifade etmişlerdir. Kayran ve Doymaz (2017)' a göre farklı kurutma havası sıcaklıkları kullanılarak yaptığı kayısı posası kurutma çalışmasında, L parlaklık değeri açısından kurutma sıcaklığının artmasıyla beraber azaldığı, toplam renk değişim değerinin ise arttığını ifade etmişlerdir.

Kimyasal analiz değerleri

Taze ve kurutulmuş şeftali posası örneklerinin pH, S.Ç.K.M. ve T.A. analiz değerleri belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8' e göre kurutma havası sıcaklığının artmasıyla beraber tazeye göre S.Ç.K.M. değerleri azalmış, pH değerleri ise artmıştır. Bununla beraber T.A. değerlerinde ise sadece 60 °C kurutma sıcaklığı dışında diğer kurutma sıcaklıklarında yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Ancak kurutulmuş ürünlerde belirlenen pH ve T.A. değerleri, tazeye göre kıyaslandığında istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşmazken, S.Ç.K.M. değerlerinde ise önemli bir farklılık oluşmuştur. Yapılan analizlerde belirlenen değerler, taze ürüne göre kıyaslandığında 60 °C kurutma havası sıcaklığının diğer sıcaklık değerlerine göre daha uygun olduğu belirlenmiştir. Bu sıcaklık değerinde belirlenen ortalama S.Ç.K.M., pH ve T.A. değerleri ise sırasıyla; 2.37, 3.48 ve 1.83 olarak belirlenmiştir. Hacıseferoğulları ve ark. (2007), Malatya bölgesinde yetişen bazı kayısı çeşitlerinin kimyasal özelliklerini belirledikleri çalışmalarında meyvelerin pH ve T.A. değerlerinin sırasıyla; % 0.17 ve % 0.79 olduğunu ifade etmişlerdir. Akın ve ark. (2008), Malatya çeşidi kayısının bazı biyokimyasal

özelliklerini belirledikleri çalışmalarında pH ve T.A. değerlerinin sırasıyla; 2.83-5.63, % 0.5-0.89 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Yalçınkaya ve ark. (2012), taze elma, şeftali ve kayısı meyve posalarına ait bazı kimyasal özelliklerini belirledikleri çalışmalarında ürünlere ait ortalama pH değerlerinin sırasıyla; 3.91, 3.84 ve 3.87 olduğu ifade etmişlerdir. Uzaticı (2012), hayvan yemine elma posasını katarak yaptıkları çalışmada posanın pH değerinin 3.97 ile 4.05 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Kayran ve Doymaz (2018)' a göre farklı kurutma havası sıcaklıkları kullanarak yaptığı kayısı posası kurutma çalışmasında taze ürünün pH ve T.A. değerlerinin sırasıyla; 3.66 ve 2.56 olduğunu belirlemişlerdir.

SONUÇ

Şeftali posası içerdiği hem besin değerleri açısından hem de sahip olduğu diğer biyokimyasal özeller açısından hayvan beslemesinde kullanılan önemli bir yem katkı maddesidir. Çalışmada etüvde yapılan şeftali posasının kuruma performansı, renk, en uygun ince tabaka kuruma modelleri ve bazı kimyasal özellikleri açısından en uygun kurutma şartı belirlenmiştir.

Kurutma havası sıcaklık değeri ürünün kurumasında ve kalite değerlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En uzun kurutma işlemi 60 °C kurutma havası sıcaklığında olduğu ve 24 saat sürdüğü, en kısa kurutma işleminin ise 70 °C kurutma havası sıcaklığında 15 saat sürdüğü belirlenmiştir.

Uygulanan ince tabaka kurutma modelleri içerisinde en yüksek R2 değeri Midilli-Küçük modelinde belirlendiği ve bu nedenle Midilli-Küçük modeli uygulanan kurutma modelleri içerisinde kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden model olarak seçilmiştir.

Şeftali posasının piyasa değeri açısından önemli bir kriter olan kroma ve toplam renk değişim değerleri açısından en uygun kurutma şartının 65 °C kurutma havası sıcaklığının olduğu tespit edilmiştir.

Kurutulan ürünlere ait araştırılan kimyasal özellikleri taze ürüne göre kıyaslandığında en uygun kurutma sıcaklığının 60 °C olduğu belirlenmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Agudo, J.E., P.J. Pardo, H. Sánchez, A. L. Pérez, M. I. Suero, 2014. A Low Cost Real Color Picker Based on Arduino, Sensors, 14 (7):11943-11956.
- Akın, E.B., I. Karabulut, A. Topcu, 2008. Some Compositional Properties of Main Malatya Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties. Food Chem, 107:939-48.

- Aktaş, M., S. Şevik, E.C. Dolgun, B. Demirci, 2018. Drying of Grape Pomace With a Double Pass Solar Collector. Drying Technology, 1-13.
- Anonim, 2014. http://www.tarimkutuphanesi.com/SEFTALI_YETIS_TIRICILIGI_00004.html [Erişim Tarihi: 04. Kasım 2014/ 20.06].

- Ayan, H., 2010. Güneşte ve Yapay Kurutucuda Kurutulmuş Domates (*Lycopersitcum Esculentum*) Üretimi ve Proses Sırasındaki Değişimlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2010, 109. (Yüksek Lisans Tezi).
- Babalık, Ö. F. Pazır, 1997. Domates Kurutulmasında Kükürt Dioksit Uygulaması. *Gıda*, 22(3): 193-199.
- Batu, A., D.D. Karagöz, C. Kaya, M. Yıldız, 2007. Dut Ve Harnup Pekmezlerinin Depolanması Süresince Bazı Kalite Değerlerinde Oluşan Değişmeler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (2) 7-16.
- Boylu, U. 2009. Üzüm Posası Silajlarında Farklı Katkı Maddesi Kullanımının Fermentasyon Gelişimi Ve Bazı Mikrobiyolojik Parametreler Üzerine Etkileri. Fen bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, Tekirdağ.
- Constenla, D., A.G. Ponce, J.E. Lazano, 2002. Effect of Pomace Drying on Apple Pectin, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35: 216–221.
- Doymaz, İ., N. Tuğrul, M. Pala, 2003. "Maydanozun Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi," *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi*, cilt 3, s. 1-8.
- Çakır, M.T. 2015. Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1): 41-56.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations Production Statistics, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Haciseferogullari, H., I. Gezer, M.M. Ozcan, B.M. Asma, 2007. Post-harvest Chemical and Physical-Mechanical Properties of Some Apricot Varieties Cultivated in Turkey. *J Food Eng*, 79:364–73.
- İkinci, A. İ. Polat, 2018. Yield and Quality Performance of Some Peach Varieties Grown Under Sanliurfa Ecological Conditions. *African Journal of Agricultural Research*. 13 (2): 47-53.
- Carmona Jimenez, Y., M.V. Garcia Moreno, C. Garcia Barroso, 2018. Effect of Drying on the Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73:74–81
- Kavdır, İ., H. Kocabıyık, K. Biyükcen-Ceylan, 2007. Farklı Renk Sistemlerinin Elmanın Hasat Sonrası Değerlendirmesindeki Etkinlikleri. *Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi*, 5-6 Eylül, Kahramanmaraş.
- Kayran, S. İ. Doymaz, 2018. Determination of Drying Kinetics and Physicochemical Characterization of Apricot Pomace in Hot-air Dryer. *J Therm Anal Calorim*, 130:1163–1170,
- Koukouch, A., A. Idliman, M. Asbik, B. Sarh, B. Izrar, S. Bostyn, A. Bah, O. Ansari, O. Zegaoui, A. Amine, 2017. Perimental Determination of the Effective Moisture Diffusivity and Activation Energy During Convective Solar Drying of Olive Pomace Waste. *Renewable Energy*, 101: 565-574.
- Manzoor, M., F. Anwar, N. Saari, M. Ashraf, 2012. Variations of Antioxidant Characteristics and Mineral Contents in Pulp and Peel of Different Apple (*Malus domestica* Borkh.) Cultivars From Pakistan. *Molecules* 17 (1): 390–407.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27: 1254 - 1255.
- Meziane, S. 2011. Drying Kinetics of Olive Pomace in a Fluidized Bed Dryer. *Energy Conversion and Management*, 52 (3): 1644–1649.
- Noratto, G., H.S.D. Martino, S. Simbo, D. Byrne, S.U. Mertens-Talcott, 2015. Consumption of Polyphenol-Rich Peach and Plum Juice Prevents Risk Factors for Obesity-related Metabolic Disorders and Cardiovascular Disease in Zucker rats. *J. Nutr. Biochem*. 26 (6): 633–641.
- Özgen, F., 2014. Elma Kurutulmasında Kullanılan Konvektif Tip Bir Kurutma Sisteminin Tasarımı. *Mühendis ve Makine*, 55, 656: 42-49.
- Pestaño, L.D., J.P.T. Bautista, R.J.R.H. Leguiab, S.D.D. Puri, 2018. Mathematical Modeling of the Drying Kinetics of Thinly-Sliced Saba (*Musa Balbasiana*) Using Hot-Air Dryer. *MATEC Web of Conferences* 156, 02004
- Plou, E., A. Lopez-Malo, G.V. Barbosa-Canovas, J. Welti-Chanes, B.G. Swanson, 1999. Polyphenoloxidase Activity and Color of Blanched and High Hydrostatic Pressure Treated Banana Puree. *Journal of Food Science*, 64, 42-45.
- Rieger, M. 2007. Peach. <http://www.uga.edu/fruit/peach.html>.
- Saidani, F., R. Gimenez, C. Aubert, G. Chalot, J.A. Betran, Y. Gogorcena, 2017. Phenolic, Sugar and Acid Profiles and The Antioxidant Composition in The Peel and Pulp of Peach Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62: 126-133.
- Sarıkulak, N. 2017. Kirazın Farklı Kurutucularda Kurutulması ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul*.
- Seçmen, S., E. Aydın, İ. Macit, D. Soysal, H. Demirsoy, 2018. Şeftalilerde Merkezi Lider Terbiye Sisteminin Büyüme, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33, doi: 10.7161/omuanajas.395367.
- Smail, M. 2011. Drying Kinetics of Olive Pomace In a Fluidized Bed Dryer. *Energy Conversion and Management*, 5,2: 1644–1649.
- Sun, J., Y.-F. Chu, X. Wu, R.H. Liu, 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *J. Agric. Food Chem*. 50 (25), 7449–7454.
- Taşeri, L., M. Aktas, S. Şevik, M. Gülcü, G. Uysal Seçkin, B. Aktekeli, 2018. Determination of Drying Kinetics and Quality Parameters of Grape Pomace Dried with a Heat Pump Dryer. *Food Chemistry*,
- Polatci, H., M. Taşova, 2017. Sıcaklık Kontrollü Mikroalga Kurutma Yönteminin Alıç (*Crataegusspp. L.*) Meyvesinin Kuruma Karakteristikleri ve Renk Değerleri Üzerine Etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(10): 1130-1135.
- Upadhyay, A., H.K. Sharma, B.C. Sarkar, 2008. Characterization of Dehydration Kinetics of Carrot Pomace. *Agricultural Engineering International, The CIGR Ejournal X: Manuscript FP 07 35*.
- Usta, B., Y. Öztekin Benal, 2017. Şeftali Çeşitlerinde Çarpma Parametreleri ile Zedelenme Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 32, 10.7161/omuanajas.288865.
- Uzatici, A. 2012. The Usage Possibility of Apple Pomace Prepared with Poultry Manure Addition in The Nutrition of Beef Cattle. *Vet Research*, 5: 4-7.

Şeftali (*Prunus persica* L.) Posasının Farklı Sıcaklıklarda Kuruma Parametrelerin Belirlenmesi

Westwood, M.N. 1993. Temperate-Zone Pomology. W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA, s. 428.

Vinholes, J., D.P. Gelain, M. Vizzotto, 2016. Stone Fruits as a Source of Bioactive Compounds. Silva, L.R., Silva, B. (Eds.), Natural Bioactive Compounds From Fruits and Vegetables. Bentham Science Publishers, Sharjah, UAE, pp. 110–142 (chap 4).

Yağcıoğlu, A. 1999. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 536. Bornova, İzmir.

Yalçınkaya, M.Y., E. Baytok, M.A. Yörük, 2012. Değişik Meyve Posası Silajlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri*. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakülte Dergisi, 9(2): 95-106.

Türkiye'deki Tarla Pülverizatörü İmalatçılarında Genel Bir Bakış

Ali BAYAT¹, Medet İTMEÇ^{1*}

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu yazar e-posta: mitmec@cu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 09.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Asılır tip tarla pülverizatörleri Türkiye'de daha yaygın hale gelmektedir. Yerli imalatçılar, imal ettikleri ürünleri iç pazarda ve dış pazara sunabilmektedir. Bu ürünler kapasitelerine, kullanım alanlarına ve otomasyonlarına göre farklı ebat ve tasarımlarda olabilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki imalatçıların genel durumu bir anket ile araştırılmıştır. Depo kapasitesi-traktör gücü ilişkisi, imalatçıların püskürtme memeleri çeşitleri-kol tasarımı yaklaşımları, püskürtme kollarında lojistik amaçlı montaj ve demontaj yaklaşımları, pülverizatör arızalarının değerlendirilmesi, imalatçıların pülverizatör parçalarını üretme kabiliyetleri ve teknoloji ve yeniliklere olan ilgileri gibi konular ile ilgili imalatçılara sorular yöneltilmiştir. Anket sonuçlarına göre; imalatçıların %39,68'i 600 l depo kapasitesine sahip tarla pülverizatörleri için 40 HP gücündeki traktörleri önermektedir. İmalatçıların %63,15' i aynı tür meme için 50 cm meme aralığını kullanarak tasarım yaparken, %15,79'u ise 35 cm meme aralığında tasarım ve imalat yapmaktadır. İmalatçıların %94,74'ü püskürtme kollarını ve şaselerini kendileri imal etmektedirler. Firmaların %100'ü lojistik amaçlı püskürtme kollarının demonte işlemini yaptıklarını ifade etmişlerdir. Pülverizatör imalatçıların %84,21'inin bu montajı bayi ve servisin yaptığını ve pülverizatör imalatçıların %15,79'u bu işlemin kolay olduğunu ve müşteri tarafından yapıldığını açıklamıştır. Ayrıca tarla pülverizatörlerinde en çok % 78,95 ile püskürtme kollarının kırılması ve pompa arızası en çok karşılaşılan arıza olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarla pülverizatörü, tarım makinaları imalatçıları, tasarım değerlendirme.

An Overview of the Field Sprayer Manufacturer in Turkey

Abstract: Tractor Mounted field sprayers are becoming more widespread in Turkey. Domestic manufacturers can present their products to the domestic market and to the foreign market. These products may be in different sizes and designs according to their capacity, usage areas and automation. Storage capacity-tractor power relationship, types of spraying nozzles of manufacturers- boom design approaches, assembly and disassembly of sprayer booms during logistics approaches, evaluation of field sprayer failures, manufacturing ability of manufacturers to produce sprayers' parts and their interest in technology and innovation issues such as questions were addressed to manufacturers. According to this, 39,68% of the manufacturers advice 40 HP-power tractors for field sprayers with a storage capacity of 600 l. In research, 63,15% of manufacturers design for the same type of nozzles using the 50 cm nozzle range, while 15,79% designs and manufactures within the 35 cm nozzle range. Beside this, 94.74% of the manufacturers are producing sprayer booms and chasis themselves. 100% of the companies stated that they made disassembling of the nozzles for logistics purposes. It is stated that 84.21% of manufacturers do this installation by dealers and service and 15.79% of field sprayer manufacturers are made by customers. In addition, the most common failures of field sprayers are, sprayer booms and pumps failure occurred with 78.95% in field sprayers.

Key words: Field spraying, agricultural machinery manufacturers, design evaluation.

GİRİŞ

Bitki koruma makinaları arasında en yaygın olarak asılır tipteki tarla pülverizatörleri kullanılmaktadır. İmalatçılar dünyadaki gelişmeleri kullanıcılara göre

daha yakından takip etmektedirler. İmalatçıların daha çok bilinçlenmesi ile yerli yapım tarla pülverizatörleri daha fonksiyonel hale gelmektedir.

Demir ve Çelen (2005), Tekirdağ İlindeki 718 adet tarımsal işletmede pülverizatörlerin durumu ve sorunları üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada, ankete konu olan tarla pülverizatörlerinin depo kapasitelerinin 300-800 litre arasında değiştiği, pülverizatörlerin yaklaşık %69,7'sinin 400 litrelik depo kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Ankete konu olan tarla pülverizatörlerin iş genişlikleri incelendiğinde 6-30 m arasında değiştiği, oran (% 43) olarak en fazla 12 m iş genişliğine sahip makinalarla karşılaşıldığı belirtilmiştir.

Demir ve Öztürk (2009), yaptıkları çalışmada Mersin Erdemli ilçesinde örtü altı sebze yetiştiriciliği yapan işletmelerin pülverizatör kullanımı açısından mekanizasyon durumu, pülverizatörlerin bakım, onarım, satın alma gibi ihtiyaçları nasıl belirlediklerini ve sorunlarını saptamayı amaçlamışlardır. Yapılan çalışmada, işletmelerin %97'sinde tarla pülverizatörünün var olduğu görülmüştür. İşletmelerin yaklaşık olarak %26'sı 1000 l'lik depoları, %17'si 600 l'lik depoları, %31'i 400 l'lik depoları tercih ettiklerini belirtmişlerdir. İşletmecilere pülverizatör satın alırken nelere dikkat edildiği sorulduğunda; %35'i işletmenin ihtiyacına göre, %21'i kullanım ve bakım kolaylığına göre, %17'si güç ve kapasiteye göre, %13'ü fiyat ve kaliteye göre, %11'i diğer işletmelerin önerisine göre, %3'ü ise diğer sebeplere göre şeklinde cevaplamışlardır.

Ürkmez ve Özpınar (2013), yaptıkları çalışmada Çanakkale İlinde bitki koruma makinelerinin uygulamadaki sorunlarını incelemişlerdir. Bölgede yapılan çalışmada, 479 adet kuyruk milinden hareketli bitki koruma makinesi tespit edilmiştir. Bu kuyruk milinden hareketli (KMH) bitki koruma makinelerinin büyük bir çoğunluğunun (%73,1) tarla pülverizatörleri olduğu görülmüştür. Çalışmada, işletmelerdeki KMH bitki koruma makinelerinin 6 ile 24 metre arasında değişen iş genişliklerine sahip oldukları tespit edilmiştir. İşletmelerde en yoğun olarak bulunan iş genişliği %47 oranla 8 metre iş genişliğidir. Püskürtme çubuğuna sahip KMH tarla pülverizatörlerinin %22,6'sında en az bir kez kırılma meydana geldiği tespit edilmiştir. Arazideki çukur ve tümseklerden kaynaklanan sallanma hareketleri, kullanıcıların dikkatsizliklerinden kaynaklanan ağaç, taş ve benzeri gibi bir materyale çarpılması da püskürtme çubuğunda kırılmalara sebep olduğu belirtilmiştir.

Demir (2015), yaptığı çalışmada İç Anadolu Bölgesinin bitki koruma makineleri projeksiyonunun belirlenmesi amaçlamıştır. Bu çalışmanın amacı, pülverizatör imalatçılarının mevcut durumlarını ve karşılaştıkları problemleri ortaya koyarak tasarımların bu eksiklikler doğrultusunda iyileştirilmelerinin sağlanmasıdır. Bölge genelinde yaygın olarak kullanılan bitki koruma makineleri içerisinde traktör kuyruk milinden hareketli pülverizatör ilk sırada yer almakta, bunu ise sırt pülverizatörü takip etmektedir. Kuyruk milinden hareketli pülverizatör kullanımı 2004 yılında 37.289 adetten 2013 yılında 43.278 adete yükselmiştir. 2023 yılında Türkiye'deki tarla pülverizatörlerinin sayısı projeksiyon sonuçlarına göre 50.640 olacağı öngörülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

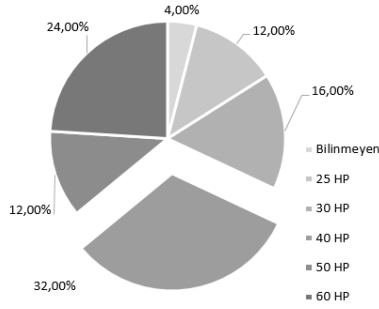
Bu çalışmada asılır tip tarla pülverizatörü imalatçılarına bir anket düzenlenerek, imalatçıların tarla pülverizatörlerine yönelik yenilik fikirleri araştırılmıştır. Ayrıca, pülverizatörlerde oluşan arızaların sınıflandırılması, meme arası mesafe, pülverizatör parçalarının firmalar tarafından imal edilme durumları ortaya çıkarılmıştır. Bu amaca yönelik olarak ülkemizin 9 şehrinden (Adana, Aydın, Burdur, Bursa, İstanbul, Konya, Manisa, Mersin, Şanlıurfa) asılır tip tarla pülverizatörü imalatı yapan 19 firma ile yüz yüze, yerinde görüşmeler yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA

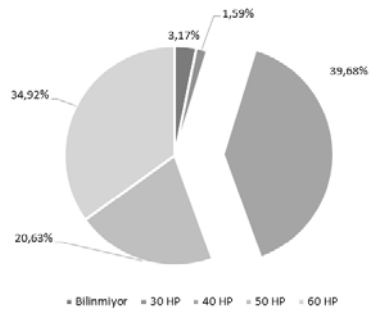
Depo Kapasitesi-Traktör Gücü İlişkisi

İmalatçıların pazara sundukları tarla pülverizatörleri için kullanılacak uygun traktör gücü değerlendirmeleri dikkate alındığında; 400 l depo kapasiteli pülverizatörler için 40 HP, 600 l depo kapasitesi için 40 HP, 800 l depo kapasitesi için 60 HP ve 1000 L depo kapasitesi için 60 HP başlayan traktör güç gereksinimleri önerisinde buldukları görülmüştür.

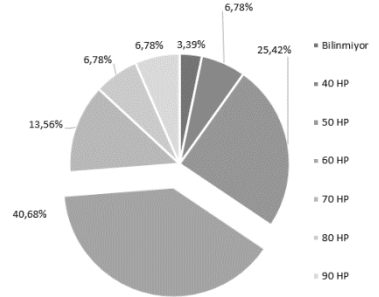
Şekil 1,2,3,4 incelendiğinde aynı depo kapasitesi için farklı imalatçıların farklı traktör güç önerilerinde buldukları anlaşılmaktadır. Bunun nedeni, imalatçıların ürettikleri pülverizatörlerin işlenmesi için optimum traktör güç gereksinimini hesaplamadıkları, genellikle tahmini bir değer sundukları söylenebilir. Ayrıca traktörlerin üç nokta askı sistemine asılan asılır tip tarla pülverizatörlerinin traktörün genel denge durumunu da bozmaması gerekmektedir.



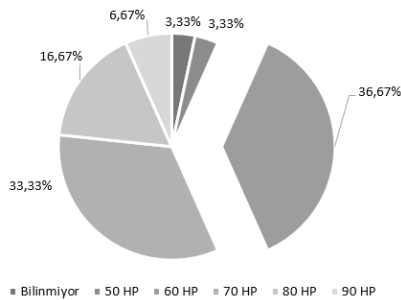
Şekil 1. İmalatçılar Tarafından 400 l Depo Kapasitesine Sahip Pülverizatörler İçin Önerilen Traktör Gücünün Dağılımı Grafiği



Şekil 2. İmalatçılar Tarafından 600 l depo Kapasitesine Sahip Pülverizatörler İçin Önerilen Traktör Gücünün Dağılımı Grafiği



Şekil 3. İmalatçılar Tarafından 800 l depo kapasitesine sahip pülverizatörler için önerilen traktör gücünün dağılımı grafiği



Şekil 4. İmalatçılar Tarafından 1000 l Depo Kapasitesine Sahip Pülverizatörler İçin Önerilen Traktör Gücünün Dağılımı Grafiği

İmalatçıların Püskürtme Memeleri–Kol Tasarımı Yaklaşımları

Bilindiği üzere tarla pülverizatörlerinde püskürtme kolları üzerine optimum aralıklarla püskürtme memelerinin bağlanması gerekmektedir. Meme aralığı, kullanılacak memenin püskürtme açısı ve işletilme yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. İmalatçılara memeler arası mesafe konusundaki yaklaşımları sorulduğunda, tüm depo kapasiteleri ve püskürtme kol genişlikleri için üreticilerin de talebini dikkate alarak genellikle konik hüzmeli memelerle donatılmış kol tasarımları imal ettiklerini belirtmişlerdir. İmalatçıların %63,15' i aynı tür meme için 50 cm meme aralığını kullanarak tasarım yaparken, %15,79'u ise 35 cm meme aralığında tasarım ve imalat yapmaktadır. Firmaların % 21,06'sı da her iki meme aralığını püskürtme kollarında kullanmaktadır. Yapılan görüşmelerde firmaların bir kısmı bir meme firmasının distribütörlüğünü yaptıklarını ve dolayısıyla memeler hakkında çok fazla bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bazı firmaların da kendi memelerini pirinç malzemedan imal edebildikleri görülmüştür.

Püskürtme Kollarında Lojistik Amaçlı Montaj ve Demontaj Yaklaşımları

Firmayı ve ürünlerini tanıma amaçlı olarak; lojistik amaçlı pülverizatör kollarının demonte edilip edilmediği araştırılmış ve pülverizatör gideceği yere ulaştığında bu montajın kimin tarafından gerçekleştirildiği sorulmuştur. Firmaların %100'ü lojistik amaçlı püskürtme kollarının demonte işlemi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Pülverizatör imalatçıların %84,21'inin bu montajı bayi ve servis yaptığını ve pülverizatör imalatçıların %15,79'u bu işlemin kolay olduğunu ve müşteri tarafından yapıldığı açıklanmıştır. Hidrolik kaldırma yardımı olmadan pülverizatör kollarının askıya alınıp monte edilmesi zor bir işlemdir. Ayrıca montaj işini bu konuda tecrübesiz olan müşteriye bırakmak iş kazalarına sebep olabileceği gibi, iyi monte edilmeyen bir pülverizatör püskürtme kolunun tarladan gelen titreşimler doğrultusunda kolay kırılacağı bir gerçektir.

