



**TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURAL
ENGINEERING RESEARCH
(TURKAGER)**

<https://dergipark.org.tr/en/pub/turkager>
turkager@gmail.com

**VOLUME : 1 NUMBER : 1
YEAR : 2020**

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)
Volume/Cilt 1, Number/Sayı 1, 30 June/Haziran 2020

Number	Articles	Author/s	Pages
1	Effects of Tillage Systems on Energy Efficiency in Safflower Farming of Central Anatolia of Turkey	Ebubekir ALTUNTAŞ, Engin ÖZGÖZ, Mustafa GÜZEL, Bülent ÖZGENLİK	1 - 11
2	Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri <i>Effects of Maturity Stages and Storage Periods on the Physical, Mechanical and Chemical Properties of Tomato Fruits</i>	Esra Nur GÜL, Engin ÖZGÖZ, Ebubekir ALTUNTAŞ	12 - 28
3	Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme <i>Comparative Overview and Evaluation of Turkey's Forage Crops Agriculture</i>	Uğur ÖZKAN	29 - 43
4	Pülverizatör Memelerinde Pülverizasyon Karakteristiklerinin Görüntü İşleme Yöntemiyle Belirlenmesi <i>Determination of Spray Characteristics in Sprayer Nozzles Using Image Processing Method</i>	Bahadır SAYINCI	44 - 62
5	Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tıbbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği) <i>Evaluation of Medical Aromatic Plant Consumption Factors of Consumers in Salihli District of Manisa Province (Case of Sage)</i>	Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU, Esra KAPLAN	63 - 73
6	Kurutma sıcaklıklarının Mantarın (<i>Agaricus bisporus</i> L.) Rehidrasyon, Model, Kuruma Performansı ve Yüzey Alanı Değerlerine Etkisi <i>The Effect of Drying Temperatures on Rehydration, Model, Drying Performance and Surface Area Values of Mushroom (Agaricus bisporus L.)</i>	Muhammed TAŞOVA, Mustafa GÜZEL	74 - 84
7	Analysis of the Mechanical Performance Estimation of Electric Motors Used in the Drive of Deep Well Pumps	Abdullah BEYAZ, Mustafa VATANDAŞ	85 - 90
8	Compressive Strength of Commercially produced Sandcrete Blocks within Isoko Metropolis of Delta State, Nigeria	Goodnews G. AGBI, Ovie Isaac AKPOKODJE, Hilary UGURU	91 - 103
9	Projection for Plant Protection Machinery of Kayseri Province	Necati ÇETİN, Büyüamin DEMİR, Cevdet SAĞLAM	104 - 110
10	Response Surface Optimization of Convective Air Drying Process in a Hybrid PV/T Solar Dryer	Sampson UZOMA, Nnaemeka NWAKUBA, Kelechi ANYAOHA	111 - 130
11	Determination of the Proximate Composition and Amylose Content of New Rice for Africa (NERICA) Flour	Paul Chukwuka EZE	131 - 140
12	The phenological and pomological traits of autochthonous pear varieties in the area of North Montenegro	Gordana ŠEBEK	141 - 151
13	Genç Çiftçi Proje Desteğinden Yararlanmayı Etkileyen Faktörler; TR-83 Bölgesi Örneği <i>The Factors Affecting Utilization of Young Farmer Project Support; TR-83 Region Case Study</i>	Gülçin ALTINTAŞ, Atila ALTINTAŞ, Esen ORUÇ, Halil KIZILASLAN, Erol ÇAKMAK, Duygu BİROL	152-168
14	Determination of Ecological Footprint of SIU-Faculty of Agriculture and Evaluation in Terms of Landscape Architecture	Arzu ALTUNTAŞ	169-176
15	Kırsal Alanda Sosyal Sermaye Oluşumunun Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi <i>The Effect of Social Capital Formation on Sustainable Development in the Rural Areas</i>	Zeki BAYRAMOĞLU, Merve BOZDEMİR	177-189
16	Termal Stres Altında Yetiştirilen Küçükbaş Hayvanlarda Kısıtlı Su Uygulamasının Etkileri <i>The Effects of Limited Water Application in Small Ruminants Breeding under Thermal Stress</i>	Murat DURMUŞ, Nazan KOLUMAN	190-199
17	A Review on Inter-row Crops Mechanical Weeder	Adewale Moses SEDARA, Oluwadunsin Seun SEDARA	200-221

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Editorial Board Team^(*)

EDITOR-in-CHIEF

Ebubekir ALTUNTAŞ,
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

ASSISTANT EDITOR-in-CHIEF

Sedat KARAMAN,
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

TECHNICAL EDITOR

Bahadır ŞİN,
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

SECTERIAT (*)

Necati ÇETİN, Erciyes University, TURKEY
Esra Nur GÜL, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
Esra KAPLAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
Ayşe Nida KAYAALP, Muş Alparslan University, TURKEY
Nurettin KAYAHAN, Selçuk University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.



AREA/SECTION EDITORS (*)

- Zümrüt ACIKGÖZ, Ege University, TURKEY
- Sefa ALTIKAT, Iğdır University, TURKEY
- Servet ARSLAN, Akdeniz University, TURKEY
- Elman BAHAR, Tekirdağ Namık Kemal University, TURKEY
- Mehmet Fırat BARAN, Siirt University, TURKEY
- İlkay BARITCI, Dicle University, TURKEY
- Zeki BAYRAMOĞLU, Selçuk University, TURKEY
- Ekrem BUHAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Bilal CEMEK, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Selahattin ÇINAR, Kilis 7 Aralık University, TURKEY/KT Manas University, KYRGYZSTAN
- Hasan Gökhan DOĞAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Ahmet ERTEK, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Tanzer ERYILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Cafer GENÇOĞLAN, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TURKEY
- Zeki GÖKALP, Erciyes University, TURKEY
- Osman GÖKDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences TURKEY
- ZiYa Gökalp GÖKTOLGA, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY
- Mevlüt GÜL, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Orhan GÜNDÜZ, Malatya Turgut Özal University, TURKEY
- Ali İrfan İLBAS, Erciyes University, TURKEY
- Yaşar KARADAĞ, Muş Alparslan University, TURKEY
- Gülşay KARAHAN, Çankırı Karatekin University, TURKEY
- Duran KATAR, Eskişehir Osmangazi University, TURKEY
- Kenan KILIC, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY
- Hasan Rüstü KUTLU, Çukurova University, TURKEY
- Tamer MARAKOĞLU, Selçuk University, TURKEY
- Yusuf Ziya OĞRAK, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY
- Hidayet OĞUZ, Necmettin Erbakan University, TURKEY
- Mustafa ÖNDER, Selçuk University, TURKEY
- Mahir ÖZKURT, Muş Alparslan University, TURKEY
- Taşkın ÖZTAŞ, Atatürk University, TURKEY
- Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Mehmet POLAT, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Onur SARACOĞLU, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Senay SARICA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Abdulvahit SAYASLAN, Karamanoğlu Mehmetbey University, TURKEY
- Bahadır SAYINCI, Mersin University, TURKEY
- Serkan SELLİ, Çukurova University, TURKEY
- Bedrettin SELVİ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Osman SÖNMEZ, Erciyes University, TURKEY
- Sezer SAHİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Ahmet SEKEROĞLU, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY
- Serife TOPKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Atnan UĞUR, Ordu University, TURKEY
- Serkan YESİL, Selçuk University, TURKEY
- Melih YILAR, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Adil Koray YILDIZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Güngör YILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Semih YILMAZ, Erciyes University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.

REGIONAL EDITORS (*)

- Omar Ali Al-KHASHMAN, Al-Hussein Bin Talal University, Ma'an-JORDAN
- Tewodros AYALEW, Hawassa University, ETHIOPIA
- Hatem BENTAHER, Sfax University, TUNISIA
- Ramadan ELGAMAL, Suez Canal University, Ismailia, EGYPT
- Hamideh FARIDI, Tehran University, IRAN
- Simon V. IRTWANGE, Agriculture University, Makurdi, NIGERIA
- Tomislav JEMRIC, Zagreb University, CROATIA
- Avinash Suresh KAKADE, Vasant Rao Naik Marathwada University, Krushi Vidyapeeth (M.S), INDIA
- Zdzisław KALINIEWICZ, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Olsztyn, POLAND
- Manal H.G. KANAAN, Middle Technical University, Baghdad, IRAQ
- Wasim Jan KHAN, Muhammad, Institute of Southern Punjab (ISP), Multan, PAKISTAN
- Alltane J. KRYEZIU, of Prishtina University, Pristina, Republic of KOSOVO
- Ahmed Moustafa Mohamed Ibrahim MOUSA, Al-Azhar University, Cairo, EGYPT
- Shahid MUSTAFA, Sargodha University, Sargodha, PAKISTAN
- Muhammad Ather NADEEM, Sargodha University, Sargodha, PAKISTAN
- Seyed Mehdi NASIRI, Shiraz University, Shiraz, IRAN
- Chinenye Macmanus NDUKWU, Michael Okpara Agriculture University, Umudike, Umuahia, Abia, NIGERIA
- Zhongli PAN, California University, Davis, California, USA
- Gheorghe Cristian POPESCU, Pitesti University, ROMANIA
- Monica POPESCU, Pitesti University, ROMANIA
- Y. Aris PURWANTO, IPB University, INDONESIA
- Shafiee SAHAMEH, Tarbiat Modares University, Tehran, IRAN
- Gordana SEBEK, Montenegro University, Podgorica, MONTENEGRO
- Feizollah SHAHBAZI, Lorestan University, Khoram Abad, IRAN
- Alaa SUBR, Baghdad University, IRAQ
- Hilary UGURU, Delta State Polytechnic, Ozoro, Delta State, NIGERIA

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order

PUBLISHING BOARD (*)

- Senol AKIN, Şenol, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Abdullah BEYAZ, Ankara University, TURKEY
- Özer ÇALIS, Akdeniz University, TURKEY
- Ahmet ÇELİK, Atatürk University, TURKEY
- Aslıhan DEMİRDÖVEN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Alper DURAK, Malatya Turgut Özal University, TURKEY
- Ali İSLAM, Ordu University, TURKEY
- Esen ORUC, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Mehmet Ali SAKİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- İsmail SEZER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Metin SEZER, Karamanoğlu Mehmetbey University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Volume/Cilt 1,
Number/Sayı 1,
30 June/Haziran 2020

Section Editors (*)

- Sefa ALTIKAT, Iğdır University, TURKEY
- Abdullah BEYAZ, Ankara University, TURKEY
- Hasan Gökhan DOĞAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Tanzer ERYILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Osman GÖKDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Gülay KARAHAN, Çankırı Karatekin University, TURKEY
- Sedat KARAMAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Esen ORUÇ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Mahir ÖZKURT, Muş Alparslan University, TURKEY
- Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz University, TURKEY
- Senay SARICA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Bahadır SAYINCI, Mersin University, TURKEY
- Serkan SELLİ, Çukurova University, TURKEY
- Adil Koray YILDIZ, Yozgat Bozok University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.

Referees (*)

- Zümrüt AÇIKGÖZ, Ege University, TURKEY
- Mustafa AKBULUT, Recep Tayyip ERDOĞAN University, TURKEY
- Sefa ALTIKAT, Iğdır University, TURKEY
- Bekir AYYILDIZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- M. Fırat BARAN, Siirt University, TURKEY
- İlkay BARITCI, Dicle University, TURKEY
- Saim Zeki BOSTAN, Ordu University, TURKEY
- Mustafa Gökalg BOYDAS, Erzurum University, TURKEY
- Emrah CETİN, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Murat ÇAVUŞ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Selahattin ÇINAR, Kilis 7 Aralık University, TURKEY
- İbrahim ÇİLİNGİR, Ankara University, TURKEY
- Ömer EREN, Mustafa Kemal University, TURKEY
- Osman GÖKDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Selçuk GÖRKEM, Erciyes University, TURKEY
- Nazmi İZLİ, Uludağ University, TURKEY
- Joko Nukroho Wahyo KARYADI, Gadjah Mada University, INDONESIA
- Zuhal KARAKAYACI, Selçuk University, TURKEY
- Mustafa KAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Esra KAPLAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Güngör KARAKAŞ, Hitit University, TURKEY
- Haşim KELEBEK, Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, TURKEY
- Songül KESEN, Gaziantep University, TURKEY
- Hakan KIR, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Emrah KUŞ, Iğdır University, TURKEY
- Mehmet Zahid MALASLI, Necmettin Erbakan University, TURKEY
- Volkan OKATAN, Uşak University, TURKEY
- Ebru ONURLUBAŞ, Trakya University, TURKEY
- Mücahit PEHLUVAN, Iğdır University, TURKEY
- Derya SARI, Artvin Çoruh University, TURKEY
- Ali YAVUZ ŞEFLEK, Selçuk University, TURKEY
- Onur TASKIN, Uludağ University, TURKEY
- Betül TÜLEK, Çankırı Karatekin University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.



Effects of Tillage Systems on Energy Efficiency in Safflower Farming of Central Anatolia of Turkey

Ebubekir ALTUNTAS^{1a*} Engin OZGOZ^{1a} Mustafa GUZEL^{1a} Bulent OZGENLIK^{1b}

^aDepartment of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250, Tokat-TURKEY

^bEngineer, Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, Gurun/Sivas-TURKEY

(*): Corresponding author. ebubekir.altuntas@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616

ABSTRACT

The present study was conducted to determine the best appropriate soil tillage system to be used in safflower farming in Sivas, Turkey in terms of energy use efficiencies. Linas and Remzibey-05 safflower cultivars were used in experiments. Tillage systems were arranged as; conventional tillage system-1 (TS-1) with moldboard plough, conservation tillage system-2 with gobble disk (TS-2) and conservation tillage system-3 with chisel plough (TS-3). The energy consumptions of safflower tillage systems and cultivars and have given the significant differences as statistically. The lowest total energy input was observed in gobble disk tillage system (TS-2), the greatest total energy input was observed in conventional tillage system (TS-1). With regard to energy efficiency parameters (except for specific energy), Linas cultivar had better outcomes in conventional tillage system. Net energy value of Linas cultivar in conventional tillage system was 27% greater than the net energy value of Remzibey-05.

RESEARCH ARTICLE

Received: 01.01.2020

Accepted: 03.02.2020

Available online: 08.04.2020

Keywords :

- Conservational tillage,
- Yield,
- Energy ratio,
- Specific energy,
- Net energy

To cite: Altuntas E, Ozgoz E, Guzel M, Ozgenlik B (2020). Effects of Tillage Systems on Energy Efficiency in Safflower Farming of Central Anatolia of Turkey. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 1-11.

INTRODUCTION

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) has about 30-50% oil content. Safflower is frequently used for production of oil and most important of all, in biodiesel production, but also used in dye, varnish, dye, feed industries, margarine, as herbal tea and for the pharmaceutical industry (Rahamatalla *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 1999; Weiss, 2000; Öğüt and Oğuz, 2006).

The current oil production level of Turkey is not sufficient to meet the demands, although soil and climate conditions are quite available for oilseed production in Turkey. Therefore, the potential production areas should be increased to oilseed needs and meet vegetable oil of Turkey. Safflower is highly tolerant to salinity and droughts and it has an important role in the prevention of erosion. Thus, safflower production should be increased to meet oilseed needs and vegetable oil. Safflower can be mostly

incorporated into the production patterns of Central Anatolia of Turkey (Kurt *et al.*, 2011).

Sivas province is the second-largest province of Turkey with a 27 202 km² surface area located in the Central Anatolia region. The oilseed cultivated areas have recently been observed a significant increase, although the cereal production is dominant in Sivas province. The oilseed cultivated areas increased to 19 110 decares in 2016 (Anonymous, 2016).

Energy is one of the largest controllable costs in most organizations and there is considerable scope for reducing energy consumption and hence cost (Jekayinfa, 2006). Energy analyses to be performed for agricultural production activities constitute a significant approach in identification and grouping of agricultural systems in terms of energy consumption. Sustainable agricultural principles, economy, energy and emission (environment) have together been investigated to assess agricultural productions in recent years. Energy requirements are continuously increasing in agricultural sector. Improved energy efficiencies in tillage systems will reduce energy requirements and improve productivity.

The agricultural mechanization practices are among the significant production factors to be considered in on-time performance of productivity and economic programs within agricultural production activities. The major share of energy inputs comes from tillage and fertilizer in any of the agricultural production systems, which are solely dependent on non-renewable energy sources. The non-renewable energy is expensive and liable to exhaust in near future (Billore *et al.*, 2009). However, high energy use of today's conventional tillage systems points out the necessity of alternative tillage systems in crop production activities.

Several previous studies investigated energy efficiency for different crops produced in different regions of Turkey and compared energy use efficiencies of different tillage systems. For instance, energy use efficiency and cost analysis studies were performed in Central Anatolia region [(maize in Konya (Konak *et al.*, 2004), potato in Nevşehir (Özgöz *et al.* 2017)], in Mediterranean region [(main crop maize in Adana (Karaağaç *et al.*, 2014), rapeseed in Adana (Arıkan, 2011), sorghum in Çukurova (Eren and Öztürk, 2011), cotton in Adana (Şehri, 2012)], in Thrace region [(rapeseed in Kırklareli (Baran and Gökdoğan, 2014), second crop sunflower in Kırklareli (Baran and Karaağaç, 2014)] and Easter Anatolia region [wheat in Erzurum (Gözübüyük *et al.*, 2012)].

Data in the scientific literatures about tillage systems in safflower farming in Turkey and thus in Central Anatolia region are insufficient. The primary objective of the present study was to determine effect of the tillage systems on energy use efficiencies in safflower farming in dry-farming lands in Sivas province of Central Anatolia region.

MATERIAL and METHODS

This study was conducted over the safflower cultivated fields of a farmer in Kavak village of Gürün town of Sivas province in Central Anatolia region. The research site has a slope of 0-2% and an altitude of 1 260 m. Experimental site has a soil depth of 0-120 cm. Fields were normal dry farming lands without a stoniness problem. Semi-terrestrial climate is dominant in Gürün town of Sivas province. The first frost date to be considered in agricultural production is generally 25 October and the last frost date is around 28 March. Experiments were conducted in growing season of 2017. The

experimental soils were clay-loam in texture (as silt, clay, and sand values of 35%, 34%, and 31%, respectively). In the experiment soil samples taken from 0 to 30 cm soil profile, total N, organic matter content, available K, and P were 0.015%, 2.17%, 6.30 and 3.65 ppm, respectively. In the research site, the terrestrial climate is dominant, the average precipitation, temperature, and relative humidity from planting to harvest of safflower from April to October were 21.09 mm, 17.71°C, and 45.79% (Anonymous, 2017a).

In this experiment, different tillage systems as the conventional tillage system, TS-1 (moldboard plow + cultivator + planter); conservation tillage systems, TS-2 (gobble disk + planter), and TS-3 (chisel+ disk harrow + planter) were used. Technical specifications for tractor, agricultural machines and tools and combine harvester used over the experimental fields are presented in Table 1.

Linus and Remzibey-05 safflower cultivars were used in experiments. Linus cultivar is commonly used in Sivas province of Central Anatolia region. To assess the effects of tillage systems on different cultivars, Remzibey-05 cultivar which was considered as adapted to regional conditions was selected. Linus safflower cultivar with orange-leaved flower head has 17.9% oleic acid, 71.3% linoleic acid, 37-38% oil content, and 85-90 cm plant height. Remzibey-05 safflower cultivar with yellow-leaved flower head has 21% linoleic acid, 69% oleic acid, 35-38% oil content, and 60-80 cm plant height (Anonymous, 2017b).

The experimental design was conducted in randomized blocks - split plots. In this experiment, the total area was $600 \times 6 = 3\,600 \text{ m}^2$, and each plot has a size of 600 m^2 . About 4 m and 1 m spacings were provided between the cultivars and the experimental plots. The experiment was conducted as three replications for tillage systems and safflower cultivars. The stubble density and stubble height values of the safflower experimental fields were 8.17 kg da^{-1} and 24.15 cm, respectively.

Table 1. Technical specifications for tractor and agricultural machines used over the experimental fields.

Machines	Type of connection	Number of units	Width (mm)	Depth (mm)	Weight (kg)	Economic life* (h)	Operational speed (km h ⁻¹)	Work performance (h ha ⁻¹)
Moldboard plow	Mounted	3 moldboards	900	250	335	2 000	5.41	2.0532
Chisel	Mounted	7 feet	2 100	250	420	2 000	5.76	0.8260
Cultivator	Mounted	11 feet	2 700	100	540	2 000	5.49	0.6751
Gobble disk	Mounted	20 disks	2 200	150	1 390	2 000	5.58	0.8147
Disk harrow	Mounted	22 disks	2 250	100	506	2 000	5.74	0.9415
Centrifugal broadcasters	Mounted	Single disk	1 000	-	220	1 200	9.88	0.1012
Planter	Pulled	18 rows	2 556	40	1 010	1 500	5.79	0.6752
Sprayer	Mounted	16 spray nozzles	8 000	-	380	1 500	8.31	0.1504
Combine harvester (NH TC 50-70)	-	-	4 570	-	8 720	3 000	3.00	0.7319
Tractor (TÜMOSAN 8075)	4WD	-	-	-	3 500	16 000	-	-

*: ASAE (2011)

Sowing was performed with 10 days delay on 22 April 2017 because of climate conditions (snowfall). Sowing rate, row spacing, and sowing depth were performed as 5.13 kg da^{-1} , 12.5 cm, and 5 cm, respectively. 20% Nitrogen (N), 17% Ammonium Nitrogen (NH₄-N), 3% Urea Nitrogen (NH₂-N), 20% Phosphate (P₂O₅) and 1% Zinc (Zn) containing 20.20.0 + Zn (Super Composed) were applied as base fertilizer at sowing. Ammonium Sulphate ((NH₄)₂SO₄) was used as top fertilizer on 30 April 2017. Formula Super 5 EC with 50 g l⁻¹ Quisalofop-p-ethyl active substance was used for weed control

on 2 July 2017. Side effects were removed and 3 different 1 m² sections were harvested in each plot on 2 October 2017. Seeds were separated, weighted and seed yield per decare was determined. For seed yields, 10 plants were used from each tillage system and cultivars.

The energy analyses were performed by using the energy equivalents of production inputs and outputs used for tillage systems and Linas and Remzibey-05 safflower cultivars. Direct energy inputs in safflower culture are composed only of fuel and oil consumptions. by using the following equations, the fuel consumptions were calculated (ASAE, 1999; ASAE, 2011; Heller *et al.*, 2003). Values used in equations and relevant values for centrifugal broadcasters, sprayer and combine harvester were taken from Evcim (1990), Özden and Soğancı (1996), ASAE (1999), and ASAE (2011). Oil consumption (OC) was considered as 4.5% of fuel consumption (Özcan 1985; AlpKent 1984).

$$D_i = F_i (A + B S + C S^2) W T \quad (1)$$

$$P_T = (D_i S) / 3.6 E_m E_t \quad (2)$$

$$Q_{\text{diesel}} = P_T (2.64 (P_T / P_{T_{\text{max}}}) + 3.91 - 0.203 \sqrt{738 (P_T / P_{T_{\text{max}}})} + 173) \quad (3)$$

Where; A, B, and C are machine-specific parameters, D_i is draft force (N); W is machine width (m); S is field speed (km h⁻¹); T is tillage depth (cm); F is a dimensionless soil texture adjustment parameter; i is 1 for fine, 2 for medium and 3 for coarse textured soils; E_m is the mechanical efficiency of transmission and power train. ($E_m = 0.96$ for tractors with gear transmissions); $P_{T_{\text{max}}}$ is the maximum available PTO power (kW); E_t is traction efficiency; Q_{diesel} is diesel fuel consumption (l h⁻¹); P_T is the total power required for an operation (kW).

The fuel consumption value obtained from Equation 3 was multiplied by field capacity to get fuel consumption per hectare (L). Therefore, energy inputs included man labor energy, machine and tractor manufacture energy, chemical fertilizer energy, chemical herbicide energy and seed energy. Total energy input was calculated by adding the energy values calculated by multiplying energy equivalents provided in Table 2 with the current use quantities. Machine energy was calculated by using the following equation.

$$ME = (G \cdot E) / (T \cdot C_a) \quad (4)$$

Where; G is agricultural machine weight (kg), C_a is field capacity (ha h⁻¹), E Energy equivalent, ME is machine energy (MJ ha⁻¹) (Table 2), T is machine economic life (h).

Safflower seed yields were the considered as the output in present research. Total energy output was calculated by multiplying seed yield with the energy equivalent of the product (Table 2). To determine and compare the energy efficiencies of different tillage systems used in safflower production, total energy inputs and outputs were calculated separately. Then comparisons were made for tillage systems (TS-1, TS-2, TS-3), Linas and Remzibey-05 cultivars. The resultant values were subjected to variance analyses and multiple comparison tests (LSD) with SPSS 17 statistical software to put for the differences between tillage systems and safflower cultivar. The values calculated from the above-given equations and used in energy efficiency parameters provided.

Energy productivity, net energy, specific energy, energy use efficiency, and energy profitability were calculated by using the following formulates (Mandal *et al.*, 2002; Mohammadi *et al.*, 2008; Mohammadi *et al.*, 2010).

$$EP_r = Y/EI \quad (5)$$

$$NE = EI \cdot EO \quad (6)$$

$$SE = EI/Y \quad (7)$$

$$EUE = EO/EI \quad (8)$$

$$EP = NE/EI \quad (9)$$

Where; EP_r is energy productivity (kg MJ^{-1}), Y is yield (kg ha^{-1}), EI is energy input (MJ ha^{-1}), NE is net energy (MJ ha^{-1}), EO is energy output (MJ ha^{-1}), SE is specific energy (MJ kg^{-1}), EUE is energy use efficiency, EP is energy profitability.

Table 2. Energy equivalents for inputs and outputs used in safflower farming.

Inputs	Unit	Energy equivalent (MJ unit ⁻¹)	References
Agricultural machinery	-	121.3	Doering (1980)
Tractor	-	158.3	Doering (1980)
Human labour	Hour	2.3	Kızılaslan (2009)
Fertilizers			
1) Nitrogen, N	Kilogram	60.6	
2) Phosphorus, P	Kilogram	11.1	Bojaca and Schrevens, (2010)
3) Potassium, K	Kilogram	11.15	
Fuel (diesel)	Liter	47.8	Hetz, (1992)
Oil	Liter	42.5	Hetz, (1992)
Chemical (herbicide)	Kilogram	238.0	Zangeneh et al. (2010)
Seed	Kilogram	14.0	Acaroğlu (2006)
Output			
Product (oil production from the seed, refined)	Kilogram	39.5	Acaroğlu (2006)

RESULTS and DISCUSSION

Total indirect and direct energy inputs of tillage systems and the share of each energy input in total inputs are provided in Table 3. Safflower seed yields and energy outputs of safflower cultivars and different tillage systems has been given in Table 4.

Operational times, operational speeds and economic lives are provided in Table 1 for each machine based on processes carried out. Fuel consumptions of each machine were calculated by using the Equations 1, 2 and 3 based on operational widths, depths and speeds. Unit area fuel consumption values used to calculate energy requirements were determined by multiplying hourly fuel consumptions with field capacities. Field capacity value of combine harvester, sprayer and centrifugal broadcaster were determined based on operational times throughout the experiments and fuel consumption values were taken from the literatures. Among the tillage machines, while moldboard plow had the greatest fuel consumption with 23.05 l ha^{-1} , cultivator had the lowest fuel consumption with 2.96 l ha^{-1} .

Table 3. Indirect and direct energy inputs of tillage systems in safflower farming (MJ ha⁻¹).