İmalatçıların Pülverizatör Parçalarını Üretme Kabiliyetleri ile Teknoloji ve Yeniliklere Olan İlgileri

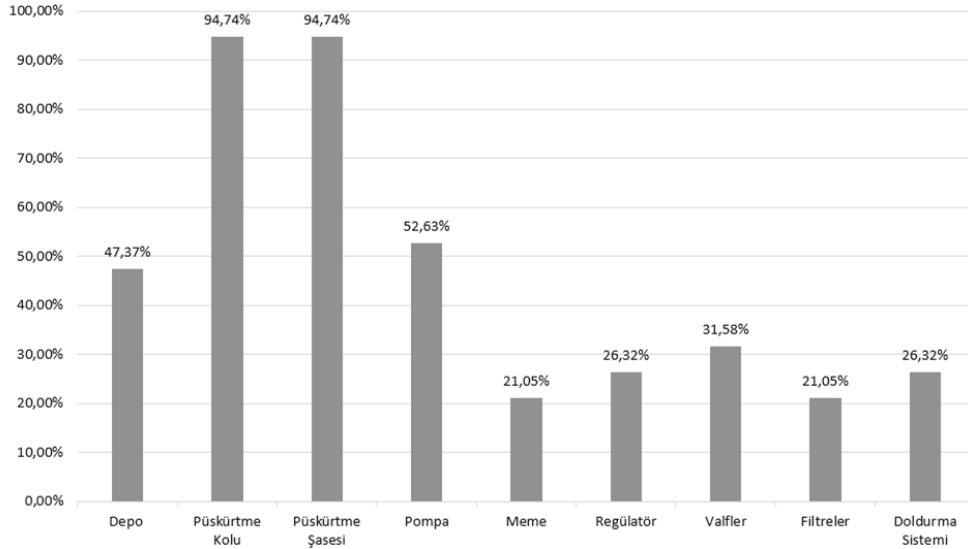
Pülverizatör imalatçıları ile yapılan görüşmelerde pülverizatörün hangi parçalarını kendileri tarafından imal ettikleri sorulmuş ve alınan yanıtlara göre imalat durumları (Şekil 5) incelendiğinde, imalatçıların tamamına yakını (% 94,74) püskürtme kolları ve saseyi kendi imkanlarıyla imal ettikleri belirlenmiştir.

Türkiye'deki Tarla Pülverizatörü İmalatçılarında Genel Bir Bakış

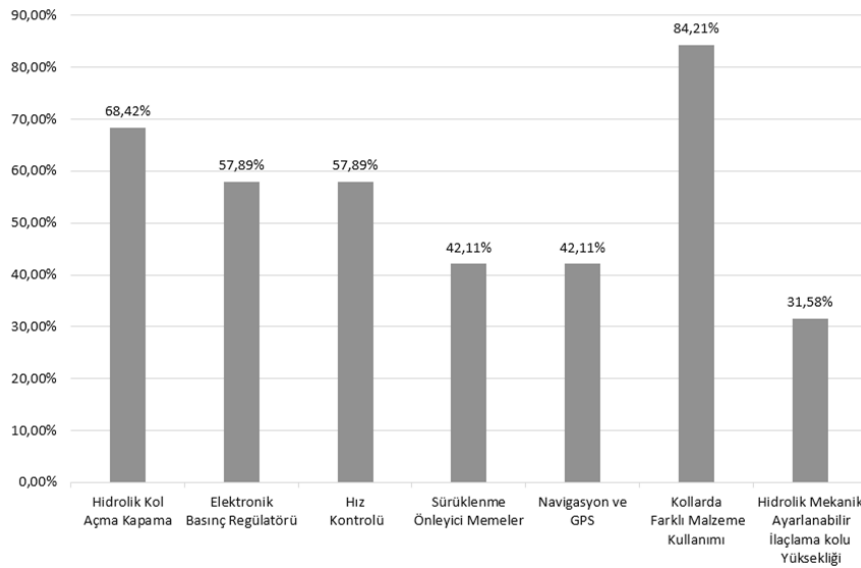
Yapılan görüşmelerde, firmaların %47,37'sinin pülverizatörlerinde kullanacakları depoları kendilerinin imal ettikleri görülmüştür. Pülverizatör imalatçıların; %94,74'ünün püskürtme kolunu, %94,74'ünün pülverizatör şasesini, %52,63'ünün pompasını, %21,05'inin memesini, %26,32'sinin regülatörünü, %31,58'inin valflerini, %21,05'inin filtrelerini ve %26,32'sinin doldurma sistemini kendilerinin imal ettiklerini bildirmişlerdir. İmalatçıların hepsi basınçlı hortumlarını dışarıdan satın almaktadırlar. Bu verilere göre imalatçıların hemen hemen tamamının püskürtme kollarını kendilerinin imal ettiği söylenebilir. Aynı depo hacmi için püskürtme kolu, şase ve pompayı kendi imal eden firmaların pazarda rekabet şansının da daha yüksek olacağı düşünülebilir.

Pülverizatör imalatçıları, pülverizatörlerde kullandıkları parçaları kendileri ürettiklerinde daha ucuza üretebilmektedir. Ayrıca kendi imalatlarını kendileri yaptıkları için yedek parça masrafları bu sayede düşülebilmektedir.

Şekil 6'da da görüldüğü gibi anket çalışmasında firmaların % 68,42'si hidrolik pülverizatör püskürtme kolu açma kapama sistemini, %57,89'u elektronik basınç regülatörünü, %57,89'u hız kontrolünü, %42,11'i sürüklenme önleyici memeleri, %42,11'i navigasyon ve GPS sistemini, %84,21'i pülverizatör kollarında farklı malzemeleri, %31,58'i hidrolik mekanik ayarlanabilir ilaçlama kolu yükseklikleri teknolojilerini firmalarında kullandıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 5. Pülverizatör Parçalarının Firmaların Kendileri Tarafından İmal Edilme Durumu (%)



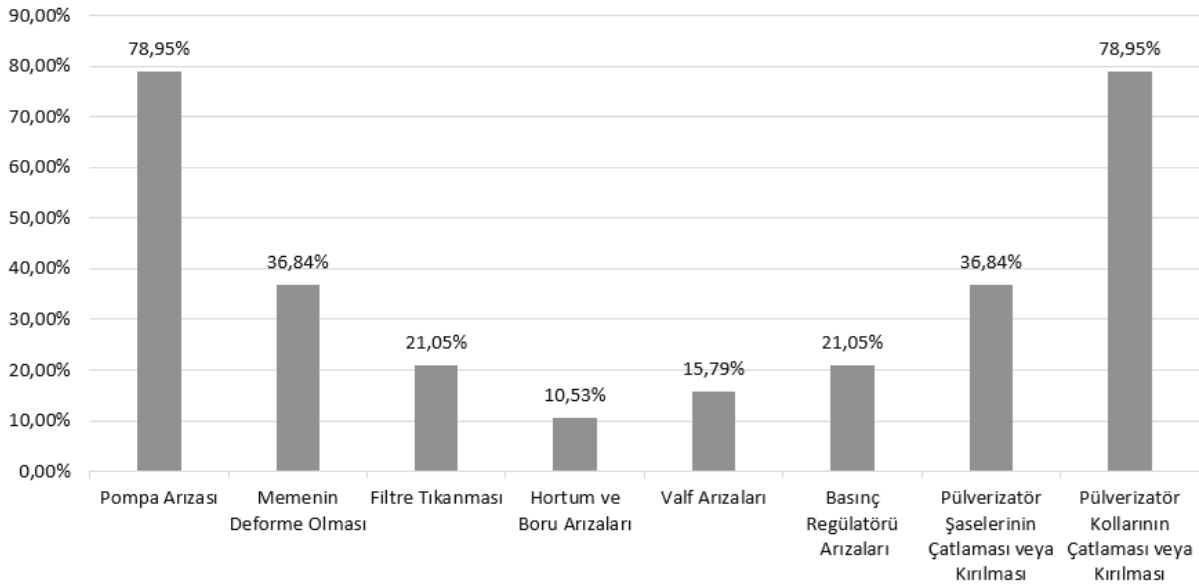
Şekil 6. Pülverizatörlerde Kullanılan Teknoloji ve Yeniliklerin Kullanım Yüzdeleri

Pülverizatörlerde daha düzgün bir ilaç dağılımı, daha verimli pestisit kullanımı, daha stabil ve uzun ömürlü bir püskürtme kolu vb. sebeplerle gün geçtikçe farklı teknoloji ve yenilikler kullanılmaktadır. Pülverizatörlerin iş genişliğinin artmasıyla kolların ağırlıklarının da artacağından dolayı daha kolay açılıp kapanır sistemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple kollara hidrolik açma kapama sistemleri oluşturulmuştur. Hız ve basınç kontrolleri sayesinde meme debisi ve ilaç normu kontrol altına alınabilmektedir. Sürüklenme önleyici memeler ile ilaç sürüklenmesi azaltılarak hedefte toplanma etkinliği artırılmaktadır. Sistemlerde navigasyon ve GPS kullanımı sayesinde sahada kullanılan ilaç miktarı azalacak, ilaçlama için en kısa yol belli olacak ve ilaçlanan yer bir daha ilaçlanmayacaktır. Pülverizatörlerde 0,35 m meme aralığı kullanan firmalar her meme girişine vana koyduklarını böylelikle istenildiğinde bir meme açık bir meme kapalı olacak şekilde kullanarak meme arası mesafeyi 0,7 m olarak da kullanabildiklerini ve teknoloji ile memeler arası mesafeleri ayarlamadıklarını belirtmişlerdir. İlaçlama etkinliği arttırmak için sürüklenme önleyici memeleri tercih etmek çok önemli olacaktır. Pülverizatör kollarında ve şasesinde kırılmalar çokça karşılaşılan bir durumdur. Bu sebeple yeni malzemelerin pülverizatör

kollarında ve şasesinde denenmesiyle kırılmalar azaltılabilir ancak özel malzemelerin kullanımıyla imalat maliyeti de artmaktadır.

Pülverizatör Arızalarının Değerlendirilmesi

Firmalarla yapılan görüşmelerde, pülverizatörlerde oluşabilen arıza türleri de araştırılmıştır. Şekil 7' de görüldüğü gibi imalatçıların; % 78,95'inde pompadan kaynaklı arızaların olduğu, %36,84'ünde memenin aşınmasından dolayı problemler olduğu, %21,05'inde filtrenin tıkanması problemi yaşandığı, %10,53'ünde hortum ve boru arızalarının var olduğu, %15,79'unda valf arızasından dolayı ve %21,05'inde de regülatör arızasından kaynaklı arızalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca firmaların % 36,84'üne pülverizatör şasesinin çatlaması veya kırılmasından kaynaklı, %78,95'ine pülverizatör kollarının çatlaması veya kırılmasından kaynaklı şikayetler geldiği saptanmıştır. Bu verilere göre en yüksek arızanın püskürtme kollarında olduğu görülmektedir. Ülkemizde üretilen pülverizatörlerde genellikle piston membranlı pompalar kullanılmaktadır. Pülverizatör imalatçılarıyla yapılan görüşmelerde pompadaki arızaların membran lastiğinin yırtılmasından ve kışın pompa içerisine antifriz konmamasından olduğu belirtilmiştir. Burada bakım konusunda çiftçi/kullanıcı daha çok bilgilendirilmelidir.



Şekil 7. Pülverizatörlerde Sıkça Karşılaşılan Arızaların Dağılımı (%)

Pirinç malzemedan üretilen memeler çok hızlı aşınma özelliği göstermektedir. Bu durumda hızlı aşınan memelerin yerine tekrar meme alınması gerekecektir. İlaç hazırlama için su alınan kaynağın duruluğu yöreden yöreye farklılıklar göstermektedir. Kaynak suyundan alınan suyun temizliği filtrenin ömrünü belirleyen birinci etmendir. Kullanıcıların dikkatsiz kullanımından dolayı hortumlar ve borular, valfler ve regülatörler kırılabilir. Arazideki çukur ve tümseklerden dolayı püskürtme kollarında kırılmalar olabildiği gibi kullanıcıların dikkatsizliklerinden kaynaklanan, ağaç ve taş ve benzeri gibi bir materyale çarpılması da püskürtme çubuğunda kırılmalara sebep olabilmektedir. Ürkmez ve Özpınar, (2013)'in bildirdiğine göre; tarım işletmelerindeki tüm KMH bitki

LİTERATÜR LİSTESİ

- Demir, C., H. İ. Çelen, 2005. Tekirdağ İlindeki Tarımsal İşletmelerdeki Pülverizatörlerin Durumu ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi. 12 (1): 23-28.
- Demir, B., İ. Öztürk, 2009. Mersin Erdemli İlçesindeki Sera İşletmelerinde Kullanılan Pülverizatörlerin Durumu ve Sorunları. Alın Teri Zirai Bilimler Dergisi. 17 (B)-2009: 1-6.

koruma makinelerinin %82,3'ünde en azından bir sorun olduğu tespit edilmiştir. Püskürtme çubuğuna sahip KMH tarla pülverizatörlerinin %22,6'sında en az bir kez kırılma meydana geldiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla iyi tasarlanmış yüksek dayanıma sahip bir ilaçlama kolu son derece önemlidir.

SONUÇ

Çiftçiler, bir tarla pülverizatörü almaya gittiklerinde çiftçinin traktör gücü, tarım işletmesindeki hedef zararlısı, pülverizatörün kullanılacağı tarım ürünü, tarım işletmesinin kapasitesi vb. kullanıcıya ait bilgiler iyi etüt edilmeli ve bu çalışmanın ışığında pülverizatör satılmalıdır.

- Demir, B., 2015. İç Anadolu Bölgesinin Bitki Koruma Makineleri Projeksiyonu. Alın Teri Zirai Bilimler Dergisi. 28 (B)-2015: 27-32.
- Ürkmez, Ü., S. Özpınar, 2013. Bitki Koruma Makinalarının Uygulamadaki Sorunlarının Belirlenmesi: Çanakkale İli. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi. 253-261.

Alçak ve Yüksek Süt Hatlı Sağım Sistemlerinde Çalışma Vakumu ve Süt Debisi Değişimlerinin Memebaşı Ucu Vakum Basıncına Etkisi

Halil ÜNAL^{1*}, Feridan ÖZGÜR², Ayşe Sevcan BİLGİN², Şilan URAL²

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa.

²Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği ABD, Bursa.

*Sorumlu yazar e-posta: hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 17.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Alçak ve yüksek hatlı süt sağım sistemleri sağmal ineklerde genellikle en çok kullanılan sağım makinalarıdır. Sağım durağının altına yerleştirilen süt hattında süt kendiliğinden süt borusuna akar, ancak sağım durağının üzerine yerleştirilen süt hattına sütü kaldırmak için ilave bir enerjinin kullanılması gerekir, yani süt hattındaki vakum meme başlığı vakumundan daha yüksek olmalıdır. Çalışmanın amacı alçak ve yüksek hatlı sağım sistemlerinde farklı çalışma vakumu ve süt akış debilerinin memebaşı ucu vakum basıncına etkilerini saptamaktır. Denemeler, süt yerine suyun kullanıldığı bir sağım deney düzeneği oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kauçuk ve silikon malzemeden yapılmış iki farklı tip meme lastiği kullanılmıştır. Araştırmada alçak hatlı sağım sistemi için 42, 46 ve 50 kPa, yüksek hatlı sağım sistemi için ise 46 ve 50 kPa çalışma vakumları seçilerek denemeler beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Her aşama süt akış hızlarının 0.8, 2.0, 3.7, 5.1 ve 6.5 kg/dak olduğu yine beş farklı sağım debisinde yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre her iki tip meme lastiği için de alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumunun sırasıyla 42 ve tesis ve işletme koşullarına göre 46-50 kPa arasında olması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Alçak ve yüksek hatlı sağım sistemleri, çalışma vakumu, süt debisi, memebaşı ucu vakum basıncı.

Effect of the changes in working vacuum and milk flow rate on the liner vacuum in low and high line milking systems

Abstract: Generally, the most widely used milking machines in milking cows are the low and high line milking systems. The milk on the milk line placed under the milking stall flows spontaneously into the milk tube, however an extra energy should be used to lift the milk to the milk line placed on the milking stall, hence the vacuum in the milking line should be higher than the vacuum in the liner. Aim of the study is to determine the effects of different working vacuums and milk flow rates on the liner vacuum in low and high-line milking systems. The trials were realised by forming an experimental system consisting of a milking machine with bucket, in which water was used instead of milk. Two different types of liners made of rubber or silicon were used in the study. Working vacuums of 42, 46 and 50 kPa were used for low line system, while 46 and 50 kPa were used for high line system, and the trials were carried out at five stages. Each stage was realised at five different milking flow rates, i.e., 0.8, 2.0, 3.7, 5.1 and 6.5 kg/min. According to the results of the research, it was determined that the working vacuum should be between 42 and 46-50 kPa, respectively, in both low and high milking systems for both types of liners, depending on the plant and operating conditions.

Key words: Low and high line milking systems, working vacuum, milk flow, liner vacuum

GİRİŞ

Sağım ünitesinin ana parametresi memebaşı ucu vakum basıncıdır. Diğer bir değişle meme lastiği nabız odasındaki vakumdur. Memebaşı ucu vakum basıncı ne kadar yüksek olursa sağım hızı da o kadar yüksek olur, sağım süresi de bir o kadar kısaldır. Ancak

uygulamalarda vakum hattının en üst sınırı 50 kPa olarak kanıtlanmıştır (Rasmussen *ve ark.*, 2003; Andersons *ve ark.*, 2014). Yüksek vakum ile sağım, hayvan meme başlarında deformasyonun yanı sıra memede acıya neden olabilmektedir. Ayrıca, meme

lastiği nabız odası vakum basıncı ne kadar düşük olursa, meme sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de o kadar düşük olabilmektedir (Reinemann *ve ark.*, 1996; Jones, 1999; Öz, 2003). Ancak, vakum için sınırlar da vardır. Çok alçak basınçta hayvan memebaşı ucu başlıktan çıkma eğiliminde bulunur ve sağım süresi uzunluğu da büyük ölçüde artmaktadır. Standartlarda yüksek süt debilerinde nabız odası vakum düzeyinin 32-40 kPa aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Rasmussen ve Madsen, 2000; TS ISO 5707, 2014). Bu vakum aralığı meme ucu sağlığı üzerinde negatif bir etki bırakmamakta, bunun yanı sıra arzu edilen sağım hızını ve hayvan memesinin başlıkta tutulmasını sağlamaktadır.

Modern sağım tesislerinde alçak ve yüksek hatlı süt sağım sistemleri kullanılmaktadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'de test koşullarının belirlendiği Tablo A.2'ye göre yüksek hatlı sağım sistemlerinde süt hattı sağım platformundan 1.8 m'den veya süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 1.3 m'den daha üstte, alçak hatlı sistemlerde ise süt hattı sağım başlığı (süt pençesi) konumundan 0.7 m'den daha düşük seviyede yerleştirilmektedir.

Her iki sistem için en önemli fark, sağımın farklı bir işlemden olmasıdır. Alçak hatlı sistemde sağım sırasında hat boyunca akan süt, hattın altında bulunan pençeye yerçekimi kuvveti yardımıyla kendiliğinden akar. Yüksek hatlı sistemde ise, sütü hatta taşımak için süt hattı üzerinde ek enerjiye ihtiyaç vardır. Bunun için süt hattındaki vakum, meme başlığı vakumundan daha yüksek olmalıdır. Uzun süreli uygulamada, yüksek hatlı sağım sistemlerinde hatta süt akışı olmadığı zaman çalışma vakumu 50 kPa olarak verilmiştir. Ayrıca, sağımın en yüksek süt akış hızındaki ortalama meme başı ucu vakum basıncı 32-40 kPa olmalıdır (Reinemann *ve ark.*, 1996; Reinemann, 2005; Rose-Meierhöfer *ve ark.*, 2010; TS ISO 5707:2007, 2014). Diğer yandan Schuring ve Reinemann (2005), iyi sağım özellikleri ve meme sağlığını sağlamak için sağım sırasında en yüksek sağım veriminde 35 ila 42 kPa arasında bir süt pençesi vakumunun optimal olduğunu bildirmişlerdir. Standartlarda yüksek ve alçak hatlı sistemlerdeki en uygun çalışma vakum aralığının ne olması gerektiği sorusu cevapsız kalabilmektedir. Bu soru üzerindeki araştırma çalışmaları ve sağım makinaları kullanım talimatları önerilerinde büyük farklılıklar olduğu sonucuna

varılmıştır. Buna göre, farklı sağım sistemleri bile sağım sırasında benzer bir meme vakum basıncı gerektirebilir. Bu durum, mevcut araştırma konusunun seçilmesinde etkili olmuştur. Bunu başarmak için, bu çalışmada yüksek hat ve alçak hat sistemlerinin farklı basınç ayarları karşılaştırılmıştır.

Bu araştırmanın amacı, yüksek hatlı (YSH) ve alçak hatlı (ASH) süt sağım sistemlerindeki farklı süt debilerinde ve sistemin farklı çalışma vakumlarında (yüksek süt hattında 46 ve 50 kPa; alçak süt hattında 42, 46 ve 50 kPa) meme lastiklerinin (kauçuk ve silikon tip) "a+b" süt alım (emme) evresindeki memebaşı vakum basıncı değişimlerinin etkisini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemeler Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü laboratuvar koşullarında özel olarak tasarlanan ve süt yerine suyun kullanıldığı test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Test düzeneği ve elemanları Şekil 1'de verilmiştir.

Tasarlanan test düzeneğinde şebekeden alınan su (2) bir su deposuna (4) doldurulmaktadır. Depo içindeki su seviyesi bir şamandıra (3) ile kontrol edilmektedir. Depodaki su belirli bir doluluk seviyesinde iken doğal akışla yapay memeye (10) akmaktadır. Yapay meme olarak 5 L kapasiteli bir kova kullanılmıştır. Su deposu ve yapay meme arasına suyun kontrolü için bir vana (5) yerleştirilmiştir. Yapay memenin tabanında orta kısmına bir adet delik açılarak buraya dört yollu hortum yerleştirilmiş ve uç kısımlarına plastik malzemeden imal edilmiş 4 adet yapay meme ucu bağlanmıştır. Yapay meme uçlarına merkezlerinden 3 mm çaplı delik açılarak su emiş ağızları oluşturulmuştur. Denemelerde kauçuk ve silikon tip meme lastikleri kullanılmıştır. Kullanılan her iki tip meme lastiği de yekpare imal edilmiştir. Sağım başlıkları sağım pozisyonunda olacak şekilde yapay meme uçlarına takılmıştır. Meme lastiğinin paslanmaz kılıf dışında kalan ve kısa süt hortumu olarak bilinen bölümüne özel olarak imal edilmiş bir vakum basıncı ölçüm adaptörü (7) bağlanmıştır. Sağım başlığına bağlanan ve ölçüme esas olan bir meme lastiğindeki kısa nabız hortum çıkışı ve vakum basıncı ölçüm adaptöründen çatal bağlantı ile bypass yapılarak vakum-nabız ölçüm cihazına (EXENDIS PT V) (6) bağlantı yapılmıştır. Vakum basıncı ölçüm adaptörünün

amacı kısa süt hortumundan geçen su/süt akışını keserek vakum-nabız ölçüm cihazına olası zararı önlemektir. Araştırmadaki homojenliği sağlamak için kauçuk ve silikon meme lastikleri aynı sağım başlığına (süt pençesi hacmi 240 ml) (8) bağlanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca makinanın farklı çalışma vakumlarında inekler için esas alınan nabız sayısının (60 adet/dak) değişmemesi için pnömatrik pulsator yerine elektronik pulsator (14) kullanılmıştır. Sistemin vakum üretme grubu ise yarı sabit sistemli sağım makinası seçilmiştir. Makinanın ana vakum hattı (18) üzerine bir adet vakummetre (15) ve bir adet vakum regülatörü (17) yerleştirilmiştir. Denemelerin hassasiyeti için ana vakum borusuna bağlanan bir adet elektronik vakummetre (16) ve vakum-nabız cihazının ölçtüğü vakum değerleri karşılaştırılarak, sistemin ana çalışma vakumu kontrol edilmiştir. Her bir meme lastiği için yapılan denemelerde sağımdan alınan suyun miktarı için 25 litre kapasiteli bir süt güğümü (11) kullanılmıştır. Süt güğümü 1 g ölçüm hassasiyetli 50 kg kapasiteye sahip dijital bir terazi (12) üzerine oturmaktadır.

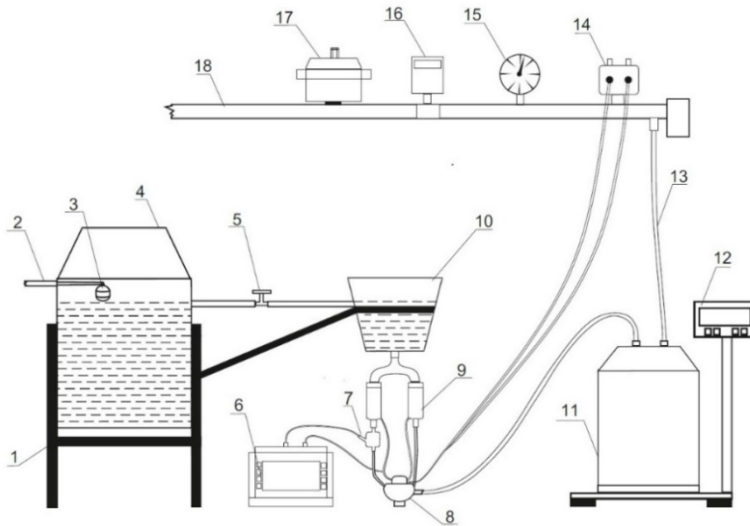
Simülasyon sağım sisteminde güğüm (sütün boşaltılma seviyesi esas alınacak şekilde), alçak süt hatlı sağım için süt pençesi seviyesinin 0.7 m altına, yüksek süt hatlı da ise sağım platformundan 1.8 m

yükseğe yerleştirilmiştir. Su debisi deney sırasında güğüme toplanan su miktarı kayıtlarından hesaplanmıştır.

Deneyler süresince vakum hattı, nabız bölümündeki nabız-vakum ve kısa süt hortumu içindeki vakum değerleri kaydedilmiştir. Kauçuk ve silikon meme lastikleri üzerinde aşağıdaki gibi beş farklı çalışma vakumu aşamaları gerçekleştirilmiştir:

- 42 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 46 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan ASH sağım sistemi
- 46 kPa basınçta çalışan YSH sağım sistemi
- 50 kPa basınçta çalışan YSH hatlı sağım sistemi

Araştırmadaki beş farklı çalışma basıncının her aşamasında su (dinamik sağım deney sıvısı) debileri 0.8, 2.0, 3.7, 5.1, 6.5 kg/dak olarak ayarlanmıştır. Su debisi ayarlaması için yapay memenin altına küresel vana yerleştirilmiştir. Vananın açma-kapama kolu arka hizasına dairesel bir malzeme monte edilerek, çok sayıda yapılan ön testler ile istenilen debiye uygun kol açıları belirlenmiş ve dairesel malzeme üzerinde ölçü çizgileri oluşturulmuştur. Belirlenen debiler bu malzeme üzerinde oluşturulan ölçü çizgileri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Gerek ülkemizdeki çiftlik verilerinin uzun vadeli gözlemlerine dayanarak su debileri 3.6 ile 6.5 kg/dak olarak seçilmiştir (Reinemann *ve ark.*, 2005, Pezzuolo *ve ark.*, 2017).



- 1- Su deposu taşıma şasisi
- 2- Su girişi hattı
- 3- Su seviye şamandırası
- 4- Su deposu
- 5- Musluk
- 6- Nabız-vakum kayıt cihazı
- 7- Vakum basıncı ölçüm adaptörü
- 8- Süt pençesi
- 9- Meme başlığı
- 10- Meme modeli
- 11- Güğüm
- 12- Terazi
- 13- Vakum hortumu
- 14- Elektronik pulsator
- 15- Analog vakummetre
- 16- Elektronik vakummetre
- 17- Vakum regülatörü
- 18- Ana vakum hattı

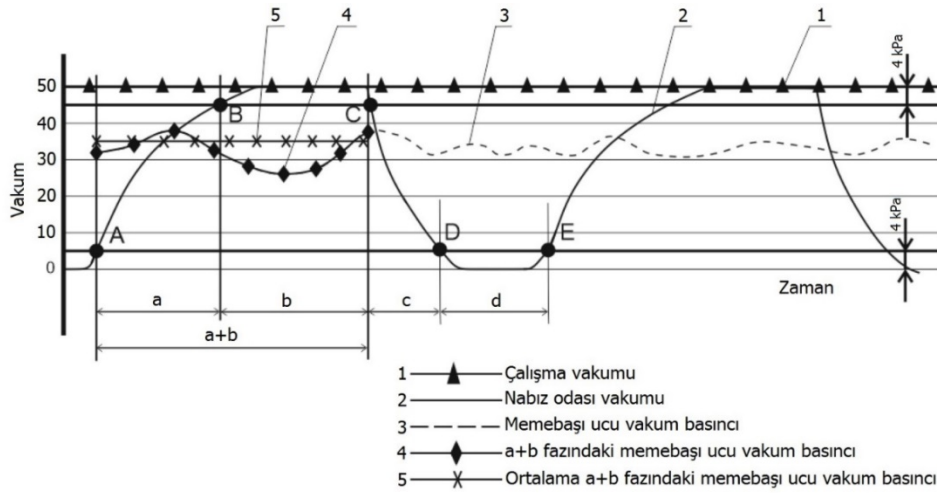
Şekil 1. Similasyon sağım sistemi deney düzeneğinin şematik görünüşü

Ülkemizdeki en iyi süt çiftliklerinde uzmanların bilgilerine göre ortalama pik süt debisi 3.0-6.0 kg/dak aralığındadır. TS ISO 6690:2007 (2014)'ye göre dinamik testlerde pik süt akışı düşük verimli inekler 3 kg/dak, yüksek verimliler için ise 5 kg/dak alınır. TS ISO 5707:2007 (2014) Annex (EK) C'ye göre deneylerde 4 kg/dak pik süt akışı için ortalama süt akışı 2.6 kg/dak alınır. Pulsatör kayıt cihazı (vakum-nabız ölçer test cihazı) tarafından kaydedilen nabız odası vakum değişiklikleri grafiği TS ISO 5707:2007, 2014 ve TS ISO 6690:2007, 2014 ile uyumlu olarak işleme tabi tutulmaktadır. "a+b" fazındaki ortalama memebaşı ucu vakum basıncı incelenen sürecin kriteri olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014) (Şekil 2). Makinalı sağım emme fazında sütün boşalması sırasında hayvanın meme başında aktif olan vakumdur.

Araştırmada elde edilen veriler deneye dayalı matematiksel sıralama yöntemleri ile analiz edilmiştir. Çalışmadaki terimler ve tanımlar standartla uyumlu olarak kullanılmıştır (TS ISO 3918:2007, 2014).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, alçak süt hatlı sağım sisteminin yüksek çalışma basınçlarındaki (46 ve 50 kPa) memebaşı ucu vakum basıncı değerleri yüksek hatlı sistemin aynı çalışma vakumlarındaki memebaşı ucu vakum değerlerinden daha büyük bulunmuştur. Aynı sağım sisteminde çalışma vakumu azaltıldığı takdirde memebaşı ucu vakum basıncı da azalmaktadır. Hem kauçuk ve hem de silikon lastiklerin süt alım evresindeki bu vakum azalmaları benzer oranlarda değişim göstermiştir.



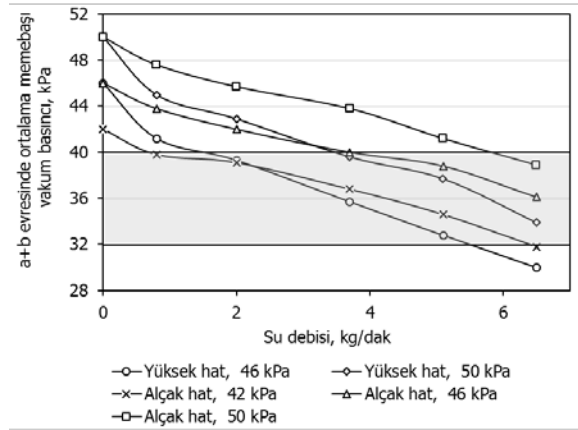
Şekil 2. Pulsatör test cihazından alınan nabız odası ve memebaşı ucu vakum basıncı değerlerinin analizi

Çizelge 1. Alçak ve yüksek süt hatlı sağım sistemlerinde farklı sağım debi ve çalışma vakumlarındaki memebaşı ucu vakum basıncı değişimleri

Meme lastiği tipi	Süt hattı tipi	Çalışma vakumu, kPa	Su debisi değişimlerinde a+b evresinde ortalama memebaşı ucu vakum basıncı ($\bar{x} \pm s_n$), kPa					"a+b" evresinde önerilen ort. memebaşı ucu vakum basıncı aralığı, kPa
			0.8 kg/dak	2.0 kg/dak	3.7 kg/dak	5.1 kg/dak	6.5 kg/dak	
Kauçuk	YSH	46	41.2±0.1	39.3±0.2	35.7±0.3	32.8±0.8	30.0±0.3	32.0 – 40.0
		50	45.0±0.1	42.9±0.1	39.6±0.5	36.9±0.6	33.9±0.7	
	ASH	42	39.8±0.2	39.1±0.4	36.8±0.3	34.6±0.3	31.8±0.5	
		46	43.8±0.2	42.0±0.5	40.0±0.5	38.8±0.6	36.1±0.2	
		50	47.6±0.1	45.7±0.2	43.8±0.6	41.2±0.6	38.9±0.2	
Silikon	YSH	46	41.1±0.4	39.7±0.1	35.4±0.5	33.0±0.7	30.9±0.6	
		50	45.1±0.3	42.0±0.3	38.5±0.2	34.6±0.4	33.9±0.5	
	ASH	42	39.7±0.3	38.5±0.2	36.8±0.5	34.8±0.2	32.6±0.3	
		46	43.4±0.1	42.3±0.4	38.3±0.4	37.9±0.4	34.8±0.2	
		50	48.0±0.2	46.6±0.2	44.4±0.2	41.2±0.3	38.9±0.5	

YSH: Yüksek Süt Hattı, ASH: Alçak Süt Hattı, x: a+b süt alım evresinde ortalama vakum, s_n : standart hata

Kauçuk meme lastiğinin araştırma sonuçları Şekil 3'te grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde, yüksek hatlı sağım sistemindeki 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında elde edilen süt debileri sırasıyla 1.7 ve 3.5 kg/dak'dan daha az olduğunda, memebaşı ucu vakumunun optimal üst sınır olan 40 kPa'dan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu, özellikle süt çıkışına katkı sağlayan stimülasyonunun yeterince etkili olmamasından dolayı, sağımın başlangıcında ve sağım sonunda meme başlarının optimalden daha yüksek olan bir vakuma maruz kaldığı anlamına gelmektedir. Buna karşılık, 46 kPa çalışma basıncında süt debisi 5.5 kg/dak'dan daha yüksek olduğunda, memebaşı ucu vakumu optimal alt sınır olan 32 kPa'dan daha düşük çıkmaktadır. Bu da sağım süresi uzunluğunu etkileyebilmektedir. 50 kPa çalışma vakumunda ise 6.5 kg/dak debiye kadar memebaşı ucu vakumları optimal sınırlar içinde (32-40 kPa) kalmaktadır.



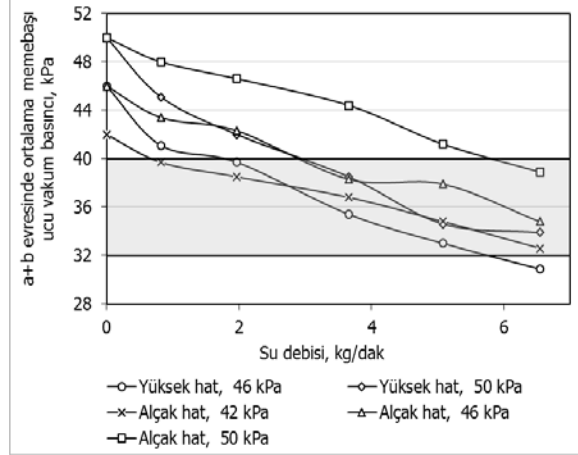
Şekil 3. Alçak ve yüksek süt hatlı sistemlerde farklı su debisi ve çalışma vakumlarında kauçuk meme lastiğinin "a+b" evresindeki ortalama memebaşı ucu vakum değişimleri

Alçak hatlı sağım sisteminin 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında kauçuk tip meme lastiği ile sağım yapılırken, memebaşı ucu vakumları sırasıyla 3.7 ve 5.5 kg/dak'ya kadar optimal üst sınırın çok üzerinde saptanmıştır (Şekil 3). Bu da sağım başlangıcında ve sonunda hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine daha uzun süre maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Çalışma vakumun 42 kPa ve 0.8-6.5 kg/dak sağım debisi arasında ise memebaşı ucu vakumu, optimal vakum sınırları aralıklarında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kauçuk tip meme lastiğinin kullanıldığı alçak süt hatlı sistemde 42 kPa, yüksek süt hatlı da ise yeterli boru çapı, eğim vb. tesis

ve 0-1000 m düşük-orta rakım, en çok 4 kg/dak pik süt akışı vb. uygun işletme koşulları da olduğu sürece 46 kPa çalışma vakumun en iyi sonuçları verdiği söylenebilir. Yetersiz tesis ve zorlu işletme koşullarında çalışma vakumu 48 kPa'a kadar çıkarılabilir. Alçak süt hatlı sistemler için önerilen 42 kPa çalışma vakumu, bu araştırmadaki sonuçları desteklemektedir (Öz, 2003; Andersons *ve ark.*, 2014). Ancak bu araştırmada yüksek hat için uygun bulunan 46 kPa çalışma basıncı, Jones (1999) ve Andersons *ve ark.* (2014) tarafından önerilen 50 kPa çalışma vakumunun altında kalmıştır. Diğer yandan Spencer ve Rogers (2003), araştırmalarında önerdiği 46 kPa çalışma basıncı bu çalışmadaki sonucu desteklemektedir.

Araştırmanın silikon meme lastiği ile yapılan çalışma sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde, yüksek hatlı sağım sisteminde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarındaki analiz sonuçlarına göre süt debileri sırasıyla 1.8 ve 2.9 kg/dak'dan daha az olduğunda, silikon meme lastiği memebaşı ucu vakumları optimal aralıklardan (32-40 kPa) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, kauçuk meme lastiği sonuçlarında açıklandığı gibi, sağım başlangıcı ve sonunda meme başlarının optimal aralıklardan daha yüksek bir vakuma maruz kalacağı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan 46 kPa basınçta süt debisi 5.8 kg/dak'dan daha yüksek olduğunda, memebaşı ucu vakumu optimal değerden daha düşük saptanmıştır. Bu debiden sonra sağım süresi uzayabilmektedir. 50 kPa çalışma vakumunda ise 6.5 kg/dak'ya kadar debi miktarı optimal sınır içinde kalmaktadır.

Silikon meme lastiğinin kullanıldığı alçak hatlı sağım sisteminde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarında sağım yapılırken, memebaşı ucu vakumları sırasıyla 2.9 ve 5.8 kg/dak'ya kadar optimal sınırların çok üzerinde bulunmuştur. Bu debi sınırlarına kadar sağımın başlangıç ve bitiminde hayvan meme başlarının vakumun negatif etkisine daha uzun süre maruz kalacağı sonucu çıkmaktadır. Çalışma vakumun 42 kPa olduğu denemelerde ise, sağım debisinin 0.8-6.5 kg/dak olduğu aralıklarda memebaşı ucu vakum aralığının optimal sınırlar arasında saptanmıştır. Araştırma sonucuna göre kauçuk lastikte olduğu gibi silikon tip meme lastiğinin kullanıldığı alçak hatlı sistemde 42 kPa, yüksek süt hatlı da ise 46-48 kPa arasında çalışma vakumun en iyi sonuçları verdiği söylenebilir.



Şekil 4. Alçak ve yüksek süt hatlı sistemlerde farklı su debisi ve çalışma vakumlarında silikon meme lastiğinin "a+b" evresindeki ortalama memebaşı ucu vakum değerleri

Yukarıdaki verilerden, ister kauçuk ve isterse silikon meme lastikleri kullanılsın yüksek süt hatlı sağım sistemlerindeki 46 ve 50 kPa çalışma vakumları, alçak süt hatlı sağım sistemlerinde ineklerin sağımına uygun olmadığı sonucuna varılabilir. Bu basınçlar, sağım başlangıcı ve sonunda ineklerin mastitis hastalığına yakalanma riskini artırarak hayvan meme başlarını olumsuz şekilde etkileyecektir.

İneklerin sağımı alçak süt hatlı sağım sistemlerinde optimal çalışma vakumu 41-43 kPa arasında olabilir. Bu basınç aralığı, pratik olarak hem sağım süresi boyunca normal süt akış hızını sağlar hem de sağım başlangıcında ve sonunda vakumun olumsuz etkisini azaltabilecektir.

Alçak hatlı sağım sistemlerinde çalışma vakumunun daha da azaltılması tavsiye edilmez. Vakumun negatif etkisi esas olarak süt sağımının başlangıcında ve sonunda azalacak olsa da, aynı zamanda süt akış hızı da önemli ölçüde azalabilecektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Andersons, E., A. Laurs, J. Priekulis, 2014. Studies On Liner Vacuum In High And Low Level Milking Systems. Engineering for Rural Development, Jelgava, 29-30.05.2014, 94-98.
- Jones, G. M., 1999. The Role Of Milking Equipment In Mastitis. Virginia Cooperative Extension. <http://pubs.ext.vt.edu/404/404-742/404-742.html> Erişim: Nisan 2018.
- Öz, H., 2003. Süt Sağma Makinalarında Bazı Teknik Özelliklerin Performans Değerlerine Etkisinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 134 s., İzmir.

SONUÇ

Kauçuk ve silikon tip meme lastiklerinin vakum değerleri ("a+b" süt alım evresindeki) yüksek ve alçak süt hatlı sistem yapılarına göre suyun kullanıldığı simülasyon test ortamında ölçülmüş ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

Yüksek hatlı sağım sisteminin 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarındaki süt debileri sırasıyla 1.7 ve 3.5 kg/dak'dan daha az olduğunda, optimal memebaşı ucu vakumu üst sınırından (40 kPa) daha yüksek çıkmaktadır. Bu, özellikle süt çıkışına katkı sağlayan stimülasyonunun yeterince etkili olmaması durumunda, sağım başlangıcı ve sonunda meme başlarını optimalden daha yüksek bir vakuma maruz bırakır.

Kauçuk ve silikon meme lastiklerinin kullanıldığı alçak hatlı sağım sistemlerinde 46 ve 50 kPa çalışma vakumlarının kullanılması tavsiye edilmez. Bu çalışma vakumlarında memebaşı ucu vakumu kauçuk için 3.7 ve 5.8 kg/dak, silikon için 2.9 ve 5.8 kg/dak debilere kadar optimal sınırı aşmaktadır. Bu debilere kadar hayvanın meme başlarının, sağım başlangıcında ve sonunda sürekli olarak negatif basıncın olumsuz etkisine maruz kalacağı anlamına gelmektedir.

Hem kauçuk hem de silikon meme lastikli alçak süt hatlı sistemlerde 0.8-6.5 kg/dak sağım debisi aralıkları optimal sınırlar içinde kaldığından optimal çalışma vakumu 41-43 kPa arasında seçilebilir. Bu basınç aralığı, pratik olarak hem sağım süresi boyunca normal süt akış hızını sağlar hem de sağım başlangıcında ve sonunda vakumun olumsuz etkisini azaltır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada, deney simülasyonunun yapılmasında önemli katkı sağlayan AYZA Kauçuk Plastik Kalıp San. ve Tic. Ltd. Şti. yönetim kurulu başkanı Hakan Özdoğan ve AR-GE müdürü Kazım Kıyak beylere teşekkür ederiz.

- Pezzuolo, A., D. Cillis, F. Marinello, L. Sartori, 2017. Estimating Efficiency In Automatic Milking Systems. Engineering for Rural Development Jelgava, 24-26.05.2017, 736-741.
- Rasmussen, M. D., N. P. Madsen, 2000. Effects Of Milkline Vacuum, Pulsator Airline Vacuum, And Cluster Weight On Milk Yield, Teat Condition And Udder Health. Journal of Dairy Science 83, 77-84.
- Rasmussen, M. D., D. J. Reinemann, G. A. Mein, 2003. Measuring Vacuum In Milking Machines. Bulletin No. 381/2003, International Dairy Federation, Brussels, pp. 20-32. Belgium.

- Reinemann, D. J., M. D. Rasmussen, G. A. Mein, E. S. Frimer, 1996. Test Equipment And It's Application For Measuring Vacuum In The Short Milk Tube. http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/96_ASAE_963018_Test_Equipment_SMT_vac.pdf, Erişim: Mart 2018.
- Reinemann, D. J., G. A. Mein, M. D. Rasmussen, P. L., Ruegg, 2005. Evaluating Milking Performance. Bulletin of the International Dairy Federation No. 396, 1–24.
- Rose-Meierhöfer, S., G. Hoffmann, H. Öz, U, Ströbel, C. Ammon, 2010. Milking-Time Tests In Conventional And Quarter-Individual Milking Systems. *Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research* 60:11–15.
- Schuring, N., D. J. Reinemann, 2005. Procedures For Evaluating Vacuum Levels And Air Flow In Milking Systems 2005 Update. The National Mastitis Council 44th Annual Meeting, Orlando, Florida.
- Spencer, S. B., G. W. Rogers, 2003. Optimization Of A Milking Machine Liner. Fifth International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003. pp. 60-69.
- TS ISO 3918:2007, 2014. Süt Sağım Makine Tesisleri-Terimler. Türk Standartları Enstitüsü, 19 s., Ankara.
- TS ISO 5707:2007, 2014. Süt Sağım Makine ve Tesisleri-Yapım ve Performans. Türk Standartları Enstitüsü, 47 s., Ankara.
- TS ISO 6690:2007, 2014. Süt Sağım Makine Testleri-Mekanik Deneyler. Türk Standartları Enstitüsü, 34s., Ankara.

Güneş Enerjisi Destekli Manyetik Alan Takip Edebilen Sera İçi Taşıyıcı Araç Prototipinin Oluşturulması

Beran ADAY¹, Can ERTEKİN^{1*}

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya
*Sorumlu yazar e-posta: ertekin@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Bu çalışmada, serada içinde kullanılabilecek bir araç prototipi üretilmiştir. Çalışmanın amacı, hasat edilen ürünün taşınmasında insan işgücünü azaltmaktır. Ayrıca fosil yakıt tüketimini azaltmak için yenilenebilir enerjinin kullanılması amaçlanmaktadır. Otomatik yol izleme sistemi için, manyetik alan kullanılmıştır. Aracın çalışma mantığı aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Birçok ve büyük seradan toplanan ürünler servis yolunda taşınmaya hazırlanır. Her serada birden fazla durak bulunmaktadır. Robotik araç seraların içerisinde geçerek manyetik alanı takip eder. Cep telefonundan gönderilen komuta göre istenen durağa kadar otomatik olarak gider. İstenen durma noktasına ulaşıldığında, araç durur ve görsel olarak uyarı verir. "Devam" komutu verildiğinde, araç manyetik alanı takip etmeye devam eder. Eğer istenirse, yol üzerinde ilerlerken ürün kasalarının olup olmadığını kontrol edebilir. Ürün kasaları tespit edildiğinde araç durur, sesli ve görsel uyarı verir. Kasalar kaldırıldığında, araç manyetik alanı takip etmeye devam eder. Aracın önüne 20 cm'den daha yakın cisim yaklaştığı zaman, araç otomatik olarak durur. Bu cisim aracın önünden çekilinceye kadar sesli ve görsel uyarı verir. Cisim çekildiğinde hareketine devam eder.

Anahtar Kelimeler: Manyetik alan takibi, mobil araç, sera aracı, sera robotu.

Solar Energy Assisted Magnetic Field Tracker Greenhouse Carrier Vehicle Prototype Creation

Abstract: In this study, a vehicle prototype was produced in the greenhouse that could be used in any transportation process. The aim of the work is to reduce the human labour force in transporting the harvested product. In addition, it is aimed to use renewable energy to reduce fossil fuel consumption. Magnetic field is used for automatic path monitoring system. The working logic of the vehicle can be described as follows. The crops collected from many and large greenhouse are ready to transport on the service road. There is more than one stop in each greenhouse. The robotic car follows the magnetic field through the greenhouses. It goes automatically to the desired stop according to the command sent from the mobile phone. When the desired stop is reached, the vehicle stops and visually warns. When the command "continue" is given, the vehicle continues to follow the magnetic field. If desired, it can check the presence or absence of crop crates on the road. When crop crates are detected, the vehicle stops and gives audible and visual warning. When the crates are lifted, the car continues to follow the magnetic field. When the object nearer than 20 cm approaches the vehicle, the vehicle automatically stops. This object gives audible and visual warning until it is withdrawn from the front of the vehicle. The object continues to move when it is pulled.

Key words: Greenhouse robot, greenhouse vehicle, magnetic field tracking, mobile vehicle.

GİRİŞ

Sera alanlarındaki üretim miktarı geçen zaman içerisinde mevsim şartlarına ve doğal koşullara bağlı geleneksel tarımsal üretimin karşısında önem kazanmıştır. Özellikle son dört senenin istatistiklerine bakıldığında ülke genelindeki kurulu sera alanları 2013 yılında 61512.43 ha iken, artarak 2016 yılında 69170.65 ha (TÜİK, 2017) değerine ulaşmıştır.

Günlük hayatın her alanında kullanılan teknolojinin tarım içinde kullanılması, zaman ve maliyet bakımından kaçınılmaz bir durumdur. Teknolojinin bu kadar hızlı ilerlediği günümüzde; tarım alanında da teknolojik gelişmeler artan bir hızla devam etmektedir. Bilgisayarlı otomasyon sistemlerinin gelişmesi ve yayılmasıyla bu ilerlemelerin çok daha hızlı bir şekilde olacağı düşünülmektedir (Çiğer, 2010).