Inputs	Tillage systems		
	TS-1	TS-2	TS-3
Direct			
Fuel	2 108.1 (%7.7)	1 060.57 (%4.0)	1 384.0 (%5.2)
Oil	89.98 (%0.3)	48.06 (%0.2)	61.00 (%0.2)
Indirect			
Labor	138.1 (%0.5)	136.4 (%0.05)	155.7 (%0.6)
Machine manufacture	383.9 (%1.4)	388.8 (%1.5)	370.0 (%1.4)
Chemical fertilizer	23 430 (%85.4)	23 430 (%88.9)	23 430 (%87.8)
Herbicide	238.0 (%0.9)	238.0 (%0.9)	238.0 (%0.9)
Seed	1 043.4 (%3.8)	1 043.4 (%4.0)	1 043.4 (%3.9)
Total	27 431 (%100)	26 345 (%100)	26 682 (%100)

TS-1: Moldboard plow + cultivator + planter; TS-2: Gobble disk + planter; TS-3: Chisel + disk harrow + planter

Table 4. Safflower yields and energy outputs of safflower cultivars and different tillage systems.

Tillage systems	Yield (kg ha ⁻¹)		Energy output (MJ ha ⁻¹)	
	Linus	Remzibey-05	Linus	Remzibey-05
TS-1	885.5 a**	845.0 a**	34 977 a**	33 378 a**
TS-2	728.2 c	702.1 c	29 764 c	27 733 c
TS-3	784.0 b	751.7 b	30 968 b	29 692 b

** : Differences between the means indicated with the same letter in the same column are not significant (P<0.01); TS-1: Moldboard plow + cultivator + planter; TS-2: Gobble disk + planter; TS-3: Chisel + disk harrow + planter

Total fuel consumptions of tillage systems were ordered as TS-1>TS-3>TS-2. Total fuel consumption of the conventional tillage was 83.67 l ha⁻¹, and fuel consumptions of TS-3 and TS-2 were respectively 15.97% and 23.90% less than the conventional tillage. In other words, with conservation tillage systems, respectively 13.35 l and 20 l fuel saving were achieved. Such findings also indicated that conservation tillage systems might reduce costs and energy consumptions and might have significant contributions to preservation and sustainable use of natural resources. In previous studies, Daşcı (2017) in a study carried out in Muş province of East Anatolia region, reported fuel consumption of safflower farming (excluding harvest) as 13 l ha⁻¹. Yalçın and Çakır (2006) investigated energy use efficiencies for the tillage systems and no-till systems used in maize farming of Aegean region (İzmir-Ödemiş) located at west sections of Turkey and reported the greatest fuel consumption for conventional tillage system (60.51 l ha⁻¹).

Total energy inputs of TS-1, TS-2 and TS-3 were respectively calculated as 27 431 MJ ha⁻¹, 26 345 MJ ha⁻¹ and 26 682 MJ ha⁻¹. As compared to conventional tillage system, 3.96% less energy was used in gobble disk system and 2.73% less energy was used in TS-3 (Table 3). Similarly, Özgöz *et al.* (2017) reported greater total energy input for conventional tillage in potato farming and Marakoğlu *et al.* (2010) in chickpea farming of Central Anatolia region; Bayhan (2016) reported again greater total energy input for conventional tillage in second crop sunflower farming in Trace

region. Jain *et al.* (2007) reported the energy consumption was higher under deep tillage followed by conventional tillage compared to both the zero tillage packages. Within direct and indirect energy inputs of the tillage systems, chemical fertilizer input had the greatest share. The share of chemical fertilizer input in total inputs of TS-1, TS-2 and TS-3 was respectively identified as 85.41%, 88.94% and 87.81%. Following the chemical fertilizer energy input, fuel consumption had the second place. Seed energy had the third place and human labor had the least share in all three tillage systems (Table 3).

It was reported in previous studies carried out in different regions of Turkey under different soil and climate conditions that fertilizer energy input had the greatest share in total energy input. For example; Baran and Gökdoğan (2015) reported the share of chemical fertilizer input in sugarcane farming of Trace region (Kırklareli) as 41.97% and it was followed by fuel consumption (21.16%). Marakoğlu *et al.* (2010) investigated energy use efficiency of four tillage systems in chickpea farming of Central Anatolia region (Konya) and reported that fertilizer energy had the greatest share in total energy inputs, and it was respectively followed by seed, fuel-oil and machine energies. Barut *et al.* (2011) reported the greatest energy inputs of all tillage systems in second crop maize farming of Mediterranean region respectively as fertilizer energy (conventional tillage: 64.28% and no-till: 68.86%), seed energy (conventional tillage: 13.22% and no-till: 14.16%) and fuel energy (conventional tillage: 10.84% and no-till: 5.18%). Similarly, Kızılaslan (2009) in Turkey and Mohammadi *et al.* (2008), and Hamedani *et al.* (2011) in Iran, reported that fertilizer energy had the greatest share in total energy inputs, and it was followed by fuel energy.

Present findings revealed that fuel energy and fertilizer energy should be taken into consideration to reduce energy inputs in production activities. Undoubtedly chemical fertilizers are used for high yields. However, fertilizations should be performed on time at required quantities with appropriate techniques. Green fertilization and manure applications can also be used as an alternative practice to reduce chemical fertilizer energy inputs (Öztürk, 2011). Considering the livestock potential of the Sivas province of Central Anatolia, where the present research was conducted, it was seen that there was a great potential to increase livestock manure uses in agricultural practices. The ratio of fuel (diesel) in energy balance of agricultural systems varies between 10-70% based on required mechanization levels for the production of certain products. Size of production lands is among the most significant factor influencing fuel consumptions. Operational depth, soil texture, fertilization practices, mechanization level, transportation distance and method should be taken into consideration while selecting proper machines and machine combinations to have greater energy use efficiencies (Öztürk, 2011).

In all tillage systems, greater yields were obtained from Linas cultivar than Remzibey-05 cultivar. The lowest yield was obtained from TS-2 (Linas: 728.2 kg ha⁻¹; Remzibey-05: 702.1 kg ha⁻¹), the greatest yield was obtained from TS-1 (Linas: 885.5 kg ha⁻¹; Remzibey-05: 845.5 kg ha⁻¹). Tillage systems had significant effects on yields of both cultivars (P<0.01), thus tillage systems were placed into different statistical groups (Table 4). In different regions of Turkey, there are several studies about safflower yield parameters carried out. In studies carried out in Central Anatolia region (Konya, Ankara, Yozgat), Aegean region (İzmir) and Southeast Anatolia (Siirt) region, seed yields as between 88-211.61 kg da⁻¹ (Keyvanoğlu, 2015; Sayılır, 2015;

Adalı, 2016; Yurteri, 2016; Yılman, 2017). Seed yields vary mostly based on climate, cultivars, sowing time, soil characteristics, seedbed quality, and several other factors. Energy outputs of the tillage systems were calculated based on yields of tillage systems. Energy equivalents were the same for both cultivar, but energy outputs were different because of different yield levels of the safflower cultivars. Energy outputs were calculated by multiplying yield quantities with energy equivalents. Energy outputs exhibited a similar change with the yields. Total energy outputs varied between 29 764 - 34 977 MJ ha⁻¹ for Linas cultivar and between 27 733 - 33 378 MJ ha⁻¹ for Remzibey-05 (Table 4). As compared to conventional tillage system, energy outputs of Linas and Remzibey-05 cultivars were respectively 17.51% and 12.94% lower in TS-2 and 20.35% and 12.41% lower in TS-3. In a previous study, Daşcı (2017) investigated energy efficiency in safflower farming at Berce Agricultural Enterprise of Muş province in East Anatolia region and reported safflower yield as 688.6 kg ha⁻¹ and total energy output as 27 200 MJ ha⁻¹.

As energy efficiency indicators, specific energy, energy ratio, net energy, yield, energy efficiency, and energy profitability of Linas and Remzibey-05 safflower cultivars were calculated, and statistical comparisons are provided in Table 5.

Table 5. Energy efficiency parameters of Linas and Remzibey-05 safflower cultivars.

Energy parameters	Linas			Remzibey-05		
	TS-1	TS-2	TS-3	TS-1	TS-2	TS-3
Energy ratio	1.275 a**	1.092 c	1.161 b	1.217 a**	1.053 c	1.113 b
Energy efficiency (kg MJ ⁻¹)	0.032 a**	0.028 c	0.029 b	0.031 a**	0.027 c	0.028 b
Specific energy (MJ kg ⁻¹)	30.998 a**	34.035 c	36.186 b	32.470 c**	37.534 a	35.503 b
Net energy (MJ kg ⁻¹)	7 544 a**	2 418 c	4 286 b	5 945 a**	1 388 c	3 009 b
Energy profitability	0.275 a**	0.092 c	0.160 b	0.217 a**	0.053 c	0.113 b

** : Differences between the means indicated with the same letter in the same row are not significant (P<0.01);
TS-1: Moldboard plow + cultivator + planter; TS-2: Gobble disk + planter; TS-3: Chisel + disk harrow + planter

Effects of tillage systems on energy parameters of both cultivars were found to be significant (P<0.01). In Linas cultivar, the greatest net energy and energy profitability values (7 544 MJ and 0.275, respectively) were obtained from conventional tillage system (TS-1) and it was followed conservational tillage by chisel tillage system (TS-3) respectively with 4 286 MJ and 0.160. The lowest values were obtained from TS-2. Except for energy efficiency, Remzibey-05 cultivars also had similar energy efficiency parameters. As compared to Remzibey-05 cultivar, net energy value of Linas cultivar was 27% greater in TS-1. Linas cultivar had greater energy efficiency indicators (except for specific energy) than Remzibey-05 cultivar (Table 5).

Previous researchers also investigated energy efficiencies under different soil climate and soil conditions of Turkey. For instance, Barut *et al.* (2011) in Mediterranean region reported the greatest energy use efficiency of silage maize farming as 8.78, energy efficiency as 2.12 MJ kg⁻¹ and energy profitability as 7.78 for minimum tillage and reported the least values for no-till system. Marakoğlu *et al.* (2010) investigated energy efficiency of conventional tillage, reduced tillage, pre-sowing weed controlled and uncontrolled tillage systems in chickpea farming at Konuklar Agricultural Enterprise of Konya Province of Central Anatolia region and reported that conventional tillage had the greatest energy output/input ratio (2.00) and it was respectively followed by reduced tillage system (1.81), no-till + herbicide (0.87) and no-till (0.205) systems. Bayhan (2016) investigated energy efficiency of

different tillage system [gobble disk (DT), rototiller (ROT), gobble disk + combined harrow (DT + K) and direct sowing (DIR)] in second crop sunflower farming of Thrace region and reported that direct sowing had the greatest energy output/input ratio (11.82) and gobble disk tillage systems had the lowest ratio (9.57).

CONCLUSIONS

In this research, tillage systems were compared for safflower farming with regard to energy use efficiencies in Central Anatolia. There were significant differences in energy consumptions of tillage systems and safflower cultivars. The lowest total energy input was observed in gobble disk tillage system (TS-2), whereas the greatest total energy input was observed in conventional tillage system (TS-1). Linas safflower cultivar had greater yields than Remzibey-05 cultivar in all tillage systems. Tillage systems had significant effects on energy efficiency parameters of both cultivars. Linas cultivar and conventional tillage system had better outcomes, except for specific energy with regard to energy efficiency parameters. The chemical fertilizer energy had the greatest share and it was followed by fuel energy and seed energy inputs within the total energy input. Such findings revealed that for environmental preservation and sustainability, measures should be taken to reduce chemical fertilizer and fuel energy inputs, and proper tractor-machine match should be supplied based on plot sizes.

REFERENCES

- Acaroğlu M (2006). Comparison energy balances in energy production from solid and biodiesel. *23th National Congress of Agricultural Mechanization*, pp. 103-108. 6-8 Eylül 2006. Çanakkale.
- Adalı M (2016). *The determination of yield, yield components and quality on some safflower (Carthamus tinctorius L.) cultivars in Konya conditions*. Master thesis, Selcuk University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 78, Konya, Turkey (In Turkish).
- Alpkent N (1985). Tarımda enerji kullanımı ve enerji tasarrufu. *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, No: 296, Ankara (In Turkish).
- Anonymous (2016). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İstatistik Veri Ağı, Sivas <http://iva.tarim.gov.tr/Raporlar>, (10.01.2017) (In Turkish).
- Anonymous (2017a). Kayseri Meteoroloji 7. Bölge Müdürlüğü iklim verileri (In Turkish).
- Anonymous (2017b). <https://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=58> (14.11.2017) (In Turkish).
- Arıkan M (2011). *Energy use for rape production in Adana province*. Master thesis, Cukurova University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Agricultural Machinery, p. 78, Adana, Turkey (In Turkish).
- ASAE (1999). ASAE Standarts. D497.4 MAR99: *Agricultural Machinery Management Data*. pp. 350-357 ASAE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- ASAE (2011). ASAE Standarts. D497.7 MAR2011 (R2015): *Agricultural Machinery Management Data*. pp. 1-14 ASABE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- Baran MF and Gokdogan O (2014). Determining Energy Usage Efficiency in Canola Production (The case of Kırklareli Province). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1 (3): 331-337.
- Baran MF and Gökdoğan O (2015). Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: A Case Study of Kırklareli Province. *Energy Efficiency*, 9: 487-494.
- Baran MF and Karaağaç HA (2014). Determination of Energy Usage Efficiency in Second Crop Sunflower Production in Kırklareli Province. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1 (2): 117-123.
- Barut ZB, Ertekin C and Karaagac HA (2016). Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. *Energy*, 36: 5466-5475.

- Bayhan Y (2016). Comparison of Energy Use Efficiency of Different Tillage Methods and NoTillage on The Secondary Crop Sunflower Production. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13 (2): 102-109 (In Turkish).
- Billore SD, Ramesh A, Joshi OP and Vyas AK (2009). Energy budgeting of soybean-based cropping system under various tillage and fertility management. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 79 (10): 827-30.
- Bojaca CR and Schrevels E (2010). Energy assessment of peri-urban horticulture and its uncertainty: case study for Bogota, Colombia. *Energy*, 35: 2109-2018.
- Daşcı O (2017). *Determination of mechanisation level and energy use efficiency of in Agricultural Enterprise of Mus-Berce Alparslan*. Master thesis, Tokat Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Biosystems Engineering, p. 71, Tokat, Turkey (In Turkish).
- Doering OC (1980). *Accounting for energy in farm machinery and buildings*. In: David Pimentel, editor. Handbook of energy utilization in agriculture. FL, USA: CRC Press, 1980; Inc: pp. 9-14. ISBN 0-8493-2661-3.
- Eren ÖH and Öztürk HH (2011). Energy Use For Sweet Sorghum (Sorghum Bicolor (L.) Moench) Production in the Çukurova Region, *Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences*, 26(1): 155-164.
- Evcim HÜ (1990). Tarımsal mekanizasyon işletmeciliği ve planlaması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 495, İzmir (In Turkish).
- Gözübüyük Z, Çelik A, Öztürk İ, Demir OM and Adıgüzel C (2012). *Comparison on Energy Use Efficiency of Various Tillage-Seeding Systems in Production of Wheat*. 27th National Congress of Agricultural Mechanization, 3-5 Ekim 2012. Samsun-Turkey (In Turkish).
- Hamedani SR, Shabani Z and Rafiee S (2011). Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. *Energy*, 36: 2367-2371.
- Heller MC, Keoleian GA and Volk TA (2003). Life cycle assessment on a willow bioenergy cropping system. *Biomass and Bioenergy*, 25: 147-165.
- Hetz EJ (1992). Energy utilization in Chilean agriculture. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 23: 52-56.
- Jain N, Jain V., Mishra JS and Kewat ML (2007). Effect of tillage packages and herbicides on energy and economics of wheat in transplanted rice (*Oryza sativa*) wheat (*Triticum aestivum*) system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 77(3): 174-176.
- Jekayinfa SO (2006). Energy Consumption Pattern of Selected Mechanized Farms in Southwestern Nigeria. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, Manuscript EE 06 001. Vol. VIII. April.
- Karaağaç HA, Aykanat S, Gültekin R and Baran MF (2014). Adana'da Ana Ürün Mısır Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 11(3): 75-81.
- Keyvanoğlu H (2015). *Determination of agricultural characteristics of safflower (Carthamus tinctorius L.) genotypes under Ankara ecological conditions*. Master thesis, Ahi Evran University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 95, Kırşehir, Turkey (In Turkish).
- Kızılaslan H (2009). Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. *Applied Energy*, 86:1354-1358.
- Konak M, Marakoğlu T and Özbek O (2004). Energy balance at corn production. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(34): 28-30.
- Kurt O, Uysal H, Demir A, Özgür U and Kılınç R (2011). A study on the establishment of adaptability of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes in Samsun ecological conditions. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 26(3): 212-216.
- Mandal K G, Saha K P, Ghosh P K, Hati K M, Bandyopadhyay K K (2002) Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23: 337-345.
- Marakoğlu T, Özbek O and Çarman K (2010). Energy balance of different tillage systems in chickpea production. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 6(4): 229-235.
- Mohammadi A, Tabatabaefar A, Shahin S, Rafiee S and Keyhani A (2008). Energy use economical analysis of potato production in Iran a case study; Ardabil province. *Energy Conversion & Management*, 49: 3566-3570.
- Mohammadi A, Rafiee S, Mohtasebi S S, Rafiee H (2010). Energy inputs-yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy*, 35: 1071-1075.
- Öğüt H and Oğuz H (2006). Biyodizel (Üçüncü Milenyum Yakıtı). Nobel Yayınları. s. 190 (In Turkish).

- Özcan MT (1986). Mercimek hasat ve harman yöntemlerinin iş verimi kalitesi, enerji tüketimi ve maliyet yönünden karşılaştırılması ve uygun bir hasat makinası geliştirilmesi üzerine araştırmalar. *Türkiye Ziraî Donatım Kurumu Yayınları*, Yayın No: 46. Ankara-Turkey (In Turkish).
- Özden DM and Soğancı A (1996). Türkiye tarım alet ve makinaları işletme değerleri rehberi. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü*, Yayın No: 92, Ankara-Turkey (In Turkish).
- Özgöz E, Altuntas E and Asiltürk M (2017). Effects of soil tillage on energy use in potato farming in Central Anatolia of Turkey. *Energy*, 141: 1517-1523.
- Öztürk HH (2011). Bitkisel üretimde enerji yönetimi. *Hasad Yayıncılık*, ISBN: 978-975-8377-78-7 (In Turkish).
- Rahamatalla AB, Babiker EE, Krishna AG and El Tinay AH (1998). Changes in chemical composition, minerals and amino acids during seed growth and development of four safflower cultivars. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52(2): 161-170.
- Sayılır C (2015). *Determination of yield and yield components in safflower (Carthamus tinctorius L.) cultivars under Menemen-Izmir ecological conditions*. Master thesis, Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 75, Aydın-Turkey (In Turkish).
- Şehri M (2012). *Energy efficiency and cost analysis of cotton production in Adana region*. Master thesis, Cukurova University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 74, Adana-Turkey (In Turkish).
- Wang P, Ou S and Peilin C (1999). Optimization of condition for safflower cell culture and accumulation of cellulosic product tocopherols. *China Journal of Biotechnology*, 15(4): 231-237.
- Weiss EA (2000). Safflower. In: *Oilseed Crops*, Blackwell Sci. Ltd. 2000; Victoria, Australia.
- Yalçın H and Çakır E (2006). Tillage effects and energy efficiencies of subsoiling and direct seeding in light soil on yield on second crop corn for silage in Western Turkey. *Soil and Tillage Research*, 90 (1-2): 250-255.
- Yılman M (2017). *The effects of different sowing dates on yield and yield components of some safflower (Carthamus tinctorius L.) varieties in Siirt ecological conditions*. Master thesis, Gaziosmanpaşa University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 50, Siirt-Turkey (In Turkish).
- Yurteri T (2016). *Investigation of yield and yield components of safflower (Carthamus tinctorius L.) genotypes sown at different seasons under yozgat conditions*. Master thesis, Bozok University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Field Crops, p. 89, Yozgat-Turkey (In Turkish).
- Zangeneh M, Omid M and Akram AA (2010). Comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. *Energy*, 35: 2927-2933.



Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri

Esra Nur GÜL^{1a*} Engin ÖZGÖZ^{1a} Ebubekir ALTUNTAŞ^{1a}

^aDepartment of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250, Tokat-TURKEY

(*): Corresponding author. esranur.gul4219@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616

ÖZET

Bu çalışmada, Alsancak çeşidi domates meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine olgunlaşma dönemi (turuncu ve kırmızı renk) ve 0, 2 ve 4 günlük muhafaza süresinin etkileri incelenmiştir. Domates meyvelerinin fiziksel özelliklerinden geometrik, hacimsel ve renk özellikleri (boyutlar, küresellik, geometrik ortalama çap, yüzey alanı, yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı, porozite, L^* , a^* , b^* renk karakteristikleri), mekanik özellikleri [(domatesin X -uzunluk ve Y -genişlik eksenleri için kabuk yırtılma kuvveti, deformasyon, deformasyon enerjisi, statik sürtünme katsayısı ile domatesin sap kopma direnci)] ile kimyasal özelliklerinden suda çözünebilir kuru madde, pH ve titre edilebilir asitlik belirlenmiştir. Muhafaza süresi arttıkça boyut ve ağırlıkta azalmalar görülmüştür. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresinin küresellik ve geometrik ortalama çap üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Meyvelerin kabuk ve kabuk altı a^* değerleri olgunlaşma arttıkça artış göstermiştir. Domateste olgunlaşma arttıkça deformasyon enerjisi azalmış, X -uzunluk eksenini için deformasyon enerjisi daha yüksek değer vermiştir. Domateslerde lastik yüzeyde 0.445 ile en yüksek statik sürtünme katsayısı değeri bulunmuştur. Domates meyvelerinde olgunluk arttıkça, titre edilebilir asitlik değerlerinde artışlar görülmüştür. Çalışma ile Alsancak çeşidi domates meyvelerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri üzerine olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresinin etkili olduğu gözlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 27.01.2020

Kabul tarihi: 01.03.2020

Online basım: 08.04.2020

Anahtar Kelimeler :

- Domates,
- Geometrik ortalama çap,
- Küresellik,
- Renk,
- Meyve kopma direnci,
- Titre edilebilir asitlik,

Alıntı için: Gül EN, Ozgoz E, Altuntas E (2020). Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 12-28.

Effects of Maturity Stages and Storage Periods on the Physical, Mechanical and Chemical Properties of Tomato Fruits

ABSTRACT

In this study, the effects of maturity stages (orange and red maturity stages) and storage periods (0, 2 and 4 days) on the physical, chemical and mechanical properties of tomato (cv. Alsancak) fruits were examined. The physical properties of tomato fruits such as geometric, volumetric and colour properties (size, sphericity, surface area, geometric mean diameter, bulk density, porosity, fruit bulk density, and L^* , a^* , b^* colour characteristics); the mechanical properties (deformation, rupture forces along X - and Y - axes, coefficient of friction, fruit removal force, the deformation energy), and the chemical properties (soluble solids content, pH, titratable acidity) were determined. The fruit size dimensions and fruit mass decreased as the storage period increased. The effects of maturity stages and storage periods on the geometrical mean diameter and sphericity were not statistically significant. As the increase of maturity, a^* colour values of flesh and skin fruits increased for tomato fruits. The deformation energy along X -axis was found to be higher than the other axes; and as the increase of maturity, the deformation energy decreased. The highest static friction coefficient was obtained as 0.445 for tomato fruits for rubber friction surface. As the increase of maturity, the titratable acidity values increased for tomatoes. It was determined that the maturity stages and storage periods time were effective on the physical, chemical and mechanical properties of tomato (cv. Alsancak) fruits.

RESEARCH ARTICLE

Received: 27.01.2020

Accepted: 01.03.2020

Available online: 08.04.2020

Keywords :

- Tomato,
- Geometric mean diameter,
- Sphericity,
- Colour,
- Fruit removal force
- Titratable acidity

To cite: Gül EN, Ozgoz E, Altuntas E (2020). Effects of Maturity Stages and Storage Periods on the Physical, Mechanical and Chemical Properties of Tomato Fruits. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 12-28.

GİRİŞ

Anavatanı, Güney Amerika olan, gıda sanayinde ve Türk tarımı üzerinde önemli bir yere sahip olan domatesin, I. Dünya Savaşı yıllarında Türkiye'ye getirildiği bildirilmektedir (Demiray ve Tülek, 2008). Türkiye'de, 1970'li yıllardan itibaren domates sanayisinin kurulması ve artan bir ivme ile gelişmesi üzerine domates üretimimiz, İtalya ve Amerika gibi üretim devleri arasında dünya sıralamasında önemli bir yer almıştır (Düzyaman ve Duman, 2003). Domates, dünya genelinde bitkisel üretim bazında patatesten sonra en çok üretimi yapılan ikinci sebze (Anonim, 2015). Türkiye'de 2017 yılında 12 750 000 ton domates üretimi yapılmıştır. Bu değer toplam yaş sebze üretiminin %41.36'sını oluşturmaktadır (TÜİK, 2017). Çin, Hindistan ve ABD'den sonra dünya sıralamasında en çok sebze üreten dördüncü ülke Türkiye'dir (Abak ve ark., 2010). İnsan beslenmesinin vazgeçilmezleri arasında yer alan domates, dünyada en çok üretimi yapılan, en fazla tüketimi olan ve ticareti yapılan tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Domates; taze tüketilmesinin yanında gıda sektöründe dondurularak, soyulmuş ve dilimlenmiş domates olarak, küp biçiminde doğranmış şekilde, ayrıca domates suyu, domates püresi, salça, sos, ketçap, turşu, kurutulmuş domates ve domates konservesi vb. gibi birçok farklı kullanımlara sahiptir (Uyulaşer, 1996; Keskin ve Gül, 2004). Türkiye'de üretilen domatesin yaklaşık

%20-30'u gıda sektöründe işlenmekte olup, geri kalan miktar ise taze tüketimde kullanılmaktadır. İşlenmiş domatesin %80'i salça olarak %15'i konserve üretimi için, %5'lik bölümü ise domates suyu, ketçap vb. yapımları için kullanılmaktadır (Sarısaçlı, 2009).

Ham, yarı işlenmiş ya da işlenmiş tarımsal ürünlerin ticaretinde belirli bir kalitenin sağlanması istenmektedir. Kaliteli ürün kavramı; dış görünüş, temizlik, tat ve koku gibi özelliklerle ifade edilmektedir. Dolayısıyla pazara sunulan ürünlerin rekabet şansını artırmak için meyvelerin zedelenmemiş ve sağlam olması gerekir (Yurtlu, 2003).

Sebze ve meyveler genellikle hasat sırasında ve hasat sonrasında yapılan temizleme, sınıflandırma, paketleme ve taşıma gibi işlemlerde; darbe ve etkilere maruz kalmaktadırlar. Bu darbe ve etkiler ürünün kalite ve değerini düşüren mekanik zararlara neden olmakta ve önemli ürün kayıpları meydana gelmektedir (Groves, 1985; Kaymak ve ark., 2010). Domates meyvelerinin de bu işlemlere oldukça hassas olduğu bilinmektedir. Bu işlemlerde ortaya çıkan mekanik yüklenmenin etkisiyle domates meyvelerinde; kesilme, çürüme ve ezilme gibi yaralanmalar meydana gelmektedir. Domates meyvesinde meydana gelen bu kayıpları belirlemek ve azaltmak için birçok çalışma yapılmıştır (Arazuri ve ark., 2007; Zhi-Gou ve ark., 2009; Li ve ark., 2010; Li ve ark., 2011; Ghazavi ve ark., 2013; Li, 2013; Ghafferi ve ark., 2015; Li ve ark., 2015). Domateslerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile bunlar üzerinde etkili parametrelerin incelendiği çalışmalarda elde edilen bilgiler yardımıyla, domateslerin mekanik ve robotik hasadı, domatesin işlenmesi için kurulması düşünülen mekanik sistemlerin tasarlanması, böylece farklı proses aşamalarındaki kayıpların azaltılması ve üretim veriminin artırılması mümkün olabilir (Ghazavi ve ark., 2013). Ayrıca, bu problemlerin üstesinden gelmek için domates meyvelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini de dikkate alarak uygun ekipmanların ve makinaların geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiği de ortaya çıkmaktadır (Kaymak ve ark., 2010).

Tarım ve gıda materyallerinin fiziksel özelliklerini belirlemek için elde edilen veriler; ürünün davranışını ve kalitesini tahmin eden modellerde kullanmak için gereklidir. Laboratuvar koşullarındaki deneysel verilerdeki değişkenler ile domates hasadının kalitesi arasındaki korelasyon, tarımsal materyalin hasat ve hasat sonrası mekanizasyonu için optimal bir çözüm geliştirmeye katkıda bulunmaktadır. Konserve endüstrisinde işlenen domateslerin kalite karakteristiklerindeki en uygun özellik; sertlik ve kabuk direncidir. Domates meyvesini etkileyen mekanik etkilerin birçoğu; hasat ve taşıma sırasında oluşmakta ve domates kalitesinde düşüşe neden olmaktadır. Darbe testinde, taşıma arabasının alt kısmından alınan domateste %30'a varan oranda sertlik kaybı ve domates kabuğunun çatlamaya karşı direncinde ise yaklaşık %6 kayıp olduğu Arazuri ve ark. (2007) tarafından açıklanmaktadır. Ghaffari ve ark. (2015) tarımsal ürünlere hasat ve işleme sırasında uygulanan etkilerle meydana gelen çürüme zararının, domatesin kalitesini azalttığını, mekanik zarara neden olan bazı parametrelerin bilinmesinin bu zararı azaltmak için önemli olduğunu belirtmişler ve çürüme modelleri üzerine çalışmışlardır. Modelleri karşılaştırmak için bazı fiziksel özellikleri (meyve boyutları, kütle, hacim, aritmetik ortalama çap, harmonik ortalama çap, eşdeğer çap, yüzey alanı, en boy oranı, özgül ağırlık ve nem içeriği), mekanik özellikleri (temas kuvveti, temas süresi, elastiklik katsayısı, geri

sıçrama katsayısı, akustik sertlik ve darbe (çarpma) enerjisi) ve kimyasal özellikleri (toplam çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik) belirlemişlerdir.

Albaloushi ve ark. (2012) ticari domates çeşidinin dinamik sürtünme katsayısı, sertlik, esneklik, kırılma direnci, çürüme zararı ve delme testindeki toplam pozitif alan gibi özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu özelliklerin; hasat, işleme ve taşıma, ayırma ve sınıflandırma ekipmanlarının dizaynı için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Li (2013), iki farklı yapıdaki domates meyvelerinin kabuk yırtılma kuvvetini etkileyen faktörleri araştırmıştır. Çalışmada; %4, 8, 12, 16 ve 20 olmak üzere 5 farklı sıkıştırma seviyesi, 4 yükleme pozisyonu ve 2 uygulama başlığı (prob) kullanmıştır. Meyve boyutu, şekli ve kütesinin kopma olasılığı üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığını, sıkıştırma seviyesinin domates meyvelerinin kopma olasılığını etkileyen önemli bir değişken olduğunu, kopmaya karşı hassasiyetin uygulama başlığı şekline göre değişiklik göstermediği, bu faktörlerin, domates hasat ekipmanının tasarımı ve kontrolünde dikkate alınması gerektiği açıklanmıştır. Li ve ark. (2011) bir domates toplama robotunu tasarlamak, üretmek ve kontrol etmek için iki farklı domates çeşidi ile çalışmışlardır. Bu amaçla domates meyvelerinin; boyut, küresellik, yüzey alanı, hacmi, kütlesi, hacim ağırlığı gibi fiziksel özellikleri ve sürtünme katsayısı, yuvarlanma direnci katsayısı, domates meyvelerinin iki yükleme pozisyonunda yapılan çeki ve bası testleri ile kopma (rupture) enerjisi, kopma kuvveti ve sıkışabilirlik gibi mekanik özelliklerini belirlemişlerdir.

Domates; olgunlaşması devam eden (klimakterik) bir meyve olmasından dolayı olgunlaşması hasattan sonra da devam etmektedir. Meyvenin olgunlaşma süreci ile muhafaza sıcaklığının, besinin son bileşimini büyük oranda etkileyebildiği Madhavi ve Salunkhe (1998) tarafından açıklanmaktadır. Pazara en kısa süre içinde sunulacak domates meyveleri genel olarak pembe renkteki olgunlaşma düzeyindeyken hasat edilmekte, muhafaza süreleri uzun olacaksa yeşil ve farklı olgunlaşma düzeylerinde hasat edilebilmektedir (Çevik, 2013).

Özellikle uzak pazarlara domates meyvelerinin gönderilmesi söz konusuysa, kayıpları azaltmak amacıyla meyveler yeşil iken hasat edilmekte, soğuk muhafaza ortamında taşınmaktadır. Fakat domatesler tamamen olgunlaşmadan hasat edildiğinde, dalındaki olgunlaşan meyveler kadar iyi bir kaliteye ulaşamayacakları için (Kader ve ark., 1978; Baldwin ve ark., 1998), tüketicilerin memnuniyetsizliğine neden olmaktadır.

Ghazavi ve ark. (2013) üç olgunlaşma dönemindeki üç farklı domates çeşidinin taşımadaki davranışlarını analiz etmek veya özel bir makina tasarlamak için; hacim, yüzey alanı, kütle, ağırlık, et kalınlığı, toplam çözünebilir kuru maddeler, nem içeriği, yoğunluk, boşluk oranı ve olgunlaşma gibi bazı fiziksel özellikler ile meyve sertliği ve elastiklik modülü gibi bazı mekanik özellikleri incelemişler, ayrıca, ana/temel özellikleri modellemişlerdir. Li ve ark. (2015) ise iki domates çeşidinin altı olgunlaşma evresinde hasat, simülasyon ve dokusal değerlendirme ile ilgili çok ölçekli mühendislik özelliklerini araştırmışlardır.

Bu çalışmada; Alsancak domates çeşidine ait meyvelerin fiziksel (boyut, küresellik, yüzey alanı, geometrik ortalama çap, yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı, porozite, L^* , a^* , b^* renk karakteristikleri), mekanik (meyve kopma direnci, mekanik delme testi, sürtünme katsayısı) ve kimyasal (suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), pH,) özelliklerine olgunluk dönemi (turuncu ve kırmızı) ve 0, 2 ve 4 günlük muhafaza sürelerinin etkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada; Tokat ekolojik koşullarında yetiştirilen Alsancak domates çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Alsancak çeşidi; erkenci bir sırık domates çeşidi olup, raf ömrü fazla ve verimi yüksektir. Meyveler sert ve meyve ağırlığı ortalama 170-190 g arasında değişmektedir (Anonim, 2017). Nakliye şartları düşünülerek hasat işlemi domatesler tam olgunlaşmadan yapıldığından, domatesler turuncu ve kırmızı renk aldığı durumda olmak kaydıyla iki farklı zamanda hasat edilmiştir. Hasat edilen ürünler laboratuvara getirilerek $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Meyvelerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri hasat işleminin yapıldığı gün (0. gün), hasattan 2 ve 4 gün sonra olmak üzere 3 farklı muhafaza süresinde belirlenmiştir.

Domates meyvelerinin eksenel boyutlarının ölçümü ve ağırlıklarını belirlemek için tesadüfi olarak her bir olgunlaşma döneminde 20 adet örnek alınarak numaralandırılarak etiketlenmiştir. Ölçüm yapılmaya başlamadan önce meyve sapları kopartılarak temizlenmiştir. Hasat sonrası muhafaza süresinin etkisini görebilmek için hasadın yapıldığı gün (0. gün), hasattan iki gün sonra (2. gün) ve hasattan dört gün sonra (4. gün) yapılan ölçümler için numaralandırılmış olan aynı meyveler kullanılmıştır. Domateslerde; uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçüleri 0.01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas, ağırlığı ise 0.001 g hassasiyette elektronik tartı ile belirlenmiştir.

Geometrik ortalama çap (D_g), yüzey alanı (S) ve küresellik (φ), aşağıdaki eşitlikler (Mohsenin,1980) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$D_g = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$S = \pi D_g^2 \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{D_g}{L} 100 \quad (3)$$

Eşitliklerde; D_g : Geometrik ortalama çap (mm), W : Genişlik (mm), L : Uzunluk (mm), T : Kalınlık (mm), φ : Küresellik (%), S : Yüzey alanı (mm^2)'dir.

Projeksiyon alanı ölçümü, X - uzunluk ve Y - genişlik eksenleri boyunca kutupsal kollu Roller tip dijital planimetre (Placom Roller-Type Digital Planimeters, Model KP90N) ile yapılmıştır (Sirisomboon ve ark., 2007).

Domateslerde nem içeriğinin belirlenmesi için; dört parçaya ayrılmış meyveler sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde, $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat bekletilmiştir (Suthar ve Das, 1996; Özarslan, 2002). Aşağıdaki eşitlik yardımıyla da nem değerleri hesaplanmıştır.

$$M_y = \frac{G_y}{G_k + G_y} 100 \quad (4)$$

Burada; M_y : Meyvenin nem içeriği (yaş baza göre) (%), G_y : Üründeki su miktarı (g) ve G_k : Üründeki kuru madde miktarıdır (g).

Domates meyvelerinin hacim ağırlığı için sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Ölçü kabının darası alınmış ve 100 ml su konularak elde edilen sıvı taşıma hacmi ve meyve ağırlığı oranından gidilerek meyve hacim ağırlığı (kg m^{-3}) belirlenmiştir (Mohsenin, 1980). Yığın hacim ağırlığı (kg m^{-3}) ise hektolitreye yöntemiyle, silindirik standart bir cam kap içerisine meyveler tepeleme olacak şekilde doldurulup, silindir içindeki meyvelerin ağırlığı ve silindir hacminden yararlanılarak bulunmuştur (Suthar ve Das, 1996; Özarslan, 2002).

Domates meyvelerine ilişkin porozite (P_f) değerlerinin belirlenmesinde, aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır (Mohsenin, 1980; Özarslan, 2002).

$$P_f = \left(1 - \frac{P_b}{P_m}\right) 100 \quad (5)$$

Burada; P_f : Porozite (%), P_b : Yığın hacim ağırlığı (kg m^{-3}); P_m : Meyve hacim ağırlığı (kg m^{-3})'dir.

Domates meyvelerinin kabuk ve kabuk altı için renk özelliklerini açıklayan karakteristik değerler, Minolta renk ölçer ile (Model CR-400, Tokyo-Japonya), meyvelerin ekvatorial bölgesinin direkt güneş ışınlarına maruz kalan yüzeyiyle, gölgeye maruz kalan yüzeyini temsil edecek alanlar üzerinde yapılarak ortalamaları üzerinden hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Domateslerin meyve kabuğu ve kabuk altına ait renkleri CIE'e göre L^* , a^* , b^* renk karakteristikleri üzerinden belirlenmiştir. Hazırlanan skalaya göre, L^* değeri (0 karanlık, 100 aydınlık) parlaklığı, a^* değeri ise kırmızılık ('+' değerler) ve yeşilliği ('-' değerler) belirtmektedir. b^* değeri '+' olduğunda sarılığını ve '-' olduğunda ise maviliğini ifade etmektedir.

Domates meyvelerinin mekanik ölçümlerinde biyolojik materyal test cihazı kullanılarak domateslerin meyve kabuğu ve meyve eti için delme testleri uygulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan manuel hareketli biyolojik materyal test cihazı; dijital göstergeli çeki-bası dinamometre, sabit plaka, ölçüm cetveli stant ile kablolu bir bilgisayar bağlantısından oluşmaktadır. Biyolojik materyal test cihazı ile denemeler, sabit ilerleme hızında 11.1 mm'lik çelik silindirik uçla yapılmıştır (Batu, 1998). Denemelerde delme (puncture) testi sonucu delme kuvveti değerleri N cinsinden ölçülmüştür.

Domates meyvelerinin deformasyonu için gerekli olan kuvvet ve deformasyonun belirlenmesinde, elde edilen kuvvet-deformasyon eğrisinde yatay eksen deformasyonu ve dikey eksen ise kuvveti belirtmektedir. Domatesin deformasyon enerjisi, kuvvet-deformasyon eğrisinde maksimum kuvvet (kabuk yırtılma, patlama noktası) ile bu noktaya karşılık gelen deformasyon noktası altında kalan alan olarak ifade edilmektedir. Çalışmada, deformasyon enerjisi aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Mohsenin, 1980).

$$E = \frac{F D}{2} \quad (6)$$

Burada; E : Deformasyon enerjisi (N mm), F : Kabuk yırtılma kuvveti (N), D : Deformasyon (mm)'dur.

Domates meyvelerinin saptan kopma dirençleri el dinamometresi ile ölçülmüş ve saptan koparılan her bir domatesin ağırlığı (m), domatesin saptan kopma kuvveti (R) değerine oranlanarak m/R oranları hesaplanmıştır.

Meyvelerin sürtünme ölçümü yapılırken eğimli masa düzeneği kullanılmıştır. Meyvelerin farklı sürtünme yüzeyleri üzerinde hareketine izin verecek şekilde eğimli masa bir vidalı kol ile hareketlendirilmiş, sürtünme katsayısı için domatesin ilk hareketinin sağlandığı durumdaki eğim açısı değeri kullanılmıştır.

Çalışmada domates meyvelerinin kimyasal özellikleri olarak pH, titre edilebilir asitlik (TA) ve Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) değerleri belirlenmiştir. Meyve örnekleri bir blender yardımı ile parçalanmış, elde edilen domates suyunun pH değerleri, bir pH metre (cam elektrotlu) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu, 2007). SÇKM değerleri, dijital refraktometreye (PAL-1, Atago McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash., ABD) pH ölçümünde kullanılan domates suyundan bir el pipeti ile çekilen meyve suyunun damlatılmasıyla belirlenmiş ve değeri ise % Brix olarak verilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TA, g 100 g⁻¹) değeri için, 10 ml pH ölçümü yapılmak için hazırlanmış meyve suyu örneği alınmış, üzerine 10 ml saf su eklenmiş, pH değeri 8.1'e kadar geldiğinde harcanan 0.1 mol L⁻¹ NaOH çözeltisi (ml) miktarı esas alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Karaçalı, 2009).

$$TA = \left(\frac{S_h N E_q}{B} \right) 100 \quad (7)$$

Burada; S_h : harcanan sodyum hidroksidin miktarı (ml), N : harcanan sodyum hidroksidin normalitesi, E_q : ilgili asidin equivalent değeri (malik asit için 0.067 g) ve B : alınan örnek miktarı (ml)'dir.

Çalışmada ele alınan tüm parametrelere ait verilerin istatistik analizlerinde (varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi), SPSS istatistik paket programı (Statistical Package for Social Sciences) kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fiziksel özellikler

Domates meyvelerinin olgunlaşma dönemleri ve oda sıcaklığındaki 0, 2 ve 4 günlük muhafaza sürelerine göre fiziksel özelliklerden geometrik, hacimsel ve renk özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 1 ve domates meyvelerinin geometrik, hacimsel ve renk özelliklerine ait ortalama değerler ise sırasıyla Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Domates meyvelerinin nem içeriği turuncu ve kırmızı renkteki olgunlaşma düzeyleri için yaş baza göre ortalama %94.3 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerinin nem içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Geometrik özellikler

Olgunlaşma döneminin meyvelerin geometrik özelliklerinden genişlik ($P<0.05$) ve ağırlık ($P<0.01$) üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkisinin olduğu; istatistiksel olarak, muhafaza sürelerinin uzunluk, genişlik, kalınlık ve ağırlık değerleri üzerine etkisinin ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Domates meyvelerinin bazı fiziksel (geometrik, hacimsel ve renk) özelliklerine ilişkin varyans analiz sonuçları (F değerleri)

Table 1. The variance analysis results for some physical (geometric, volumetric and colour) properties of tomato fruits (F values)

Fiziksel Özellikler	Olgunlaşma Dönemi (O)	Muhafaza süresi (M)	OxM
Nem İçeriği, %	0.001 ^{öd}	0.630 ^{öd}	0.000 ^{öd}
Geometrik Özellikler			
Uzunluk, mm	3.651 ^{öd}	2.035 ^{öd}	0.097 ^{öd}
Genişlik, mm	4.065*	1.257 ^{öd}	0.018 ^{öd}
Kalınlık, mm	3.869 ^{öd}	2.230 ^{öd}	0.038 ^{öd}
Geometrik ortalama çap, Dg, mm	3.298 ^{öd}	2.168 ^{öd}	0.036 ^{öd}
Küresellik, %	1.133 ^{öd}	0.103 ^{öd}	0.193 ^{öd}
Yüzey alanı, mm ²	2.974 ^{öd}	2.119 ^{öd}	0.040 ^{öd}
Projeksiyon alanı, mm ²			
X- eksen	2.964 ^{öd}	1.598 ^{öd}	1.703 ^{öd}
Y- eksen	5.223*	2.098 ^{öd}	2.528 ^{öd}
Hacimsel Özellikler			
Ağırlık, g	6.985**	0.339 ^{öd}	0.002 ^{öd}
Yığın hacim ağırlığı, g m ⁻³	1.330 ^{öd}	2.530 ^{öd}	2.700 ^{öd}
Meyve hacim ağırlığı, kg m ⁻³	10.53**	0.200 ^{öd}	1.740 ^{öd}
Porozite, %	5.100 ^{öd}	1.130 ^{öd}	1.220 ^{öd}
Renk Özellikleri			
<u>Kabuk üstü renk</u>			
L*	86.61**	25.00**	7.550**
a*	3.190 ^{öd}	2.03 ^{öd}	6.770**
b*	43.47**	14.63**	2.070 ^{öd}
<u>Kabuk altı renk</u>			
L*	24.10**	0.970 ^{öd}	0.800 ^{öd}
a*	6.900*	0.260 ^{öd}	0.980 ^{öd}
b*	8.420**	0.340 ^{öd}	0.610 ^{öd}

*: $P<0.05$ seviyesinde önemli, **: $P<0.01$ seviyesinde önemli, öd: önemli değil

İstatistiksel olarak domateslerin geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerinde olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerinin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Çalışmada, domates meyvelerinin yüzey alanı değerlerine olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerinin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Olgunlaşma döneminin istatistiksel olarak önemli olduğu; genişlik ve ağırlık değerlerinde sırasıyla %2.76 ve %10.66 oranında değişim olmuştur.

Domateste olgunluk arttıkça geometrik ortalama çap değerleri artarken küresellik değerleri azalmıştır. Muhafaza süresi arttıkça domates meyvelerinin geometrik ortalama çap (Dg) ve küresellik değerlerinin önce azalış daha sonra ise artış gösterdiği görülmüştür. Meyvelerin geometrik ortalama çap ve küresellik değerleri ortalamaları sırasıyla 64.28 mm %93.05'tir (Çizelge 2). Muhafaza süresi arttıkça uzunluk, genişlik, kalınlık ve ağırlık değerlerinin azaldığı görülmektedir. Olgunlaşma dönemleri karşılaştırıldığında; olgunlukla beraber uzunluk, genişlik, kalınlık ve ağırlık değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Domates meyveleri, olgunlaşma düzeyine göre

boyutsal ve kütleli olarak artış gösterirken, muhafaza sürecinde ise domates örnekleri solunum düzeyleri ve muhafaza süresine göre boyutsal ve kütleli olarak azalma göstermektedir.

Çizelge 2. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinin bazı fiziksel (geometrik) özelliklerinin ortalama değerleri

Table 2. The means of some physical (geometric) properties of tomato fruits according to the maturity stage and storage periods

	Olgunlaşma Dönemi			Muhafaza Süresi			
	Turuncu	Kırmızı	Ortalama	0. gün	2. gün	4. gün	Ortalama
Nem içeriği, %	94.30	94.30	94.30	94.41	94.3	94.19	94.3
Geometrik özellikler							
Uzunluk, mm	68.28	70.02	69.15	70.14	69.33	67.92	69.13
Genişlik, mm	66.38b*	68.21a	67.3	68.13	67.39	66.37	67.3
Kalınlık, mm	57.56	59.01	58.29	59.12	58.48	57.25	58.28
Geometrik ortalama							
çap, mm	63.61	64.99	64.3	65.17	64.45	63.23	64.28
Küresellik, %	93.26	92.84	93.05	92.96	93.03	93.17	93.05
Yüzey alanı, mm ²	12775.0	13312.8	13043.9	13396.9	13100.1	12616.2	13037.7
Projeksiyon alanı, mm ²							
X eksen	2944	3117	3030	2990	3158	2944	3030
Y eksen	2604b*	2816a	2710	2621	2840	2669	2710

*: P< 0.05 seviyesinde önemli

Ortalama yüzey alanı değerleri turuncu renk olgunlaşma döneminde 12775.0 mm² kırmızı renk olgunlaşma döneminde ise 13312.8 mm² olarak hesaplanmıştır. Olgunlukla artan yüzey alanı değerleri muhafaza süresi arttıkça azalış göstermiş, hasattan sonraki 4. günde muhafaza edilen domateslerin yüzey alanlarının %5.83 oranında azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Üç boyutsal eksenin ve geometrik ortalama çap değerinin kullanılmasıyla elde edilen yüzey alanı değerlerinde daha önceki parametrelerdekine benzer şekilde artış ve azalış eğilimleri gözlenmiştir. Çevik (2013) tarafından 'Jadelo F1' çeşidi domates meyvelerinin en düşük uzunluk genişlik ve kalınlık değerlerinin yeşil renk olgunlaşma döneminde, en büyük değerlerinin ise kırmızı renk olgunlaşma dönemi domateslerde elde edildiği belirtilmiştir. Taheri Garavand ve ark. (2011) ise, çeşitler arası farkın hem ağırlık hem de boyut değişiminde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında, çalışmada bulunan sonuçların, literatür sonuçlarına göre benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Geometrik ortalama çapın robotla hasat etmek için meyve kütleli tahmin etmede en doğru parametre olarak düşünülebileceği, Li ve ark. (2015) tarafından açıklanmıştır Ghazavi ve ark. (2013) kırmızı domateslerin meyvelerinin küresellik (%90) ve geometrik ortalama çap (54.49 mm) değerlerinin yeşil domates meyvelerinin küresellik (%89) ve geometrik ortalama çap (52.19 mm) değerlerinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada geometrik özellikler ve küresellik açısından bulunan değerlerin literatür değerlerine yakın olduğu söylenebilir. Ghazavi ve ark. (2013)'da elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik gösterecek şekilde, yeşil domatesler ile kırmızı domatesler arasındaki yüzde değişimin %8.42 olduğunu ve olgunluk arttıkça domateslerin yüzey alanı değerlerinin arttığını ve ifade etmişlerdir.

Hacimsel özellikler

Domates meyvelerin olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresinin porozite ve yığın hacim ağırlığı değerleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu, olgunlaşma döneminin meyve hacim ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Domates meyvelerinin olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresi ile yığın hacim ağırlığı değerlerinin arttığı görülmüştür. Olgunlaşan domates meyvelerinin ağırlığı ile yığın hacim ağırlığındaki artışlar, boyutsal değişimlerindeki artışa benzerdir. Muhafaza süresi ile beraber meyvelerde hacimsel bir azalma söz konusu olmaktadır. Belirli bir hacim içerisine giren meyve sayısı ve hacim ağırlığı değerlerinde ise artışlar meydana gelmiştir.

Domates meyvelerinin meyve hacim ağırlığı değerleri turuncu ve kırmızı renkteki olgunluk düzeylerinde sırasıyla 1052.6 kg m^{-3} ve 1018.9 kg m^{-3} olarak ölçülmüştür. Domateslerin meyve hacim ağırlığı değerleri olgunluk değişimine göre azalış göstermiştir. Domateslerin ilk 2 gün muhafaza süresinde, meyve hacim ağırlığı değerleri artış göstermişken, 4 günlük muhafaza süresinde ise azalış göstermiştir. Domates meyvelerinin porozite değerlerinin meyvelerin olgunluğu ve muhafaza süresi arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinin bazı fiziksel (geometrik) özelliklerinin ortalama değerleri

Table 3. The means of some physical (geometric) properties of tomato fruits according to the maturity stage and storage periods

Hacimsel özellikler	Olgunlaşma Dönemi			Muhafaza Süresi			
	Turuncu	Kırmızı	Ortalama	0.gün	2.gün	4.gün	Ortalama
Ağırlık, g	158.22	175.09	166.66	169.95	166.50	163.53	166.66
Yığın hacim ağırlığı, kg m^{-3}	463.73	471.61	467.67	457.03	468.59	477.38	467.67
Meyve hacim ağırlığı, kg m^{-3}	1052.6a**	1018.9b	1035.8	1032.1	1040.1	1035.1	1035.8
Porozite, %	55.89	53.66	54.77	55.68	54.79	53.85	54.77

** $P<0.01$ seviyesinde önemli

Renk özellikleri

Domates meyvelerinin renk özellikleri açısından bakıldığında, olgunlaşma döneminin domates meyve kabuğu ve kabuk altı için L^* ve b^* renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemli iken, meyve kabuğu için a^* değerleri olgunlaşma dönemine göre istatistiksel olarak önemli şekilde değişmemiş, kabuk altında ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli şekilde farklılık göstermiştir. Muhafaza süresinin domates meyve kabuğunun L^* ve b^* renk değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli bir etkisinin olduğu, meyvelerin kabuk altı için L^* , a^* , b^* , meyve kabuğu için a^* değerlerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Domates meyvelerin kabuk ve kabuk altı için L^* parlaklık değerleri olgunluk arttıkça azalmıştır. Domateslerde ortalama L^* parlaklık değerleri 0, 2, 4 gün muhafaza sürelerinde meyve kabuğunda ve kabuk altında sırasıyla 35.89, 32.44, 31.59 ve 32.92, 31.47 ve 33.42'dir. İstatistiksel olarak önemli bir farklılığın olduğu meyve kabuğunda ilk gün ölçülen L^* parlaklık değeri 2. ve 4. günde sırasıyla %9.61 ve %11.98 oranında azalmıştır. Muhafaza süreleri arasında olan farklılığı görmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testine göre; kabuk üstü L^* değerlerinde 2. ve 4. günler arasında önemli bir farklılık olmamıştır. Sonuç olarak domateslerde L^* parlaklık değerlerinde muhafaza süresi arttıkça matlaşmalar görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinin bazı renk özelliklerinin ortalama değerleri

Table 4. The means of some colour characteristics of tomato fruits according to the maturity and storage periods

Renk özellikleri	Olgunlaşma Dönemi			Muhafaza Süresi			
	Turuncu	Kırmızı	Ortalama	0. gün	2. gün	4. gün	Ortalama
Kabuk üstü							
<i>L*</i>	35.75	30.87	33.31	35.89a**	32.44b	31.59b	33.31
<i>a*</i>	12.34	13.83	13.08	12.07	13.05	14.14	13.08
<i>b*</i>	17.4	14.9	16.15	17.56a**	15.73b	15.16b	16.15
Kabuk altı							
<i>L*</i>	35.51	29.70	32.61	32.92	31.47	33.42	32.60
<i>a*</i>	8.83	11.48	10.16	9.71	10.16	10.60	10.16
<i>b*</i>	14.72	12.84	13.78	13.99	13.40	13.95	13.78

***P* < 0.01 seviyesinde önemli;

*: Satırlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (*P* < 0.01).