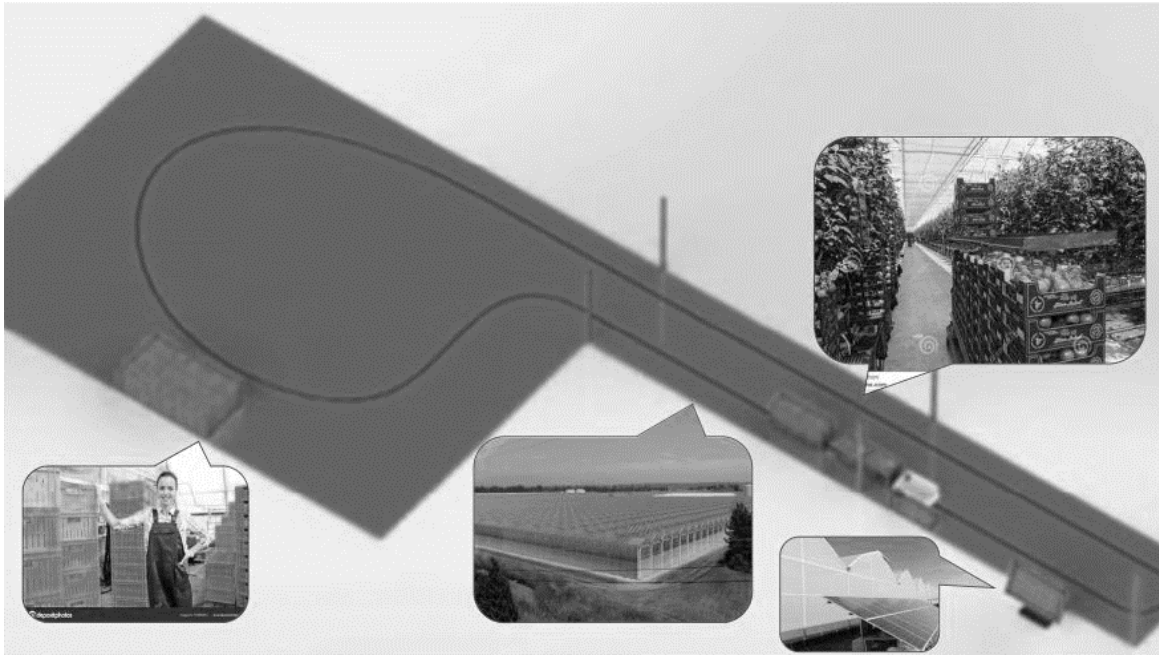
Çalışmadaki ilk amaç, sera içerisindeki üretim için ihtiyaç duyulan teknolojinin geliştirilmesidir. Serada, servis yolu üzerinde hareket edebilme özelliğinin olmasını hedeflenen prototip araç, aynı zamanda hareket esnasında kararsız yol belirleme sistemlerine göre çevresine verebileceği zararları da göz önünde bulundurularak düşünülmüş ve manyetik alan ile yön tayin edilmesinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Manyetik alan kullanılarak otomatik yön tayin edilmeye çalışılmasının temel nedeni, şu an geliştirilmekte olan siyah/beyaz çizgi izleme sistemlerinin, ses ile yön bulma, görüntü işleme ile anlık yön tayin etme çalışmalarının, seralarda olabilecek toz, toprak, sulama, ışık ve seslerden etkilenerek yeterli kararlılıkta çalışmayacak olmasıdır. Çalışmada mini prototipini gerçekleştirmeyi hedeflediğimiz araç gerçek boyutlarında üretildiğinde çalışma mantığı olarak, sera içerisinde üretim sonrası hasat döneminde, servis yolu üzerinde otomatik olarak hareket ederken arkasına bağlanabilecek şekilde özel olarak üretilebilecek römorkları ile kasaların taşınabilmesi amaçlanmıştır (Şekil.1).

Burada geliştirilecek teknolojik cihazların ihtiyaç duydukları enerjiyi, insanoğlunun geçmişten bugüne kadar kullanmış olduğu fosil enerji kaynaklarının gerek çevreye vermiş oldukları zarar, gerekse gün geçtikçe bu kaynakların azalması, üretilen teknolojinin yenilenebilir enerji ile uyumlu bir biçimde üretilmesi için bir amaç haline gelmesi ihtiyacını doğurmuştur. Geliştirdiğimiz prototip araç ihtiyaç duyduğu enerjiyi

üzerindeki şarj edilebilir bataryalardan sağlamaktadır. Bu bataryalar, güneş enerji panelleri aracılığıyla şarj edilmiş akümülatörler üzerinden tekrar şarj edilebilecek şekilde seçilmiştir. Prototip araç, sera içerisinde kullanılabilir büyüklükte üretildiğinde bataryalar yerine direk olarak akümülatörler kullanılabilir.

Çalışmadaki aracın yalnızca otomatik olarak manyetik alan takibi yapabilmesinin yanında istendiğinde kablosuz iletişim aracılığıyla manuel olarak uzaktan kontrol edilebilmesi de hedeflenen özelliklerden birisidir. Bu şekilde araç manuel olarak uzaktan kontrol edilebildiği gibi, istenildiği zaman otomatik moda alınması da amaçlanmıştır. Bunun için özel bir elektronik kumandanın üretilmesinin yerine, Android işletim sistemli cep telefonu ve tabletlerin Bluetooth özelliğinin kullanılması hedeflenmiştir. Bunun nedeni, özel olarak üretilen kumandanın arızalanması durumunda aracın kontrol edilemeyeceği için bu süre zarfında aracın kullanılmaması ve atıl durumda beklemesinin tarımsal üretici için bir kayıp oluşturmasıdır. Arızalanan kumanda yerine yeni bir kumandanın üretilmesi, tarımsal üreticiye ek bir maliyet getirecektir. Bu durumu ortadan kaldırabilmek amacıyla, Android cihazlarda kullanılacak bir yazılım sayesinde Bluetooth iletişimi kullanılarak araca gerekli komutların verilebilmesi sağlanmıştır.



Şekil 1. Aracın sera içerisindeki çalışma mantığı

Uzaktan kontrol için kullanılan Android cihazın arızalanması durumunda bu cihaz yerine başka bir cihaza yazılım yüklenerek çalışma süreci herhangi aksamaya uğramadan devam edebilecektir. Günlük ihtiyaçlarda kullanılabilen cihazların bu araç için kullanılabilmesi özel bir kumandanın üretilmesi maliyetinin de önüne geçmek anlamına gelmektedir.

Sera içerisinde servis yolu üzerinde hareket edebilecek aracın arka arkaya inşa edilen seralar arasında geçiş yaparak farklı seralarda ve bir sera içerisinde de farklı noktalarda kullanılabilmesi düşünülmüştür. Android yazılım ile araca hangi serada ve sera içerisindeki hangi durakta ihtiyaç varsa o duraya gitmesi komutu verilebilmektedir.

İş ve işçi güvenliği, tüm üretim alanlarında olduğu gibi tarımsal üretimde de çok önemlidir. Oluşturulan güvenlik mekanizmasının amacı, sera gibi üretim alanları içerisinde öncelikli olarak burada çalışanları oluşabilecek kazalardan korumanın yanı sıra, sera içerisinde kullanılan diğer cansız nesnelere de yaşanabilecek kazalardan dolayı maddi hasarların oluşmaması için önlem almaktır. Araç, önündeki sensörler aracılığıyla güvenlik için belirlenmiş olan mesafeyi sürekli olarak taraması, eğer bu mesafeden daha yakında bir canlı/cansız nesne tespit edilirse bu engel önünden çekilene kadar sesli ve görsel uyarı vermesi, engel önünden çekildikten sonra aracımızın görevine kaldığı yerden devam etmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Prototipi gerçekleştirilen araç üzerinde farklı görevlere sahip elektronik devre elemanları kullanılmıştır. Sesli ve görsel uyarı elemanları, mikrodenetleyici ve geliştirme kartı, mesafe sensörü, manyetik alan sensörü, bluetooth bağlantı kartı, motor sürücü kartı, DC motor ve tekerlekler ve devrelerde kullanılan entegreler bulunmaktadır. Aracın beyni olarak Arduino Uno geliştirme kartının üzerindeki Atmega328 mikrodenetleyici kullanılmıştır. Gerekli yazılım bu mikrodenetleyiciye yüklenmiştir.

Bu yazılım ile araç üzerindeki bütün elektronik devre elemanlarının kontrolü sağlanmıştır. Aracın ön bölümünde ve yan tarafında HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır. 2 cm'den 400 cm'e kadar ölçüm yapabilen bu sensör, 40kHz seviyesinde ses dalgalarını kullanarak mesafe ölçümü yapabilmektedir. Araç otomatik modda hareket halindeyken önüne çıkabilecek canlı veya cansız cisimlerin mesafesini sürekli olarak kontrol edip, belli bir mesafeden yakın cisim tespit edildiğinde araç otomatik olarak durarak sesli ve görsel uyarı vermektedir. Cisim aracın önünden çekildikten sonra araç manyetik alan şeritlerini takibe devam

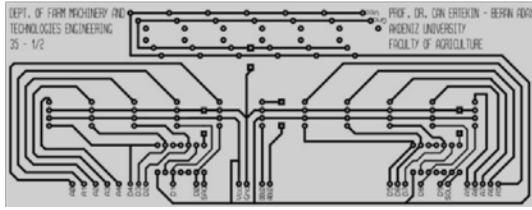
etmektedir. Sera içerisinde araç istenen serada ve sera içerisindeki istenen durakta durabilme yeteneğine sahip olmasının yanında, tarımsal üreticiler hasat edilen ürünlerin taşınması için kasalanan ürünleri mutlaka bu duraklara taşımak zorunda kalmamalıdır. Bu sebepten dolayı servis yolu üzerinde bırakılan kasaların araca verilen bir komutla tespit edilmesi üzerinde çalışılmıştır. Aracın yan tarafında bulunan mesafe sensörü sayesinde, belirli bir mesafeden yakın ve kasa genişliği hesaba katılarak belirli bir mesafeden daha uzak cisimler kontrol edilmeksizin, kasaların bulunabileceği mesafe aralığında cisim algılandığında araç otomatik olarak durabilir, sesli ve görsel uyarı verebilir, kasalar yüklendikten sonra "devam et" komutu verilerek aracın yoluna devam etmesi sağlanabilmektedir. Kasaların tespit edilme işlemi pasif hale getirilerek aracın yalnızca manyetik alan şeritlerinin takip etmesi veya istenen bir duraya gitmesi sağlanabilmektedir.

Araç otomatik modda sera içerisinde servis yolu zemininin üzerinde serili veya yüzeyin altında gömülü bulunan manyetik alan şeritlerinin takibi için sensör modülüne ihtiyaç duymuştur. Bu sensör modülünün yurtdışından ithal edilmesi yerine yerli olarak çok düşük maliyetli bir manyetik alan modülü üretilmiştir (Şekil.2). Bu modül üzerinde A1120LUA-T manyetik alan sensörleri kullanılmıştır. Geliştirilen bu modül üzerinde 11 adet sensör bulunmaktadır. Bu sensörlerin her biri için 1 adet dijital ve 1 adet analog sinyal çıkışı modül üzerinde kullanılabilir halde pinlere bağlanmıştır. Başka çalışma alanlarında ve farklı uygulamalarda kullanılmaya uygun olarak geliştirilen bu modülde ayrıca "sol, düz ve sağ" olmak üzere, 11 sensörün çıkışlarının 3 pinden kontrolünün sağlanması da başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu sayede mikrodenetleyici üzerinde 11 adet pin kullanmayıp, 3 pin ile gerekli iletişim sağlanabilmektedir.

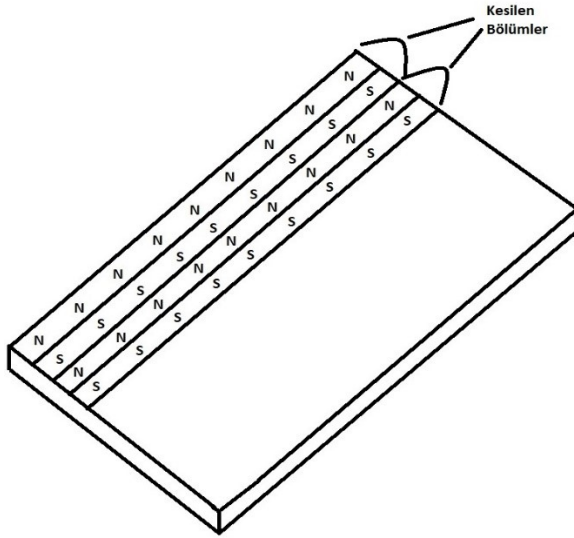
Manyetik alan sensörlerinin tespit edebilmesi için gerekli olan manyetik alan şeritleri ile ilgili testler yapılmıştır. Yurt dışından ithal edilen birçok manyetik alan tespit modülünde manyetik alan şeritlerinin genişliği yaklaşık 45 mm olması istenirken, çalışma içerisinde geliştirilen modül sayesinde zemine serilen 10 mm genişliğindeki manyetik alan şeritleri yeterli olmuştur (Şekil.3). Bu hem manyetik alan şeritlerinin kullanım maliyetini düşürürken aynı zamanda da güzergâh değişikliği işlemleri sırasında kullanıcıya bir kolaylık da sağlayacaktır. Aracın sesli uyarı vermesi için YL-44 ses kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerindeki hoparlör kullanılarak aracın farklı uyarılarda farklı ritim aralıklarıyla sesli uyarı vermesi sağlanmıştır.

Aracın kablosuz olarak manuel kontrolü ve gerekli komutların gönderilmesi işlemi Android işletim

sistemine sahip cep telefonu ve tabletlerin Bluetooth bağlantısı üzerinden sağlanmıştır. Bu işlem için, HC-05 Bluetooth modülü kullanılmıştır. Android işletim sistemine uygun olarak yazılan program sayesinde kablosuz iletişim sorunsuz olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil.4). Aracın otomatik mi yoksa manuel moda mı olduğu, hangi uyarıyı verdiği ile ilgili olarak, sesli uyarı sistemi ile eş zamanlı çalışabilecek bir görsel uyarı sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu işlem için 10 mm çapında bir RGB led kullanılmıştır.



Şekil 2. Yerli olarak oluşturulan manyetik alan modülünün baskı devresi



Şekil 3. Manyetik alan tabakalarından 10 mm genişliğinde kesilen şeritlerin yapısı

İçerisindeki kırmızı, yeşil ve mavi renkteki farklı ledlerin ayrı ayrı çalıştırılmasının yanı sıra, bu ledlerin ikerli ve üçerli olarak eşzamanlı çalıştırılmasıyla farklı renkler elde edilmiştir. Sesli uyarı sisteminde olduğu gibi görsel uyarı sisteminde de ledlerin yanıp sönmeye sıklığı, vermiş olduğu uyarıya göre değişmektedir.

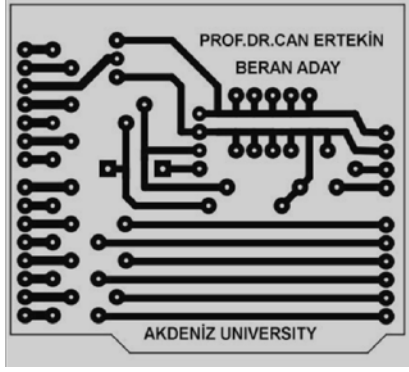


Şekil 4. Aracın kablosuz olarak yönetilmesi ve komut verilebilmesi için yazılan Android programının arayüzü

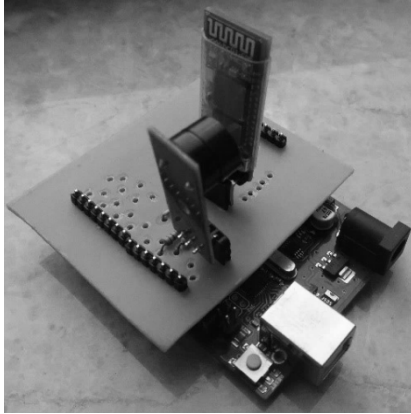
Aracın hareketini sağlayan tekerlerin hareket ettirilmesi için redüktörlü DC motorlar kullanılmıştır. Bu motorlarının gerilim beslemesinin sağlanması için 5-35V 30A çift motor sürücü kartı kullanılmıştır. 5 V DC'de max. 30 Amper, 150W'a kadar çıkış verebilen ve aynı anda iki adet DC motoru birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilen bir motor sürücü kartıdır. Bu motor sürücü kartı sayesinde tekerlekler eş zamanlı olarak çalışırken farklı yönlerde dönebilir, tekerlerden birisi çalışırken diğeri durabilir veya tekerlerin dönüş hızları arasında istemli olarak hız farklılıkları oluşturulabilmektedir. Bu sürücü kartının seçilmesinin temel sebeplerinden birisi de güneş enerjisi ile şarj edilmiş akümülatörler ile çalışmaya uygun olmasıdır.

Aracın bütün elektronik devre elemanları tek bir baskı devre üzerine toplanmaya çalışılmıştır (Şekil.5).

Bu baskı devre kartı, Arduino Uno geliştirme kartının üzerine oturtulacak şekilde üretilmiştir (Şekil.6). Bu sayede araç hareket halindeyken sarsıntıdan dolayı oluşabilecek bağlantı sorunlarının da önüne geçilmiştir.



Şekil 5. Aracın ana devre bölümünün baskı devresi



Şekil 6. Aracın ana devresi ve Arduino Uno geliştirme kartının birleştirilmiş hali

Araç son olarak 3-D yazıcılar kullanılarak üretilen kaporta bölümü ile son halini almıştır (Şekil.7).



Şekil 7. Aracın son hali

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın sonucunda yapılan testler ve denemeler sonucunda araç ile ilgili eksik kalan yönler, geliştirebilir ve eklenebilir özellikler üzerine değerlendirme yapılırsa;

Sera içerisindeki servis yolu üzerine serilecek veya yüzeyin altına gömülecek olan manyetik alan şeritlerinin fiziki koşullara dayanıklı olması gerekliliğinin ön planda olduğu görülmüştür. Bu manyetik alan şeritlerinin genişlikleri, kalınlıkları ve kalitesinin maliyet anlamında önemli olmasından dolayı, araç üzerindeki manyetik alan modülleri tarafından tespit edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Manyetik alan şeritlerini algılayabilecek hassasiyette farklı sensörler üzerinde gerekli testler uygulanarak sera ortamlarında kullanılabilir, zeminle modül arasında daha uzak mesafeden algılama işlemi sağlayabilecek sensörler kullanılabilir.

Aracın kablosuz olarak yönetilmesi ve komutların gönderilmesi için Bluetooth iletişim teknolojisi kullanılmıştır. Bu yöntem ile 20 m ile 100 m arasında değişen mesafelerde iletişim sağlanabilir de daha uzak mesafeler için Android cihazların Wireless iletişim teknolojilerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir.

Servis yolu kenarında bulunabilecek kasaların ultrasonik mesafe sensörleri yerine görüntü işleme gibi farklı bir sistemin kullanılması, sistemin kasa ve diğer nesnelere ayırma noktasında daha stabil çalışmasını sağlayabilir. Ancak bu noktada kameranın sera içerisindeki toz ve kirden etkilenmemesi ile ilgili gerekli önlemlerin alınması gereklidir.

Aracın üzerindeki 150W'lık motor sürücü kartı, daha yüklü römorkların çekilmesi ile ilgili yetersiz kalabilir. Aracın büyük boyutlarda üretilmesi düşünüldüğünde araç, römorklar ve toplam kasa taşıma kapasitesi göz önünde bulundurularak yeterli bir motor sürücü kartının seçilmesi gerekebilir.

Aracın yenilenebilir enerji ile uyumlu olarak geliştirilmesi ile büyük boyutlarda üretildiğinde güneş enerji sistemleri tarafından doldurulan jel akümülatörlerin direk kullanımı büyük kolaylık sağlayacaktır. Aracın batarya ölçümünü kendisinin yapması, bataryanın enerji seviyesinin belirli bir düzeyin altına düşmesi sonucu yeni akümülatör ile değişimin yapılması için şarj istasyonuna gitmesi ve bunun için kullanıcıya bir uyarı vermesi sağlanabilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çizgi izleme sistemleri, genellikle siyah zemin üzerine beyaz veya beyaz zemin üzerine siyah çizgi çekilerek oluşturulur. Bu sistemin çalışma prensibi zemine yansıtılan ışığın zemin tarafından yansıtılıp yansıtılmadığının tespiti üzerinedir. Burada ortamdaki

farklı kaynaklardan zemin üzerine gelen ışıklar ve zeminin kirli veya tozlu olması sistemin kararlı bir şekilde çalışmasını etkilemektedir. Yavaşoğlu (2005) çalışmasında, çizgi takibi uygulamasında çizgi tespiti için foto-diyot ve foto-transistör ikililerinin kullanımının verimsiz olduğunu açıklamış, çizgi takibinin sağlıklı yapılabilmesi amacıyla ortamdaki ışıktan yeterince korunması gerektiğinin görüldüğünü belirtmiştir. Bu durum göz önüne alınarak çalışmalarında çizgi takibi için kızılötesi led ve kızıl ötesi alıcılar kullanmışlar, ancak robotun daha adaptif bir yapıya sahip olabilmesi için farklı metodların kullanılması önerilmiştir.

Kiraz (2014) çalışmalarının sonucunda özellikle görüntü işleme uygulamalarının %100 doğruluk oranında çalıştırılmasının çok zor olduğunu anlaşıldığını belirtmiştir. Yüksek doğrulukta çalışan bir görüntü işleme uygulamasının geliştirilmesinin uzun zaman sürdüğünü, ancak %99 doğrulukta bir çalışmanın bile endüstriyel ortam için çok yüksek bir hata oranını ifade ettiğini vurgulamıştır.

Güven (2016) çalışmasında, sıra arasını algılama, sıra sonu ve dönüş becerileri algoritmalarında kullanılan ultrasonik sensörün çalışma prensibinden dolayı, yazılımlarla yapılan düzenlemelere rağmen hataların oluştuğunu belirtmiştir. Eğer ultrasonik sensör kullanılacaksa robota hareket sağlayan motor seçiminde yüksek torklu, düşük hızlarda gidebilen motorların seçilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu ön araştırmaların sonucu olarak, prototipi geliştirilen sera içi taşıyıcı aracının sera içerisinde otomatik yön tayin etme sistemi için manyetik alan takibinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Çalışmadaki manyetik alan şeritlerinin izlenmesi sisteminin testlerinde, manyetik alan şeritleri aracın hareket ettiği yüzeyin altına gömülmüştür. Yüzeyin kirli veya tozlu olması, araca ve yüzeye farklı miktarlarda ışığın uygulanması, yüzeyde test amaçlı oluşturulan bozulmaların aracın otomatik yön tayinini sağlamasında herhangi bir soruna sebep olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmadaki önemli noktalardan birisi de prototip aracın, benzer çalışmaların çoğunda olduğu gibi yalnızca iki nokta arasında hareket etmesi değil, istenen seralar ya da duraklarda otomatik olarak durabilmesinin sağlanması olmuştur. Aracın sürekli olarak bir operatör tarafından kullanılması veya otomatik hareketi esnasında durması istenen noktalarda takip edilmesi zorunluluğunu azaltmıştır. Durak yerlerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, durak eklenip-çıkartılabilmesi ya da aracın durmaksızın çalıştırılabilmesi uygulamanın farklı yerlerde hızlı ve kolay bir biçimde işleme konulabildiği sonucunu göstermiştir.

Tarımsal üretim sektöründe insan iş gücü için ödenen ücret, en önemli maliyet sebeplerinden birisidir. Özellikle kentlere olan göçün sonucunda tarımsal üretim sektörü içerisinde eğitilmiş iş gücü bulma sorunu da gün geçtikçe daha çok ön plana çıkmaktadır. İş gücünün tarımsal üretimin başından sonuna kadar olan tüm zaman dilimi içerisinde yer alması, üretimde vazgeçilmez maddelerden biri olmasına sebep olmaktadır. Sürekli iş gücü sağlamak, iş veren için büyük bir maliyete sebebiyet vermektedir. Özellikle üretimin farklı süreçleri içerisinde kullanılacak çok fonksiyonlu robotik araçların üretilmesi, iş gücünün minimuma çekilmesi için çok önemlidir. Bu da üretim içerisindeki iş gücü maliyetinin minimuma çekilmesi anlamına gelmektedir. Bu robotik araçların ihtiyaç duydukları enerjinin güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji ile sağlanabilmesi imkanı da, işletme maliyetini düşüren temel unsurlardan birisidir.

Tarımsal üretimde ihtiyaç duyulan iş gücünün insan enerjisi üzerinden karşılanması durumunda çalışma süreci içerisindeki verimliliğin değişmesi olağan durumlardan birisidir. Robotik çalışmalar ise ihtiyaç duyduğu enerji karşılandığı müddetçe sürekli olarak programlandığı düzeydeki bir verimlilik ile çalışmaya devam edebilme yeteneğine büyük oranda sahiptir. Bu da iş süreçlerinin kılmasını sağlamaktadır. Emek üretimi ile zaman arasındaki verimlilik oranının sürekli olarak sabit bir düzeyde tutulması, üreticinin iş planını daha rahat yapabilmesi, hangi işin ne kadar süre alacağı ve ardı sıra yapılacak işlemlerin sonucunda üretimin ne kadarlık zaman periyotları içerisinde bitirilebileceği ön görülebilir olacaktır. Gerekli olan iş gücünün tümüyle robotik araçlarla olmasa da bir bölümünde kullanılması ise, iş ve zaman verimliliği anlamında üreticiye katkı sağlayacaktır.

Yüksek insan emeği beraberinde işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerini de beraberinde getirmekte, gerekli önlemler alınmadığında can kayıplarının, yaralanmaların kaçınılmaz olduğu günümüzde daha çok gün yüzüne çıkmıştır. Robotik araçların gündelik ve üretim sürecini kapsayan sürekli işlerde kullanımı, özellikle tekrarlanan eylemlerdeki kaza riskini yüksek miktarda ortadan kaldırmaktadır. Özellikle büyük seralarda, hasat süreçlerinde kasalanan ürünlerin sevkiyatı sırasında insan emeğinin minimuma indirilmesinin, kaza riskini azaltacağı düşünülmektedir. Bu tür kazalarda çalışanın sağlığı, üretim süreci boyunca emek verilen ürünlerin kaybı ya da işletmenin fiziki olarak zarar görmesi söz konusu olabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı çok fonksiyonlu robotik araçların geliştirilmesi, üretimi ve kullanımının yaygınlaşmasının işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından önemli bir olduğu düşünülmektedir.

Teknolojinin yurt dışından alımı, hem maliyet anlamında hem de istikrarlı gelişmenin önünde büyük bir risk taşımaktadır. Yurt dışından alınan ürünlerin döviz kuru üzerinden satın alınması, uluslararası ekonomideki her değişimde etki altında kalmaktadır. Bunun dışında uluslararası siyasi ilişkilerdeki değişimlerin, bu ülkelerden ürün alımında zaman

zaman zorluklar doğurduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak teknolojinin yurtdışından hazır olarak alınması yerine yerli olarak üretilmesinin, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine daha fazla kaynak sağlanmasını sağlaması, ulusal anlamda teknolojik gelişmişliğin hızlanması ve teknolojik bağımsızlığın ilerlemesi için zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Ciğer, M., 2010. Bilgisayar Kontrollü, İnternet Destekli Sera Otomasyonu. *Yüksek lisans tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 134 s.
- Güven, M. M., M. Tan, C. Közkurt, M. H. Yardım, M. Özsoy, E. Sabancı, 2016. Çok Amaçlı Tarım Robotunun Geliştirilmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2016) 33 (Ek sayı) : 108-116.
- Kiraz A. H., 2014. Görüntü işleme tabanlı insansız mobil araç konumlandırma sistemi, *Yüksek lisans tezi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 57 s.

- TÜİK, 2017, bitkisel üretim istatistikleri, örtü altı üretimi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
Erişim tarihi: 08.08.2017
- Yavaşoğlu H. A., 2005. Bir endüstriyel taşıyıcı ve servo mekanizmalı malzeme değiştirici mobil robotun gerçekleştirilmesi ve bulanık mantık temelli çizgi takip kontrolü. *Yüksek lisans tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 101 s.

Sarımsak Dikim Makinelerinde Kaşıkçık Tipinin Dikim Performansı Üzerine Etkisinin ve Uygun Kaşıkçık Tipinin Araştırılması

Yeşim TÜFEKÇİ^{1*}, Buse ÇAKIR¹, Bahattin AKDEMİR¹

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu yazar e-posta: yesim.tfekcii@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 07.06.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Bu çalışmada, dikilecek olan sarımsakların çeşidine göre uygun kaşıkçığın belirlenmesi, yeni kaşıkçık önerilerinin geliştirilerek dikim performansının artırılması amaçlanmıştır. Ekim hassasiyeti açısından önem arz eden; boşluk ve ikizlenme oranları göz önünde bulundurularak, uygun kaşıkçık tipinin araştırması yapılmıştır. Araştırmada materyal olarak sarımsak dikim makinesi, sarımsak tohumları ve ekim makineleri test düzeneği kullanılmıştır. Sarımsak tohumlarının fiziksel özelliklerinin saptanması için; biçim ve boyut, izdüşüm alanı, yüzey alanı, yuvarlaklık, yuvarlaklık oranı ve küresellik hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucu elde edilen değerlere göre firmanın sağlamış olduğu kaşıkçıklardan seçim yapılarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar denemeleri; dikim makinesi çalışır vaziyette sabit tutulup, hareketli bant test düzeneği üzerine tohumların düşürülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Tek dane ekim makinesi deney ilkeleri doğrultusunda, 0,25; 0,5; 1,00; ve 4,00 km/h ilerleme hızlarıyla denemeler yapılarak, 1. sınıf Maraş Sarımsağı tohumları kullanılmıştır. Ekim sıra üzeri mesafe 14 cm ayarlı olarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler sonucunda farklı kaşıkçık tipleri tasarlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sarımsak dikim makinesi, sarımsak tohumları, kaşıkçık tipleri, hareketli bant test düzeneği

Investigation of the Effect over Planting Performance of Spoon Types and Appropriate of Spoon Types for Garlic Planting Machine

Abstract: In this research, it was aimed to determine the suitable spoon of garlic seeds according to the type and to calibrate the size of the seeds according to the determined spoon. Considering the account the gap and twinning rates which is important for sowing sensitivity, a survey of suitable spoon types has been done. Garlic planting machine, garlic seeds and sowing machine test equipment were used as the material in the investigation. In order for determine the physical properties of garlic seeds; shape and size, projection area, surface area, roundness, roundness rate and sphericity were calculated. As a result of these calculations, the experiments were carried out by selecting from the spoons which were provided by the company according to the obtained values. Laboratory experiments were carried out when the sowing machine was working and the seeds were being dropped on the moving band test kit. According to the experimental principles of single grain sowing machine, the experiments were carried out with 0,25; 0,5; 1,00; and 4,00 km/h, and first class Maras Garlic seeds were used. The experiments were carried out with a distance of 14 cm between the sowing rows. As a result of the numerical data obtained, different spoon types are designed.

Key words: Garlic planting machine, garlic seeds, spoon types, moving band test kit

GİRİŞ

Sarımsak, üzerinde en çok araştırma yapılan tarımsal ürünlerden birisidir. Sarımsak, protein, yağ, karbonhidrat ve kalsiyum içermektedir. Bileşiminde %6.7 protein, %28 karbonhidrat bulunmaktadır (Ünal ve Sağlık 2005).

Günümüzde elle dikimin serpmeye yöntemi ile gerçekleştirilmesi, sonraki tarımsal aşamaların makine ile yapılabilmesine olanak vermemektedir. Sarımsakların sıraya, mümkün olduğunca hassas bir şekilde makine ile dikilebilmesi, hem üreticilerin daha

geniş alanlarda üretim yapabilmelerini, hem de tüm işlemlerde mekanizasyona geçebilmelerini sağlayacaktır. Sarımsak tarımının mekanize edilebilmesi için öncelikli işlem sarımsağın hassas dikimidir (Ünal ve Keskin 2005).

Artan nüfusun beslenebilmesi için yapılan tarımda, tarım alanlarının nüfustaki artışa oranla fazla artmaması ve birim alandan elde edilen ürün verimindeki düşüklük nedeniyle, çağdaş mekanizasyon zincirinin oluşturulması zorunludur. Bitkisel üretimdeki çağdaş mekanizasyon zinciri içerisinde ekim tekniklerinin ve makineli ekimin önemli bir yeri vardır. Mekanik tek dane ekici düzenlerin başarısında ilerleme hızı, tohum ile kaşıkçık arasındaki boyut uyumu, tohumluğun sınıflandırılmış olması etkilidir. Bu şartların sağlanmamış olması sarımsak mekanizasyonunda sorunlara ve verim kayıplarına sebep olur. Sarımsak dikiminin mekanize edilmesi, sarımsakların ideal yaşam alanı içinde büyümelerine olanak sağlayacağından, elde edilen ürünler boyut olarak daha benzer ve kaliteli olacaktır. Sarımsağın pazarlanmasında fiyat-boyut ilişkisi çok önemli olduğundan çiftçinin geliri de artacaktır.

Bu çalışmada; dikilecek olan tohum çeşidine göre uygun kaşıkçık seçilmesi ve tohumların seçilen kaşıkçığa uygun büyüklükte kalibre edilerek, ekim denemelerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Uygun kalibrasyon işlemi yapılmaksızın gerçekleştirilen hatalı ekimlerde; ekim hassasiyeti kaybolmakta, boşluk ve ikizlenme oranı artmaktadır. Kaşıkçıklar arasındaki mesafe ve kayışın dönme hızı; boş geçme oranını ve ikizlenmeyi etkiler. Tohum tutulmasını kolaylaştıran bu iki faktörün artması, deliklerin boş geçmesini azaltacağından, yapılacak dikimlerdeki boşluk oranlarının düşük olmasını sağlayacaktır. Yalnız unutulmamalıdır ki; bu iki faktörün artması kaşıkçıklarda birden fazla tohum tutulmasını da kolaylaştıracığından yapılacak dikimlerde ikizlenme oranını da artıracaktır (Ünal ve Saçılık 2005). Bu gibi durumların önüne geçebilmek için bu çalışmada, sarımsak dikim makinelerinde kaşıkçık tiplerinin dikim performansı üzerine etkisi araştırılmış ve en yüksek performansı sağlayan kaşıkçık tipi belirlenmiştir. Ayrıca farklı kaşıkçık tipleri için tasarım önerileri geliştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

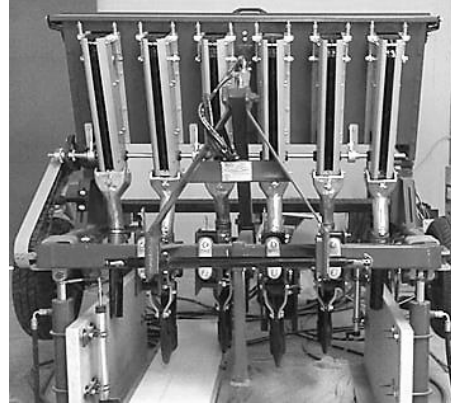
Sarımsak Dikim Makinesi

Dikim makinesi olarak Seca Tarım Mekanik Asılır Tip alttan yaylı bir dikim makinesi kullanılmıştır. Makinenin depo kapasitesi 80 kg, ekici ünite sayısı 6'

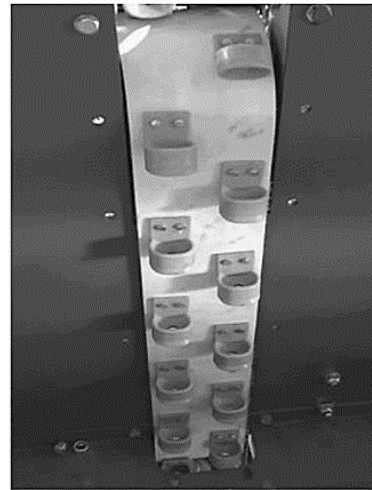
dır. Dikim makinesi farklı büyüklükte tohumların dikimini yapabilecek özelliktedir.

Sarımsak dikim makinesi; tohum deposu, dikim düzeni, tohum borusu, çizi açıcı ayaklar, baskı tekerleği ve kapatıcılar gibi kısımlardan oluşmaktadır. Mekanik dikim düzeni; bantlı kaşıkçıklı bir sistemden meydana gelmektedir.

Aşağıda sarımsak dikim makinesinin genel görünümü yer almaktadır (Şekil 1). Kaşıkçıkların yerleştirildiği bantlı dikim düzeni; 118 cm uzunluğunda ve 7.8 cm genişliğinde imal edilmiştir. Kaşıkçıklar yan yana çapraz olarak bant üzerine tutturulmuştur (Şekil 2).



Şekil 1. Sarımsak dikim makinesi



Şekil 2. Bantlı dikim düzeni ve kaşıkçık sistemi

Firma tarafından sağlanan kaşıkçıklar arasından, tohumlarla uygun kalibrasyona sahip iki tip kaşıkçık seçilmiş ve denemelerde kullanılmıştır. Büyük kaşıkçığın boyutları; 32 x 21.96 x 6.4 mm, küçük kaşıkçığın ise 28 x 20.34 x 6.3 mm olarak ölçülmüştür.

Aşağıda büyük ve küçük kaşıkçık görselleri yer almaktadır (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Büyük tip kaşıkçık



Şekil 4. Küçük tip kaşıkçık

Sarımsak

Denemelerde, 1 ve 2. sınıf Maraş sarımsağı olmak üzere iki farklı boyuttaki sarımsak tohumları kullanılması hedeflenmiş, ancak 1 ve 2. sınıf Maraş sarımsaklarında yapılan kalibrasyon ölçümleri sonucu firmanın sağlamış olduğu kaşıkçık türlerine uygun olan 1. sınıf Maraş sarımsağı kullanılarak tüm denemeler gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda 1 ve 2. sınıf Maraş sarımsak tohumlarının görselleri yer almaktadır (Şekil 5 ve 6).



Şekil 5. 1. sınıf Maraş Sarımsağı



Şekil 6. 2. sınıf Maraş Sarımsağı

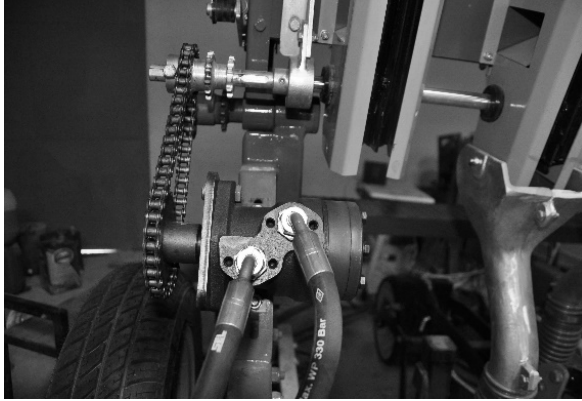
Yapışkan Bant Test Düzeneği

Tohumların sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü, laboratuvar koşullarında saptamak amacıyla makinenin sabit, deneme düzeneğinin hareketli tutulduğu yapışkan bant test düzeneğinden yararlanılmıştır. Yapışkan bant test düzeneği 30 x 1500 cm ebadında olup, tohumların sıçramadan bant üzerine yapışabilmesi için lastik rulonun üzerine yeterli kalınlıkta gres yağı sürülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Yapışkan bant düzeneği

Dikim makinesine, hidrolik motor takılarak hareket verilmiştir (Şekil 8). Hidrolik motor devri ve hareketi; ekim makinesinin bağlı olduğu düzeneğin kontrol ünitesi ile sağlanmıştır (Şekil 9).



Şekil 8. Hidrolik motor



Şekil 9. Test düzeneği kontrol ünitesi

Ölçüm Cihazları

Sarımsak tohumlarının boyutlarının saptanması için kumpas, mikrometre ve planimetre gibi ölçüm aletlerinden yararlanılmıştır. Devir hesaplamalarında da turmetre kullanılmıştır.

Sarımsakların Fiziksel Özelliklerinin Saptanması

Aşağıdaki hesaplamalar, kaşıkçık tasarımında kullanılmış, hesaplamalara göre kaşıkçık boyutları belirlenmiştir.

Biçim ve Boyut

Sarımsak tohumlarının kalınlık, genişlik ve uzunluk değerleri kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümler sırasında 1/50 mm hassasiyetli sürmeli verniyeli kumpas kullanılmıştır.

İzdüşüm Alanının Hesaplanması

Ürünlerin biçim tanımlamaları genellikle enine ve boyuna kesitleri dikkate alınarak yapılmaktadır.

Sarımsak tohumlarından; en kalın kısmına denk gelecek şekilde enine kesit alınarak, kağıt üzerine bastırılıp, kalemle kenarlarından işaretlenerek izdüşüm alanı oluşturulmuştur. Sarımsak tohumlarında, boyuna kesit almak için de aynı işlem yapılmıştır. Bu işlemler sarımsak tohumlarında üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan izdüşüm alanlarından; kaşıkçıkların tasarımında kullanılacak olan yüzey alan hesaplamasında faydalanılmıştır.

Yüzey Alanı

Enine ve boyuna kesit alınan sarımsak tohumlarının, izdüşüm alanı üzerinden planimetre ile ölçüm yapılarak yüzey alanı hesaplaması yapılmıştır.

Yuvarlaklık

Yuvarlaklık cismin köşelerinin keskinliğinin ölçüsüdür. Yuvarlaklık değerinin tahmini için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Yuvarlaklık değerinin saptanması için en uygun bağıntı aşağıdaki gibidir (Tunalıgil, 1993);

$$\text{Yuvarlaklık} = \frac{A_p}{A_c} \quad (1)$$

A_p : Metaryalin doğal pozisyonundaki en büyük izdüşüm alanı,

A_c : Metaryalin dışına çizilebilen en küçük dairenin alanıdır.

Metaryal çok fazla köşeli ise yuvarlaklık oranı hesaplanarak, yuvarlaklık değerini bulmak mümkündür.

Yuvarlaklık Oranı

Yuvarlaklık oranı materyalin tek bir izdüşümü üzerindeki tek bir köşenin yuvarlak ya da düzgünlüğünün belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu değerler keskin köşelerin kavis yarıçaplarının, objenin izdüşümü üzerine çizilen ortalama dairenin yarıçapına oranıyla bulunur (Tunalıgil, 1993);

$$\text{Yuvarlaklık Oranı} = \frac{r}{R} \quad (2)$$

r : Bir köşenin kavis yarıçapı

R : Ortalama dairenin yarıçapı

Yuvarlaklık oranı birden uzaklaştıkça köşenin kavis oranı artmaktadır.

Küresellik

Materyalin küresel yapıya yaklaşım ölçüsüdür. Küresellik değeri birden uzaklaştıkça, cismin yapısı da küresellikten uzaklaşır. Küresellik katsayısı için farklı hesaplama yöntemleri kullanılır (Tunalıgil, 1993)

Küresellik değeri aşağıdaki bağlantı ile hesaplanabilmektedir (Tunalıgil, 1993);

$$\text{Küresellik} = \frac{di}{dc} \quad (3)$$

Burada;

di : Materyalin iz düşümü içine çizilebilecek en büyük dairenin çapı,

dc : Materyalin iz düşümü dışına çizilebilecek en küçük dairenin çapıdır.

Dikim Makinesi Laboratuvar Testleri Yapışkan Bant Hız Hesaplamaları

Sarımsak dikim makinesine hareket vermek amacıyla takılan, test düzeneğine ait olan hidromotor; kontrol ünitesi üzerinden devir/dk cinsinden komut almaktadır. Bu nedenle istenen hız kademelerini elde etmek amacıyla aşağıdaki formüller faydalanılmıştır.

Motorun ayarlanması istenilen hız değeri, yerine yazılarak dişlinin, istenilen hız kademesine ulaşması için gerekli olan devir sayısı hesaplanmıştır.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad (4)$$

V : Hız (m/s)

D : Çap (m)

n : Devir (min^{-1})

$$r_1 \cdot n_1 = r_2 \cdot n_2 \quad (5)$$

r_1 : Yarıçap (m)

n_1 : Devir (min^{-1})

r_2 : Yarıçap (m)

n_2 : Devir (min^{-1})

Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünün Saptanması

Sıra üzerindeki ardışık iki tohum arası mesafe, teorik uzaklığın 0.5 katından az ise ikizlenme, 0.5-1.5 katı ve arasında ise kabul edilebilir tohum aralığı ve teorik uzaklığın (z) 1.5 katından büyük ise boşluk olarak adlandırılır. (Anonymous, 1989; Karayel ve Özmerzi, 2000). 0.5 (z)' den daha küçük mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı

ikizlenme oranı (İÖ), 0.5-1.5 (z) ve arası mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı kabul edilebilir tohum aralığı oranı (KTAO) ve 1.5 (z)'den daha büyük mesafeye düşen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı boşluk oranı (BO) olarak tanımlanmaktadır (Karayel ve Özmerzi, 2000).

ARAŞTIRMA BULGULARI**Sarımsakların Fiziksel Özellikleri****Biçim ve Boyut**

Aşağıda Çizelge 1'de ölçülen uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sonucunda hesaplanan, sarımsak tohumlarının standart sapma, ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 1. Sarımsakların standart sapma, ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri

Birim (mm)		Standart Sapma	Ortalama	Varyasyon Katsayısı
MARAŞ SARIMSAGI (1.SINIF)	Uzunluk	3,74	28,81	13%
	Genişlik	2,66	18,37	14%
	Kalınlık	2,28	14,66	16%

Yüzey Alanı

Aşağıdaki çizelgede, yüzey alanı hesaplarının; standart sapma, ortalama ve varyasyon katsayısı değerlerine yer verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sarımsakların enine ve boyuna kesit yüzey alanı değerleri

Birim/ mm^2		Standart Sapma	Ortalama	Varyasyon Katsayısı
MARAŞ SARIMSAGI (1.SINIF)	Enine Kesit	41,1	390	11%
	Boyuna Kesit	59,61	330	18%

Yuvarlaklık

Aşağıdaki çizelgede hesaplanan yuvarlaklık değerleri verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sarımsakların enine ve boyuna kesit yuvarlaklık değerleri

Birim/mm		Standart Sapma	Ortalama	Varyasyon Katsayısı
MARAŞ SARIMSAGI (1.SINIF)	Enine Kesit	0,10	0,5	19%
	Boyuna Kesit	0,07	0,36	20%

Yuvarlaklık Oranı

Aşağıdaki çizelgede, hesaplanan yuvarlaklık oranları verilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sarımsakların enine ve boyuna kesit yuvarlaklık oranı değerleri

Birim/mm		Standart Sapma	Ortalama	Varyasyon Katsayısı
MARAŞ SARIMSAGI (1.SINIF)	Enine Kesit	0,09	0,33	28%
	Boyuna Kesit	0,15	0,47	32%

Küresellik

Çizelge 5'te; yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen küresellik değerlerine yer verilmiştir.

Çizelge 5. Sarımsakların küresellik değerleri

Birim/mm		Standart Sapma	Ortalama	Varyasyon Katsayısı
MARAŞ SARIMSAGI (1.SINIF)	Enine Kesit	0,09	0,21	44%
	Boyuna Kesit	0,10	0,31	21%

Sarımsak Dikim Makinesi Laboratuvar Testleri

Denemelerde; 0.25; 0.5; 1.00 ve 4 km/h ilerleme hızlarıyla ekim yapılmıştır. Sıra üzeri dikim mesafesi 14 cm'ye ayarlanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 3 tekrerrürlü olarak yapılmıştır.

Test Düzeneği Devir Hesaplamaları

Dişlilerin devir sayılarına göre denemenin yapılmak istendiği hız kademesi hesaplanmış ve turmetre yardımıyla devir ölçülerek istenen değerler elde edilmiştir. Aşağıdaki çizelgede hız ve devir sayıları verilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Hız ve devir hesaplamaları

HIZ (km/h)	1.00	0.50	0.25	4.00
DEVİR (min ⁻¹)	22.68	11.77	5.88	46.25

ARAŞTIRMA BULGULARI

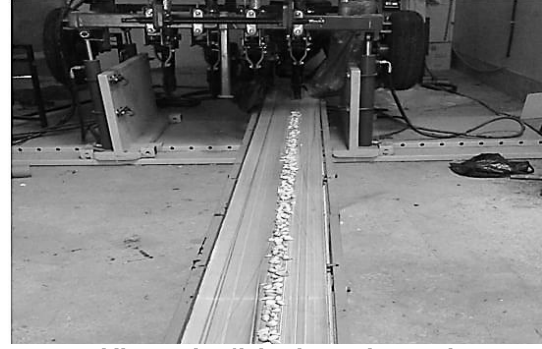
Dikim Makinesi Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğü

Denemelerden önce sarımsak tohumları boyutlarına göre elekler yardımıyla ayırmış ve iki sınıfa bölünmüştür. 1. Sınıf olarak ayrılan Maraş

sarımsaklarına en uygun olan kaşıkçık ile deneme yapılmıştır.

4 km/h Hız Kademesi

Yapılan denemede, tohumların dağılımı sıra üzeri mesafeler hesaplanamayacak sıklıktadır. Aşağıda bant üzerindeki tohumların dağılışı görülmektedir (Şekil 10).

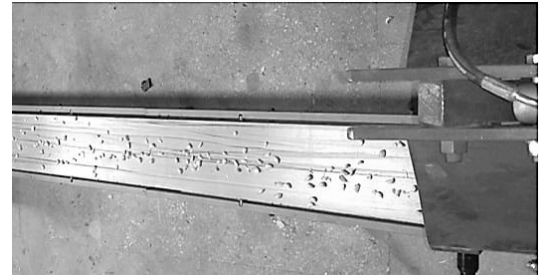


Şekil 10. 4 km/h hızda yapılan testler

1 km/h Hız Kademesi

İlk yapılan deneme, 28 x 20.34 x 6.3 mm boyutlarındaki kaşıkçık, 1 km/h hidromotor hızı ve 10.8 km/h bant hızında yapılmıştır. Sarımsaklar uygun kaşıkçıkların olduğu yere yüklenmiş araya ayırıcı görevini görecektir alüminyum bir plaka konulmuştur.

Uygun hız kademesinin belirlenmesi için yapılan denemelerde bazı olumsuzluklar saptanmıştır. Kaşıkçıklar vasıtasıyla tohum borusuna gelen sarımsaklar, hız kazanarak borunun içinde çarparak aşağı inmekte ve bunun sonucunda ekici ayaklardan bant üzerine hızla düşmektedir. Gergin vaziyette olan gres yağı sürülmüş yapışkan bant üzerinde sıçrama yapmaktadır. Bu nedenle sıra üzeri mesafe ölçümü de zorlaşmış durumdadır (Şekil 11).



Şekil 11. Sarımsak tohumlarının dağılımı

Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak amacıyla ekici ayak içerisine düşme açısını sınırlandıracak, tohumu toprak içerisine diker gibi bırakacak bir parça yaptırılmıştır. Aşağıda ekici ayak içerisine yerleştirilen parça görülmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Dikici ayak içerisine yerleştirilen metal plaka

Dikici ayağın içerisine yaptırılan parçadan sonra denemeye başlanmıştır. 1 km/h hız kademesine ayarlanan ekim makinesi ile ilk deneme gerçekleştirilmiştir. Sıra üzeri mesafeler, metre yardımıyla tek tek ölçülerek değerler kaydedilmiştir. Yapılan denemeler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda sarımsakların bant üzerindeki dağılımı görülmektedir (Şekil 13).

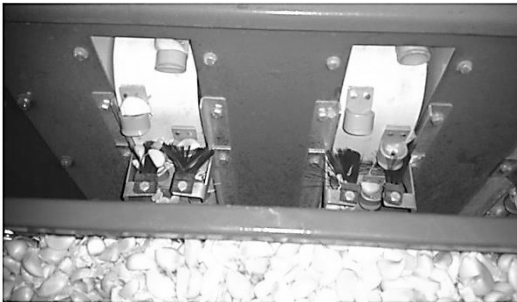


Şekil 13. 1 km/h hız kademesi

0.5 km/h Hız Kademesi

Bant hızı değiştirilmeden, makine 0.50 km/h hıza ayarlanmış, ikinci deneme gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda kaşıkçıkların sarımsak tohumlarını alış şekilleri ve bant üzerindeki görüntüleri yer almaktadır (Şekil 14 ve 15).