Domates meyvelerinin kabuk ve kabuk altı için *a** renk değerlerinin olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresi arttıkça arttığı, yani kırmızılaştığı görülmüştür. Domateslerde meyvelerin kabuk ve meyve kabuk altında belirlenen *b** değerleri olgunlaşma arttıkça sırasıyla %14.37 ve %12.77 oranında azalmıştır. Muhafaza süresindeki artışla meyvelerin kabuk üstünde ölçülen *b** değerleri azalmış, kabuk altında ölçülen *b** değerleri ise önce azalmış daha sonra artmıştır (Çizelge 4).

Altun (2011), *L** renk değerinin 'Beef' tipi domates genotiplerde muhafaza süresince 37.61 ile 48.54 ve *a** renk değerlerinin ise; 12.23 ve 25.77 değerleri aralığında değiştiğini açıklamıştır. Ordonez-Santoz ve ark. (2008) ise domates örneklerinin ortalama *L** değerinin 9.71 olduğunu açıklamışlardır. Şat ve Turhan (2006), Erzurum'da yetiştirilen bazı domates çeşitlerinin meyve kabuğu için *a** değerlerinin 21.24 - 35.90 arasında değiştiğini, Kaymak ve ark. (2010) ise Erzincan'da yetiştirilen yaygın iki domates çeşidi olan H2274 ve Alida F1 çeşitlerinin *a** değerinin sırasıyla ve 29.03 ve 24.63 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada *L** değerleri ile *a** renk değerleriyle ilgili bulduğumuz sonuçlar, Altun (2011)'un belirttiği *L** ve *a** değerlerinin alt sınır değerlerine yakın değerler vermiştir. Bu çalışmada elde edilen *a** değerleri Şat ve Turhan (2006) ile Kaymak ve ark. (2010)'ın yaptıkları çalışmalarda elde edilen değerlerden daha düşük bulunurken, *L** değerleri ise Ordonez-Santoz ve ark. (2008)'in belirttiği *L** değerinden daha yüksek değerler vermiştir.

Mekanik Özellikler

Domates meyvelerinin mekanik özelliklerine ait olgunlaşma döneminin istatistiksel olarak meyve saptan kopma direnci (*R*) ve *m/R* oranı üzerinde etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Ortalama meyve saptan kopma direnci ve *m/R* oranı değerleri turuncu olum hasat döneminde sırasıyla 18.27 N ve 7.36 g N⁻¹ olarak bulunurken, kırmızı olum hasat döneminde sırasıyla 18.72 N ve 6.78 g N⁻¹ olarak bulunmuştur. Domateslerin meyvelerinin olgunluğu arttıkça *m/R* oranı ve meyve kopma direnci azalmaktadır (Çizelge 5).

Moser (1989), *m/R* oranının 1'e eşit veya 1'den büyük olduğu durumda meyvenin makine ile hasat edilebilir olduğunu, ayrıca ürünün kopma direncinin, ürün kütlesi ile ilişkisinin hasat makinelerinin toplama ünitelerinin tasarlanmasında özellikle seçilecek hasat yönteminin seçimi açısından önemli bir parametre olduğunu belirtmiştir. Elde ettiğimiz değerler incelendiğinde, *m/R* oranı değerlerinin 1'den

büyük olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Bu değerler incelenen domates çeşitlerinin makineyle hasat edilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 5. Domates meyvelerinin meyve kopma direnci değerlerinin olgunlaşma dönemlerine göre değişimi

Table 5. The change of fruit removal force values of tomato fruits according to maturity stages

Olgunlaşma dönemi (O)	Meyve kopma direnci (R) (N)	Meyve ağırlığı (m), (g)	Meyve ağırlığı/Kopma direnci (m/R) (g N ⁻¹)
Turuncu	18.27	132.23	7.36
Kırmızı	18.72	116.59	6.78
Ortalama	18.50	124.41	7.07

Çalışmada, X- uzunluk ekseninde yapılan ölçümlerde olgunlaşma dönemi ve muhafaza süresinin delme kuvveti üzerine etkisinin istatistiksel olarak P<0.01 seviyesinde önemli olduğu bulunurken, deformasyon enerjisi üzerine sadece muhafaza süresinin P<0.05 seviyesinde etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Y- genişlik ekseninde yapılan ölçümlerde, sadece muhafaza süresi deformasyon üzerine P<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir.

X- uzunluk eksenini boyunca yapılan ölçümlerde meyvelerin olgunluğu arttıkça meyvelerin deforme olması için gerekli olan delme kuvveti değerleri azalırken (%33.30), Y- genişlik eksenine göre yapılan ölçümlerde %1.26 oranında artmıştır. Olgunluk arttıkça deformasyon değeri artmıştır. Deformasyon miktarı X- ve Y- eksenine göre kırmızı olum hasat döneminde ise 29.65 mm ve 21.66 mm değerleriyle, turuncu olgunlaşma dönemindeki 27.82 mm ve 20.83 mm değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşmanın artışına göre domates meyvelerinin deforme olmasında ihtiyaç duyulan kuvvet azalırken, deformasyon ve ezilme miktarının ise arttığı görülmüştür. Domates meyvelerinin olgunluk arttıkça daha fazla esneklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Y- eksenine göre yapılan ölçümlerde deformasyonun gerçekleşebilmesi için gerekli olan kuvvet ve deformasyon miktarı X- eksenine göre daha düşüktür. Olgunlaşma artışına göre deformasyon enerjisi azalırken, Y- ekseninde yapılan ölçümlere göre deformasyon enerjisi X- ekseninde yapılan ölçümlerden daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 6. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinin bazı mekanik özelliklerinin ortalama değerleri

Table 6. The means of some mechanical properties of tomato fruits according to the maturity stage and storage periods

Mekanik özellikler	Olgunlaşma Dönemi			Muhafaza Süresi			
	Turuncu	Kırmızı	Ortalama	0. gün	2. gün	4.gün	Ortalama
X- (uzunluk) eksenine göre							
Kuvvet, N	134.8	89.89	112.2	153.4a**	105.7b	77.90b	112.3
Deformasyon, mm	27.82	29.65	28.74	30.03	29.28	26.89	28.73
Deformasyon enerjisi, N mm	1915.6	1363.9	1639.7	2290.5a*	1571.4ab	1057.4b	1639.7
Y- (genişlik) eksenine göre							
Kuvvet, N	50.96	51.6	51.28	62.73	45.47	45.63	51.28
Deformasyon, mm	20.83	21.66	21.25	20.12b**	19.41b	24.21a	21.25
Deformasyon enerjisi, N mm	524.9	515.7	520.3	567.4	442.4	551.2	520.3

** : P< 0.01 seviyesinde önemli; * : P< 0.05 seviyesinde önemli

** : Satırlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.01).

* : Satırlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur (P<0.05).

Domates meyvesinin *X*- ekseninde *Y*- eksenine göre meyve yapısının daha sert ve mukavim olduğu görülmüştür. *X*- eksenini sap ve çiçek çukuru bölgelerinden oluştuğu için kabuk delinmesi ve yırtılmasının olabilmesi için daha fazla kuvvet gerektirmektedir. Kırmızı renk olgunlaşma düzeyinde meyveler ağırlık ve boyutsal açıdan daha fazla büyüme göstermekte dolayısıyla daha fazla yumuşamakta, böylece domateslerin sertliğinin azalması ve çok az bir kuvvetle bozulma yani deformasyonun oluşması mümkün olabilmektedir. Bir domates meyvesi farklı pozisyonlardan yüklenen dış kuvvete maruz kaldığında domates meyvesinin iç yapısının meyvenin yırtılma/ezilme olasılığı üzerine etkisi önemlidir. Lana ve ark. (2007) olgunlaşma süresince, meyve dokularındaki çözünmeyen proto-pektin içeriği çözülebilir pektin ve gittikçe yumuşak olan perikarp ve çapraz duvar dokusuna dönüştüğünü açıklamaktadır. Li ve ark. (2015), domates meyvelerin yırtılma/ezilme olasılığı üzerine olgun meyvelerin yapısal özelliklerinin etkisinin az olduğunu açıklamıştır. Hetzronia ve ark. (2011), domates kabuğunun dayanıklılığı ve elastikiyeti gibi mekanik özelliklerinin hem endüstriyel işleme hem de taze tüketim için önemli olduğunu, bu durumun yetiştiriciler, pazarlamacılar ve tüketiciler için büyük öneme sahip olduğunu, gıda endüstrisinde domatesin kolay soyulabilmesi için kalın ve sert kabuğu tercih edilirken, sofralık taze tüketimde ise, kolay yenebilmesi için ince ve yumuşak kabuğun tercih edildiğini açıklamışlardır.

Domates meyvelerinde *X*- eksenine göre yapılan ölçümlerde muhafaza süresi arttıkça deformasyon için gerekli olan kuvvetin de azaldığı görülmektedir. Kuvvet ile benzer şekilde deformasyon miktarı ve deformasyon enerjisi değeri de muhafaza süresi arttıkça azalmaktadır (Çizelge 6). Olorunda ve Tung (1985) Reento domates çeşidinde, olgunlaşma derecesindeki artışın kuvvet, deformasyon değerlerinde belirgin azalmaya neden olduğunu, Diehl ve ark. (1980) ve De Belie ve ark. (2000) domateslerin olum dönemlerine göre test sırasında uygulanan baskı yükü altında aşırı gerilmelerden dolayı hücre duvarının yırtılması nedeniyle genellikle doku bozulması meydana geldiğini, Albaloushi ve ark. (2012), yeşil domateslerin sarı ve kırmızı domateslere göre daha sert olduğunu açıklamışlardır. Bu çalışmada da meyve kabuk yırtılma kuvveti değerlerinin olgunluk arttıkça azaldığı gözlenmiştir. Bu açıdan kuvvet değerlerinin literatür sonuçlarıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Domates meyvelerinin olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerinin statik sürtünme katsayılarına etkisi; meyvelerin sap ve çiçek çukurundan ölçüm almak üzere 5 farklı sürtünme yüzeyi (kontrplak, sunta, lastik, laminant ve galvaniz sac) için belirlenmiştir. Muhafaza süresinin, yüzeyin sürtünme katsayısına ve ölçüm yönüne etkisi $P < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli iken olgunlaşma döneminin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Çizelge 7).

Meyvelerde en yüksek sürtünme katsayısı değerinin ikinci muhafaza gününde 0.429 ve en düşük sürtünme katsayısının ise ilk gün 0.397 olarak ölçüldüğü, muhafaza süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Sap çukuru yönünde yapılan ölçümde çiçek çukuru yönünde yapılan ölçümlere göre sürtünme katsayısı %95.27 daha yüksektir.

Çizelge 7. Olgunlaşma dönemi ve muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinin statik sürtünme katsayısı ortalama değerleri ve varyans analiz sonuçları

Table 7. The means of static friction coefficients of tomato fruits according to maturity stage and storage periods, and variance analysis results

		Statik sürtünme katsayısı
Olgunlaşma Dönemi (O)	Turuncu	0.409
	Kırmızı	0.410
	Ortalama	0.409
Muhafaza Süresi (M)	0.Gün	0.397b ^{&}
	2.Gün	0.429a
	4.Gün	0.402b
	Ortalama	0.409
Yön (YN)	Sap çukuru	0.537a
	Çiçek çukuru	0.275b
	Ortalama	0.406
Yüzey (YZ)	Galvaniz sac	0.389c ^{&}
	Sunta	0.410b
	Kontrplak	0.408b
	Laminant	0.390c
	Lastik	0.445a
	Ortalama	0.408
Varyasyon Kaynakları (F değeri)	O	0.448 ^{od}
	M	9.991 ^{**}
	YN	2366.680 ^{**}
	YZ	12.322 ^{**}

**^{*}: P< 0.01 seviyesinde önemli, ^{od}: önemli değil; [&]: Sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur.

Farklı sürtünme yüzeyleri incelendiğinde, lastik yüzeyde (0.445) en yüksek sürtünme katsayısı, galvaniz sac yüzeyde (0.389) en düşük sürtünme katsayısı değerleri bulunmuştur. Ayrıca, laminant ile galvaniz sac ve kontrplak ile sunta yüzeyler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 7).

Tarımsal ürünlerde nem içeriğinin sürtünme katsayısına çok önemli bir etkisi söz konusudur. Turuncu ve kırmızı domateslere ait nem içeriklerinin aynı değerlerde olduğu görülmüş, bu açıdan statik sürtünme katsayılarında da istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir. Çalışmada, domates meyvelerinde, muhafaza sürelerinde nem değişimlerinin daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Burada muhafaza süresi ile nem düşüşü olmasına karşın domatesin olgunlaşma dönemine göre 2. muhafaza gününde daha da esnek yüzey göstermesi ile birlikte daha yüksek bir değer gözlenmiş, 4. gününde ise ürünlerin kısmi toparlanma göstermesi nedeniyle sürtünme değerinde 2. muhafaza gününe göre yüksek değer vermesine neden olmuştur (Çizelge 7).

Albaloushi ve ark. (2012) domates örneklerinin muhafaza süresindeki artışla dinamik sürtünme katsayısının arttığını, dinamik sürtünme katsayısı üzerine muhafaza süresinin materyal yüzeyine göre daha önemli etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler. Kaymak ve ark. (2010), yaygın kullanılan iki domates çeşidi olan (H2274 ve Alida F1) statik sürtünme katsayısı değerlerinin çelik, alüminyum ve kontrplak yüzeylerde sırasıyla 0.31-0.32-0.25 ve 0.31-0.31-0.25 olarak belirlemişlerdir. Sürtünme yüzeyleri büyükten küçüğe doğru lastik, kontrplak, sunta, galvaniz sac ve laminant şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 7). Çalışmada bulunan değerler, Kaymak ve ark. (2010)'ının bulduğu sonuçlara göre daha yüksek değerler vermiş olup, bu sonuçlara kullanılan sürtünme yüzeyleri ile çalışmalarda kullanılan farklı çeşitlerin ve yetiştirme koşullarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Kimyasal Özellikler

pH değerlerine olgunlaşma döneminin istatistiksel olarak etkisinin önemsiz olduğu, muhafaza sürelerinin ise $P < 0.01$ düzeyinde bir etkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 8). Duncan çoklu karşılaştırma testine göre muhafaza süreleri arasındaki farklılığın ilk hasat günü ve 2 gün muhafazadan sonra ölçülen pH değerlerine istatistiksel olarak etkisinin önemsiz olduğu, ilk hasat gününe göre 4. gün muhafaza sonrası ölçülen pH değerleri %3.41 oranında arttığı belirlenmiştir (Çizelge 8). Tuncel ve ark. (1991), domatesin farklı olgunlaşma dönemleri için olgunlaşmanın artış düzeyine göre önce daha az bir değişim ve olgunlaşmanın tamamlanmasıyla pH değerinin genel olarak bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 8. Domates meyvelerinin pH, SÇKM ve TA değerlerine ilişkin ortalamalar ve varyans analiz sonuçları

Table 8. The means of pH, SÇKM and TA values of tomato fruits and the variance analysis results

		pH	SÇKM (%)	TA (g 100 g ⁻¹)
Olgunlaşma Dönemi (O)	Turuncu	4.86	4.41	0.36
	Kırmızı	4.87	4.56	0.41
	Ortalama	4.87	4.48	0.38
Muhafaza Süresi (M)	0.Gün	4.81b [§]	4.33b [§]	0.39b [§]
	2.Gün	4.81b	5.03a	0.31c
	4.Gün	4.98a	4.08b	0.45a
	Ortalama	4.87	4.48	0.38
Varyasyon Kaynakları (F değeri)	O	0.29 ^ö	0.56 ^ö	7.38*
	M	9.18**	7.61**	23.99**
	OxM	2.26 ^ö	0.13 ^ö	2.53 ^ö

*: $P < 0.05$ seviyesinde önemli, **: $P < 0.01$ seviyesinde önemli, ^ö: önemsiz değer, [§]: sütunlarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur.

SONUÇ

Bu çalışmada, muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinde hem boyutsal olarak hem de ağırlık olarak azalmalar gözlenmiştir. Olgunlukla artan yüzey alanı değerleri muhafaza süresi arttıkça azalmıştır. Muhafaza süresi artışıyla L^* parlaklık değerlerinde matlaşmalar oluşmuştur. Meyvelerin kabuk ve kabuk altından belirlenen a^* ortalama değerleri olgunlukla artarken, meyve kabuğunda ölçülen b^* değerleri muhafaza süresi arttıkça azalmaktadır. Olgunluk arttıkça domates meyvelerinde deformasyonun olabilmesi için ezilme miktarı artar ve ürünlerin deforme olabilmesi için gerekli kuvvet azalırken, ezilme miktarının artması domates meyvelerinin daha fazla esnek olduğunu göstermektedir. Muhafaza süresi arttıkça sürtünme katsayısı değeri de artmakta, olgunluk arttıkça domates meyvelerinin pH ve TA değerleri de artmaktadır. Elde edilen sonuçlar, pazara sunulan ya da işlenecek olan ürünlerin kalitesi bakımından hasat döneminin doğru belirlenmesi ve muhafaza süresinin artırılmaması gerektiğini göstermektedir. Domates meyvelerinin farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edildiğinde fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde görülen farklılıkların domatesin ticari kullanımı ve tüketici istekleri bakımından önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu anlamda, elde edilen veriler ürünlerin işlenmesinde önemli etkiye sahiptir ve yapılacak tesis, sistem ve kullanılacak makine ve ekipmanların tasarımı, kurulumu ve işletilmesi açısından katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abak K, Düzyaman F, Şeniz V, Gülen H, Pekşen A ve Kaymak HÇ (2010). *Sebze üretimini geliştirme yöntem ve hedefleri*. Ziraat Mühendisliği VII Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Albaloushi NSN, Azam MM ve Amer Eissa AH (2012). Mechanical properties of tomato fruits under storage conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(6): 3053-3064.
- Altun A (2011). *Farklı iri etli domates genotiplerinin depolama sürelerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s. 83, İzmir.
- Anonim (2015). Türkiye İstatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (20.05.2015).
- Anonim (2017). Alsancak sırık domates çeşidi. <http://www.malcoktarim.com.tr/alsancak-fl-sirik-domates-tohumu-1000-adet.html> (10.05.2013).
- Arazuri S, Jare'n C, Arana JI and Pe'rez de Ciriza JJ (2007). Influence of mechanical harvest on the physical properties of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Food Engineering* 80: 190-198.
- Baldwin EA, Scott JW, Einstein MA, Malundo TMM, Carr BT, Shewfelt RL ve Tandon KS, 1998. Relationship between sensory and instrumental analysis of tomato flavor. *Journal of the American society for Horticultural Science*, 125: 906-915.
- Batu A (1998). Some factors affecting on determination and measurement of tomato firmness. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 411-418.
- Cemeroğlu B (2007). Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Yayınları*, 34, Ankara, 535 s.
- Çevik MY, 2013. *Domateste olgunluğun fiziko-mekanik özellikler üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, s.50, Adana.
- De Belie N, Hallett IC, Harker F. and De Baerdemaeker J (2000). Influence of ripening and turgor on the tensile properties of pears: A microscopic study of cellular and tissue changes. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 125(3): 350-356.
- Demiray E ve Tülek Y (2008). Domates kurutma teknolojisi ve kurutma işleminin domatesteki bazı antioksidan bileşiklere etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: 9-20.
- Diehl KC, Hamann DD and Whitfield JK (1980). Structural failure in selected raw fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(4): 371-400.
- Düzyaman E and Duman İ (2003). Dried tomato as a new potential in export and domestic market diversification in Turkey. *Proceedings of the Eighth International ISHS Symposium on the Processing Tomato Acta Horticulture*, Article Number: 613-070, pp. 433-436.
- Ghaffari H, Ghassemzadeh HR, Sadeghi M and Alijani S (2015). Some physical, mechanical and chemical properties of tomato fruit related to mechanical damage and bruising models. *Biological Forum-An International Journal*, 7(2): 712-718.
- Ghazavi MA, Karami R and Mahmoodi M (2013). Modeling some physico-mechanical properties of tomato. *Journal of Agricultural Science*, 5(1): 210-223.
- Groves JD (1985). *Predicting physical properties of tomatoes with impact force analysis*. Master Thesis, The Ohio State University, USA.
- Hetzronia A, Vanab A and Mizrach A (2011). Biomechanical characteristics of tomato fruit peels. *Postharvest Biology and Technology*, 59: 80-84.
- Kader AA, Morris LL, Stevens MA ve Albright-Holten M, 1978. Composition and flavor quality of fresh quality of fresh market tomatoes as influenced by some post harvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103: 6-13.
- Karaçalı İ (2009). Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlaması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 494, İzmir.
- Kaymak HC, Öztürk İ, Kalkan F, Kara M and Ercişli S (2010). Color and physical properties of two common tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2): 44-46.
- Keskin G ve Gül U (2004). Domates. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, T.E.A.E-Bakış, Sayı:5, Nüsha:13, Ankara.
- Lana MM, Tijskens LMM, Theije AD, Dekker M and Barrett DM (2007). Measurement of firmness of fresh-cut sliced tomato using puncture tests-studies on sample size, probe size and direction of puncture. *Journal of Texture Studies*, 38: 601-618.
- Li Z, Li P and Liu J (2010). Effect of tomato internal structure on its mechanical properties and degree of mechanical damage. *African Journal of Biotechnology*, 9(12): 1816-1826.

- Li Z, Li P and Liu J (2011). Physical and mechanical properties of tomato fruits as related to robot's harvesting. *Journal of Food Engineering*, 103: 170-178.
- Li Z (2013). The effect of compressibility, loading position and probe shape on the rupture probability of tomato fruits. *Journal of Food Engineering*, 119: 471-476.
- Li Z, Lv K, Wang Y, Zhao B and Yang Z (2015). Multi-scale engineering properties of tomato fruits related to harvesting, simulation and textural evaluation. *LWT- Food Science and Technology*, 61: 444-451.
- Madhavi DL and Salunke DL (1998). Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing. Ed: D.K. Salunkhe ve S.S. Kadam. pp. 721, *Marcel Dekker*, New York, USA.
- McGuire RG (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.
- Mohsenin NN (1980). Physical properties of plant and animal materials. *Gordon and Breach Science Publishers*, p. 742, New York, USA.
- Moser E, 1989. Bağ bahçe sebze ve endüstri kültürlerinde mekanizasyon uygulamaları (Çeviri: İ. K. Tuncer ve F. Özgüven). *Türkiye Ziraat Kurumu, Mesleki Yayınları*, Yayın No:52, Ankara.
- Olorunda AO and Tung MA (1985). Simulated transit studies on tomatoes: effects of compressive load, container, vibration and maturity on mechanical damage. *Journal of Food Technology*, 20: 669-678.
- Ordóñez-Santos LU, Arbones E, Vázquez-ODeriz L, Romero-Rodríguez A, Gómez J. and López M., 2008. Use of physical and chemical properties of commercial tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) products for monitoring their quality. *Journal of AOAC International*, 91(1): 112-122.
- Özarslan C (2002). Some physical properties of cotton seed. *Biosystems Engineering*, 83: 169-174.
- Sarısaçlı İE (2009). Salça. <http://www.igeme.gov.tr>, (20.07.2009).
- Sirisomboon P, Pornchaloempong P and Romphophak T (2007). Physical properties of green soybean: criteria for sorting. *Journal of Food Engineering*, 79: 18-22.
- Suthar SH and Das SK (1996). Some physical properties of karingda [*Citrus lanatus (thumb) mansaf*] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65: 15-22.
- Şat İG ve Turhan N (2006). Erzurum yöresinde yetiştirilen bazı domates çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, s. 103-108. 24-26 Mayıs 2006. Bolu.
- Taheri Garavand A, Rafiee S and Keyhani A, (2011). Study on some morphological and physical characteristics of tomato used in mass models to characterize best post harvesting options. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4): 433-438.
- Tuncel N, Yanmaz R ve Ağaoğlu SY (1991). Domatesin derim sonrası fizyolojisi ve soğukta muhafazası üzerine araştırmalar: I. Farklı olgunluk devrelerinde yapılan derimin olgunlaşma sırasındaki bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Gıda*, 16(2): 131-137.
- TÜİK (2017). Türkiye istatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>, (01.03.2017)
- Uylaşer V (1996). *Salça üretim aşamalarına göre bakteri ve maya florasındaki değişim ve bozulmadaki etkileri üzerinde araştırmalar*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 128, Bursa.
- Yurtlu YB (2003). *Meyve ve sebzelerde bazı mekanik özelliklerin ve zedelenmeye karşı duyarlılığın belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, s. 109, Ankara.
- Zhi Guo L, Ji-Zhan L, Ping-Ping L and Jian-Jun Y (2009). Study on the collision-mechanical properties of tomatoes gripped by harvesting robot fingers. *African Journal of Biotechnology*, 8(24): 7000-7007.



Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme

Uğur ÖZKAN¹a*

^aTarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara-TURKEY

(*): Corresponding author. ugurozkan@ankara.edu.tr; Tel: +90-312-5961986

ÖZET

Türkiye’de kaliteli kaba yem açığı ile birlikte istikrarsız piyasa koşulları, girdi fiyatlarında yükselişlere sebep olmuştur. Bu durum işletmelerin karlılığını belirleyen en önemli etkenlerden olan yem ve besleme masraflarını ön plana çıkarmaktadır. Üreticilere sağlanan tarımsal desteklemelere rağmen arzu edilen ekim alanı ve verim değerlerine ulaşamaması desteklerin etki derecesi hakkında olumsuz düşünceler yaratabilmektedir. Bu çalışmada; yem bitkileri tarımı, desteklemeleri, büyükbaş, küçükbaş hayvan varlığı, kaliteli kaba yem açığı ve buna bağlı bazı fiyatlandırmalar hakkında güncel bilgiler sunulmuştur. Ayrıca; bazı Dünya ülkelerinin tarımsal kültürü ve uygulamalarının Türkiye’den farklı yanları hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

DERLEME MAKALESİ

Alınış tarihi: 18.02.2020
Accepted: 31.03.2020
Available online: 08.04.2020

Anahtar Kelimeler:

- Kaliteli kaba yem,
- Yem üretimi,
- Tarımsal desteklemeler,
- Et ve süt üretimi,
- Yonca

Alıntı için: Ozkan U (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 29-43.

Comparative Overview and Evaluation of Turkey’s Forage Crops Agriculture

ABSTRACT

In Turkey’s, quality roughage deficit and unstable market conditions have led to a rise in input prices. This situation highlights the feed and feeding costs, which are the most important factors that determine the profitability of the enterprises. Despite the agricultural supports provided to the producers, failure to reach the desired planting area and yield values can create negative thoughts about the effect level of the agricultural supports. In this study; up-to-date information will be provided on forage crops agriculture, their supports, presence of bovine animals, small livestock, quality roughage deficit, and some related pricing. Also; information will be given about the different aspects of agricultural culture and practices of some World countries from Turkey.

REVIEW ARTICLE

Received: 18.02.2020
Accepted: 31.03.2020
Available online: 08.04.2020

Keywords :

- Quality roughage,
- forage production,
- Agricultural supports,
- Meat and milk production,
- Alfalfa

To cite: Ozkan U (2020). Comparative Overview and Evaluation of Turkey’s Forage Crops Agriculture. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 29-43.

GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenebilme günümüz Dünya'sının yüzleştiği ve her geçen gün daha da artan bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilir ve ülke insanının yeterli beslenmesini sağlayan bir tarım sektörünün oluşturulabilmesi, tarım politikalarının ve bu eylemin ana amacıdır. Bu amaç doğrultusunda en önemli yapıtaşlarından biri yem bitkileri ve hayvansal üretimde meydana gelebilecek doğrusal bir artıştır. İnsan beslenmesinde kullanılan bitkiler haricinde, kırmızı etin sofralarımıza gelebilmesi için “yem bitkileri ve çayır meraların” etkinliği ilk sıradadır. Bu konuda hem nispi olarak ucuz olan, hem de ruminantların sindirim faaliyetlerini olumlu yönde etkileyen kaliteli kaba yemler, bu yemlerin asıl kaynağı olan çayır ve meralar ve ekim nöbeti planlarına alınabilecek alternatif kaba yem kaynakları ön plana çıkmaktadır. Hayvancılık sektöründe girdilerin büyük bir kısmını yem giderleri oluşturmaktadır. Bu oran yaklaşık %70 olarak bilinmektedir. Yem giderlerinin %78'i kaba yem, %22'lik kısmı ise karma yemlerden karşılanmaktadır (Harmanşah, 2018).

Türkiye’de çayır ve meralar en önemli kaba yem kaynaklarından. Buna ek olarak; flora ve fauna çeşitliliğinin ve gen kaynaklarının korunması, tarımsal faaliyetlerin ve hayvancılığın etkili bir şekilde sürdürülmesi için, korunulması ve geliştirilmesi mutlak suretle gerekli olan alanlardır (Özkan ve Demirbağ, 2016). Aynı zamanda hayvanların yem ihtiyaçlarının büyük bir kısmını karşılayarak, küresel gıda tedarikine önemli katkılarda bulunurlar (O'Mara, 2012).

Türkiye’de 14.6 milyon hektar (ha) çayır, mera arazisi bulunmaktadır ve bu oran ülke alanının yaklaşık %18.7'lik bir kısmını kapsamaktadır (TÜİK, 2019a). Türkiye’de en fazla mera alanına sahip bölgeler Doğu Anadolu ve İç Anadolu’dur. Bunları Karadeniz bölgesi takip etmektedir. BÜGEM (2018) raporu’na göre Türkiye çayır ve meralarının kuru ot verimi 60-70 kg/da arasındadır. Bölge bazında en fazla verim Karadeniz (100 kg/da) ve Doğu Anadolu (90 kg/da) bölgesinden elde edilmektedir. Bazı kaynaklar iyimser bir bakış açısıyla meraların kuru ot verimini 80 kg/da olarak belirtmektedir (Ak, 2013). Türkiye’nin kurak bir iklime sahip olması, bölgelerin yağış rejimindeki düzensizlikler, mera yönetimindeki sorunlar, ülke meralarının orta ve düşük kalitede olmasının sebeplerindedir. Buna ek olarak karşılaşılan en büyük problemlerden biri meraların kapasitesinin üzerinde otlatılmasıdır. Bu durum çayır ve meraları kalitesiz bir hale getirerek hayvanların dengeli ve verim odaklı beslenememesine sebep olmaktadır. Oysaki çayır mera bitkileri %12-20 arasında ham protein ve %60-70 arasında sindirilme oranına sahip kaliteli yeşil ot üretmektedir (Alcaide *ve ark.*, 1997; Arslan, 2008; Parlak *ve ark.*, 2011). Hayvanların otlatma mevsiminde bile ilave yemlerle beslenmesine sebep olan aşırı otlatma (Gonzalo ve Bachiller, 2004), hayvancılığın istenilen verimlilik ve karlılıkta yapılabilmesini sınırlandırmaktadır.

Günümüz Türkiye’sinde çayır ve meralardan alınması arzu edilen verimlerin birçok olumsuz sebep yüzünden istenilen düzeye ulaşamaması “yem bitkileri tarımı ve üretimi” üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Sürekli ve güvenli kaliteli kaba yeme ulaşabilmenin en önemli yolu olan yem bitkileri tarımı, bitkisel ve hayvansal üretimin garantörü durumundadır (Akman *ve ark.*, 2007). Yem bitkileri tarımının daha kaliteli ve efektif bir hale gelmesi, çayır ve meralar üzerindeki aşırı baskıyı da

azaltacaktır. Üretimin artışı ile bozulan ya da bozulmaya çok yakın çayır ve meralar kendilerini yenileme fırsatı yakalayacaklardır (Yolcu ve Tan, 2008).

Bu araştırmada; Türkiye’de üretilen kaliteli kaba yemin, büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığının ihtiyacını karşılayabilme durumuna değinilecektir. Bununla birlikte; yem bitkileri desteklemeleri, maliyeti oluşturan bazı mali parametrelerin güncel durumu hakkında değerlendirmeler yapılarak Türkiye’nin yem bitkileri tarımı ile bazı Dünya ülkeleri karşılaştırılmıştır.

YEM BİTKİLERİ EKİM ALANI ve ÜRETİM

Hayvansal üretim ve tüketimin artışı ülkenin gelişmişlik düzeyi ile paralel olmakla birlikte, bu artış hayvan sağlığı ve performansı ile yakından ilişkilidir (Özkan, 2016). Sağlıklı ve performansı yüksek bir hayvancılık için kaliteli kaba yeme ulaşabilmek temel bir zorunluluktur. Bunu sağlama aşamasında birinci öncelik olan çayır ve meralar dışında ülkelerin yem bitkileri üretimini artırıcı faaliyetlerde bulunması gerekmektedir. Hayvancılığı gelişmiş olan ülkelerde yem bitkilerinin ekiliş oranı toplam tarla arazisinin, Almanya’da %36’sında, Hollanda’da %31’inde, İtalya’da %30’unda, Fransa ve İngiltere’de %25’ni kaplamaktadır (Açıkgöz ve ark., 2005). Türkiye tarla tarımı içinde yem bitkileri ekim alanı 2002 yılından 2019 yılına gelene kadar artış göstermiştir (Çizelge 1.). 2019 yılında yem bitkileri ekiliş oranının tarla tarımı içerisindeki oranı %13.65, toplam işlenen alanlara oranı %9.10 olarak belirlenmiştir.

2019 yılı itibari ile Türkiye’de yaklaşık 2.1 milyon hektarlık alanda yem bitkileri tarımı yapılmaktadır (TÜİK, 2019a). Yonca, silajlık mısır, yaygın fiğ, korunga, yulaf (yeşil ot) yem bitkileri tarımında en fazla yetiştirilen, kuru ot ve yeşil ot olarak değerlendirilen bitkilerdir. 2019 yılında yonca ve silajlık mısır yem bitkileri ekim alanının %54’ünü, üretimin (yonca:17.9 milyon ton-mısır: 25.5 milyon ton) yaklaşık %78’ini karşılayarak Türkiye’de yem bitkileri tarımının yükünü taşıyan en önemli iki bitki olarak kendilerini göstermişlerdir. Özellikle silajlık mısırdaki uygulanan desteklemelerin son 10 yılda %100 civarında artış göstermesi ile ekim alanlarında meydana gelen yükseliş, silajlık mısır tarımının çiftçilerimiz tarafından benimsendiğinin de kanıtıdır (Acar ve ark., 2020). 2019 yılında yaygın fiğ, Macar fiği ve fiğ (diğer) toplam olarak yaklaşık 4.3 milyon ton, korunga 1.8 milyon ton üretim ile yem bitkileri üretimine destek olan bitkiler olmuşlardır (TÜİK, 2019a).

Türkiye’de işlenen ve yem bitkileri tarımı yapılan arazi varlığı, Türkiye’nin yem bitkileri ekim alanları Çizelge 1 ve Çizelge 2’de görülmektedir.

Burçak, hayvan pancarı, yem şalgamı, fiğ ve mürdümük üretiminde son 6 yıl içerisinde düşüşler meydana gelmiştir. Çizelge 2’ye göre, Tek yıllık çim son trendler doğrultusunda kendini önemli bir alternatif yem bitkisi olarak ispatlayabilmiştir. 2004 yılında bitki hakkında herhangi bir veri bulunmamasına karşılık, 2014-2019 yılları arasında ekim alanını 34 kat arttırmıştır (TÜİK, 2019a). Tek yıllık çim ile beslenen süt ineklerinin süt verimi ve kalitesinde önemli artışlar meydana gelmektedir. Tek yıllık çim’in süt ve süt ürünlerinin kalitesini artırması, bitkiden 2-3 biçim alınabilmesi gibi özellikler yetiştiriciyi tatmin etmektedir. Özellikle ılıman kuşağın nemli bölgelerine yayılım göstermiş olan üçgüllerin ekim alanı Çizelge 2’de görüldüğü üzere 2004 yılından günümüze kadar azalma eğilimi göstermiştir. Kuzey Avrupa ve İskandinav ülkelerinin önemli önde gelen bitkilerinden olan üçgüller

ülkemizde az da olsa taban ve nemli meralarda kullanılabilir. Aşırı otlatma koşullarına dayanmadığı için üçgüllerin bulunduğu meralarda münavebeli otlatma sistemi uygulanmalıdır (Açıkgöz, 2001).

Çizelge 1. Türkiye'de tarımsal alanlar
Table 1. Agricultural areas in Turkey

Yıllar	Ekilen Alan (1000 ha)					(A) Toplam işlenen alan	(B) Yem bitkileri ekilişi (1000 ha)	B/A (%)	Tarla alanı içinde yem bitkileri ekim oranı (%)
	Tarla alanı	Nadas	Sebze bahçesi	Meyve, içecek ve baharat	Süs bitkileri				
2002	17 935	5 040	930	2 674	-	26 579	758	2.85	4.22
2015	15 723	4 114	808	3 284	5	23 934	1 866	7.79	11.86
2016	15 575	3 998	804	3 329	5	23 711	1 870	7.88	12.00
2017	15 498	3 697	798	3 348	5	23 346	1 957	8.37	12.59
2018	15 421	3 513	784	3 462	5	23 179	2 002	8.62	12.96
2019	15 387	3 387	790	3 525	5	23 094	2 101	9.10	13.65

Çizelge 2. 2014-2019 yılları arası yem bitkileri ekim alanları (ha)
Table 2. Forage crops cultivation area between 2014 to 2019 (ha)

Ürünler	Yıllar					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Yonca (Yeşil ot)	692306	662046	650112	659432	635105	641213
Mısır (Silaj)	401591	410541	413827	436096	461044	500751
Fiğ (Adi) (Yeşil Ot)	290905	277762	279099	260236	224513	219190
Yulaf (Yeşilot)	82628	82589	86790	106356	214257	256209
Korunga (Yeşilot)	194909	191404	193694	196181	181734	175276
Fiğ (Diğer) (Yeşil Ot)	64394	86849	91905	108360	88933	99918
Fiğ (Macar) (Yeşil Ot)	71636	71907	71834	77029	73500	72390
Arpa (Yeşilot)	3510	3378	3759	14942	25552	28597
Buğday (Hasıl/Yeşilot)	17582	14618	15270	30203	19680	21238
Triticale (Yeşilot)	7166	7658	7691	9526	13540	17346
Mürdümük (Yeşilot)	23180	19573	15585	14265	12791	9885
Mısır (Hasıl)	13362	12582	11949	11639	11599	6662
Bezelye (Yemlik)	3740	4328	5579	6960	10438	14609
Tek yıllık çim (Yemlik)	483	1520	4800	7727	10341	16445
Yem Şalgamı	6399	6800	7053	6982	5691	5646
Çavdar (Yeşilot)	987	765	574	1481	4072	4983
Burçak (Yeşilot)	4772	3925	3258	2927	2788	2561
Bakla, Kuru (Yemlik)	2684	2531	2541	2401	2243	2020
Hayvan Pancarı	2722	2429	2341	2062	1888	1809
Sorgum (Yeşilot)	1784	1680	1681	1793	1792	2650
Mürdümük	1273	1161	1054	956	860	1637
Üçgül (Yeşilot)	415	405	405	400	2.5	4.5
Sorgum	20	1	0.5	0.6	0.6	0.6

BÜYÜKBAŞ VE KÜÇÜKBAŞ HAYVAN VARLIĞI

Türkiye'nin 2019 yılı toplam büyükbaş varlığı yaklaşık 17.9 milyon, küçükbaş varlığı 48.5 milyon baş olarak belirtilmiştir. Toplam hayvan varlığı yaklaşık 66.4 milyon baştır (Çizelge 3.) (TÜİK, 2019b). Toplam büyükbaş varlığında 2017, 2018 ve 2019 yıllarında bir önceki yıla göre yükseliş meydana gelmiştir. Sırasıyla bu oranlar; %13.24, %6.93, %3.80 olarak belirlenmiştir. Küçükbaş hayvan varlığında bu oranlar; %7.22, %4.07, %5.12 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin sığır varlığı içerisinde "kültür" ırklarının oranı %49'dur. Bu oran 2014 yılından bu yana her yıl %1-2 arasında artış göstermiştir. 2023 yılında "11. Kalkınma Planı" doğrultusunda bu rakamın %56 seviyelerine çıkması hedeflenmektedir (Anonim, 2020a). Çizelge 4'te Dünya'da hayvan sayıları bakımından ilk on ülke belirtilmektedir. Buna göre Brezilya yaklaşık 213.5 milyon baş sığır, Hindistan 114.2 milyon baş manda, Çin 164.1 milyon baş koyun ve 138.2 milyon baş keçi ile ilk sırada olan ülkeler olmuştur (FAO, 2019a). Türkiye sadece koyun sayısında sıralamaya girebilmiştir (8.sıra).

Çizelge 3. Türkiye'de yıllara göre büyükbaş ve küçükbaş hayvan nüfusu (baş)
Table 3. Bovine and small livestock population in Turkey according to years (head)

Yıllar	Sığır			Manda	Büyükbaş Toplam	Koyun	Keçi	Küçükbaş Toplam	Büyükbaş + Küçükbaş Toplam
	Kültür	Kültür melezi	Yerli						
2004	2.109.393	4.395.090	3.564.863	103.900	10.173.246	25.201.155	6.609.937	31.811.092	41.984.338
2014	6.178.757	6.060.937	1.983.415	122.114	14.345.223	31.140.244	10.344.936	41.485.180	55.708.289
2015	6.385.343	5.733.803	1.874.925	133.766	14.127.839	31.507.934	10.416.166	41.924.100	56.051.939
2016	6.588.527	5.758.336	1.733.292	142.073	14.222.228	30.983.933	10.345.299	41.329.232	55.551.460
2017	7.804.588	6.536.073	1.602.925	161.439	16.105.025	33.677.636	10.634.672	44.312.308	60.417.333
2018	8.419.204	7.030.297	1.593.005	178.397	17.220.903	35.194.972	10.922.427	46.117.399	63.338.302
2019	8.559.855	7.554.625	1.573.659	184.659	17.872.798	37.276.050	11.205.429	48.481.479	66.354.277

Çizelge 4. Dünya'da hayvan sayılarına göre ilk 10 ülke (2018) (1000 baş)
Table 4. Top 10 countries according to livestock population in the World (1000 head)

	Sığır		Manda		Koyun		Keçi	
1.	Brezilya	213.523	Hindistan	114.152	Çin	164.079	Çin	138.238
2.	Hindistan	184.464	Pakistan	38.848	Avusturalya	70.067	Hindistan	132.750
3.	ABD	94.298	Çin	27.116	Hindistan	61.666	Nijerya	79.382
4.	Çin	63.271	Nepal	5.278	Nijerya	42.972	Pakistan	74.134
5.	Etiyopya	62.600	Myanmar	3.790	Sudan	40.864	Bengladeş	60.074
6.	Arjantin	53.929	Mısır	3.506	İran	39.671	Çad	36.525
7.	Pakistan	46.084	Filipinler	2.883	Bir. Krallık	33.781	Etyopya	33.048
8.	Meksika	34.820	Vietnam	2.425	Türkiye	33.678	Sudan	31.837
9.	Sudan	31.223	Bengladeş	1.485	Çad	33.215	Mongolya	27.125
10.	Tanzanya	29.063	Brezilya	1.390	Etiyopya	31.688	Kenya	26.711

Son yıllarda Türkiye küçükbaş hayvan sayısında meydana gelen artışın sebebi keçiden daha çok, koyun sayısında meydana gelen artıştır. Türkiye meralarının küçükbaş hayvanlar için, özellikle de koyun yetiştiriciliğine uygun olması koyun sayısını açıklayabilir niteliktedir. Orman alanları marjinal alanlar olmasının yanı sıra düşük de olsa yem üretme potansiyeline sahip yerlerdir. Daha marjinal alanlarda otlama kabiliyetine sahip keçilerin bu tip alanlarda otlatılması sağlanarak keçi sayısının da artış hızı ve verim karakterleri yükseltilebilir. Gelecek yıllarda kırmızı et talebinin karşılanması adına koyun ve keçinin yeri daha da önemli olacaktır.

ET, SÜT ÜRETİMİ VE BUNLARA BAĞIMLI BAZI FİYATLANDIRMALAR

2019 yılında kırmızı et üretiminin yaklaşık 1.20 milyon ton olduğu ifade edilmektedir (TÜİK, 2019b). Et üretiminin büyük bir kısmı sığır (%90) kaynaklı kırmızı et, kalan kısmı küçükbaş (%10) cinslerinden sağlanmaktadır. 2023 yılında hedeflenen 1.7 milyon tonluk kırmızı et üretimine ulaşabilmek için et üretiminin %42 artması gerekmektedir (Anonim, 2020a). Ayrıca Türkiye’de ülke nüfusuna göre kişi başına 13.76 kg kırmızı et üretildiği ve bunun 12.34 kg’ının sığır, 1.24 kg’ının koyun ve 0.17 kg’ının keçiden sağlandığı söylenebilir.

Türkiye’de 2017, 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla; 20.7, 22.1 ve 22.9 milyon ton süt üretimi gerçekleşmiştir. 2019 yılında bir önceki yıla göre süt veriminde %3.6 üretim artışı sağlanmıştır. Türkiye’de süt üretiminin %87.14’ü sığırdan, %12.86’lık kısmı ise manda, koyun ve keçi sütünden kaynaklı üretimdir (TÜİK, 2019b).

Ulusal Süt Konseyi; süt sığırcılığında yaygın olarak kullanılan yemlerin Ağustos 2019 fiyatlarını mısır silajı için 0.35 TL kg⁻¹, yonca kuru otu için 0.99 TL kg⁻¹, %18 ham proteinli sığır süt yemi için 1.63 TL da⁻¹ olarak belirtmiştir. Bu rakamlar 2014 yılının Ocak ayında mısır silajı için 0.19 TL kg⁻¹, yonca kuru otu için 0.57 TL kg⁻¹, %18 ham proteinli sığır süt yemi için 0.89 TL da⁻¹ idi (Anonim, 2020b). Belirlenen rakamlar ışığında süt sığırcılığında kullanılan yemlerin son 4 yıldaki yem fiyatlarındaki artış yaklaşık %50 olduğu söylenebilir.

Türkiye’de 1 litre çiğ sütün maliyeti bölgelere göre değişmekle birlikte 2013 yılında Marmara bölgesinde 1.19 TL l⁻¹, Ege bölgesinde 1.01 TL l⁻¹, İç Anadolu bölgesinde 0.97 TL l⁻¹, Karadeniz bölgesinde 1.26 TL l⁻¹ ve Türkiye genel ortalaması 1.11 TL l⁻¹’dir. 2019 yılında bu oran tüm bölgeler ve Türkiye ortalaması için 1.71 TL/Lt ile %54.6’lık artış göstermiştir (Anonim, 2020c). Çiğ sütün tavsiyeli satış fiyatı Türkiye’de, 2019 yılında ortalama 2 TL l⁻¹, 2020 yılında 2.30 TL l⁻¹’dir. Bu fiyatlar Almanya’da 2.16 TL l⁻¹, Fransa’da 2.20 TL l⁻¹, Hollanda’da 2.23 TL l⁻¹, Avusturya’da 2.15 TL l⁻¹, Brezilya’da 2.28 TL l⁻¹, Japonya’da 5.46 TL l⁻¹, Yeni Zelanda 1.92 TL l⁻¹, Rusya’da 2.19 TL l⁻¹, ABD’de ise 2.50 TL l⁻¹ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2020d). Fiyatlar incelendiğinde, Türkiye’de uygulanan fiyatların Dünya ülkeleri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Üretici açısından toplam gelir içerisinde sütün payı ve yemin payı birbirine yakın değerler göstermektedir. Süt-Sığır eti/yem paritesi bu iki değeri tek bir değer altında toplanmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırabilen bir değerlendirmedir. Bu değer dönem için belirlenen süt fiyatını ya da sığır eti fiyatını, yem fiyatına bölerek elde edilebilir. Türkiye’de parite Ulusal Süt Konseyi’nce belirlenen fiyatlar üzerinde hesaplanır. Türkiye’de süt/yem paritesi 2007 yılında 1.23 iken, 2012 yılı içerisinde 1’e yakın değerler alabilmiştir (Haziran 2012: 0.99, Ekim 2012:1.02). 2018 yılında ise

süt/yem paritesi 1.27 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2020e). Akman ve ark. (2020); hesaplanan yanlış parite değerlerinden ötürü süt üreticilerinin fiyat bakımından zor durumda kaldıklarını ve bu denli küçük pariteler ile süt üretiminin sürdürmenin mümkün olmayabileceğini belirtmişlerdir. Sığır eti/yem paritesi 2010 yılında 39.3, 2018 yılında 25.1 olarak açıklanmıştır (Akman ve ark., 2020). Yani 1 kg sığır eti ile 2010 yılında 39.3 kg besi yemi alınır iken, 2018 yılında 25.1 kg besi yemi alınabilmektedir. Bu fiyatlara katma değer vergisi ve bayii karı da eklendiğinde durum üretici için daha vahim bir hal almaktadır.

TOPLAM BÜYÜKBAŞ HAYVAN BİRİMİ (BBHB) VE KALİTELİ KABA YEM AÇIĞI

31 Temmuz 1998 tarihli ve 4342 sayılı Mera Kanununa göre büyükbaş hayvan birimi dönüşüm katsayıları kullanılmış olup, kategori altında bulunan tüm değişik yaş ve cinslere göre ayrıntılı bir şekilde büyükbaş hayvan birimine çevrim işlemi uygulanmıştır (Çizelge 5.). Bu işlem uygulanırken “Kültür ırkı” sığır cinsi altında dana-düve, “manda” cinsi altında erkek ve dişi, boğa ve öküz, “koyun” ve “keçi” cinsi altında kuzu-oğlak kategorilerinin belirlenen katsayıları üzerinden ayrıntılı bir hesaplama yapılmadan doğru sayıya yakın bir büyükbaş hayvan birimi (BBHB) değerini elde etmek güçtür. Yapılan en büyük hatalardan biri sadece ana başlıklar altında hayvan cinslerini inceleyerek sonuca gitmektir.

Çizelge 5. Türkiye’de 2015-2019 yılları arasında Büyükbaş Hayvan Birimi Değerleri ve kaliteli kaba yem açığı

Table 5. Animal unit values and quality roughage deficit in Turkey between 2015 to 2019

Yıllar	Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)			Yıllık kaliteli kaba yem ihtiyacı (milyon ton)			Toplam yem üretimi (milyon ton)			Kaliteli kaba yem açığı (milyon ton)
	Büyükbaş	Küçükbaş	Toplam	Yeşil Ot + Silaj	Kuru Ot	Toplam	Çayır ve meralar	Yem bitkileri	Toplam	
2015	11.178.680	3.773.408	14.952.089	54.6	21.8	76.4	11.7	42.0	53.7	22.7
2016	11.291.268	3.728.890	15.020.159	54.8	21.9	76.7	11.7	45.7	57.4	19.3
2017	12.769.122	4.082.554	16.851.677	61.5	24.6	86.1	11.7	49.7	61.4	24.7
2018	13.784.042	4.259.461	18.043.503	65.9	26.3	92.2	11.7	52.3	64.0	28.2
2019	14.238.254	4.487.548	18.725.802	68.3	27.3	95.6	11.7	55.5	67.2	28.4

Türkiye’de toplam büyükbaş hayvan birimi 2015 yılından 2019’a gelene kadar %25.2’lik bir artış göstermiştir. Buna paralel olarak Türkiye’nin yıllık kaliteli kaba yeme olan ihtiyacında da artış meydana gelmiştir. 2015 yılından 2019 yılına kadar yıllık toplam yem üretimi %25.1 oranında artmıştır. Türkiye’nin 2019 yılı çayır, mera (11.7 milyon ton) ve yem bitkileri (55.5 milyon ton) kaynaklı üretimi toplam 67.2 milyon ton olarak belirlenmiştir. 500 kg canlı ağırlığındaki bir sığır (1 BBHB) için yaşama payı ham protein (HP) gereksinimi 370 gr, metabolik enerji gereksinimi 14000 kcal’dır. Buna göre 1 BBHB’nin yaşama payı besin madde gereksinimini karşılamak için 4 kg/gün kaliteli kuru ot ve 10 kg/gün kaliteli yeşil ot veya silajlık

mısır gerekmektedir (Alçıçek ve ark., 2010). Buna göre 2019 yılında Türkiye'nin kaliteli kaba yem açığı, toplam yem bitkileri üretimine göre 28.4 milyon ton olarak hesaplanmıştır (TÜİK 2019a; 2019b). Kaliteli kaba yem açığı hesabında başka bir yöntemde kuru ot üretimi üzerinden hesaplama yoluna gitmektir. Dolayısıyla, 500 kg canlı ağırlığındaki bir hayvanın (1.00 HB) yaşama payı besin madde ihtiyacını karşılamak için yaklaşık 12.5 kg/gün kaliteli kuru ot tüketmesi gerektiği (Gökkuş ve ark., 1995) düşünüldüğünde, 2019 yılı için 85.4 milyon tonluk kuru ot ihtiyacı bulunmaktadır. Silajlık mısırın kuru ot verimi hesaplamasında 0.33, kalan kuru otun hesaplanması için 0.30 katsayısı kullanılmıştır. Mısır silajı (25.5 milyon ton \times 0.33) 8.4 milyon ton, geri kalan toplam kuru ot (30.0 milyon ton \times 0.30) 9 milyon ton ve çayır meralardan 11.7 milyon ton ile yaklaşık 29.1 milyon tonluk kuru ot üretimi söz konusudur. Bu hesaplamalar ışığında 2019 yılı toplam kaliteli kuru ot açığı 56.3 milyon ton olarak belirlenmiştir. Fakat sadece kuru ot üretimi üzerinden hesaplama yoluna gidilmesi tartışmaya açık bir konudur. Otun kurutulmasında ve kuru otun depolanmasında karşılaşılan problemler, hesaplanan kuru ot üretiminin hayvanlar tarafından tam anlamıyla kullanılamamasını ve yararlanabilirlik derecesinin istenilen noktaya ulaşmamasına sebebiyet verebilmektedir.

2019 yılında mevcut üretimin kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılayabilme oranı toplam yem bitkileri üretimi üzerinden %70.30, kaliteli kuru ot üzerinden %34.06 olarak belirlenmiştir. Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde besi işletmelerinin kaba-karma yem kullanım oranı kaba yemler lehine iken, Türkiye'de karma yemler lehinedir (Yılmaz ve ark., 2020). Yukarıda belirlenen kaliteli kaba yem açığı karma ya da kesif yemler ile sağlanmaktadır. Ayrıca işletme sahiplerinin yarıya yakını ithalata dayalı hammaddelerden oluşan yemlerin kullanımı ile bu açığı kapamaya çalışmaktadır. Türkiye'de 2018 yılında ithal edilen yaklaşık 11.1 milyon ton yem hammaddesi için 3.9 milyar dolar üreticilerin cebinden çıkmıştır (Anonim, 2020f). Bu durumda da ülkedeki et fiyatları girdi artışına bağlı olarak yükselmiştir.