Şekil 14. Kaşıkçıkların sarımsakları alış şekilleri

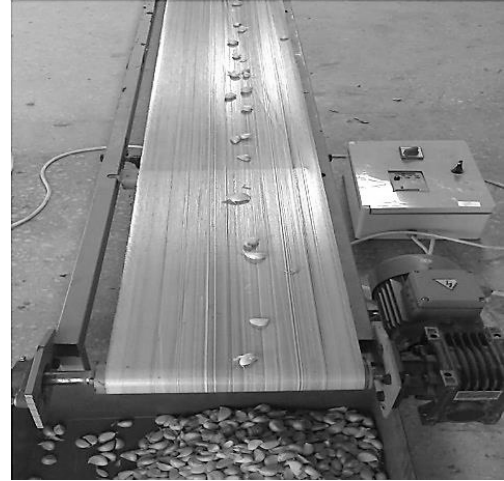


Şekil 15. 0.5km/h hız kademesi

0.25 km/h Hız Kademesi

Hız bir kademe daha düşürülerek 0.25 km/h hız ile üçüncü deneme yapılmıştır. Sıra üzeri mesafeler ölçülerek değerler kaydedilmiştir.

Aşağıda 0.25 km/h hız kademesinde sarımsakların dağılımı görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. 0.25 km/h hız kademesi

Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünün Saptanması

Denemelerde sıra üzeri mesafeler her hız kademesi için ayrı ayrı ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda yapılan hesaplamalar aşağıdaki çizelgede verilmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. İkiizlenme oranı, kabul edilebilir tohum aralığı ve boşluk oranı

Hız (km/h)	İkiizlenme Oranı (İO)	Kabul Edilebilir Tohum Aralığı Oranı (KTAO)	Boşluk Oranı (BO)
1.0	29%	35%	36%
0.5	25%	47%	28%
0.25	25%	36%	39%
4	-	-	-

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan denemeler ve hesaplamalar sonucunda sarımsak dikim makinesi ile ilgili sorunlar saptanmış ve çözüm önerileri oluşturulmuştur.

Firmanın sağlamış olduğu ekim makinesinin kaşıkçık düzenlerinde büyük eksiklikler bulunmaktadır. Kaşıkçıklar çoğu zaman birden fazla sarımsak tohumu almaktadır. Denemeler sırasında çekilen fotoğraflarda ve videolarda açıkça görülmektedir. Genişlik, uzunluk değerleri örtüştüğü halde böylesi bir sonuç elde edilmesinin sebebi; kaşıkçıkların derinliklerinin fazla olmasıdır. Yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucunda, derinliği az ve daha düze yakın kaşıkçık tipi önerileri geliştirilmiştir.

Kaşıkçıkların fazla tohum almasını engellemek için firmanın koymuş olduğu fırçalar, sistemde daha çok karmaşa ve tikanıklık yaratmaktadır. Fırçalara takılan sarımsak tohumları ikizlenme oranını arttırmaktadır. Bunun yerine tanelerin tek tek alınmasını sağlamak amacıyla, kaşıkçıkların üzerinde bulunduğu bandın titreşimli bir yapıya sahip olması, dolayısıyla da tohumların birbirlerine tutunmadan düşmesinin sağlanabileceği ve ikizleme oranının bu şekilde azaltılabileceği düşünülmektedir.

Denemeler sırasında yaşanan en büyük sorunlardan biri de sarımsak dikim makinesinde karıştırıcı bir sistemin bulunmamasıdır. Deneme esnasında veya ekim sırasında karıştırma için insan gücüne ihtiyaç olmaktadır. Depodaki sarımsak karıştırılmadığı takdirde ise kaşıkçıklar boş dönmektedir.

Kaşıkçıklar aldığı sarımsak tohumlarını, üzerlerinde buldukları bant döndükçe hızla bırakmaktadır. Bunun sonucunda da; tohum borusundan hızla inen sarımsaklar zedelenmekte ve toprağa sık düşmektedir.

Sınıflandırılarak ayrılan sarımsaklardan, küçük taneler ile deneme yapılamamıştır. Bu sebeple küçük taneler içinde farklı kaşıkçık tipi önerileri geliştirilmiştir.

Bu araştırmada, makinedeki eksikliklerin saptanması ve denemelerin yapılması sonucunda iki farklı tip kaşıkçık tasarlanmıştır. Derinliği azaltmak ve daha küçük tohumları da ekebilmek amacıyla tasarlanan kaşıkçık önerisi aşağıda görülmektedir (Şekil 17). Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen sayısal verilerden faydalanarak kaşıkçık boyutları; 25x15x2 mm olarak tasarlanmıştır.



Şekil 17. Ön, üst ve yan görünüşü

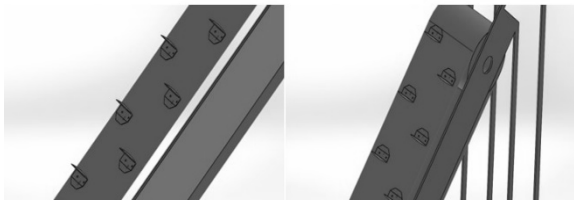
Diğer bir kaşıkçık önerisi de daha büyük taneler için kullanılabilecek bir kaşıkçıktır. Bant düz konumda kaşıkçıklarla sarımsak tohumlarını alırken yukarı doğru ilerler ve bant ters konuma geçip tohumları, tohum borusuna bırakacağı sırada da kaşıkçık üzerinde kalmaya devam edip düşme hızını yavaşlatmak amaçlanmıştır. Hızla atılan tohumlar ard arda tohum borusundan ekici ayağa ve oradan da toprağa ulaşarak ikizlenme veya boşluk oluşturmaktadır. Bunun önüne geçmek amacıyla tasarlanan kaşıkçık tipi önerisi ve bant üzerindeki görüntüleri aşağıda gösterilmektedir (Şekil 18, 19 ve 20).Tasarlanan kaşıkçık prototipinin ölçüleri ise; 30x20x2 mm olarak belirlenmiştir.



Şekil 18. Ön, üst ve yan görünüşü



Şekil 19. Tasarlanan kaşıkçık tipi önerisinin bant üzerindeki konumu



Şekil 20. Tasarlanan kaşıkçık tipi önerisinin bant üzerindeki düz ve ters konumu

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda; tasarlanan kaşıkçıkların geçerliliğini test etmek için uygun koşullarda, yapışkan bant üzerinde denemeler yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-B Sanayiye Yönelik Lisans Araştırma Projeleri

Destekleme Programı çerçevesinde desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı öncelikle TÜBİTAK'a olmak üzere bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bize yol gösterici

olan değerli danışman hocamız Prof. Dr. Bahattin Akdemir'e teşekkür ve saygılarımızı sunarız.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Aktaş, T. 2012. Biyolojik Malzemelerin Mühendislik Özellikleri. (Yayınlanmamış ders notları) ,Tekirdağ.
- Anonim,2015. Sarımsak Yetiştiriciliği. http://www.tarimkutuphanesi.com/SARMISAK_YETISTIR_ICILIGI_00356.html, Erişim: Mart 2015.
- Anonim,2015. Sarımsak Yetiştiriciliği. www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Sarimsak-Yetistirciligi.html, Erişim: Mart 2015.
- Anonim, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, s. 246, Ankara.
- Anonymous, 1989. TS-6424 *Hassas Ekim Makinaları Deney Metodları*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, s. 17.
- Artık, N., E.S. Poyrazoğlu, 1994. Kastamonu Sarımsağının Bileşim Unsurları ve Sarımsak Ürünleri Üretimi Üzerine Araştırma (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Karayel, D., A. Özmerzi, 2000. Düşey Plakalı Hava Emişli Bir Hassas Ekim Makinasının Bazı Sebze Tohumları İçin Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Değerlerinin Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19.Ulusal Kongresi 1-2 Haziran 2000, Erzurum, ss:153-158.
- Tarım Makineleri Deney ve İlke Metodları, 2006.
- Ünal, H. G. ve K. Saçılık, 2005. Sarımsak Dişlerinin Vakumla Tutulmasına Etkili Bazı Parametrelerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19: 87-92.
- Tunalıgil, B. H., 1993. *Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri*. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 1305.
- Ünal, H. G. ve R. Keskin, 2005. Sarımsak Dikim Makinesi Prototipi Geliştirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 11: 303-310
- Üçer, N., İ. Yalçın, 2008. Ekim Makinalarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzensizliğünün Belirlenmesinde Kullanılan Ölçme Yöntemleri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2):87-95.
- Yurdusever, E., 2006. Hassas Ekim Makinalarında İlerleme Hızının Farklı Küresellik Katsayısındaki Tohumların Dağılımı Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Traktörle Arazide Çalışmada Yerinde Yakıt Tüketiminin Ölçülebilirliği

Muammer YALÇIN^{1*}, Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU²

¹Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Türkiye

²Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: muammeryalcin1@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 20.04.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Bu güne kadar arazide traktörle yapılan çalışmalarda mekanizasyon maliyetlerine esas olmak üzere yakıt tüketimi ölçümü değişik yöntemlerle yapılmıştır. En çok uygulanan yöntem tamamlama sistemidir. Bu sistemde traktör düz bir zemine çekilerek depo tamamen doldurulur ve çalışma bitiminde yine aynı şekilde düz zemindeki traktör deposu ölçü kapları yardımıyla tamamen doldurularak tüketilen yakıt kabaca bulunurdu. Bu sistemde araziye gidiş-geliş gibi boşta geçen zamanlarda tüketilen ve dökülen yakıtı ölçmek pek mümkün olmazdı.

Ayrıca bilgisayar destekli hassas ölçüm sistemleri de geliştirilmiş ve kullanılmaya çalışılmaktadır. Ancak parsel bazındaki denemelerde, kısa süreliğine traktöre monte ve demonte edilmesi kolay olmamakta, çalışma esnasında da sorunlarla karşılaşmaktadır. Ayrıca arazide bilgisayar ve çevre ekipmanlarının enerji ihtiyaçlarında sürekli sorun olmaktadır.

Yakıtmytik77 ise esas zamanda tüketilen yakıt miktarını yerinde ölçmeye dayalı, son derece pratik ve uygulanabilir bir sistemdir. Bu sistemde; taşınabilir bir depo mevcut olup, depodan çıkan bir hortum yakıt otomatiğine bağlıdır, buradan filtre ve pompaya gider. Yakıt pompası ve enjektörlerden dönen yakıtı depoya taşımak içinde ayrıca geri dönüş hattına bir hortum bağlanmaktadır. Ölçüm işlemi, esas iş zamanı başı ve sonunda, arazide, küçük bir su terazisi ile denge sağlanarak şeffaf depo üzerine yapıştırılan milimetrik bir şerit metre üzerinden okunur. +/- 5 cc hata payı ile doğru sonuç alınabilmektedir.

Depodan gidiş-dönüş hatlarının daha pratik ve kolay bağlanması ve tüketilen miktarın dijital olarak okunması için çalışmalar yapılabilir.

Anahtar kelimeler: Yakıtmytik77, yakıt ölçümü, arazi, traktörle çalışma.

Measurability of Fuel Consumption in Working Fields by Tractor

Abstract: Until now, fuel consumption measurement has been done in various ways, mainly based on the mechanization costs, when working with tractors on the ground. The most common method is the completion system. In this system, the tractor was pulled to a flat floor and the tank was filled with wiper and at the end of the work, the used fuel was roughly filled by wiping with the aid of the tractor storage measuring vessels in the same flat position. In this system it was unlikely to be able to measure the fuel consumed and spilled during idle periods such as landing and return.

In addition, computer-assisted precision measurement systems have been developed and are being used. However, in the parcel-based experiments, it is not easy to mount and demount the tractor for a short period of time, and problems are encountered during the operation.

Yakıtmytik77 is a highly practical and applicable system based on in situ measurement of the amount of fuel consumed in the first place. In this system; there is a portable tank and a hose coming out of the tank is connected to the fuel automation. The fuel returning from the fuel pump and the injectors is also connected to a return line in the storage tank. The measurement is read on a millimetric tape meter pasted on the transparent warehouse, with the balance of the ground, with a small water balance, at the beginning and end of the actual work time. This measurement system can achieve correct result with +/- 5 cc error margin.

It is possible to make more convenient and easy connection of the depot return lines and to digitally read the consumed amount.

Key words: Yakıtmytik77, fuel measurement, land, tractor work.

GİRİŞ

Bu güne kadar arazide traktörle yapılan çalışmalarda mekanizasyon maliyetlerine esas olmak üzere yakıt tüketimi ölçümü değişik yöntemlerle yapılmıştır. En çok uygulanan yöntem tamamlama sistemidir. Bu sistemde traktör düz bir zemine çekilerek depo tamamen doldurulur ve çalışma bitiminde yine aynı şekilde düz zemindeki traktör deposu ölçü kapları yardımıyla tamamen doldurularak tüketilen yakıt kabaca bulunurdu. Bu sistemde araziye gidiş-geliş gibi boşta geçen zamanlarda tüketilen ve dökülen yakıtı ölçmek pek mümkün olmazdı.

Ayrıca bilgisayar destekli hassas ölçüm sistemleri de geliştirilmiş ve kullanılmaya çalışılmaktadır. Ancak parsel bazındaki denemelerde, kısa süreliğine traktöre monte ve demonte edilmesi kolay olmamakta, çalışma esnasında da sorunlarla karşılaşmaktadır. Bilgisayar ve ekipmanlarının batarya sorunu invertörlerle elektrik enerjisinin dönüştürülmesi gerekir.

Yakıtmıyik77 ise esas zamanda tüketilen yakıt miktarını yerinde ölçmeye dayalı, son derece pratik ve uygulanabilir bir sistemdir. Bu sistemde; taşınabilir bir depo mevcut olup, depodan çıkan bir hortum yakıt otomatiğine bağlıdır. Yakıt pompası ve enjektörlerden dönen yakıtı depoya taşımak içinde ayrıca geri dönüş hattına bir hortum bağlanmaktadır. Ölçüm işlemi, esas iş zamanı başı ve sonunda, arazide, küçük bir su terazisi ile denge sağlanarak şeffaf depo üzerine yapıştırılan milimetrik bir şerit metre üzerinden okunur. +/-5 cc hata payı ile doğru sonuç alınabilmektedir.

Depodan gidiş-dönüş hatlarının daha pratik ve kolay bağlanması ve tüketilen miktarın dijital olarak okunması için çalışmalar devam etmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

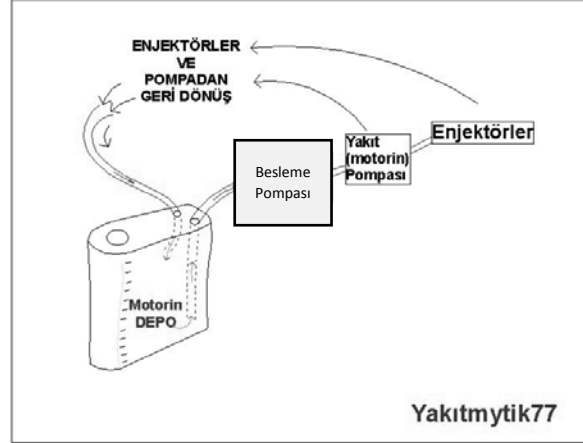
Yakıt deposu yerine 1 adet saklama kabı: Piyasada kolayca bulunabilen, darbeye kapaklı, dayanıklı plastik kap, 2 adet 1 m'lik serum hortumu, Bağlantı parçaları, 30 cm'lik mezura, su terazisi ve matkap.

Yöntem

Saklama kabı üst kapaktan iki adet delik açılır. İki adet serum hortumu bu deliklere sıkıca geçirilir. Hortumlardan birisi yakıt otomatiğine, diğeri pompa ve enjektörlerden geri dönüş hattına bağlanır. Şeffaf olan saklama kabının üzerine dıştan yeterli uzunlukta mezura yapıştırılır. Kap içerisine ölçü kabıyla azar azar

su konarak her bir milimetrik aralığın kaç ml'ye karşılık geldiği hesaplanır.

Araziye çıkmadan önce traktör üzerinde gerekli bağlantılar yapılarak kap yakıtla doldurulur ve çalıştırılır.



Şekil 1. Yakıtmıyik77'nin tasarlanması



Şekil 2. Yakıtmıyik77'nin geliştirilmesi

ARAŞTIRMA BULGULARI

Traktörle parsel başına gelince yakıt üst seviyesi ölçülür. Kronometre ile tutulan çalışma süresince tüketilen miktarı ölçmek için traktör durdurulur ve depo kabı su terazisi ile dengelenerek yakıt seviyesi işaretlenir. İlk çizgi ile son çizgi arasındaki fark bulunarak tüketilen yakıt ml cinsinden tespit edilmiş olur (Şekil 3). Bu ölçüm esnasında +/-5 ml hata payı oluşabilir.

Yapılan ön çalışmalarda Çizelge 1'deki gibi sonuçlar elde edilmiştir:

Çizelge 1. Arazide traktörle yapılan çalışmalarda elde edilen süre ve yakıt tüketim miktarları.

Konu	Tekerrürler	Süre (dakika)	Yakıt (ml)
Rototiller ile çapalama	1	6,30	595
	2	2,30	400
	3	2,20	380
Bıçaklı tip çayır biçme makinası ile ot biçme	1	5,30	365
	2	4,80	304
	3	2,95	140
Yabancı ot ilacı atma	1	4,20	150
	2	2,50	60
	3	5,00	175

**Şekil 3. Yakıtmytik77'de tüketilen yakıtın ölçülmesi**

Güvenli Ölçüm

Mevcut kapta her bir mm aralık 15 cc'ye karşılık gelmektedir. Bu ölçüm her bir farklı kap için ayrı ayrı yapılmalıdır. Tamamlama yöntemi ile değil, tükenen miktarı ölçülebilmektedir, arazideki çalışma alanında ve herhangi bir DÜZ BİR ZEMİN ARAMADAN, küçük bir su terazisi ile dengeyi sağlayıp okumanızı yapabiliyorsunuz.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çeşitli makinalarla yapılan arazi çalışmalarında bu güne kadar klasik ve modern yöntem ve teknolojilerle yakıt tüketimleri ölçülmüştür.

Kılıç ve Arın (1995), yakıt tüketimini hacim olarak belirleme yöntemiyle ölçmüşlerdir. Bu yöntem bir kap içerisinde hareket eden yakıt yüzeyinin iki ölçü çizgisi arasından geçtiği sürenin kronometre ile ölçülmesi şeklindedir. Bunun için şu formül kullanılmıştır:

$$b_T = \frac{B_T}{P_T} 10^3 \quad (1)$$

Burada; b_T: Özgül yakıt sarfiyatı (g/kw-h)

B_T: Saatlik yakıt sarfiyatı (kg/h)

P_T: Çeki gücü (kw)

Erzurumlu (2010) yakıt ölçümleri için dijital gösterge panelli bir akışmetre kullanılmıştır. Net yakıt tüketimi, motorda tüketilen yakıt miktarının (ml) geri dönüş hattıyla depoya taşınan miktar arasındaki fark olarak belirlenmiştir. Yakıt tüketimi ölçümlerinde 1 dakikalık ölçüm süresi dikkate alınmış bu amaçla bir dijital kronometre kullanılmıştır.

Koertner (1977), yakıt ölçüm çalışmasında çalışmasında, bir elektriksel izleme düzeneği ve bir alıcı kullanılmıştır. Kullanılan alıcı üzerindeki ölçüm supabının konumları, bu izleme düzeneği ile kaydedilerek, tarla koşullarında çalışan bir traktörün güç çıkışı ve yakıt tüketimi belirlenmiştir.

Pang (1985), traktör yakıt tüketiminin belirlenmesinde dolaylı bir yöntem geliştirmiştir. Bazı traktörlerde, ölçme sisteminin bağlanma işlemi zor ve zaman alıcıdır. Bu nedenle traktör yakıt tüketimi ölçümünde daha yeni ve daha kolay bir yöntem bulunması için denemeler yapmıştır. Kurulan deney düzeneğinde bir hidrolik dinamometre, termokup (ısı çifti), portatif yakıt tüketim ölçüm sistemi, datalogger, sinyal üretici, bilgisayar sistemi ve MF 1150 traktör kullanılmıştır. Hidrolik dinamometre ile traktör kuyruk miline farklı yükler uygulanmış ve bu yüklerde oluşan yakıt tüketimi, yakıt tüketimi ölçme sistemi ile belirlenmiş ve termokup ile egsoz sıcaklıkları ölçülmüştür. Egsoz termokupundan alınan sıcaklık sinyali, önce sinyal üreticisine daha sonra düzeltme devresinden geçerek çeviriciye gelmektedir. Egsoz gazı sıcaklık değeri uygulanan farklı yükler için bu yolla belirlenmiş. Elde edilen yakıt tüketimleri ve egsoz gazı sıcaklıkları arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Anonim (2018), yakıt tüketimi hacim olarak ölçülmektedir. Deney raporu hazırlanırken, ölçüm değerleri 20°C deki yakıt yoğunluğu göz önüne alınarak, ağırlığa dönüştürülmüş durumda verilmektedir.

Ayrıca traktöre monte edilen bilgisayar destekli yakıt ölçme cihazları da geliştirilmiştir ancak hem pahalıdır ve hem de uygulamada yeterli pratikliği ve uygulanabilirliği sağlamamaktadır. Oluşabilecek elektronik bir arızanın giderilmesi sorun oluşturmakta ve programdaki bir aksaklıktan dolayı elde edilen veriler kaybedilebilmektedir.

Yalçın ve ark., (2006), Marmara Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Toprak İşleme Sistemlerinin

Karşılaştırılması projesinde tamamlama yöntemini uygulamışlardır.

Geleneksel uygulamalarda, traktörle çalışmadaki yakıt tüketiminin ölçülmesinde tamamlama yöntemi de kullanılmaktadır. Bu yöntemde, işe başlamadan önce düz bir zemine çekilen traktörün deposu tamamen doldurulur (bu işlem genellikle çiftliğe ait akaryakıt istasyonunda yapılır). Daha sonra belli bir süre çalışıldıktan sonra traktör tekrar aynı yere çekilerek (düz bir zemin olmalıdır) yakıt deposu tekrar tamamen doldurulur ve böylece ne kadar yakıt tüketildiği tespit edilmeye çalışılır. Eğer akaryakıt istasyonundaki doldurma tabancası dijital göstergeli ise iş nisbeten biraz daha kolay olmaktadır.

Bu yöntemin bazı zorlukları vardır. Özellikle deneme parsellerinde yapılacak olan maliyet analizi karşılaştırmaları için bu yöntem sağlıklı sonuç

veremeyebilir. Çünkü parsel başına gidişte ve iş bitiminden sonra akaryakıt istasyonuna gelişte harcanan yakıtı tespit etmek mümkün olmamaktadır. Ayrıca tamamlama yönteminde başka bir ölçü kabı ile dikkatli bir şekilde azar azar doldurarak tüketilen miktar bulunmaya çalışılır.

Yoğun araştırma çalışmalarında, her bir parsel için traktörün işletme ve akaryakıt istasyonu arasında mekik dokuması uygulanabilirlik açısından da sorun oluşturmakta, fazla zaman ve emek harcanmaktadır. Eğer denemeler çok konulu entegre enstitülerde yapılıyorsa, sırada bekleyen işler sebebiyle rahat çalışma fırsatı olmamaktadır.

Yukarıda anlatılanlar ışığında ve özellikle içinde bulunulan durumların getirdiği ihtiyaçtan mütevellit yeni bir yakıt ölçüm sistemi "**Yakıtmytik77**" geliştirilmiştir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Kılıç, E., Arın, S., 1995. Trakya'da Yaygın Olarak Kullanılan Bazı (Ford 3600, Steyr 768, MF 185) Traktörlerin, 20 km/h'lik Sabit Hızda, En Yüksek Vites Kademesinde Gereksinme Duyulan Güç, Enerji ve Yakıt Değerlerinin Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, s. 87-97. Bursa.
- Yalçın, M., Kaynaş, N., Yalçınkaya, E., Ergun, M. E., Acıcan, T., Söğüt, A., G. Nogay T., 2006. Marmara Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Toprak İşleme Sistemlerinin Karşılaştırılması, II. Ulusal Zeytin Kongresi, Çanakkale.

- Erzurumlu D. Y., (2010), Tarım Traktörlerinde Kullanılan Klima S İ Stemlerinin Traktör Verimi Ve Özgül Yakıt Tüketimine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- Anonim, 2018. Traktör deneyleri - Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri Kitabı: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/15629/mod_resource/content/0/14.%20%C3%9Cnitedeneyler.pdf. Erişim Tarihi: Mayıs 2018.

Şeftali Budama Artıklarından Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Yararlanma İmkânlarının Araştırılması

**Mahmut DOK^{1*}, Mustafa ACAR¹, Ayşegül EFENDİOĞLU ÇELİK¹,
Gülhan ATAGÜN¹, Ufuk AKBAŞ¹**

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Samsun

*Sorumlu yazar e-posta: mahmutdok@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 12.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr ve güneş enerjileriyle birlikte biyokütle enerjisi de sayılabilir. Enerji ihtiyacının sürekli artması, fiyatlarının yükselmesi, çevresel problemlerin ortaya çıkması ve enerji kaynaklarının fosil kökenli olması insanların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini gerekli kılmaktadır. Odun kökenli artıklar ile pamuk, ayçiçeği ve tütün sapları gibi tarımsal artıklar enerji üretimi için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Tarımsal budama artıkları da önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de yaklaşık 20 milyon civarında şeftali ağacı bulunmaktadır. Şeftali budama artıklarının önemli bir enerji kaynağı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, 2017 yılı içerisinde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Enerji Tarımı biriminde yürütülmüştür. Şeftali budama artıkları 2, 4 ve 6 mm’lik eleklerden geçirilerek parçalanmış bunlardan briket ve pelet yakıt elde edilmiştir. Bu briket ve peletlerde yakıt özellikleri incelenmiş olup şeftali budama artıklarının yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, şeftali, budama artığı

Investigate the Possibilities of Using Peach Pruning Residue as a Renewable Energy Source

Abstract: Biomass energy has an important place among the source of renewable energy. People tended to renewable energy sources because of the perpetually increasing of energy requirement and its prices, emergence of environmental problems, fossil based energy sources. Agricultural pruning residuals constitute significant potential for energy production, besides residual such as wood-based, stems of cotton, sunflower and tobacco. Peach pruning residuals have a significant biomass potential when it is taken into account that there are about 20 billion trees peach in Turkey. This study was carried out in the Energy Agriculture with of the Black Sea Agricultural Institute in 2017. Peach pruning residuals are sifted from 2, 4 and 6 mm by being ground, and then briquets and pellets were made from these residuals. Fuel features of these peach briquets and pellets were examined and in line with this results it was concluded that peach pruning residuals could be used as biomass energy sources.