Yem bitkileri ekim alanlarında artış hızının yüksek olmayışı ve üretimde verim artışları sağlanamaması durumunda kaliteli kaba yeme olan ihtiyaç, hayvan sayısının artışına paralel olarak yükselecektir. Hayvanların gereksinimi olan kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanmaması ile yem değeri düşük olan sap, saman ve kavuz gibi yemlerle bu ihtiyacı giderme yoluna gidilmektedir. Bu durum hayvanların beslenme fizyolojisine uymadığı için verim düşüklüklerine sebebiyet vermektedir. Düşük enerjili olan yemler (sap, saman, kavuz vb.) ile kapatılamayan enerji açığı karma yemler ile kapatılmaya çalışılmakta ve böylece hayvansal üretim maliyeti artmaktadır (Alçıçek, 2010). Sap, saman gibi bitki artıklarının besleyici değeri çok az olmakla birlikte sadece hayvanın midesini doldurabilen, mekanik tokluk veren bir dolgu maddesi olarak düşünülmelidir. Ayrıca bu tür yemlerin ortak özelliği ham selüloz, lignin ve hemiselüloz oranı yüksek, enerji içerikleri, ham protein oranları ve sindirilebilir organik madde düzeylerinin düşük oluşudur (Jeroch ve ark., 1993). Bunları yem olarak değerlendirilmesi yerine Türkiye'de "hayvan altlığı" olarak değerlendirilmez. Hayvanlarda olumlu ya da olumsuz olarak meydana gelen farklılıkların kaba yemin çeşidi ve yapısı, kaba yem/kesif yem oranı gibi faktörlerden etkilendiği unutulmamalıdır (Yılmaz ve ark., 2020).

YEM BİTKİLERİ DESTEKLEMELERİ VE BAZI MALİYET PARAMETRELERİNİN YILLAR İÇERİSİNDEKİ DEĞİŞİMİ

Hayvansal üretimin ana girdisi olan yem ihtiyacını karşılamak adına Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 31 adet yem bitkisine destek verilmektedir. Destekleme kapsamında 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 yıllarında yem bitkilerine toplam destekleme tutarı sırasıyla; 336.9, 343.0, 432.6, 506.0, 847.7 milyon TL'dir. Yem bitkisi desteklemeleri kapsamında 2002 yılında 51.383 çiftçi yararlanırken, 2018 yılında 244.742 çiftçi yararlanmıştır. Destek verilen toplam ekim alanı 2002 yılında 215.583 hektar iken 2018 yılında 994.687 hektar olmuştur (Anonim, 2019g). Dekar başına ortalama destek tutarı 2002 yılında 16.5 TL, 2018 yılında 85.0 TL olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında yonca, silajlık mısır, fiğ ve korunga gibi önemli yem bitkileri, destek verilen yem bitkileri alanının yaklaşık %70'lik bir kısmını oluşturmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bitkisel üretime destekleme ödemesi yapılmasına dair 2019/46 numaralı ve 30943 sayılı tebliğinde yem bitkilerine verilen birim destek fiyatları Çizelge 6'da sunulmuştur.

Çizelge 6. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2019/46 numaralı ve 30943 sayılı tebliğinde belirtilen yem bitkileri desteklemeleri (TL da⁻¹)

Table 6. Agricultural supports of forage crops specified in the Ministry of Agriculture and Forestry's communiqué numbered 2019/46 and 30943 (TL da⁻¹)

Yem Bitkileri Desteklemeleri (*)									
Yonca (sulu)	Yonca (kuru)	Korunga (kuru-sulu)	Arpa-buğday (yeşil ot)	Tek yıllık yem bitkileri	Silajlık mısır (sulu)	Silajlık mısır (kuru)	Yapay çayır mera	Diğer çok yıllık yem bitkileri (sulu)	Diğer çok yıllık yem bitkileri (kuru)
90.00	40.00	90.00	30.00	60.00	100.00	40.00	150.00	90.00	40.00

(*): Yurt içi sertifikalı tohum üretimini geliştirmek adına fiğ, korunga ve yem bezelyesi tohumu üreticilerine 1.5 (TL da⁻¹, Yonca tohumu üreticilerine 4 (₺ da⁻¹) destek verilmektedir.
 Mazot desteği olarak 17 (TL da⁻¹),
 Gübre desteği olarak 4 (TL da⁻¹) ödenmektedir.

Yıllar içerisinde artarak devam eden destekler yem bitkileri tarımının artmasına doğrudan zemin hazırlamıştır. Fakat bu artışa paralel şekilde tarımsal ürün girdilerinde ve dolayısıyla ürün maliyetlerinde de ekstrem artışlar meydana gelmiştir. Son yıllarda mazot fiyatlarındaki aşırı artış nedeniyle yakıt masrafının üretim maliyetleri içerisindeki oranı giderek artan bir problem yaratmaktadır. Akaryakıt istasyonlarından (OPET, P.O) elde edilen fiyatlar ışığında mazot fiyatlarında 2002-2018 tarihleri arasında %432'lik bir fiyat artışı gerçekleştirilmiştir.

01.01.2008 tarihinden geçerli olarak T.C Enerji Piyasası Kurulu farklı tarife uygulamalarına göre tarımsal sulama için 12.0-17.0 kr kWh⁻¹lik bir tutar almaktaydı. 01.01.2020 tarihinden itibaren bu tutar kurul tarafından 60-70 kr kWh⁻¹ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2019h). 11 yıl içinde tarımsal sulama tutarı yaklaşık %500 artış göstermiştir.

BÜGEM (2018) raporuna göre Türkiye'de 2003-2018 yılları arasındaki kimyevi gübre fiyatları değerlendirildiğinde %21 Amonyum Sülfat 214 TL'den 1011 TL'ye, %26'lık CAN 253 TL'den 977 TL'ye, Üre 340 TL'den 1664 TL'ye, Di-amonyum fosfat 427 TL'den 2383 TL'ye, 20.20.0 ise 314 TL'den 1587 TL'ye çıkmıştır. 2017 yılından %33'lük Amonyum Nitrat gübresi 2003 yılında 276 TL iken satışı durdurulmadan

önce 2016 yılında 928 TL'yi bulmuştur. Türkiye'de gübre tüketimi, desteklemeler ve teşvikler sayesinde hızlı bir artış göstermiştir. Son yıllarda ise bu oranın artış hızı yavaşlayarak son iki yılda önemli oranda azalmıştır. Fiyat artışlarının gübre tüketiminin azaltılmasında büyük bir etkisi olduğu görülmektedir. Gübre fiyatlarına gelen bu denli yüksek zamlardan sonra gübre için verilen destekler tekrar gözden geçirilerek çiftçiye pozitif etki sağlayabilecek seçenekler düşünülüp destekleme fiyatları yenilenmelidir.

Tarımsal girdilerde yıllar içerisinde meydana gelen artışlar sektörde istikrarsızlık ortamı yaratmaktadır. Bu ortamın ekonomik ve sosyolojik olarak üreticilere yansıma ihtimali kaçınılmazdır. Günümüzde üreticilerin tarımsal hibe ve desteklerden yararlanma durumlarını ve temel problemlerini belirlemek, devletten beklentilerini ortaya koymak amacıyla "Frankfurt School of Finance & Management" tarafından 75 ilde "2017 Türkiye Tarımsal Desteklemeler Saha Araştırması" yapılmıştır. 7 bölgede, 75 ilde görüşülen üreticilerin en büyük sorunları; tarımsal desteklerin yetersiz ve geç ödenmesi, bazı ürünlerde destek verilmemesi olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2020). Desteklemelerden kaynaklı yem bitkileri üretimi artışının stabil bir hal alması için yörelere uygun ve tarım havzalarında desteklenen yem bitkilerinin ekim nöbeti içerisinde etkin rol alması gerekmektedir. Her bölgede ya da belirtilen tarım havzalarında etkili bir ekim nöbeti planının uygulanması ile üreticinin her yıl o yörede ya da havzada hangi ürünün ne kadar yetiştirileceği belirlenebilir. Bu şekilde eksikliği duyulan ya da fazla üretim yapılan bitkilerde destekleme fiyatlarının belirlenmesi daha kolay olabilir. Bir sonraki yıl üretici kendi üretim deseni ile birlikte ekim nöbeti planını buna göre yapabilir. Çiftçi kayıt sisteminden bu bilgiler sağlanarak etkili ekim nöbeti sistemleri ile üretim planlanabilir. Fakat bu durum için maddi desteğin yanında çiftçilere bu konunun önemini arz edecek, teknik bilgiye sahip personeller aracılığıyla bilimsellikten ödün verilmeden manevi desteğin de sunulması büyük yarar sağlayacaktır.

G-8 ÜLKELERİNİN TARIMSAL ALAN VE VERİM DEĞERLERİ

Türkiye'nin gelecek hedefleri arasında Dünya'nın en büyük 10 ekonomisi arasına girme ihtimali olduğu düşünüldüğünde tarımın ekonomiye sağlayacağı katkı göz ardı edilmemelidir. G-8 ülkeleri bu bağlamda sosyolojik ve tarımsal parametreler üzerinden karşılaştırma yapılabilecek yegâne topluluktur.

Çayır ve mera alanlarında G-8 ülkeleri arasında dalgalanmalar görülmektedir. 2005 ve 2017 yıllarında çayır ve mera alanlarının toplam alanlara oranlarında meydana gelen değişimler sırasıyla; A.B.D 'de %40'tan %40.5'e, Almanya'da %20.9'dan %21.3'e, Birleşik Krallık'ta %52.8'den %54.7'ye, Rusya'da %11.0'den %11.3'e yükselmiştir. Bu oran Fransa'da %25.4'ten %24.4'e, İtalya'da %21.3'ten %17.9'a, Kanada'da %4'ten %3.5'a gerilemiştir. Türkiye'de çayır ve mera alanlarının toplam alanlara oranı yukarıdaki bölümlerde de bahsedildiği üzere %18.7 ile sabit kalmıştır (FAO, 2019b).

Tarımsal üretimi en fazla olan G-8 ülkesi olan "A.B.D" 2005 yılında 336.4 milyon ton olan üretimini, 2017 yılında 440.1 milyon tona çıkarmıştır. Tarımsal üretimde artış hızı en fazla olan G-8 ülkesi Rusya olmuştur. 2005 yılında 76.2 milyon ton olan üretimini yaklaşık %60 artırıp, 2017 yılında 131.1 milyon tona ulaşabilmiştir. Birleşik Krallık, Fransa, Kanada ise tarımsal üretimde artış sağlayan diğer G-8 ülkeleri

olarak belirlenmiştir (FAO, 2019b). Türkiye’de tarımsal üretim neredeyse hiç değişmemiştir. Türkiye’de günümüz tekniklerine, bilime dayalı yapılamayan tarım ve uygulanan tarım politikaları gibi nedenler, ekim alanlarında görülen artışa bağlı olarak verim ve üretimin istenilen düzeye gelememe sebeplerinden sadece bir kaçıdır. Ortalama tarımsal verim parametreleri içerisinde Rusya %60, A.B.D %44 artış ile yıllar içerisinde dikkat çeken bir verim kazanımı sağlamışlardır (Çizelge 8.). Kanada %26, Türkiye %23 ortalama tarımsal verim artışı ile dikkat çeken ülkeler arasına girmişlerdir (FAO, 2019b).

Çizelge 7. G-8 ülkelerinin bazı tarımsal parametreleri
Table 7. Some agricultural parameters of G-8 countries

Ülkeler	Tarım Alanları (1000 ha)						Tarımsal Üretim			
	Ekilebilir alan		Çayır ve meralar		Hasat edilen alan (milyon ha)		Üretim (milyon ton)		Verim (hg ha ⁻¹)	
	2005	2017	2005	2017	2005	2017	2005	2017	2005	2017
A.B.D	166.270	157.836	243.969	245.115	56.81	53.15	366.44	440.12	64.51	82.81
Japonya	4.360	4.161	*	*	2.02	1.80	12.43	10.91	61.54	60.49
Almanya	11.904	11.772	4.929	4.715	6.84	6.27	45.98	45.56	67.23	72.69
Britanya	5.729	6.082	11.180	11.335	2.92	3.18	20.99	23.00	71.96	72.29
Fransa	18.337	18.464	9.902	9.233	9.22	9.38	64.21	64.50	69.65	68.75
İtalya	7.780	6.736	4.402	3.608	3.99	3.14	21.42	16.24	53.61	51.71
Kanada	39.616	38.178	21.875	19.342	15.85	13.93	50.96	56.31	32.16	40.43
Rusya	121.781	121.649	92.099	93.000	41.12	44.24	76.19	131.14	18.53	29.64
Türkiye	23.830	20.036	14.617	14.617	13.84	11.09	36.46	36.57	26.34	32.57

*FAO (2019)'a göre Japonya'nın en son çayır ve mera verileri 2000 yılına dayanmaktadır ve 428.000 ha olarak belirtilmektedir.

Tarımsal ortalama verim artışının yüksek düzeyde görüldüğü ülkeler, yukarıda belirtildiği üzere Rusya, A.B.D, Kanada ve Türkiye’dir. Türkiye dışında kalan ülkelerin yüzölçümü çok fazla olsa da yapılan karşılaştırmanın tarımsal ortalama verim üzerinden yapılması, ülkelerde uygulanan tarım kültürü ve tekniklerinin farklılıklar içerdiğini anlatmaktadır.

Rusya Federal İstatistik Kurumu 2017 yılında tarımsal üretimin gelişim amacıyla 374.722 milyon ruble’yi doğrudan tarıma yönlendirilmiştir. Bu oran Rusya’nın sabit sermayesinin %3.1’i olarak bildirilmiştir (Larina ve ark., 2019). Rusya’da ekili alanların %20-25’inde yem bitkileri tarımı yapılmaktadır. Ülkenin toplam yem bitkileri ekim alanı 45.9 milyon hektar olarak bildirilmiştir. Dane olarak yem bitkisi tohumu elde etmek amacıyla yaklaşık 17.7 milyon hektar (%38.15), yeşil ot veya kuru ot elde etme gayesiyle 28.2 milyon hektar (%61.85) ekili alan kullanılmaktadır (Anonim, 2020i). Özellikle çim cinsi bitkiler ve baklagiller Rusya’da yem bitkileri tarımının en önemlileridir (Anonim, 2020j). Çok yıllık çim cinslerinin 16.0 milyon hektar, yıllık çim cinslerinin 6.9 milyon hektar, silajlık mısır’ın 4.1 milyon hektar seviyelerinde tarımı yapılmaktadır (Anonim, 2020b).

A.B.D ‘de 2.05 milyon çiftlik bulunmaktadır ve bu rakamın %97’sini aile işletmeleri oluşturmaktadır. Genele bakıldığında Amerikan tarım kültürünün yaklaşık %90’ı küçük ölçekli, %4’ü orta ölçekli, %3’ü büyük ve çok büyük ölçekli denebilecek çiftliklerden oluşmaktadır. Fakat bu çiftliklerin üretim potansiyeline baktığımızda üretim değerinin %46’sı büyük ölçekli çiftliklerden elde edilmektedir (USDA, 2019a). Türkiye’de problem olan parçalı arazilerin tarıma kazandırılması adına arazi toplulaştırmanın ya da büyük ölçekli arazilerde tarım yapmanın önemi

buradan bir kez daha anlaşılmaktadır. A.B.D’ de büyük ölçekli çiftliklerin başarısının monokültür tarım yaparak tek bitki üzerine yoğunlaşmaları olduğu belirtilmektedir (USDA, 2019b). Yem giderleri A.B.D’de 2018’deki toplam tarımsal gelirin % 25’ini kapsamaktadır. Ülkede hayvan besleme adına öncelikli olarak mısır ve soya fasulyesi yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu bitkilerin yanında yoğunluklu olarak yonca, sorgum, arpa ve yulaf da yem için kullanılmaktadır (USDA, 2019c). Kuru ot üretimi için hasat edilen 21.2 milyon hektarlık alanın 6.8 milyon hektarı yonca üretiminden kaynaklı ve yaklaşık 128.9 milyon tonluk kuru ot üretimi söz konusudur. Bu üretimin 54.9 milyon tonu yonca kaynaklıdır. Düşük nemli ot (haylage) üretimi 29 milyon ton olmakla birlikte, bu üretimin 18.3 milyon tonu yoncadan alınmıştır (USDA, 2019d). A.B.D’de endüstriyel ve bilime dayalı tarım yapılması ile birlikte kaliteli ürünü ucuz maliyetli üretebilmeye imkân sağlanan bir tarım sistemi oluşturulmuştur. Amerika Tarım Bakanlığı (USDA) 2018 yılında yaklaşık 4 milyar dolara yaklaşan destekleme tutarı ödemiştir (USDA, 2019e). Bakanlık bireysel mahsul fiyatları ortalamasının altında kaldığında da ödeme yapmaktadır. Ağırlıklı olarak mısır, soya fasulyesi, buğday, pamuk ve çeltik destekleme kapsamında başı çeken bitkiler olmaktadır. Mısır ve soya fasulyesine büyük oranda verilen destekler, hayvan besleme ve hayvan refahının ülke ekonomisinde ne denli önemli bir katkı yarattığının göstergesidir.

Kanada’da 2016 yılında 3.8 milyon hektar yonca, 383.800 hektar silajlık mısır, diğer yem bitkileri ve kuru ot elde etmek adına 1.97 milyon hektar alanda yem amaçlı üretim yapılmıştır (Statistics Canada, 2020a). Yonca, silajlık mısır ve çayır salkım otu ülkede popüler olan yem bitkilerindedir. Ak üçgül, çayır üçgülü ve melez üçgül bölgelere göre değişmekle birlikte yem üretimi amacıyla kullanılan bitkilerdir. Üretilen yem bitkilerinin %90’lık kısmı domestik bir şekilde tüketime sunulmaktadır (Bonnofield, 2016.). Bölgeden bölgeye değişen iklim koşulları ve sert geçen kışlar, tahmin edilemez hava koşulları doğal olarak çayır ve meralardan yararlanmayı kısıtlamaktadır. Özellikle kış aylarında kaliteli kaba yeme duyulan ihtiyaç artmaktadır. Büyük bir yüzölçümüne sahip olması ve bölgeler göre değişiklik gösteren hava koşulları bölge bazında bazı bitkilerin popüler olmasını sağlamıştır.

SONUÇ

Açıklanan verilere göre; Türkiye’de büyükbaş ve küçükbaş hayvanların istenilen düzeyde ve verimde olmasını sağlayacak kaliteli kaba yeme ulaşılamamaktadır. Yem bitkileri ve hayvansal üretimde “kendine yeterlilik” aşamasında önemli sorunlar ve boşluklar olduğu anlaşılmıştır. Kaliteli kaba yem açığının olması ve bu eksikliğin karma yemler ya da yem hammaddelerinin ithalatı yoluyla karşılanması, Dolar ve Euro kurundaki dalgalanmalar, hayvancılık sektöründe maliyetlerin artmasına sebep olmuştur. Dolaylı olarak bu maliyet artışı, et ve süt fiyatlarının yükselmesi ile sonuçlanmıştır. Yem açığını kapatabilmek adına hayvanların fizyolojisine uygun olmayan ürünler (sap, saman, kavuz, vs.) ile beslenebilmesinin önüne geçilmelidir. Sürdürülebilir tarımın çevre, hayvan ve çiftçi üçgeninde, hepsinin refahına olumlu etki yapabilecek bir iş modeli ile gerçekleştirilebileceği gözden kaçmamalıdır.

ÖNERİLER VE DEĞERLENDİRMELER

Çayır ve meraların gelecek için hayvansal üretimin yem garantisi olduğu bilinci ile meraların kapasitesinin üzerinde aşırı otlatılmaması sağlanmalıdır. Meralar doğru zamanda, uygun hayvan tipi ve belli hayvan sayısı ile otlatılmalıdır. Meralar hakkında şu an yürürlükte olan kanuni düzenlemelerin daha büyük bir perspektiften bakılarak en kısa zamanda güncellenmeleri gerekmektedir. Mera kanunu ile illerde otlatmaya başlama ve bitiş tarihleri belirlenerek çiftçilere bildirilmektedir. Bu durumun harici zamanlarda otlatma yapan çiftçilere uygulanan cezai yaptırımlar artırılarak, kesin bir şekilde tebliğ edilmeli ve görmezden gelinmemelidir. Mera, yaylak ve kışlakların tespit, tahdit ve tescil işlemleri hızlandırılarak devam edilmeli, kaliteli kaba yem üretiminin artırılması için meraların ıslahı yolunda önemli ve uygulanabilir adımlar atılmalıdır.

Otlatma dönemleri haricinde gerekli olan kaba yemin karşılanabilmesi adına yem bitkileri tarımı daha özendirici hale getirilmeli ve cazip kılınmalıdır. Bununda kuşkusuz en uygun yolu yapılacak destekleme fiyatlarında meydana gelecek iyileştirmelerdir. Sabit bir destekleme sistemi ile çalışmak yerine bölgesel odaklı planlar yapılarak destekleme sistemi yenilenmelidir. Diğer bir yandan; yem bitkisi üretiminde verim kadar kalite de büyük önem arz etmektedir. “Kalite” ye göre destekleme yapılmasının yetkililerce fizibilitesi tartışılıp, imkânlar dâhiline alınarak gelecek planları arasına koyulmalıdır. Bitki bazında belirlenen bir “kalite indeksi” ile çiftçi daha kaliteli tarım yapmak durumunda kalacaktır. Bu sayede yem bitkileri tarımı kalitesi belli bir seviyede korunarak, artan kalite artışları hayvansal üretime de olumlu yansıyacaktır.

Ekim nöbeti sistemleri içine mutlaka yem bitkileri eklenmelidir. Özellikle baklagil bitkilerin bu kapsamda kullanılarak, kaliteye, toprak iyileştirmeye sağlayacağı yararları göz önünde bulundurularak farklı bölgelerde ekim nöbeti sistemlerine dahil edilmelidir. Endüstri bitkileri yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı yerlerde, ara bitki olarak baklagiller değerlendirilebilir. Toprağı yorabilen bazı endüstri bitkilerinden sonra toprağı iyi özelliklerini artırmak için baklagil yem bitkileri üretim deseni içerisine alınmalıdır. Nadas alanlarında soğuğa dayanıklı olan Macar fiği çeşitlerinin kullanımın yaygınlaştırılması gerekmektedir. Hem yeşil alan bitkisi olarak değerlendirilen ve besleyici değeri de olan çok yıllık çim, çayır salkım otu, yumak otları, Tavus otu, ak üçgül gibi bitkilere olan üretim desteği artırılmalı, destekleme kapsamında olmayanlar var ise bu kapsama eklenmelidir. Sorgum yetiştiriciliğinin önemi daha çok kavranarak ekim alanları olabildiğince artırılmalı, verilen destekler tekrar değerlendirilerek destek tutarı yükseltilerek çiftçinin yetiştiricilik yapması için cazip hale getirilmelidir.

Yem bitkileri tohum üretimi aşamasında ülkemizde büyük sıkıntılar yaşanmaktadır. Birçok yem bitkisinin gen merkezi olan ülkemiz başarılı bir şekilde yem bitkisi tohumu üretmeye uygun ekolojiye sahiptir. Popülasyon seviyesinde tohum kullanılmasının önüne geçilerek sertifikalı tohum kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Buğdaygil ve baklagil yem bitkisi tohumu üretim ve ıslah projelerinin artarak devam ederek bölgelere uygun yerel çeşitler geliştirilip bölgesel şekilde meraların etkinliği artırılabilir. Buna ek olarak; yem bitkisi tohumculuğu ve ıslahı alanında yetişmiş kalifiye personel sayısının artırılması sağlanarak, teknik ve yeterli altyapı imkânları oluşturulmalıdır.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın desteğiyle ya da bölgesel şekilde kooperatifçilik uygulamalarıyla "Kaba Yem Borsası" kurulabilmesi düşünülmelidir. Üreticinin kendi yemini üretmediği ya da ürettiği yemin yetersiz kaldığı durumlarda ihtiyacını "Kaba Yem Borsasından" elde etme yoluna gidecektir. Bu sayede üretici alacağı kaba yemin kalitesine göre fiyatlandırmaya tabi tutulabilecektir. Ot kalitesi depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösteren bir değerdir. Örneğin her yonca balyası aynı fiyatta olamayacağı gibi bu fiyat depoda bekleme süresine, koşullarına, otun kaçınıcı biçimden elde edildiğine göre değişecektir. Teknik bilgiye sahip ekspertiz düzeyinde personeller ile "Kaba Yem Borsası" sistemi, kaba yemin daha adaletli bir şekilde fiyatlandırılmasının önünü açmayı sağlayabilecektir.

Kırmızı et üretiminde küçükbaş anaç hayvan sayısının artırılması ile kırmızı et üretimindeki küçükbaş payının yükseltilmesi sağlanmalıdır. Gelecek yıllarda kırmızı et üretiminde küçükbaş ırkların büyük bir öneme sahip olacağı unutulmamalıdır. Sığır sayısında kültür ırkı sığırların oranı artırılmalıdır.

Avrupa birliği ülkelerinde bakanlığa bağlı olmakla birlikte özerk yapıya sahip danışmanlık şirketleri bulunmaktadır. Bu uygulamanın Türkiye'de de hayata geçirilmesi uygun olacaktır. Ayrıca; üreticiye endüstriyel ve bilimsel bakış açısı katılması imkânı sunabilecek bu uygulama, tarımı çok daha gelişmiş ülkelerde tarım kültürünün ve sistemlerinin nasıl işlediği, ülkemizde uygulanabilirliği ile meydana gelecek kazanımlar hakkında üretici ya da çiftçiye net bilgiler sunabilmelidir. Bölgelere göre değişmekle birlikte uygun bitki ve yetiştiricilik yöntemleri, yeni ve fark yaratabilecek ekim nöbeti planları tasarlanarak, ülke tarımı bir üst seviyelere çıkartılabilir. Bununla birlikte; ülkemiz tarım kültürünün sahip olduğu geleneksel şekilde yani atadan öğrenilen türde ve tipte yetiştiricilik sistemi etkisini kaybedebilir.

KAYNAKLAR

- Acar Z, Tan M, Ayan İ, Aşçı ÖÖ, Mut H, Başaran U, Gülümser, E, Can M, Kaymak G (2020). *Türkiye'de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Geliştirme Olanakları*. Türkiye Ziraat Mühendisliği 9. Teknik Kongre. 13-12 Ocak 2020, 529-554, Ankara.
- Açıkgöz, E (2001). Yem Bitkileri. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 3. Baskı*. Bursa.
- Açıkgöz E, Hatipoğlu R, Altınok S, Sancak C, Tan A, Uraz D (2005). *Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Tarım Kongresi, 3-7 Ocak 2005. 503-518, Ankara.
- Ak İ (2013). *Türkiye'de Kaba Yem Sorunu ve Çözüm Önerileri*. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 26-27 Eylül 2013, 1-12, Ankara.
- Akman N, F Aksoy, O Şahin, Kaya ÇY ve Erdoğan G (2007). Cumhuriyetimizin 100. Yılında Türkiye'nin Hayvansal Üretimi. *Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Birliği Yayınları No: 4, 116 s.*
- Alcaide EM, García MA ve Aguilera JF (1997). The in vitro digestibility of pastures from semi-arid Spanish lands and its use as a predictor of degradability. *CIHEAM-Options Mediterraneennes, 27-31.*
- Alçıçek A, Kılıç A, Ayhan V ve Özdoğan M (2010). Türkiye'de kaba yem üretimi ve sorunları. *Ziraat Mühendisleri Odası Dergisi, 10 s.*
- Anonim (2020a). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>. (13.01.2020).
- Anonim (2020b). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/yemlerin-ortalama-fiyatlari-2282/>. (13.01.2020).
- Anonim (2020c). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/bolgelere-gore-1-litre-cig-sut-maliyeti-1637/>. (13.01.2020).
- Anonim (2020d). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/dunya-fiyatlari/>. (13.01.2020).
- Anonim (2020e). <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/cig-sut-yem-paritesi-627/>. (13.01.2020).
- Anonim (2020f). Türkiye Yem Sanayicileri Birliği. <http://www.yem.org.tr/DosyaMerkezi/karma%20yem%20sanayii%20raporu%202019.pdf>. (13.01.2020).
- Anonim (2019g). T.C Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cavir-Mera-ve-Yem-Bitkileri/Cavir-Mera-Desteklemeleri>. (04.12.2019).

- Anonim (2019h). T.C Enerji Piyasası Kurulu (2019). <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-Cizelgelari>. (10.01.2020).
- Anonim (2020i). [https://www.msmeturkey.com/fileadmin/msme/upload/pdf/EU - EBRD Turkey MSME Finance Facility Newsletter Volume 12.pdf](https://www.msmeturkey.com/fileadmin/msme/upload/pdf/EU_EBRD_Turkey_MSME_Finance_Facility_Newsletter_Volume_12.pdf). (Frankfurt School of Finance and Management, 2017). (12.10.2019).
- Anonim (2020i). https://www.fertilizer.org/Public/Stewardship/2018_06_Russian_Forage_Production.aspx. (24.01.2020).
- Anonim (2020j). <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/russia-forage-seed-market>. (24.01.2020).
- Arslan C (2008). Growth traits of native Turkish geese reared in different family farms during the first 12 weeks of life in Kars. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 34(3): 1-7.
- Bonnofield T (2016). Canada's Forage Crop the overlooked cornerstone of Canadian agriculture. *A Bonnofield Research Paper*. s:12.
- BÜGEM (2018). <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>.
- FAO (2019a). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. (10.10.2019).
- FAO (2019b). <http://www.fao.org/faostat/en/#country>. (12.12.2019).
- Gonzalo J ve Bachiller J (2004). *Forage production and economic analysis of the main types of farms in a Mediterranean agroforestry system*. Land Use Systems in Grassland Dominated Regions, Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation (67-69 ss), 21-24 Haziran 2004, Luzern, Switzerland.
- Gökkuş A, Koç, A, Çomaklı, B (1995). Çayır-Mer'a Uygulama Kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No: 142, 49-50*.
- Hanoğlu H (2014). Türkiye'de Meralar ve Kaliteli Kaba Yem Üretimi. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, 107: 14-19.
- Harmanşah F (2018). Türkiye'de Kaliteli Kaba Yem Üretimi, Sorunlar ve Öneriler, *TÜRKTÖB Dergisi*, 25: 9-13.
- Jeroch H, Flachowsky G, Weissbach F (1993). *Futtermittelkunde*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Larina T, Zavodchikov N, Petrova G ve Shakhov V (2019). *Information and analytical support of innovations in agricultural production: Russian experience*. In International Scientific and Practical Conference "Digital agriculture-development strategy". Atlantis Press.
- O'Mara FP (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of botany*, 110 (6): 1263-1270.
- Ozkan U (2015). Toxic substances arise from forage plants and solution proposals. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 8 (2): 01-05.
- Özkan U ve Şahin Demirbağ N (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türkiye Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1): 23-27.
- Parlak AÖ, Gökkuş A ve Demiray HC (2011). Soil seed bank and aboveground vegetation in grazing lands of southern Marmara, Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1): 96-106.
- Statistics Canada (2020). <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb1/en/tv.action?pid=3210041601>. (02.01.2020).
- Tapkı N, Kızıltuğ T ve Çelik AD (2018). Current Situation of Turkey's Cut Flower Production and Trade, Problems and Offered Solutions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(3): 313-321.
- TÜİK (2019a). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (01.12.2019).
- TÜİK (2019b). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>. (01.12.2019).
- USDA (2019a). "[Farms and Farm Income](#)," (25.12.2019).
- USDA (2019b). "[Family Farms are the Focus of New Agriculture Census Data](#)," (25.12.2019).
- USDA (2019c). "[Annual Cash Receipts by Commodity](#)," (25.12.2019).
- USDA (2019d). <https://quickstats.nass.usda.gov/results/72D05B84-47AA-3274-B6F2-220C81A3A073>. (07.01.2020).
- USDA (2019e). Congressional Research Service. "[U.S. Farm Commodity Support: An Overview of Selected Programs](#)," (25.12.2019).
- Yılmaz A, Yenice, E, Yavaş, İ, Çenesiz, A (2020). *Hayvan Beslemede Mevcut Durum ve Gelecek*. Türkiye Ziraat Mühendisliği, 9. Teknik Kongre, 13-12 Ocak 2020, 261-276, Ankara
- Yolcu H ve Tan M (2008). Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3): 303-312.



Pülverizatör Memelerinde Pülverizasyon Karakteristiklerinin Görüntü İşleme Yöntemiyle Belirlenmesi

Bahadır SAYINCI^{1a*}

^a Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Mersin Üniversitesi, 33340, Yenişehir-Mersin-TÜRKİYE

(*) Corresponding author. bsayinci@mersin.edu.tr; Tel: +90-324-3610001; Fax: +90-324-3610008

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; suya duyarlı kağıt (WSP) örneklerinde görüntü işleme tekniğine dayalı olarak yapılan leke analizi için sistematik bir analiz prosedürü geliştirmek, püskürtme denemelerinde damla karakteristiklerini istatistiksel yöntemlere dayalı olarak belirlemek, püskürtmede görüntü işlemeye dayalı olarak yapılan analizlerin yazılım altyapısına temel teşkil edecek yöntem stratejileri ortaya koymaktır. Püskürtme denemeleri 80 l ha⁻¹ uygulama hacminde bir simülatörle yapılmış ve örnekleme yüzeyi olarak WSP kullanılmıştır. Denemeler 9 kez tekrarlanmış ve görüntü işleme tekniğiyle leke analizi yapılmıştır. Pülverizasyon karakteristikleri tanımlayıcı istatistik yöntemlerine dayalı olarak makro bir yazılım geliştirilerek hesaplanmıştır. Hesaplamalar 20 çap sınıfı oluşturularak yapılmıştır. Araştırmada ortalama damla çapı (D_{10} , D_{20} , D_{30} ve D_{32}), 100, 150, 200 ve 250 μm 'den küçük çaplı damlaların hacimsel dağılımı (V_{100} , V_{150} , V_{200} ve V_{250}), hacimsel çaplar ($D_{V0.10}$, $D_{V0.25}$, $D_{V0.50}$, $D_{V0.75}$ ve $D_{V0.90}$), damla spektrumu yayılım faktörü (RSF), damla homojenlik katsayısı (r) ve damla tekdüzelik oranı (H) belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tekerrürler arasında damla çaplarının değişkenliği, damla spektrumunun yayılımı, kümülatif dağılım eğrileri ve damla homojenliğini tanımlayan faktörler arasında büyük bir uyumun olduğu gözlemlenmiştir. Korelasyon analizi sonucuna göre D_{32} ve $D_{V0.50}$ çapları arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Damla çapı arttıkça RSF değeri azalmıştır. r ve H değerleri arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuş ve aralarında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 12.03.2020

Kabul tarihi: 14.04.2020

Online basım: 23.04.2020

Anahtar Kelimeler :

- Damlacık çapı,
- Damla analizi,
- Suya duyarlı kağıt,
- Sauter ortalama çapı,
- Hacimsel çap,
- Püskürtme

Alıntı için: Sayıncı B (2020). Pülverizatör memelerinde pülverizasyon karakteristiklerinin görüntü işleme yöntemiyle belirlenmesi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 44-62.

Determination of Spray Characteristics in Sprayer Nozzles Using Image Processing Method

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a systematic analysis procedure for spot analysis based on image processing technique in water sensitive paper (WSP) samples, to determine droplet characteristics based on statistical methods in spraying experiments, to establish method strategies that will be the basis for the software infrastructure of analysis based on spraying. Spray experiments were done with a simulator of 80 l ha⁻¹ application volume and WSP was used as sampling surface. The trials were repeated 9 times and the spot analysis on WSP was done with image processing technique. Spray characteristics were calculated by developing a macro software based on descriptive statistical methods. Calculations were made by creating 20 diameter classes. The mean droplet diameter (D_{10} , D_{20} , D_{30} and D_{32}), volumetric distribution of droplets with diameters less than 100, 150, 200 and 250 μm (V_{100} , V_{150} , V_{200} and V_{250}), volumetric diameters ($D_{V0.10}$, $D_{V0.25}$, $D_{V0.50}$, $D_{V0.75}$ and $D_{V0.90}$), droplet spectrum span factor (RSF), drop uniformity coefficient (r) and drop uniformity ratio (H). According to the results of the research, it was observed that there was a great agreement between the repetition of the droplet diameters, the spread of the drop spectrum, the cumulative distribution curves and the factors that define the drop homogeneity. According to the results of the correlation analysis, a positive correlation was found between D_{32} and $D_{V0.50}$ diameters. The RSF value decreased as the droplet diameter increased. Correlation between r and H values was found statistically very important and it was determined that there was a negative relationship between them.

RESEARCH ARTICLE

Received: 12.03.2020

Accepted: 14.04.2020

Available online: 23.04.2020

Keywords :

- Droplet diameter,
- Drop analysis,
- Water sensitive paper,
- Sauter mean diameter,
- Volume diameter,
- Spray

To cite: Sayıncı B (2020). Determination of Spray Characteristics in Sprayer Nozzles Using Image Processing Method. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 44-62.

GİRİŞ

Sıvı akışkanın hidrolik basınç etkisi altında damlalar halinde parçalanmasıyla pülverizasyon gerçekleşmektedir (Sayıncı *et al.*, 2019a). Damlaların pnömatik bir etkiyle veya yardımcı hava akımının etkisiyle daha küçük boyutlarda parçalanması olayına atomizasyon adı verilmektedir (Yeşildal *et al.*, 2013). Hidrolik basınç ünitesi veya basınçlı bir hava tankıyla püskürtmeyi gerçekleştiren sistemler tarımsal ve endüstriyel üretim başta olmak üzere gıda, iklimlendirme, otomotiv ve farmakoloji alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Püskürtme sistemlerinde üretilen damlacıkların pülverizasyon karakteristikleri nozul veya püskürtme memesi olarak adlandırılan püskürtücülerin tasarım özelliklerine ve seçilen işletme parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Bir püskürtme memesinin damla spektrumunu etkileyen en önemli tasarım özellikleri meme orifis geometrisi, orifis alanı, meme gövde yapısı ve püskürtme açısı için meme üzerinde çıkış orifisine ait şekilsel formlardır (Sayıncı, 2016a).

Konik hüzmeli akış için dairesel bir geometriye sahip bir meme plakası, yelpaze hüzmeli akışta elipsoidal geometriye sahip bir orifis ve saptırmalı tip memelerde

eğrisel formda bir çarpma yüzeyi bulunmaktadır (Sayıncı, 2016b). Sabit basınç koşullarında orifis alanı arttıkça meme debisi arttığından pülverizasyon karakteristiği değişmekte (Sayıncı *et al.*, 2019b) ve daha büyük çaplı damlacıklar üretilmektedir (Srivastava *et al.*, 1993). Meme gövdesinin girişine yerleştirilen ikincil bir meme plakası akışkanın gövdeye daha düşük bir basınçla girmesini sağladığından sürüklenme potansiyeli düşük kaba yapılı damlacıkların oluşması sağlanmaktadır (Sayıncı and Kara, 2015). Meme gövdesinin standart gövdeye göre daha uzun olması akışkanın kanal içinde havayla birlikte karışmasını ve içinde hava balonları bulunan damlacıkların oluşmasını sağlamaktadır (Sayıncı and Bastaban, 2011a). Günümüzde kullanım alanı oldukça geniş olan püskürtme memeleri ihtiyaca göre belirli hüzme açılarında püskürtme yapacak şekilde üretilmektedirler (Toprak, *et al.*, 2019). Dar hüzme açılı püskürtme memelerinin damlacık çapı, geniş hüzme açılı aynı tip memelere göre daha büyük olmaktadır (Srivastava *et al.*, 1993).

Pülverizasyonda damla spektrumuna etkili en önemli işletme parametresi püskürtme basıncıdır (Nuyttens *et al.*, 2007). Pülverizasyonda damlacık çapının püskürtme basıncının küp köküyle ters orantılı olarak değiştiği belirtilmektedir (Srivastava *et al.*, 1993). Püskürtme basıncı arttıkça daha ince yapılı damlalar üretilmektedir. Pnömatik esasa göre çalışan hava destekli pnömatik memelerde veya yardımcı hava akımıyla çalışan fan tertibatlı hidrolik memelerde damlacık çapı hava debisinden büyük ölçüde etkilenmekte ve büyük hava debilerinde çok ince yapılı damlacıklar oluşabilmektedir (Sayıncı and Bastaban, 2011b).

Püskürtme uygulamalarında damlanın transfer edildiği hedef bölgede en büyük temas yüzeyi alanının oluşması beklenmektedir. Temas yüzeyi alanının artması için akışkanın en küçük damlacıklarla oluşması gerekmektedir. Teknik açıdan değerlendirildiğinde çok ince yapılı bir pülverizasyon basınç artışıyla, akış debisinin azaltılmasıyla, püskürtme açısının büyütülmesiyle, meme orifis çapının küçülmesiyle, meme tipinin değiştirilmesiyle veya aynı özelliklere sahip birden fazla memenin kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir (Bete®, 2019; PES, 2019).

Damlacık çapı ölçümünde kullanılan lazerli ölçüm sistemlerinde ışın demetinden geçen damlanın küresel çapı çevrimiçi ölçülebilmektedir (Tuck *et al.*, 1997; Nuyttens *et al.*, 2006; Miller *et al.*, 2008; Fritz *et al.*, 2014; Al Heidary *et al.*, 2014). Bu tür enstrümantal ölçümlerin yanı sıra sadece damlacık boyutu değil, aynı zamanda hedef yüzeyde birim alana ulaşan damla sayısını ve kaplama oranını belirlemek için çeşitli örnekleme yüzeyleri kullanılmaktadır. Bu amaçla en yaygın kullanılan örnekleme yüzeylerinden biri suya duyarlı kağıtlar (WSP) olup püskürtme performansını belirlemede oldukça yararlı ve önemli bir işlevi bulunmaktadır (Fox *et al.*, 2003; Cunha *et al.*, 2013; Nascimento *et al.*, 2013; Cerruto *et al.*, 2016; Józef-Lipiński and Lipiński, 2020). Yüzeyi ince bir film tabakası şeklinde bir pH belirteci (kimyasal indikatör) olan bromfenol mavisıyla (C₁₉H₁₀Br₄O₅S) kaplı olan WSP'lerin yüzeyi normal şartlarda sarı renklidir (Minaei *et al.*, 2018). Üzerine damla düştüğünde temas bölgesinde mavi renkte bir leke oluşmaktadır. Lekeler WSP yüzeyinde belirli bir yayılma oranıyla iz bıraktığından çeşitli görüntü işleme teknikleri kullanılarak boyut ve alan analizleri yapılmakta ve damla karakteristikleriyle ilgili ölçümler gerçekleştirilmektedir (Sayıncı *et al.*, 2012).

Kontrollü şartlarda WSP örnekleriyle yürütülen çalışmalarda damla örnekleme için doğrusal hareketli püskürtme sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Hassen and Sidik (2018) tarafından yürütülen araştırmada püskürtme testleri rüzgar

tünelinde doğrusal hareketli püskürtme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Özlüoymak and Bolat (2020) yüzey kaplama oranı ve damla sıklığını belirlemek amacıyla geliştirdikleri yazılım için damla örneklerini hızı ayarlanabilir bantlı bir mekanizma kullanarak almışlardır. Benzer şekilde Ilıca and Boz (2018) tarafından geliştirilen meme-yükseklik kontrol sistemi için laboratuvar denemeleri bantlı bir götürücü kullanılarak yürütülmüştür. Song *et al.* (2019) araştırmalarında geliştirilen damlacık tutunması test ekipmanı için püskürtme uygulamaları doğrusal hareketli bir püskürtme sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Nuyttens *et al.* (2006) damla karakteristiklerini ölçmek için otomatik-3 (XYZ) eksenli taşıyıcılı bir sistem kullanmışlardır. Womac *et al.* (2001) tarafından yapılan araştırma, arazi koşullarında yürütülmüş ve WSP örnekleri bu genişliği boyunca örnekleme direklerine yerleştirilerek farklı traktör hızlarında damla örnekleri alınmıştır. Wolf and Daggupati (2009) tarla koşullarında yürüttükleri denemelerinde damla örnekleri için özel olarak tasarlanmış 7.3 metre uzunluğunda bir püskürtme sisteminden faydalanmışlardır.

Püskürtmeye ait tek bir karakteristik çap değeri, pülverizasyonun yapısını ve damla spektrumunu yeterince açıklayamamaktadır. Bu nedenle pülverizasyon veya atomizasyon sonucu üretilen damlalar, farklı karakteristik çap değerleriyle tanımlanmaktadır. Nitekim hacimsel çapları benzer olan püskürtme uygulamalarının sayısal ya da yüzeysel çapları birbirlerinden farklı olabilmektedir. Bunun sonucu olarak hacimsel çapı benzer olan püskürtme uygulamaları birbirlerinden farklı damla spektrumuna sahip olabilmektedirler.

Bu çalışmanın amacı;

- Püskürtme uygulamalarında yapılan damla örnekleme çalışmalarına metodolojik açıdan standart bir yaklaşım getirmek,
- WSP örneklerinde görüntü işleme tekniğine dayalı olarak yapılan leke analizi için sistematik bir analiz prosedürü geliştirmek,
- Püskürtme denemelerinde damla karakteristiklerini istatistiksel yöntemlere dayalı olarak belirlemek,
- Püskürtmede görüntü işlemeye dayalı olarak yapılan analizlerin yazılım altyapısına temel teşkil edecek yöntem stratejileri ortaya koymaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Damla Örnekleme Yöntemi

Damla örnekleme için 26×76 mm ölçülerinde suya duyarlı kağıt (WSP, Novartis, Syngenta Crop Protection, Basel, CH) kullanılmıştır. WSP örnekleri 40 cm yüksekliğindeki metal direklere bir klips ile tutturulmuştur. Püskürtme uygulamalarının yapıldığı örnekleme alanında 10 adet direk kullanılmış ve 5×2 (sıra×sütun) matris düzeninde 120×50 cm (sıra üzeri×sütun arası) aralıklarla yerleştirilmiştir. Püskürtme uygulamalarının her biri için 10 adet WSP kullanılmıştır.

Püskürtme Simülatörü

Püskürtme uygulamalarında Sayıncı *et al.* (2019a, 2019b) tarafından geliştirilen 12 metre uzunluğunda otomatik hız kontrollü-doğrusal hareketli bir püskürtme simülatörü kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Püskürtme simülatörü
Figure 1. Spray simulator

Simülatörün hareket aksamında 8 adet 58 mm çaplı V-kesitli rulmanlı teker bulunmaktadır. Tekerler, ana profile monte edilmiş indüksiyonlu millerin (Ø20 mm) üzerinde hareket etmektedir. Simülatörün hareketi 1000 Watt'lık servo motorla (Delta ASDA-B2, Tayvan, TW) sağlanmıştır. Motor mili hareketini kayış-kasnak mekanizmasına (transmisyon oranı: 1/2.5) ileterek tahrik tekerine bağlı milin dönmesini sağlamaktadır. Tahrik tekerlekleri, endüstriyel tip kauçuk dolgulu olup ana profil üzerinde hareket etmektedir. Hareketli mekanizmanın ilerleme hızı servo motor sürücüsüne bağlı bir bilgisayardan kontrol edilmektedir. Simülatörde 2.2 metre uzunluğunda tek tarafa açılır - püskürtme kolu (bum) kullanılmıştır. Püskürtme uygulamalarında 5 adet meme kullanılmış ve bum kolu üzerinde 50 cm aralıklarla yerleştirilen membranlı tip meme gövdelerine monte edilmiştir. Püskürtme yüksekliği bum kolunun bağlantı yeri değiştirilerek ayarlanmaktadır. Püskürtme uygulamaları için 600 litrelik bir tarla pülverizatörü (TP600 Piton Taral®, TR) kullanılmıştır. Pülverizatör pompası (TAR30, piston-membranlı, çift pistonlu, 40 kg cm⁻² anma basıncı, 30 l dk⁻¹ anma debisi, %67 verim, Taral®, TR) redüktörlü elektrik motoruyla (MSD 90L2, 2780 rpm, Gamak, TR) 600 dk⁻¹ hızda çalıştırılmıştır.

Püskürtme uygulamaları

Damla örnekleme çalışmaları kapalı bir tesiste kontrollü şartlarda yürütülmüştür. Püskürtme denemelerinde girdap plaketsel konik hüzmeli meme plakaları (orifis çapı Ø1.0 mm, POM) kullanılmıştır. Uygulamalar 300 kPa işletme basıncında gerçekleştirilmiştir. Meme debisi 0.41 l dk⁻¹ olup uygulamalar 80 l ha⁻¹ hacimde yapılmıştır. Püskürtme yüksekliği 65 cm olarak ayarlanmıştır. Simülatörün ilerleme hızı eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir. Püskürtme uygulamaları için denemeler 9 kez tekrarlanmıştır.

$$V = q / (0,006 \cdot B \cdot N) \quad (1)$$

V : ilerleme hızı (m s⁻¹)

q : meme debisi (l dk⁻¹)

B : iki meme arası mesafe (m)

N : uygulama hacmi (l ha⁻¹)

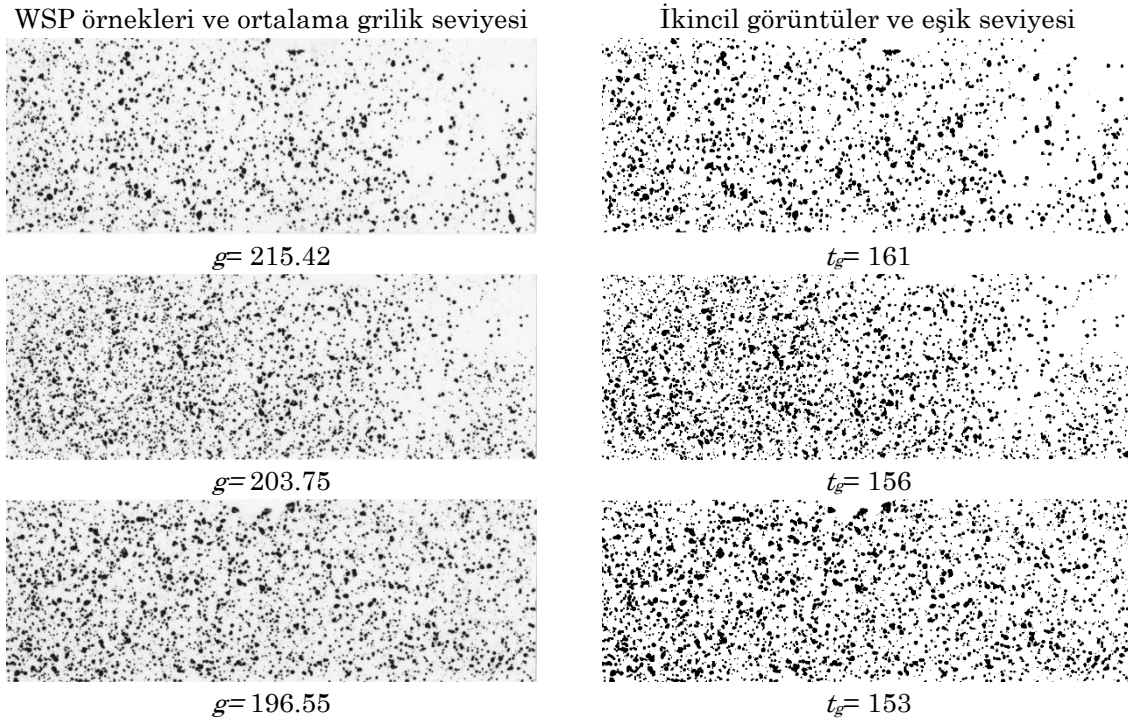
WSP Örneklerinin Taranması

Püskürtmeden sonra WSP'ler kontrollü laboratuvar koşullarında (15 °C sıcaklık ve %25 bağıl nem) 5-20 dakika aralığında kuruması için bekletilmiştir. Kuruyan WSP örnekleri konularına göre fotoğraf kılıflarına konularak sınıflandırılmıştır. WSP yüzeyindeki lekeleri görüntü işleme yöntemiyle analiz etmek için bir tarayıcıda (HP Scanjet 4850, USA) 600 dpi çözünürlükte taranmış ve 8 bit ($2^8=256$) derinliğinde gri tonlamalı (0-255 aralığında) resim dosyası (*.tif) olarak bilgisayara kaydedilmiştir.

Görüntü İşleme Operasyonu

Görüntü işlemede ImageJ 1.38x yazılımı (Wayne Rasband, National Institutes of Health, US) kullanılmıştır. Leke analizinden önce her bir WSP görüntüsünün ortalama grilik seviyesi (g) belirlenmiş ve eşitlik (2)'ye göre eşik seviyesi (t_g) hesaplanmıştır (Sanchez-Hermosilla and Medina, 2004). Eşik uygulamasından sonra ikincil (binary) görüntüler elde edilmiş (Şekil 2) ve yazılım aracılığıyla lekelerin yüzeyi kaplama oranı (%), eşdeğer çap (μm) ve şekil özellikleri (dairesellik) otomatik olarak hesaplanmıştır.

$$t_g = 0.38g + 78.75 \quad (R^2 = 0.91) \quad (2)$$



Şekil 2. Örnek WSP görüntüleri, ortalama grilik seviyeleri ve uygulanan eşik seviyesi
Figure 2. Sample WSP images, mean gray levels and threshold level

Kalibrasyon

Görüntü işleme yazılımında piksel birimiyle ölçülen değişkenleri metrik ölçü birimi cinsinden hesaplamak için leke boyut analizinden önce kalibrasyon yapılmıştır. Bu işlem yazılımın “set scale” modülü üzerinden gerçekleştirilmiştir. WSP örnekleri 600 dpi çözünürlükte tarandığından bir pikselin eşdeğer ölçüsü $42.3 \mu\text{m}$ ($[25.4/600] \times 1000$) olarak alınmış ve modül üzerinden veri girişi yapılmıştır.

Leke Eleme Prosedürü

Püskürtme uygulamalarında WSP örnekleri kullanılarak hedef yüzeyde damla sıklığı ve hacimsel birikim miktarını doğru tahminlemek için yüzey kaplama oranının %30'un altında olması gerektiği bildirilmiştir (Zhu *et al.*, 2011). Bu gerekçeyle yüzey kaplama oranı %30'dan fazla olan WSP örnekleri öncelikli olarak analiz dışı bırakılmıştır.

Damlalar atmosfer ortamından belirli bir hacimde hedefe transfer edilirken, yüzeye düşen damlalar görüntüleme sistemlerinde iki boyutlu olarak analiz edilmektedir. Bu durumda püskürtmeyle birlikte belirli bir hacimde WSP yüzeyine transfer olan damlacıklar üst üste bindirme yaparak ya da yan yana bitişik düzende iz bırakarak leke alanının büyümesine neden olmaktadır (Sayinci *et al.*, 2012). WSP yüzeyinde gerçek damlaya ait olmadığı varsayılan lekelerin elimine edilmesi gerekmektedir. Bu eliminasyonda lekelerin çoğunlukla şekil özellikleri belirleyici olabilmektedir (Sayinci *et al.*, 2012; Huang and Thompson, 2011). Bu çalışmada lekelerin eliminasyonu için Minov (2015) ve Sæbø and Wighus (2015) tarafından bildirilen dairesellik (R) eşitliği $R = [(4 \cdot \pi \cdot alan) / çevre^2]$ kullanılmış ve 0.8'den küçük olan lekeler analizden çıkarılmıştır. Herhangi bir objenin şekil analizi için R katsayısının 0-1 aralığında değiştiği ve tam dairesellik durumunda 1 olduğu belirtilmiştir.