Key words: Renewable energy, peach, pruning residual

GİRİŞ

Enerji kaynaklarının giderek azalması, fosil yakıtların çevre sağlığını tehdit etmesi, hava kirliliğine bağlı olarak iklim değişiklikleri ve kuraklık vb. küresel sorunlar nedeniyle alternatif enerji kaynakları bulunması zorunluluğu vardır. Bu koşullar altında Türkiye’de yaygın tarımı yapılan pamuk, ayçiçeği, tutun, haşhaş, vb. bitkilerinin yan ürünü olan sapları alternatif tarımsal artıklar arasındadır. Özellikle son dönemlerde, atıl durumda bulunan tarımsal artıkların

evlerde ısınma amaçlı briket üretiminde hammadde olarak kullanılması hem laboratuvar ortamında hem de ticari olarak büyük önem kazanmıştır. Ülkemizde önemli miktarlarda tarımsal artık (herhangi bir şekilde değerlendirilmesi yapılamayan pamuk sapı, ayçiçeği sapı, vb tarımsal artıklar) yasak olmasına rağmen her yıl tarlada yakılmakta veya evlerde yakacak olarak değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Bu artıkların evlerde yakacak olarak değerlendirilmesini cazip hale

getirmenin başlıca yolu ise bunların taşınmasını ve sobalarda yakılmasına imkân sağlayacak briketleme sistemleridir (Boztepe ve Karaca, 2009).

Tarımsal ve diğer biyokütle artıklarının etkin bir biçimde kullanılmasının yollarından birisi de onların briketlenmesidir. Briketleme, yeterli ölçüde parçalanmış materyalin 25 mm çap 'tan daha büyük şekillerde sıkıştırılması işlemidir. Biyokütlenin briketlenmesi ile yoğunluğu 100-200 kg/m³ 'den 1200 kg/m³ 'e kadar çıkarılmaktadır. Briketleme işlemi ile; biyokütle karakteristikleri iyileştirilmekte, hacimsel ısı değeri artmakta, taşıma maliyetleri düşmekte, depolama masrafları azalmakta, büyük sobalarda kolaylıkla yakılabilmekte, yanma karakteristikler düzelmekte, atmosfere salınan partikül emisyonları azalmakta ve aynı boyut ve şekilde iyi bir yakıt elde edilmektedir. Günümüzde biyokütlenin briketlenmesi amacı ile vidalı, piston ve hidrolik pres makineleri kullanılmakta olup ticari olarak helezon vidalı ve piston pres teknolojileri daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle helezon vidalı pres makineleri gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticari olarak biyokütlenin briketlenmesi amacı ile yoğun biçimde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, briket yoğunluğu artışı için en önemli faktörlerin basınç, partikül boyutu, sıcaklık ve nem içeriği, briket kalitesi için ise yoğunluk, nem içeriği, mukavemet, sıkıştırma basıncı, basınç uygulama zamanı ve yapıştırıcı materyal olduğunu göstermiştir. Ayrıca en uygun briketleme nemi, materyal çeşidine bağlı olarak %10-20 arasında bulunmuştur (Kürklü ve Bilgin, 2005).

Yapılan bir çalışmada artıkların briket haline dönüştürülmesinde hidrolik pres kullanılmıştır. Hurma lifi ve kabukları 5-13.5 MPa orta basınç altında 40, 50 ve 60 mm çapında briketler elde edilecek şekilde yoğunlaştırılmıştır. Briketlerin çap-uzunluk oranı 0.75'de sabit tutulmuştur. Denemeler briketlerin çarpma ve sıkıştırma kuvvetini, dayanıklılığını ve yoğunluğunu belirlemek için yürütülmüştür. Ayrıca briketlerin ısı değeri, yanma karakteristikleri, kül ve nem içeriklerinin belirlenmesi çalışmanın diğer amaçlarını oluşturmuştur. Çalışma sonunda elde edilen briketlerin yoğunluğu 1100-1200 kg/m³ arasında, ısı değeri brüt 16.4 MJ/kg, kül içeriği yaklaşık %6 ve denge nem içeriği yaklaşık %12 olarak bulunmuştur. Ayrıca briket yoğunluğunun sıkıştırma basıncı ile arttığı, briket özelliklerinin mekaniksel parçalanmaya karşı dirençlerinden dolayı oldukça iyi olduğu ve nem almaya karşı dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Husain ve ark. 2002).

Tarımsal artıkların ve linyit kömürleri ile karışımlarının briketlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, briketlerin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada briketleme makinası olarak laboratuvar tipi helezon vidalı briketleme makinası, briketlenecek materyal olarak da kanola (kolza-00), talaş, saf yonca, hayvan gübresi, ayçiçeği küspesi, C4 enerji bitkisi olan *Miscanthus sinensis* "Ginanteus", kömür ve yapıştırıcı olarak su, melas ve tutkal kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen briketlenmiş yakıtların fiziksel testleri ile ilgili olarak briket yoğunluğu, kırılma direnci, tumbler direnci, deformasyon kuvveti, su alma direnci, nem içeriği ve eşdeğer nem içerikleri ve bunlarla ilgili özellikler ortaya konmuştur. Çalışma sonunda, yapılan briketlemede boyutu 3.35 mm'den küçük materyallerin daha iyi briketlendiği gözlenmiştir (Acaroğlu ve ark. 2002).

Bilgin ve ark., (2014), Ayçiçeği saplarını hasattan sonra tarladan toplamış ve dış ortamda yaklaşık % 10 nem içeriğine kadar kurutmuştur. Kurutma işleminden sonra ayçiçeği sapları 6 mm elek delik çapına sahip çekiçli değirmende öğütülerek briketleme işlemi için uygun boyutlara getirilmiştir. Daha sonra helezon tip briketleme makinesinde briketlenmesi sonucunda, ayçiçeği sapları herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan briketlenebileceğini, briketlerin dayanıklılık ve kırılma direnci değerleri oldukça yüksek olduğunu, nem içeriği ve parçacık boyutu briketleme için oldukça uygun olduğunu, materyaller yaklaşık 8.5 kat daha yüksek yoğunluğa sıkıştırıldığını, briketlerin suya karşı dayanımları oldukça düşük olduğu ve ancak iyi bir ambalajlama ile uzun süre korunabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca elde edilen briketlerin ısıtma sistemlerinde, ısı ve güç santrallerinde katı yakıt olarak kullanılması mümkün olabileceğini, tarımsal artıkların yoğun olarak elde edildiği bölgelere briketleme tesisleri kurularak, bu tür artıkların ekonomiye kazandırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Karaca ve Başçetinçelik (2014), defne yaprağının briketleme ve yanma özelliklerini incelemişlerdir. Defne yaprağı artıklarının sıkışma oranında, özgül kütlelerinin yaklaşık 19 kat arttığını ve briketlemenin başarılı olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen briketlerin gerek fiziksel ve gerekse kimyasal özelliklerinin literatürlerde belirtilen değerlerden iyi olduğu görülmüş, baca gazı emisyon değerlerinin de odunun emisyon değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu tür artıkların briketlenerek daha iyi depolama şartlarında depolanabileceği ve kömür yerine kullanılacak yakıt olarak değerlendirilebileceği görüşüne varmışlardır.

Şeftali, dünya üzerinde çok geniş yetiştirme alanına sahip bir meyve türüdür. Avrupa'nın İngiltere ve kuzey memleketleri (Finlandiya, Norveç, İsveç) dışında hemen her tarafında yetiştirilmektedir. Amerika'ya 16. yy.da İspanyol gemicileri tarafından götürülmüştür. Amerika'nın hem kuzey ve hem de güneyinde yetiştirmekte olup, Avustralya ve Yeni Zelanda'da en fazla yetiştirilen meyve türüdür. Afrika kıtasında da şeftali yetiştirilen alanlar her geçen gün genişlemektedir (Anonymous, 2018 a).

Toplamda 1.088.638 hektar alana sahip olan ilimizin 333.868,2 hektarını tarım yapılan kültür arazisi teşkil etmektedir. Tarım yapılan bu alanın 136.799,9 hektar alanı sulanabilmektedir. Sahip olduğu uygun iklim koşulları ve yüksek verimli toprakları sebebiyle hemen her türlü bitkinin tarımına imkân veren ilimizin, M.K.Paşa, Karacabey, Yenişehir, İnegöl ve Gürsu Ovalarında en çok domates, soğan, karpuz, yonca, buğday, mısır, çeltik ve ayçiçeği yanında zeytin, armut, şeftali, elma, ve ceviz gibi ürünlerde yetiştirilmektedir. Bursada şeftali,-nektarin dikim alanı 81495 da dır. 2643505 adet meyve veren ağaç mevcuttur (Anonymous, 2018b).

Dünyada sert çekirdekli meyve türleri içinde çok yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan şeftalinin (P. persica) ana vatanı Doğu Asya ve Çin'dir. Ülkemizde ekonomik şeftali yetiştiriciliğine uygun toprak ve ekolojik koşullar mevcuttur. Birkaç ilimiz hariç diğer illerimizde şeftali yetiştiriciliği yapılmaktadır. Şeftali yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgeler içerisinde üretimin %49'u ve ağaç sayısının %41'i ile Marmara Bölgesi (özellikle Bursa) başta gelmektedir.

Türkiye genelinde meyve veren şeftali ve nektarin toplamı 17.063.737 adet, meyve vermeyen şeftali ve nektarin toplamı 3.575.446 adet olmak üzere toplam 20.639.183 ağaç mevcuttur. Dikili alan olarak 390.470 da şeftali ve 72.517 da nektarin olmak üzere toplam 462.987 da alanda yetiştiricilik yapılmaktadır. İller bazında ise Bursa, dikim alanı yönünden ilk sırada yer almaktadır (Çizelge:1), (Anonymous, 2018d).

Şeftali, diğer meyve ağaçlarına göre daha fazla budama ister. Bunun nedeni meyvelerin 1 yaşlı dallarda oluşmasıdır. Her yıl ürün alınabilmesi için yıllık sürgünlerin her yıl yeterli miktarda olması gerekir (Anonymous, 2018c). Şeftalinin budandıktan sonra atılan budama artıkları önemli bir katı yakıt kaynağıdır. Ağaç başına yaklaşık 5 kg budama atığı alındığı düşünüldüğünde (Dok, 2014) ise toplam artık miktarının yaklaşık 100.000 ton olduğu, bunun da yaklaşık 80.000 ton katı yakıt dönüşebilen artık olacağı görülmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada materyal olarak şeftali budama artığı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan şeftali dalları Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bahçesinde bulunan şeftalilerin budanması sonucu elde edilmiştir. Elde edilen budama artıkları, açık havada 3 ay kurutulduktan sonra enstitüde mevcut biyokütle ünitesine getirilerek, önce dal parçalama makinesinden geçirilerek kabaca parçalanmış, daha sonra çekiçli değirmen ve öğütücüden geçirilerek istenilen boyutlara getirilmiştir. Ardından parçalanmış materyalin nem oranı % 14 seviyesine düşürülünceye kadar (% 10 ile 15 arası) kurutulmuştur. Materyal bu şekilde hazırlandıktan sonra biyokütle ünitesinde mevcut olan hidrolik tip briket makinesinde 150 bar basınçta preslenerek briket haline getirilmişlerdir. Ayrıca aynı materyaller pelet makinesinden geçirilerek 6 mm çapında ürünler elde edilmiştir. Elde edilen briketler, en uygun briketleme parametrelerini tespit etmek amacıyla en az 2 şer kg. numuneler alınarak aşağıdaki yakıt özellikleri analizlerine tabi tutulmuşlardır:

Isıl değer, Nem, Kül, Yoğunluk, Kırılma direnci (Shatter), Dayanıklılık Direnci (Tumbler), Briketlerin deformasyon kuvveti direnci. Su alma direnci. Briketlerin nem içeriği, Baca gazı emisyon değerleri (O₂, CO, CO₂, SO₂, NO_x, NO₂). ADL lignin içerikleri ve elementel analizleri.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada şeftali budama artıkları incelenmiş, ancak karşılaştırmak için de ağaç tozu ile mukayese edilmiştir. İncelenen tüm özellikler -t- testiyle karşılaştırılmış ve önemli bulunmuştur.

Isıl değer, ADL-lignin ve Elementel analiz değerleri:

Elde edilen briketlerin ısı değer, lignin ve elementel analizi değerleri çizelge 2 de verilmiştir. Bir briketin kabul edilebilir kalitede olabilmesi için, 3800 kcal/kg ın üzerinde ısı değerine sahip olması gerekmektedir (EN14961-3, 2011). Çalışılan materyal şeftali budama artığının ısı değeri de çizelgede görüldüğü gibi 4507 kcal/kg olarak hesaplanmış ve kabul edilen değerlerin hayli üzerindedir. Ağaç tozunun ısı değeri de çizelgede de görüldüğü gibi 4522 kcal/kg.dır. Şeftali budama artığının ısı değeri ağaç tozuna çok yakın olup rahatlıkla kullanılabilir bir değerdedir. Ağaç tozunun kullanıldığı diğer alanlar – sunta, MDF vs- olduğu durumlarda meyve budama atıklarının yakacak olarak kullanılabilirliği beklenebilir. Materyalin % ADL lignin içerikleri çizelge 2 de

görülmektedir. Lignin içeriği yüksek olan materyallerin briketlerinin daha sağlam olması beklenir. Zira lignin tabii bir yapıştırıcı özelliğe sahiptir. Ancak buradaki çalışmada her hangi bir ısıtma sistemi bulunmadığından ligninin bu özelliği görülmemiştir. Bunun nedeni de hidrolik tip briket makinesinde soğuk pres uygulanmaktadır. Şeftali dalının lignin içeriği % 19,08 gibi yüksek bir değerdir ve ağaç tozundan fazladır. Şeftali dalı ve ağaç tozunun elementel analiz sonuçları da çizelge 2 de görülmektedir. Materyalin azot yönünden düşük, karbon yönünden zengin olduğu görülmektedir. Isıl değerinin yüksek olmasının nedeni de karbon oranının yüksek olmasıdır.

Baca Gazı Emisyon Değerleri

Denemede elde edilen briketler briket sobasında; peletler de pelet sobasında yakılmak suretiyle, baca gazı emisyon değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler Çizelge 3'de görülmektedir. Çizelgede görüldüğü gibi şeftali dalı, baca gazları yönünden ağaç tozuna göre daha temiz bir yakıttır. Özellikle şeftali peleti, SO₂ yönünden sıfır olmasına rağmen, azot oksitler yönünden ağaç tozundan yüksek değerlere sahiptir. Ancak elde edilen değerlerin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

Hammadde ve briketlerin yoğunluğu, materyalin sıkışma oranı ve nemi ile briketlerin kül oranları:

Denemede kullanılan materyallerin briket yapmadan önce ve briket yapıldıktan sonra yoğunlukları belirlenerek Çizelge 4'de verilmiştir. Şeftali dalının briket yoğunluğu, ağaç tozundan yüksek bulunmuştur. Kabul edilebilir briket yoğunluğunun 900 kg/m³ ve üzerinde olması gerekmektedir (EN14961-3, 2011). Ancak hidrolik briket makinelerinde briketin

yoğunluğunu makinenin gücü de belirlemektedir. Kullanılan briket makinesindeki baskı, istenilen yoğunlukta briket elde edilmesi için yeterli bulunmamıştır. Hidrolik tip briket makinelerinde materyalin nem miktarı, % 10-14 aralığında olması tavsiye edilmektedir. Materyaller herhangi bir ilave kurutma işlemine tabi tutulmadan tabii ortamda kurutulmuşlardır. Kullanılan şeftali dalı ve ağaç tozu düşük nemde olduğu için suyla nemi yükseltilerek briketleme yapılmıştır. Şeftali dalının kül içeriği de çizelgede görüldüğü gibi % 3,32 bulunmuş ve ağaç tozundan biraz yüksek olarak yer almıştır. Materyalin sıkışma oranı, hammaddenin muhafazası, saklanması ve nakliyesi için önemlidir. Sıkışma oranı arttıkça materyalin briketlenmesinin muhafaza ve nakliyesi için gerekli olduğu daha iyi anlaşılır. Şeftali dalı bu yönüyle de ağaç tozuna yakın değer içindedir. Materyallerin parça boyutları, sıkıştırma için önemlidir ancak çok küçük parçalanması da gerekmemektedir. Materyalin türüne göre parçacık boyutları da değişmektedir.

Dayanıklılık (Tumbler) ve kırılma (shatter) testi, Deformasyon ve su alma dirençleri:

Briketlerin sağlamlığının, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkabilecek sarsıntılarının sonucu meydana gelen kayıpların belirlenmesi amacıyla yapılan testlerdir. Bu testler özel cihazlarda yapılır ve % ile ifade edilir. Genel olarak kabul edilebilir değer, % 95 ve üzeri olmalıdır (EN14961-3, 2011). Dayanıklılık testi sonuçlarına göre gerek şeftali dalı ve gerekse ağaç tozu, % 95 in altında değerler vermişlerdir. Kırılma testinde ise kivi dalı % 95 in üzerinde, ağaç tozu % 71.28 ile aşağıda yer almıştır (Çizelge:5). Briketlerin su alma dirençleri suya ve ıslanmaya karşı direnci olarak kabul edilir ve 30 saniyede % 50 den az olması arzu edilir.

Çizelge 1. Türkiye'de iller bazında şeftali ve nektarin verileri (ilk 10 il)

İller	Meyve veren şeftali + nektarin sayısı (adet)	Meyve vermeyen şeftali + nektarin sayısı (adet)	Şeftali+nektarin dikili alan (da)
Bursa	2.643.505	393.884	81.495
Mersin	2.863.515	539.575	66.147
Çanakkale	2.053.292	663.760	63.221
İzmir	1.710.458	260.460	47.038
Denizli	865.840	366.086	29.858
Bilecik	830.467	28.953	22.638
Antalya	764.748	153.286	20.813
Adana	516.170	117.975	12.991
Samsun	459.697	80.895	12.242
Manisa	379.910	33.584	12.121
Diğerleri	3.976.135	936.988	94.423
Toplam	17.063.737	3.575.446	462.987

Çizelge 2. Materyallerin ısı değer, ADL lignin ve elementel analiz değerleri

Materyal	Üst ısı değer (kcal/kg)	ADL-(% lignin)	Azot (%)	Karbon (%)	Hidrojen (%)	Oksijen (%)
Şeftali dalı	4507	19,08	0,67	46,63	5,71	46,49
Ağaç tozu	4522	16,24	0,101	50,93	6,38	42,59

Çizelge 3. Materyallerin baca gazı emisyon değerleri

Materyal	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (ppm)	NO (%)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)
Şeftali dalı (briket)	16,60	4,24	2478,1	91,89	96,56	17,56
Şeftali dalı (pelet)	15,60	2,60	1457,3	179,3	188,3	0
Ağaç tozu (briket)	15,83	4,98	1331,1	40,78	42,89	14,67
Kabul Edilebilir Değerler	% 13	% 20,3	3200 ppm	300 ppm	300 ppm	70 ppm

Çizelge 4. Hammadde ve briketlerin yoğunluğu, materyalin sıkışma oranı ve nemi ile briketlerin kül oranları

Materyal	Hammadde Yoğ. (kg/m ³)	Briket Yoğ.	Materyalin sıkışma oranı (%)	Hammadde nemi (%)	Briket Nemi (%)	Kül oranı (%)
Şeftali dalı	297,94	812,99	2,74	8,06	13,35	3,32
Ağaç tozu	260,83	622,34	2,40	8,47	15,53	1,81

Çizelge 5. Briketlerin deformasyon, % su alma dirençleri, dayanıklılık (tumbler) ve kırılma (shatter) verileri

Materyal	(%) Su alma- (30 saniyede)	Dayanıklılık-Tumbler (%)	Kırılma-Shatter (%)	Deformasyon direnci (Newton)
Şeftali dalı	48,01	94,88	99,08	5970,7
Ağaç tozu	141,56	46,48	71,28	2223,6

Çizelge 6. Farklı parçacık boyutlarındaki materyalden elde edilen briketlerin fiziksel özellikleri

Materyal	Parça boyutu (mm)	Dayanıklılık (%)	Kırılma (%)	Briket yoğ (Kg/m ³)	(%) Su alma direnci (30 saniyede)	Sıkışma direnci(N)
Şeftali dalı	2	94,70	99,60	846	31	6800
	4	94,97	98,93	812	51	5787
	6	94,97	98,70	781	62	5324
Ağaç tozu	2	10,23	30,67	567	172	703
	4	68,50	92,17	672	119	3834
	6	60,70	91,00	627	132	2133

Şeftali dalı bu yönüyle standardın üzerinde yer alırken, ağaç tozu standardın altında kalmışlardır. Briketin sağlamlığının bir ölçüsü de deformasyon direncinin iyi olmasıdır. Bu değer de ürünün üzerine özel cihazla yapılan basınçla hesaplanır. Değerin yüksek olması (en az 2000 N) istenir. Çizelge 5'de analiz sonucu elde edilen değerler görülmektedir.

Farklı Parçacık Boyutlarındaki Materyalden Elde Edilen Briketlerin Fiziksel Özellikleri

Materyallerden elde edilen briketlerin fiziksel özellikleri Çizelge 6 da görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi şeftali dalından elde edilen briketlerin dayanıklılık dirençleri, sırasıyla 2, 4 ve 6 mm şeklindedir. Yani parçacık küçüldükçe dayanıklılık artmaktadır. Ağaç tozunda ise aksi bir durum söz konusudur. Dolayısıyla briketlemede parçacık boyutu dayanıklılık için önemli bir kısıttır. Materyallerin kırılma dirençleri, dayanıklılık dirençlerine paralel bir

yol takip etmişlerdir. Şeftali dalı parçası küçüldükçe kırılma direnci artmış, ağaç tozu ise küçüldükçe kırılma direnci azalmıştır. Şeftali dalından elde edilen briketin yoğunluğu, parça boyutunun küçülmesiyle artarken, ağaç tozunun 4 mm boyutundan elde edilen briketlerin yoğunluğu en yüksek değerde bulunmuştur. Briketlerin su alma dirençleri, parçacık boyutuna göre farklılık göstermiştir. Genel olarak şeftali budama artığından elde edilen briketler, ağaç tozundan elde edilen briketlere göre daha az su almışlardır. Parçacık boyutları yönünden ise şeftali dalının ince parçacıklı briketleri en az su çekerken, ağaç tozundan 4 mm lik parçacıklı briketleri en az suyu çeken materyaller olmuşlardır (Çizelge:6). Sıkışma dirençleri yönünden parçacık boyutuna göre materyaller incelendiğinde ise, şeftali dalından çok sağlam briketler elde edilmiş ve ince parçacıklardan daha sağlam briketler elde edilmiştir. Ağaç tozundan elde edilen briketler ise 2 mm parçacık boyutunda en

zayıf ürünleri vermişlerdir. Yani parçacık boyutunun küçülmesiyle elde edilen briketlerin sıkışma dirençleri de azalmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, briketlerin kalite kriterleri olarak bilinen yukarıdaki özellikler yönünden, şeftali budama artıkları için 2 mm parçacık boyutunun daha uygun olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada kullanılan şeftali budama artıklarından elde edilen briketlerin fiziksel özellikleri incelendiğinde genel olarak ağaç tozundan elde edilen briketlere eşdeğer, bazı özellikleri yönünden ise daha kaliteli olduğu görülmüştür. Ancak farklı parçacık boyutları yönünden incelendiğinde ise bazı fiziksel özellikleri değişebilmektedir. Sonuç olarak, tarımsal budama artıkları, yenilenebilir enerji kaynağı olarak, önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada görüldüğü gibi, şeftali budama artıklarından elde edilen pelet ve briketlerin yakıt özelliklerinin incelenmesi sonucunda, gerek AB pelet ve briket standartları yönünden ve gerekse ısınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği yönünden her hangi bir sakıncanın olmadığı belirlenmiştir. Hali hazırda özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanılan katı yakıt

pelet ve briket, ülkemizde istenilen seviyeye gelememiştir. Bunun nedenlerinden birisi, ürünün tanıtımının eksik olması yanında hammadde temininin güçlüğü de söylenebilir. Avrupa'da sadece ağaç talaşından elde edilen bu ürünler, ağaç talaşının sanayiinin değişik kollarında kullanılması nedeniyle yeterince temin edilememektedir. Yapılan bu çalışma, ağaç talaşı yerine meyve budama artıklarının da kullanılabileceğini göstermesi açısından da çok önemlidir. Ülkemizde her yıl ısınma amaçlı yaklaşık 7.000.000 ton linyit kömür ithal edilmektedir. Ülkemizin değişik bölgelerinde "artık" olarak bilinen her türlü tarımsal artık ve meyve budama artıklarının pelet ve briket halinde değerlendirilmesi durumunda, kömür ithalatının belirli bir kısmını karşılamak mümkün olacaktır. Böylece yeterli tesis ve işletmeler kurulduğu takdirde, ülkemizin meyve budama artıkları ve tarımsal artıkları değerlendirilmiş olacak, yeni bir istihdam kapısı açılarak ülke ekonomisine katkı sağlanmış olacak ve kömür ithalatının büyük ölçüde azalması söz konusu olacaktır. Köylerden büyük kentlere olan göç olayı da planlı bir organizasyon yapıldığı takdirde son bulacak ve köylü köyünde şehir konforunu yaşayacaktır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Acaroğlu, M., Öğüt, H., ve Örnek, M.N. 2002. Biyokütlenin briketlenmesi ve biyokütle briketlerinin fiziksel özellikleri üzerine bir araştırma. IV. Ulusal Temiz Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, s. 819- 831, 16-18 Ekim, İstanbul.
- Anonymous, 2018c. Şeftali yetiştiriciliği., https://adana.tarim.gov.tr/Belgeler/SUBELER/bitkisel_uretim_ve_bitki_sagligi_sube_mudurlugu/meyve_yetistirciligi_ve_mucadelesi/%C5%9Eeftali.pdf. Erişim: 08.08.2018.
- Anonymous, 2018a. Şeftali-nektarin hastalık ve zararlıları ile mücadele. Gıda tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Çiftçi Eğitim serisi-5, 2016. Ankara.
- Anonymous, 2018b. Bursa tarım istatistikleri, <https://bursa.tarim.gov.tr/Menu/24/Bursa-Tarim-Istatistikleri>. Erişim. 07.08.2018
- Anonymous, 2018d. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim:08.08.2018.
- Bilgin S., H.Yılmaz, A.Koçer, M.Acar, M.Dok, 2014. Ayçiçeği saplarının konik helezon tip briket makinesinde briketlenmesi. Akdeniz Univ. Ziraat Fak. Derg. (2014) 27(2): 91-97.
- Boztepe E., A. Karaca, 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Tarımsal Atıklar. Enerji Kongresi. 21-23 Ekim.2009. İzmir. Son erişim:26.10.2015.
- Dok M. 2014. Karadeniz Bölgesinin Tarımsal Atık Potansiyeli ve Bunlardan Pelet Yakıt Olarak Yararlanılması, Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Mayıs 2014, sayfa: 211-222, SAMSUN.
- EN 14961-3:2011. Solid Biofuel - Fuel specification and classes. Part 3.
- Husain, Z., Zainac, Z., and Abdullah, Z. 2002. Briquetting of palm fibre and shell from the processing of palm nuts to palm oil. Biomass and Bioenergy, 22: 505-509.
- Karaca C., A.Başçetinçelik, 2014. Defne yaprağının briketleme ve yanma özellikleri. Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Mayıs 2014, sayfa: 131-138, SAMSUN.
- Kürklü, A., Bilgin, S., 2005. Biyokütle Briketleme Makinaları ve Uygulamaları: Literatür Taraması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. 19-21.10.2005, Mersin.

Tarımsal Üretimde Enerji Kullanımı ve Çevresel Etkiler İçin Sürdürülebilirlik Göstergeleri

H. Hüseyin ÖZTÜRK^{1*}, H. Kaan KÜÇÜKERDEM², Nusret MUTLU³,
Zinnur GÖZÜBÜYÜK⁴, Ümran ATAY⁵

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,
Adana

²Iğdır Üniveristesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır

³GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Karaköprü-Şanlıurfa

⁴Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Erzurum

⁵GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa

*Sorumlu yazar e-posta: hhozturk@cu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 15.05.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 05.12.2018

Özet: Türkiye'nin, ortak bir sorun olan iklim değişikliğine karşı önlemler alması ve sanayi ve diğer sektörlerde iklim değişikliğiyle mücadele politikaları ile uyumlu reformlar yapması gerekmektedir. Bu durum, gerek üretim yöntemlerinde gerekse bireysel olarak tüketim kalıpları ve yaşam şekillerinde önemli bir yeniden değerlendirme ve dönüşüm sürecini getirecektir. Bu çalışmada, tarımsal üretimde enerji tüketimi ve çevresel etkiler için sürdürülebilirlik göstergeleri tanımlanmış ve değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarım, sürdürülebilirlik.

Sustainability Indicators for Energy Use and Environmental Impacts in Agricultural Production

Abstract: Turkey's compatible with the common problem of climate change and to take precautions against industry and other sectors to combat climate change policy reforms are required to do. This will bring about an important re-evaluation and transformation process both in production methods and in individual consumption patterns and life styles. In this study, indicators of sustainability for energy consumption and environmental impacts in agricultural production have been identified and evaluated.

Key words: Agriculture, sustainability.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sebebiyle iklimde meydana gelen değişme olarak tanımlanmaktadır. Küresel iklim değişikliği başta ekolojik sistemler olmak üzere ekonomik ve sosyokültürel sistemleri etkileyen çok boyutlu ve taraflı küresel bir sorundur. Küresel iklim değişikliğinin gezegenimizde yaratacağı sorunların (biyoçeşitliliğin azalması, deniz seviyesinin yükselmesi, sıcaklıkların artması, kuraklık, vektörel hastalıklar, gıda güvenliğinin sağlanamaması gibi) farkına varılması sonucunda çevre sorunları için kilometre taşı olarak kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1992'de imzalanmıştır. Bu sözleşmenin imzalanmasının ardından 1997 yılında sera gazı salınımlarını azaltmak üzere Kyoto Protokolü yürürlüğe girmiştir. Türkiye ise Küresel İklim Değişikliği sorununa kayıtsız kalmayarak, 2004 yılında

BMİDÇS taraf olmuş ve 2009 yılında da Kyoto Protokolünü imzalamıştır (Binboğa, 2017).

İklim ve enerji politikaları çerçevesinin bir parçası olarak Avrupa Birliği (AB), 2030 yılına kadar AB topraklarının emisyonlarını 1990 düzeylerinin en az % 40 altına çekmeyi taahhüt etmiştir. Küresel iklim değişikliğinin hafifletilmesi için AB mevzuat ve AB politikalarının değerlendirilmesi ve uzun vadeli stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin, ortak bir sorun olan iklim değişikliğine karşı önlemler alması ve sanayi ve diğer sektörlerde iklim değişikliğiyle mücadele politikaları ile uyumlu reformlar yapması gerekmektedir. Bu durum, gerek üretim yöntemlerinde gerekse bireysel olarak tüketim kalıpları ve yaşam şekillerinde önemli bir yeniden değerlendirme ve dönüşüm sürecini getirecektir. Bu çalışmada, tarımsal üretimde

enerji tüketimi ve çevresel etkiler için sürdürülebilirlik göstergeleri tanımlanmış ve değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik, bir toplumun, ekosistemin ya da devam eden herhangi bir sistemin bağlı olduğu ana kaynakları tüketmeden (veya aşırı yüklenmeden) belirsiz bir geleceğe kadar işlevini devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (Gilman, 1992). Çok boyutlu bir kavram olan ve birçok alanda kullanılan sürdürülebilirlik kavramının temel özelliği ise geleceği konu edinmesi ve hangi alanda kullanılıyorsa o alandaki kaynakların korunarak sürekliliğinin sağlanmasına dayanmasıdır (Beyhan ve Ünügür, 2005; Binboğa, 2017).

1960'lı yıllarda başlayan dönemde çevre sorunlarının yaşam üzerindeki olumsuz etkileri endişelere neden olmuş ve daha çok üretim ve tüketime dayanan gelişme/kalkınma anlayışının sürdürülebilir olmadığı farkına varılmaya başlanmıştır. Hiçbir üretim ve tüketim faaliyeti doğal kaynaklara dayandırılmaksızın yapılamayacağından teknoloji ve bilimde yaşanan ilerlemelere bağlı olarak ekosistemlerin kendini yenileyebilme hızından daha hızlı bir şekilde tüketilmesinin sürdürülebilir olmadığı anlaşılmıştır. Bu bağlamda, 1987 yılında Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunu tarafından Ortak Geleceğimiz Raporu yayınlanmıştır. Raporla, sürdürülebilir kalkınma; gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneklerinden ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilen kalkınma olarak tanımlanmıştır. Raporla, kalkınmanın çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları olduğu ve bu boyutlardan bağımsız bir şekilde kalkınmanın sürdürülebilirliğinin sağlanamayacağı belirtilmiştir. Ekonomik ve sosyal faaliyetlerin sürdürülebilirliği ise çevresel (ekolojik) sürdürülebilirliğin sağlanmasına bağlıdır. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi ise ekosistemlerin kendini yenileyebilme hızından daha düşük bir hızla tüketilmesi, koruma kullanım dengesinin gözetilmesi, taşıma kapasitesinin aşılmaması ve çevrenin korunmasını gerektirir. Bu kapsamda, küresel iklim değişikliği gibi ekosistemler üzerinde olumsuz etkileri olan çevre sorunlarıyla mücadele edilerek sürdürülebilir yaşamın sağlanması kritik önemdedir (Binboğa, 2017).

Türkiye'de Sera Gazı Emisyonları

Sera etkisi oluşturan gazların başında karbondioksit (CO₂) gelir ve bu etki küresel özelliktedir. Bazı kirleticilerin etkileri ise SO₂ emisyonunun neden olduğu asit yağmurları gibi yerel özelliktedir. Sera gazları hem

doğal süreçler hem de insani faaliyetler aracılığıyla salınmaktadır. Atmosferdeki en önemli doğal sera gazı su buharıdır. Bununla birlikte, insani faaliyetler büyük miktarda sera gazı salınmasına neden olarak bu gazların atmosferik konsantrasyonlarını arttırmaktadır. Bu durum sera etkisini arttırarak iklimi ısıtmaktadır. İnsan kaynaklı sera gazlarının başlıca kaynakları şunlardır:

- Fosil yakıtların elektrik üretimi, ulaşım, endüstri ve evlerde kullanılmak üzere yakılması (CO₂)
- Tarım (CH₄) ve ormansızlaşma (CO₂) gibi arazi kullanımı değişiklikleri
- Atıkların araziye doldurulması (CH₄)
- Endüstriyel florlu gazların kullanımı

İklim değişikliğinin en ciddi etkilerini önlemek için, *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*'ne (BMİDÇS) üye olan ülkeler, sanayi öncesi dönemlerinden bu yana devam etmekte olan küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C'nin altına düşürmeyi kabul etmişlerdir. Bu amaca ulaşmak için, küresel sera gazı emisyonlarının mümkün olan en kısa sürede zirveye ulaşması ve bundan sonra hızla azalması gerekmektedir. Bu yüzyılın sonunda karbonsuz yaşama geçmeden önce, 1990 yılının seviyesiyle karşılaştırıldığında, küresel emisyonlar 2050 yılına kadar % 50 oranında azaltılmalıdır. Avrupa Birliği (AB), BMİDÇS'nin amacını desteklemektedir ve 2050 yılına kadar, 1990 yılı seviyelerine göre sera gazı emisyonlarını % 80-95 oranında azaltmayı hedeflemektedir (AÇA, 2018).

Küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgeler arasında gösterilmekte olan Akdeniz havzasında yer alan Türkiye, risk grubu ülkeler arasında yer almaktadır. İklimde gözlenen ve öngörülen değişiklikler dikkate alındığında Türkiye'nin su kaynaklarının zayıflaması, kuraklık, çölleşme, erozyon, tarımsal üretkenlikte değişiklikler ve ekosistemlerde bozulmalar gibi birçok olumsuzlukla karşı karşıya kalınacağı belirtilmektedir. Türkiye, küresel bir sorunla mücadelede gelecek ve çözüm odaklı bir anlayışı benimseyerek 2004 yılında BMİDÇS'ye taraf olmuş ve 2009 yılında da *Kyoto Protokolü*'nü imzalamıştır. Halen gelişmekte olan bir ülke olduğu gerçeği göz önüne alınarak özel koşullar tanınmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'ye sera gazı azaltım yükümlülüğü ile mali destek ve teknoloji transferi sağlama yükümlülüğü verilmemiştir. Türkiye'nin *Kyoto Protokolü*'nün Birinci (2008-2012) ve İkinci (2013-2020) Yükümlülük Döneminde sera gazı emisyon azaltım taahhüdü bulunmamaktadır (Binboğa, 2017).

ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne bağlı olarak Hawai'de faaliyet gösteren Mauna Loa

İstasyonu tarafından yapılan ölçümlere göre, atmosferdeki CO₂ yoğunluğunun 2018 yılı Mart ayı ortalaması 409,46 ppm olarak gerçekleşmiştir. Aynı değer 2017 yılının Mart ayında ise 407,18 ppm olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda atmosferdeki CO₂ yoğunluğu ortalaması bir yıl içinde 2,28 ppm yükselmiştir. Atmosferdeki milyon parçacık içindeki CO₂ yoğunluğunu gösteren bu değer 350 ppm'i aşması, iklim değişikliği açısından güvenilir sınırağı aşıldığı anlamına gelmektedir. Bu değer, Mauna Loa İstasyonu'nda ilk ölçümün yapıldığı 1958 yılının Mart ayında 317,71 ppm olarak belirlenmişti. Güvenilir sınır olarak kabul edilen 350 ppm değeri, aylık ortalama bakımından ilk defa 1988 yılının Ocak ayında ölçülen 350,39 ppm ile aşılmıştır. Sanayileşme öncesi 280 ppm düzeyinde olan bu değer, son bin yıldır 300 ppm seviyesini aşmamıştır (YE, 2018).

Türkiye'nin 1990-2014 yılları arası sera gazı salımı gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde; sera gazı emisyonlarını yıllar itibarıyla artma eğiliminde olduğu görülmektedir. 2014 yılında 467,6 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı emisyonu gerçekleşirken, bu emisyonların 85,2'si enerji, %14,6'sı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %0,2'si ise tarımsal faaliyetler ve atık kaynaklıdır. Türkiye'nin 2014 yılı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılına göre % 125 oranında artış göstermiştir. 1990 yılında kişi başı CO₂ eşdeğer emisyonu 3,77 ton/kişi olarak gerçekleşmişken, 2014 yılında % 61,3 oranında artarak 6,08 ton/kişi olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin kişi başına CO₂ eşdeğer emisyonu miktarının diğer ülkelerle karşılaştırıldığında orta düzeyde yer aldığı görülmektedir. Dünya Bankası tarafından yayınlanan global karbon emisyon sıralaması kapsamında Türkiye'nin 2013 yılı kişi başı 4,24 ton CO₂ eşdeğer emisyonuyla 216 ülke arasında 93. sırada yer aldığı görülmektedir (W.B, 2013).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2018) verilerine göre, Türkiye'de toplam sera gazı emisyonu 2016 yılında 496,1 milyon ton karbondioksit eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemde toplam emisyonlarda CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı % 72,8 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla % 12,6 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, % 11,4 ile tarımsal faaliyetler ve % 3,3 ile atıklar izlemiştir. CO₂ eşdeğeri olarak 2016 yılı toplam sera gazı emisyonu, 1990 yılına göre % 135,4 artmıştır. 1990 yılında kişi başına karbondioksit eşdeğer emisyonu 3,8 ton/kişi olarak hesaplanırken, bu değer 2016 yılında 6,3 ton/kişi olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılında toplam CO₂ emisyonlarının % 33,5'i elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere % 86,1'i enerjiden, % 13,6'sı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından, % 0,3'ü ise tarımsal

faaliyetler ve atıktan kaynaklanmıştır. Metan emisyonlarının % 55,5'i tarımsal faaliyetlerden, % 25,8'i atıktan, % 18,6'sı enerjiden ve % 0,03'ü ise endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından kaynaklanmıştır. Diazotmonoksit (NO₂) emisyonlarındaki en büyük payı ise % 77,6 ile tarımsal faaliyetler oluşturmuştur. Bunu, % 12,1 ile enerji, % 6,5 ile atıklar ve % 3,8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı izlemiştir.

Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Enerji sistemi için başlıca sürdürülebilirlik değerlendirme göstergeleri, kaynak, çevre, sosyal ve ekonomik özellikleri yansıtmalıdır. Bu nedenle, enerji sistemi için sürdürülebilirlik analizi, bütüncül sürdürülebilirlik kavramının bir yansıması olan bu özelliklerin tamamının değerlendirilmesini gerektirir. Enerji sistemleri için sürdürülebilir göstergelerinin tanımlanmasında aşağıdaki etmenler dikkate alınır (Geiz and Kutzmark, 1998):

- ✓ Sürdürülebilirlik kavramını yansıtmalıdır. Bu özellik, büyüklükleri temsil eden ölçüte ilişkin göstergelerin, sürdürülebilirlik kavramına uygunluklarını belirtir.
- ✓ Fiziksel değişkenlere bağlı olarak ölçülebilir ve nicel ve nitel verilere bağlı olarak tanımlanabilmelidir.
- ✓ Güncel bilgilere dayanmalıdır. Bu özellik, sistem ve alt sistemlerinin yaşam döngüsünün her aşamasında sürdürülebilirliği sağlamak zorunda olacağını belirtir.
- ✓ Güvenilir bilgilere dayanmalıdır. Bu nedenle, göstergeler bir projenin gerçekleştirilmesi için önemli bir karar değişkeni olduklarından, güvenilmesi gereken veriler olması gerekir.
- ✓ Stratejik bir bakış açısı oluşturmalıdır. Sürdürülebilirlik, mevcut sorunlar için hızlı bir şekilde çözüm bulunamaması ve gelecekte sorunlara neden olacak eylemlerin bugünden belirlenmesidir. Sürdürülebilirlik enerji sistemi ile ilgili olarak şu şekilde yorumlanabilir: Yerel kaynakların optimizasyonu ile karma enerji kavramı, ulaşım optimizasyonu ile kentsel ve endüstriyel planlama ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgilidir.
- ✓ Sistemin güvenilirlik, kullanılabilirlik ve sürekliliğini dikkate alarak, enerji maliyeti, malzeme kullanımı, bürokratik düzenlemeler, finansal kaynaklar ve çevre korunumuna yönelik sürdürülebilirlik sağlamalıdır.
- ✓ Tasarımın uzun ömürlü olduğunu yansıtmalıdır. Karmaşık enerji sistemi genellikle farklı alt sistemler ve bireysel ekipmanlardan oluşur. Bu nedenle, elemanlar ve alt sistemler için yaşam döngüsü özelliklerinin bilinmesi ve bu özelliklere uygun olarak en uygun seçim yapılması gerekir.

Tarımsal Üretimde Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Bu çalışmada, tanımlanmış olan tarımsal üretimde enerji tüketimi ve çevresel etkiler için sürdürülebilirlik göstergeleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Enerji oranı, üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji oranı, birim üretim alanında (ha) tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) belirtir. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Özgül enerji (MJ/kg), üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Enerji üretkenliği(kg/MJ), özgül enerji değerinin tersi olup, hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji üretkenliği değeri, tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Net enerji verimi (MJ/ha), üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarı ile, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark olarak tanımlanır. Net enerji verimi değeri, birim üretim alanı (ha) için tüketilen enerji çıkarıldıktan sonra, birim üretim alanından (ha) üretim sonucunda kazanılan net enerji miktarını (MJ) belirtir. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Özgül yakıt tüketimi (l/kg), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Herhangi bir ürünün üretimi için özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtir Özgül yakıt tüketimi, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen yakıt miktarını (l) belirtir. Özgül yakıt tüketimi değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Özgül ürün verimi (kg/l), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarına oranı olarak tanımlanır. Herhangi bir ürünün üretimi için özgül ürün verimi, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı başına ne kadar ürün üretilildiğini belirtir. Özgül ürün verimi, özgül yakıt tüketimi (l/kg) değerinin tersi olup, üretim işlemleri

için birim miktar (l) yakıt tüketimi sonucunda hasat edilen ürün miktarını (kg) belirtir. Özgül ürün verimi değerinin yüksek olması, üretimin enerji verimliliğinin yüksek olduğu anlamına gelir.

Özgül CO₂ emisyonu (kg_{CO2}/kg), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonunun, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül CO₂ emisyonu, birim miktar (kg) ürün üretmek için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonu (kg_{CO2}) değerini belirtir. Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül CO₂ emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar CO₂ emisyonu oluştuğunu belirtir. Özgül CO₂ emisyonu değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir.

Özgül verim (kg/kg_{CO2}), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen CO₂ emisyonuna oranı olarak tanımlanır. Özgül verim değeri, özgül CO₂ emisyonu değerinin tersi olup, üretim işlemleri için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen birim CO₂ emisyonu (kg_{CO2}) başına üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül verim, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin oluşan birim CO₂ emisyonu başına ne kadar ürün üretilildiğini belirtir. Özgül verim değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir.

Özgül enerji tüketimi (MJ/kg), üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin kullanılan toplam enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji tüketimi değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji tüketimi, üretim sonucunda elde edilen ürünün birim miktarı başına, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin ne kadar enerji kullanıldığını belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliği ve çevresel etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Özgül enerji üretkenliği (kg/MJ), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji üretkenliği, kullanılan birim miktar yakıt enerjisi (MJ) başına ne kadar ürün (kg) üretilildiğini belirtir. Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji üretkenliği, özgül enerji tüketiminin tersi olup, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin kullanılan birim enerji başına ne kadar ürün üretilildiğini belirtir. Özgül enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Çizelge 1. Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik göstergeleri

Gösterge Adı		Tanımlama	Birim Analizi	Birim
Alan Esaslı Göstergeler	Yakıt göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle (Hacim) / Alan	kg(L)/ha
	Enerji göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen toplam enerji miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Enerji / Alan	MJ/ha
	Enerji verimi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün toplam enerji içeriğinden, üretim için tüketilen toplam enerji miktarı çıkarılarak belirlenir.	(Enerji/Alan) / (Enerji/Alan)	MJ/ha
	Toplam sera gazı emisyonu göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle / Alan	kg _{CO2} /ha
	CO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen CO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle / Alan	kg _{CO2} /ha
	NO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen NO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle / Alan	kg _{NO2} /ha
	SO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen SO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle / Alan	kg _{SO2} /ha
Ürün Esaslı Göstergeler	Yakıt göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarının, üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim) / Kütle (Hacim)	kg(L)/kg(L) _{ürün}
	Enerji göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarının, üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarına oranıdır.	Enerji / Kütle (Hacim)	MJ/kg(L) _{ürün}
	Emisyon göstergesi	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarının, üretim sonucunda elde edilen toplam ürün miktarına oranıdır.	Kütle / Kütle	kg _{CO2} /kg(L) _{ürün}
Enerji Esaslı Göstergeler	Yakıt göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim) / Kütle (Hacim)	kg(L) _{ürün} / kg(L) _{yakıt}
	Enerji göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim) / Enerji	kg(L) _{ürün} / MJ
	Enerji oranı	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Enerji / Enerji	MJ / MJ
Emisyon Esaslı Göstergeler	CO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen CO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle / Kütle	kg(L) _{ürün} / kg _{CO2}
	NO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen NO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle / Kütle	kg(L) _{ürün} / kg _{NO2}
	SO ₂ göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen SO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle / Kütle	kg(L) _{ürün} / kg _{SO2}
	Toplam sera gazı emisyonu göstergesi	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle / Kütle	kg(L) _{ürün} / kg _{CO2}

SONUÇ

İklim değişikliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan küresel bir sorundur. Enerji kullanımında daha etkin kullanımın mümkün olabilir, böylece daha az enerji kullanımı ve daha az emisyonla aynı düzeyde

kalkınma gerçekleşebilir. Küresel ısınmaya yönelik çalışmalar yapan birçok kuruluş temel olarak küresel ısınmanın önüne geçebilmek için, enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde, başta fosil yakıt kullanımının azaltılması yoluyla, gerekli politika

değişikliklerine gidilerek sera gazı üretiminin sınırlandırılmasının gerekli olduğunu bildirmektedirler.

Toplumsal bilinçlenmenin artırılması ile Türkiye sürdürülebilir kalkınma hedeflerini daha iyi şekillendirebilecek ve gerçekleştirebilecektir. Türkiye'nin sera gazı emisyonun yıllar itibariyle artışında başta artan nüfus olmak üzere ekonomik kalkınmaya bağlı enerji talebindeki artışın ve sanayi üretiminin etkisi yüksektir. Türkiye'nin ekonomik kalkınma çabalarına bağlı olarak sera gazı salımlarının

önümüzdeki yıllarda da artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmesi için düşük karbon salımlı temiz üretim teknolojilerine (çevre dostu teknolojiler) ve yenilenebilir enerji (güneş, rüzgâr enerjisi gibi) kaynaklarına yatırım yapması gerekmektedir. Aynı zamanda halkın çevre duyarlılığını ve farkındalığını arttırmak için çalışmaların yapılması sürdürülebilir kalkınma amacına ulaşmada kritik önemdedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

AÇD, 2018. Avrupa Çevre Derneği.

Beyhan, Ş.G. ve S.M. Ünügür. 2005. Çağdaş Gereksinmeler Bağlamında Sürdürülebilir Turizm ve Kimlik Modeli İTÜ Dergisi 4(2): 79-87.

Binboğa, G. 2017. Sürdürülebilirlik Kapsamında Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları Ve Türkiye'nin Durumunun İncelenmesi. CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi 15(4): 207-238.

Gilman, R. 1992. Sustainability. From the 1992 UIA/AIA "Call for Sustainable Community Solutions", (<http://www.context.org/about/definitions>), Erişim: Haziran 2017.

Geiz, D. Kutzmark, T. 1998. Developing Sustainable Communities the Future is Now. Public Management Magazine. International City/County Management Association, Washington DC.

TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

W.B. 2013. CO2 Emissions. <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>, Erişim: Nisan 2017

Y.E., 2018. Yeşil Ekonomi, <https://yesilekonomi.us1.list-manage.com>. Erişim: Nisan 2018.