Leke Yayılma Faktörü

WSP yüzeyine ulaşan damlalar temas ettiği bölgede belirli bir yayılma oranıyla koyu mavi görümlü bir leke bırakmaktadır. Bu çalışmada gerçek damla çapı (D_d , μm) ve leke çapı (D_s , μm) arasındaki ilişki üretici tarafından bildirilen tablo değerleri kullanılarak elde edilmiştir. Üstel bir fonksiyonla açıklanan bu ilişki eşitlik 3'te verilmiş olup çeşitli araştırmacılar (Fox *et al.*, 2001; Hassen and Sidik, 2018) tarafından kullanılmıştır.

$$D_d = 1,033 \cdot D_s^{0,879} \quad (3)$$

Frekans Analizi

Örnek bir püskürtmeye ait damlaların pülverizasyon karakteristiklerini belirlemek için MS Excel programında yazılım geliştirilmiş ve tablolama esasına dayalı olarak frekans analizi yapılmıştır. Yazılımda damla çapı değerleri sınıflara ayrılmış ve her sınıf aralığına giren damlalar sayılarak frekanslar belirlenmiştir. Yazılımın temel yapısı Yıldız ve Bircan (1994) tarafından bildirilen istatistiksel esaslara göre oluşturulmuştur. Bu amaçla altta belirtilen adımlar takip edilmiş ve sınıf sayısı, sınıf aralığı, sınıf limitleri, nispi ve kümülatif olmak üzere sayısal ve hacimsel dağılımlar hesaplanmıştır.

- Frekans analizi için en düşük sınıf sayısı (SS) eşitlik (4)'de verilen Gauss eşitliğine göre belirlenebilmektedir. Damla sayısına (n) bağlı olarak sınıf sayısı, Srivastava *et al.* (1993) tarafından bildirilen çalışmaya göre 20 olarak seçilmiştir.

$$SS = 1 + 3.32 \cdot \log n \quad (4)$$

- Damla çapı değişim genişliği (DG), en büyük (D_{maks}) ve en küçük (D_{min}) damla çapı değerlerine göre eşitlik (5) kullanılarak belirlenmiştir.

$$DG = D_{maks} - D_{min} \quad (5)$$

- Her bir sınıfın çap limitlerine (alt limit) eklenen sınıf aralığını (SA) hesaplamak için eşitlik (6) kullanılmıştır.

$$SA = DG/SS \quad (6)$$

- Hesaplamalarda ölçü hassasiyeti değeri 1 olduğundan minimum çap (D_{min}) değerinden 1 çıkarılmış ve bu değer I. sınıfın alt limitini (AL) oluşturmuştur. Diğer alt limitlerin hesaplanmasında ise her sınıfın çap limitlerine sınıf aralığı (SA) eklenmiş ve sınıf sayısı (SS) kadar işleme devam edilmiştir.
- I. çap sınıfına giren üst limiti ($ÜL$) belirlemek için II. sınıf alt limit (AL) değerinden 1 çıkarılmış ve sınıf sayısı (SS) kadar işleme devam edilmiştir.
- Her bir çap sınıfında hesaplanan alt ve üst limit değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ilgili sınıfın ortalama çapı (D_{ort}) belirlenmiştir.
- Her bir sınıfta hesaplanan alt ve üst limit çap değerleri arasına giren damlaların frekansı (N , damla sayısı) belirlenmiştir.
- Her çap sınıfının nispi ve eklemeli sayısal dağılım oranı (%) için ilgili sınıfın damla frekansları (N) kullanılmıştır. Nispi ve eklemeli hacimsel dağılımı belirlemek için ($D^3 \cdot N$) eşitliğiyle hesaplanan değerler kullanılmıştır.

Pülverizasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi

a. Ortalama damla çaplarının hesaplanması ve damla homojenlik oranı

Ortalama damla çapları eşitlik 7 kullanılarak belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre D_{10} (aritmetik ortalama çap, μm), D_{20} (yüzeysel ortalama çap, μm), D_{30} (hacimsel ortalama çap, μm) ve D_{32} (sauter çapı, μm) hesaplanmıştır (Srivastava *et al.*, 1993).

$$\bar{D}_{pq} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i^p}{\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i^q} \right]^{1/(p-q)} \quad (7)$$

D_i : i nci sınıfta bulunan ortalama damla çapı, μm

N_i : i nci sınıfta bulunan damla sayısı, adet

i : damla çap değerine ait sınıf numarası

n : damla çaplarına ait toplam sınıf sayısı

p, q : 0, 1, 2, 3, $p > q$ (ortalama damla çaplarını ifade eden sayı değerleridir)

D_{10} - Aritmetik ortalama çap: Püskürtme örneğindeki tüm damlacık çaplarının aritmetik ortalamasıdır (Bete®, 2019; SNP, 2019). Aritmetik ortalama çap değerinin buharlaşmayla (evaporasyon) ilgili değerlendirmelerde kullanıldığı belirtilmektedir (Schick, 2008).

D_{20} - Yüzeysel ortalama çap: Püskürtme örneğindeki damla sayısı ile çarpıldığında tüm damlacıkların yüzey alanlarının toplamına eşit olan çap değeridir (PNR, 2019). Yüzeysel ortalama çap değerinin absorpsiyon alanında dikkate alındığı belirtilmiştir (Schick, 2008).

D_{30} - Hacimsel ortalama çap: Toplam damlacık sayısı ile çarpıldığında pülverizasyon sonucu üretilen damlaların toplam hacmine eşit olan damlacık çapı

olarak tanımlanmıştır (Bete®, 2019; PNR, 2019). Hidroloji alanında hacim kontrolünün gerekli olduğu uygulamalarda kullanıldığı belirtilmiştir (Schick, 2008).

D_{32} - Sauter ortalama çap: Pülverizasyonu en iyi karakterize eden ortalama çap olduğu belirtilmektedir. Ortalama çap için hacim/yüze oranının püskürtmenin tamamında aynı olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle ısı ve kütle transferi alanında, buharlaşma süresinin tahmininde ve püskürtme etkinliğinin karşılaştırılmasında sauter ortalama çap değerinin referans alındığı belirtilmiştir (Annamalai and Ruri, 2006; Bete®, 2019; SNP, 2019).

H - Damla homojenlik (tekdüzelik) oranı: Damlaların homojenliğini yüzde (%) olarak ifade etmektedir. Bu oran (H , %) aritmetik, yüzeysel ve hacimsel ortalama çap değerlerine bağlı olarak eşitlik 8 kullanılarak hesaplanmaktadır. H değeri %100 olduğunda damla spektrumunda yer alan damlaların aynı çapta olduğu anlaşılmaktadır (Çilingir ve Dursun, 2010).

$$H = 100 \cdot \left(\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i^2 \right)^2 / \left[\left(\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n N_i \cdot D_i^3 \right) \right] \quad (8)$$

b. Hacimsel ve sayısal ortanca (medyan) çapın hesaplanması ve damla homojenlik katsayısı

Frekans tablosu üzerinden belirlenen eklemeli sayısal dağılım ve eklemeli hacimsel dağılım verileri kullanılarak damla dağılımının %50'sine karşılık gelen sayısal ortanca (medyan) çap ($D_{N0.50}$) ve hacimsel ortanca (medyan) çap ($D_{V0.50}$) değerleri hesaplanmıştır (Srivastava *et al.*, 1993). Hesaplama interpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Pülverizasyon yapısının homojenliği Eşitlik 9'da verilen damla homojenlik katsayısıyla (r) hesaplanmıştır (Cooper *et al.*, 1998).

$$r = D_{V0.50} / D_{N0.50} \quad (9)$$

r : homojenlik katsayısı (birimsiz)

$D_{V0.50}$: hacimsel ortanca çap, μm

$D_{N0.50}$: sayısal ortanca çap, μm

r - Damla homojenlik katsayısı: Homojenlik katsayısı daima 1'den büyüktür. r değerinin 1'e yaklaşması damla homojenliğinin iyileştiği anlamına gelmektedir. Bu katsayı $r < 1.4$ olduğunda damla çaplarının tekdüze olduğu kabul edilmektedir (Çilingir ve Dursun, 2010).

$D_{V0.50}$ - Hacimsel ortanca (medyan) çap: Püskürtmede uygulanan toplam sıvı hacmini ikiye ayıran ve kendisinden daha küçük olan damlaların hacmi ile daha büyük olan damlaların hacminin birbirine eşit olduğu çap değeridir. Diğer bir ifadeyle, $D_{V0.50}$ çapı toplam sıvı hacminin yarısının kendisinden daha küçük, diğer yarısının ise kendisinden daha büyük çaplara sahip damlacıklardan oluşmaktadır (Bete®, 2019; PES, 2019; Bari *et al.*, 2019). Sıvı pestisit uygulamalarında damlacık çapı $D_{V0.50}$ ile karakterize edilmektedir (ASABE Standard, 2009).

$D_{N0.50}$ - Sayısal ortanca (medyan) çap: Damlaları sayısal olarak iki eşit kısma ayıran çap değeri olup püskürtme verimliliğinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Bari *et al.*, 2019). $D_{N0.50}$ çapı, hacimsel ortanca çapa ($D_{V0.50}$) yaklaştıkça damlacık çapları daha homojen olmaktadır. $D_{N0.50}$ ve $D_{V0.50}$ çapları arasındaki fark büyüdükçe damlaların sürüklenme potansiyeli açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.

c. Damla spektrumu yayılım faktörü

Damla spektrumunun yayılımı eşitlik 10'da verilen RSF ile hesaplanmıştır (Nuyttens *et al.*, 2007). $D_{V0.90}$ ve $D_{V0.10}$ çap değerleri, eklemeli hacimsel dağılımda sırasıyla %90 ve %10'a karşılık gelen çap değerlerini ifade etmektedir.

$$RSF = D_{V0.90} - D_{V0.10} / D_{V0.50} \quad (10)$$

RSF : damla spektrumu yayılım faktörü (birimsiz)

$D_{V0.10}$: hacimsel dağılımda %10'a karşılık gelen çap değeri, μm

$D_{V0.90}$: hacimsel dağılımda %90'a karşılık gelen çap değeri, μm

RSF - Damla spektrumu yayılım faktörü: Damla spektrumunun yayılımını ifade eden bir faktördür. Püskürtülen akışkan hacminde damlacık büyüklükleri arasındaki farklılık, damla spektrumunun dağılım genişliğini etkilemektedir. Bu faktörün büyük olması damla spektrumunun daha geniş olduğunu ve damlacık çaplarının daha büyük bir aralıkta değişkenlik gösterdiği anlamına gelmektedir. Bunun aksine yayılım faktörünün küçük olması damla spektrumunun daha dar bir aralıkta değiştiğini ve birbirine yakın çaplarda damlacıkların oluştuğu anlamına gelmektedir (PES, 2019; Bari *et al.*, 2019).

$D_{V0.10}$ - Hacimsel çap: Toplam damla hacminin %10'unun kendisinden küçük veya kendisine eşit olan hacimsel çap değeridir. Damlacıkların gaz akışı ile birlikte taşınabilirliğine karar vermede referans alınan çap değeri olduğu belirtilmektedir (Bete®, 2019). Ayrıca $D_{V0.10}$ çapı, toplam püskürtme hacminin %10'luk diliminde sürüklenme potansiyeli yüksek olan ince yapıli damlacıkların çapını göstermektedir (PES, 2019; Bari *et al.*, 2019).

$D_{V0.90}$ - Hacimsel çap: Toplam damla hacminin %90'ının kendisinden küçük veya kendisine eşit olan veya %10'u kendisinden büyük olan hacimsel çap değeridir. $D_{V0.90}$ çapının buharlaşma ve soğutma işlemlerinde kritik bir öneme sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca $D_{V0.90}$ çapı yüksek olduğunda tüm yüzeyin yeterince kaplanması için gerekli damla sayısına ulaşamamaktadır. Tüm yüzeyde yeterince kaplama sağlayarak gereksinim duyulan minimum damlacık sayısı için uygulama hacminin artırılması gerekmektedir (Bete®, 2019; PES, 2019; Bari *et al.*, 2019).

d. Damla homojenliği için diğer kriterler

Püskürtme uygulamalarında damla spektrumunun homojenliği için sayısal ve hacimsel dağılımda damla çapı kategorilerine göre eklemeli (kümülatif) olarak oluşturulan eğrilerin birbirlerine göre uyumu ve yakınlığı dikkate alınmaktadır. Ayrıca hacimsel ortanca çap ($D_{V0.50}$) ile sauter ortalama çap (D_{32}) değerlerinin birbirine yakın olması damlacık çapları arasındaki benzerliğin bir göstergesi olabilmektedir (Yağcıoğlu, 1993, Zeren ve Bayat, 1995).

e. 100 μm , 150 μm , 200 μm ve 250 μm 'den küçük çaplı damlaların hacimsel oranı (%) Püskürtme uygulamalarının sürüklenme potansiyelini değerlendirmek için damlacık çapı 100, 150, 200 ve 250 μm 'den küçük çaplı damlaların toplam hacimdeki oranları belirleyici olabilmektedir. Bu nedenle frekans analizinde kategorize edilen damla çaplarının hacimsel kümülatif dağılımı çıkarılmış ve sürüklenmeye duyarlı damlalar yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

Damla Çapı Kategorisinin Belirlenmesi

Damla çapı kategorisi ASABE S572.1 standardına göre sekiz kategoride sınıflandırılmıştır (ASABE Standard, 2009). Çap kategorileri renklerine göre sırasıyla mor, kırmızı, turuncu, sarı, mavi, yeşil, beyaz ve siyah olmak üzere standartlaştırılmıştır. Birçok araştırmacının pülverizasyon karakteristiğini tanımlamak için farklı referans aralıklarını kullandıkları saptanmış ve bunlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Damla çapı kategorileri (ASABE S572.1 standardına göre sınıflandırma) ve referans aralıklar

Table 1. Droplet size categories (classification according to ASABE S572.1 standard) and reference intervals

Pülverizasyon karakteristiği	$D_{v0.50}$ (μm) çap aralığı								Damla çapı renk kategorisi
	Hypro® (2018); Lechler® (2018)	Albuz® (2016)	Hipkins and Grisso (2014)	Hypropumps (2006)	Spandl (2010)	Wolf (2017)	Kruger <i>et al.</i> (2013); Arag® (2017)	Matthews <i>et al.</i> (2014)	
Aşırı ince (XF)*	60 <	-	60 <	-	50 <	-	~ 50	50 <	mor
Çok ince (VF)	61-105	159 <	60-145	100 <	51-145	150 <	136 <	51-100	kırmızı
İnce (F)	106-235	159-231	145-225	100-175	145-225	151-250	136-177	101-200	turuncu
Orta (M)	236-340	232-326	226-325	175-250	226-325	251-350	177-218	201-300	sarı
Kaba (C)	341-403	327-386	326-400	250-375	326-400	351-450	218-349	> 300	mavi
Çok kaba (VC)	404-502	387-484	401-500	375-450	401-500	451-550	349-428	-	yeşil
Aşırı kaba (XC)	503-665	485-553	501-650	> 450	501-660	> 551	428-622	-	beyaz
Çok aşırı kaba (UC)	> 665	> 553	> 650	-	> 661	-	> 622	-	siyah

*: XF: extremely fine; VF: very fine; F: fine; M: medium; C: coarse; VC: very coarse; XC: extremely coarse; UC: ultra coarse

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Püskürtme uygulamalarına ait WSP örneklerinin yüzey kaplama oranı Çizelge 2'de gösterilmiştir. Kaplama oranı %30'un üzerinde olan 5 adet WSP örneği çizelgede gösterilmiş ve bunlar analize dahil edilmemiştir. Leke analizi yapılan kartların yüzey kaplama oranı %11.07-%29.64 aralığında değişmiştir.

Çizelge 2. Yüzey kaplama oranı (%)**Table 2.** Spray coverage rate (%)

WSP no.	Tekrarlı (T) uygulamalara ait WSP örneklerinin yüzey kaplama oranı (%)								
	1T	2T	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T
1	22.54	23.66	21.78	27.62	23.47	29.52	28.14	11.07	27.99
2	28.80	19.58	21.45	13.57	23.96	24.77	13.01	24.53	26.75
3	28.91	24.38	19.12	25.87	26.06	20.10	30.58*	17.87	23.32
4	30.81*	17.80	22.86	31.72*	21.47	18.67	29.42	15.46	18.91
5	32.25*	17.41	27.51	26.81	21.76	26.18	23.01	27.58	20.75
6	27.01	17.47	22.21	23.93	24.06	24.12	22.35	29.48	27.31
7	19.64	20.57	24.18	29.64	25.33	25.03	27.95	18.88	16.13
8	21.07	19.65	25.77	23.50	25.30	26.74	15.20	22.83	28.54
9	25.45	22.77	25.21	19.48	22.26	19.41	21.52	20.89	26.88
10	27.03	19.68	22.44	24.83	20.74	26.83	20.92	22.22	30.78*
Ort. ±SS	26.35±4.17	20.30±2.54	23.25±2.44	24.70±5.18	23.44±1.82	24.14±3.61	23.21±5.93	21.08±5.54	24.74±4.74

*: Analize dahil edilmeyen WSP örnekleri

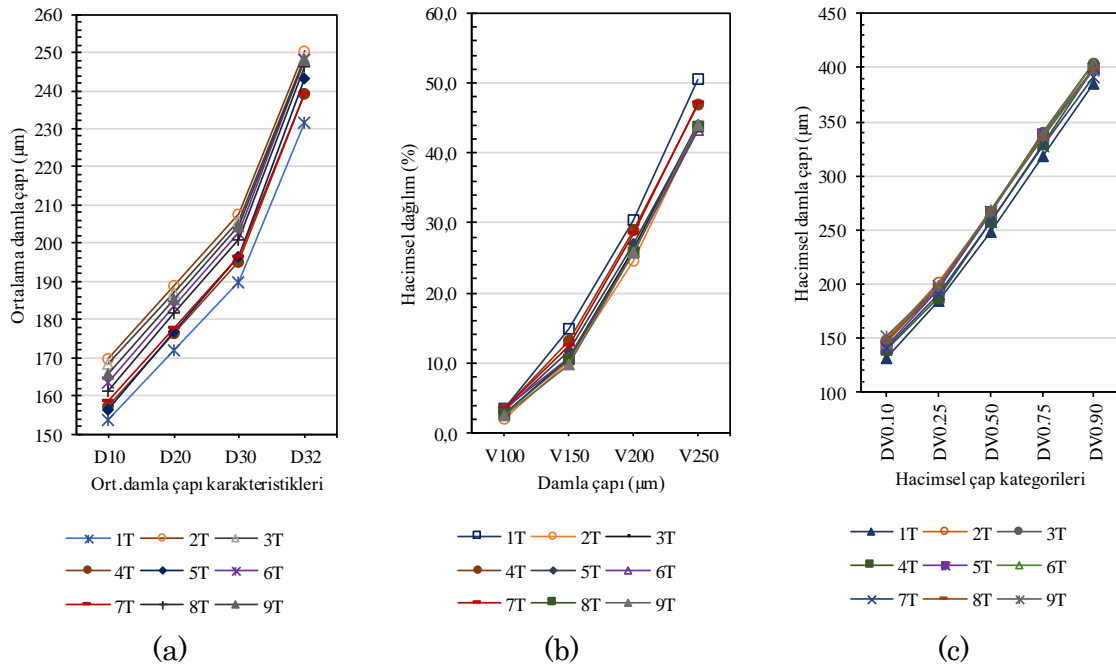
Örnekleme yüzeylerinde analiz edilen leke sayısı ve ölçülen minimum ve maksimum damlacık çapı değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çalışmada analiz edilen damlaların çapı 38-662 µm aralığında değişmiş ve her tekrarlı denemede yaklaşık 20.000 adet lekenin analizi yapılmıştır.

Çizelge 3. Analiz edilen damlacıkların çap değişim aralığı (µm) ve leke sayısı**Table 3.** Diameter variation ranges of analyzed droplets and number of spots

Uygulamalar	D_{min} (µm)	D_{maks} (µm)	Leke sayısı (adet)*
1T	37.6	590.5	21 973
2T	37.6	587.3	19 067
3T	37.7	613.6	19 400
4T	37.7	635.7	18 818
5T	37.7	565.0	21 015
6T	37.7	662.0	19 388
7T	37.7	610.0	18 429
8T	37.7	572.0	19 147
9T	37.7	566.3	16 854
Toplam	-	-	174 091

*: tekrarlı çalışmaların her birinde 10 adet WSP yüzeyinde analiz edilen leke sayısı (eliminasyondan sonra)

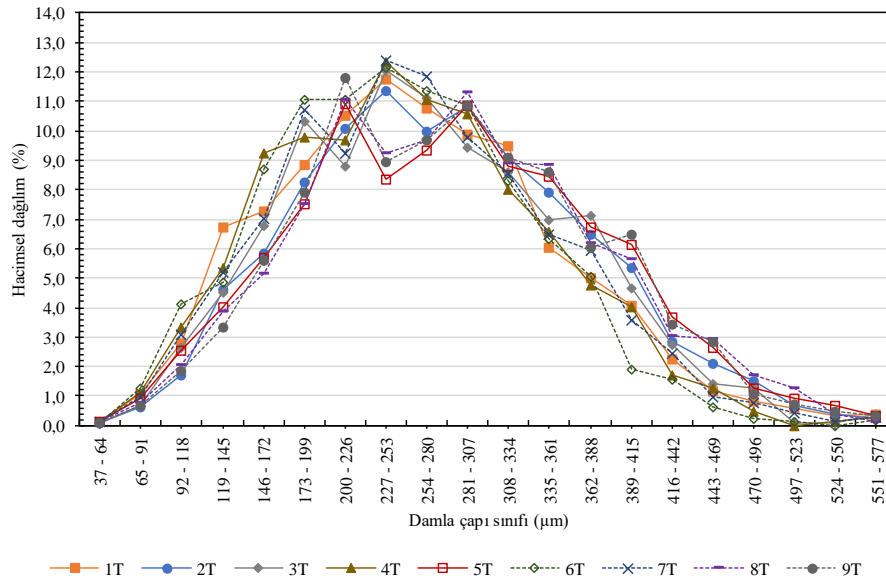
Ortalama damla çaplarının değişimi Şekil 2a'da gösterilmiş olup, küçükten büyüğe doğru D_{10} , D_{20} , D_{30} ve D_{32} olarak sıralanmıştır. Tekrarlı yürütülen denemelerde elde edilen çap değerleri birbirine yakın ve uyumlu bulunmuştur. Şekil 2b, sürüklenme riski yüksek olan damlaların hacimsel dağılım oranını göstermektedir. Tekrarlı denemelerin tümünde ince yapılı damlalar birbirine yakın oranlarda ölçülmüştür. Tekrarlı denemelerde hacimsel çap değerlerinin değişimi Şekil 3c'de gösterilmiştir. Buna göre damlaların hacimsel medyan çapı ($D_{V0.50}$) 249-267 µm aralığında ölçülmüştür.



Şekil 3. Damla çapı karakteristikleri (a) Ortalama damla çapları (b) 100, 150, 200 ve 250 μm 'den küçük çaplı damlaları hacimsel dağılımı (%) (c) Hacimsel çaplar ($D_{V0.10}$, $D_{V0.25}$, $D_{V0.50}$, $D_{V0.75}$, $D_{V0.90}$)

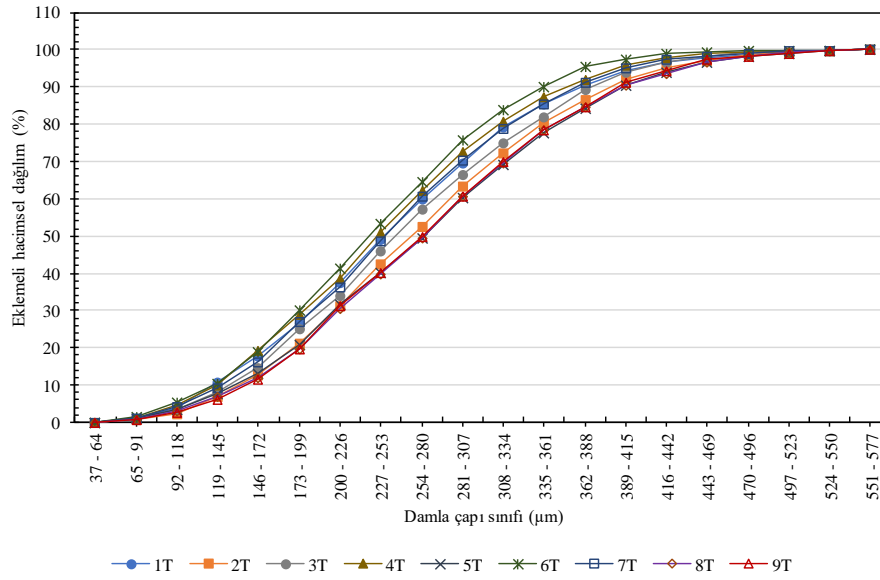
Figure 3. Droplet size characteristics (a) Mean droplet diameters (b) Volumetric distribution of droplets smaller than 100, 150, 200 and 250 μm in diameter (%) (c) Volume diameters ($D_{V0.10}$, $D_{V0.25}$, $D_{V0.50}$, $D_{V0.75}$, $D_{V0.90}$)

Şekil 4 ve Şekil 5’de gösterilen hacimsel dağılım eğrileri incelendiğinde tekrarlı denemeler arasında belirgin bir uyumun olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4. Damla çapı gruplarının hacimsel dağılımı (%)

Figure 4. Volumetric distribution of drop diameter groups (%)



Şekil 5. Damla çapı gruplarının eklemeli hacimsel dağılımı (%)

Figure 5. Cumulative volumetric distribution of drop diameter groups (%)

Damla homojenliği hakkındaki yaklaşımlar Çizelge 4'te verilmiştir. D_{32} çapı ile $D_{V0.50}$ çaplarının sayısal olarak birbirine yakın bulunmamıştır. RSF değerlerinin 1'e yakın olması damla spektrumunun normal dağıldığını göstermektedir. Damla homojenlik katsayısının (r) 1.4'ten daha büyük olması damla spektrumundaki damlaların homojen olmadığı anlamına gelmektedir. Ortalama %83.2 oranına sahip damla tekdüzelığı (H) incelendiğinde spektrumdaki damla boyut dağılımının homojen olmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. D_{32} ve $D_{V0.50}$ çapları ve damla homojenliği değerleri

Table 4. D_{32} and $D_{V0.50}$ diameters and drop uniformity values

Tekrarlı denemeler	D_{32} (µm)	$D_{V0.50}$ (µm)	RSF	r	H (%)
1T	231.7	248.8	1.016	2.01	83.0
2T	250.5	267.5	0.951	1.91	84.2
3T	248.5	264.5	0.971	1.92	83.9
4T	239.4	257.8	1.009	2.05	82.6
5T	243.3	267.3	0.960	2.15	82.1
6T	248.3	267.6	0.961	2.10	82.8
7T	239.4	256.7	0.976	2.02	83.2
8T	246.4	267.2	0.940	2.05	83.1
9T	248.1	266.9	0.925	1.93	83.8
Ort.±SS	244.0±6.1	262.7±6.7	0.967±0.030	2.02±0.08	83.2±0.7

Çizelge 5'de gösterilen korelasyon analizi sonuçlarına göre D_{32} ile $D_{V0.50}$ çapları arasında pozitif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Her iki çap değeri arttıkça RSF değeri azalma yönünde değişim göstermiştir. r ve H değerleri arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuş ve aralarında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Bazı damla çapı ve damla tekdüzeliğini tanımlayan değişkenler arasındaki ilişki (Pearson korelasyon katsayısı ve önem testi sonuçları)

Table 5. Correlation between some droplet size characteristics and variables defining drop uniformity (Pearson correlation coefficient and significant test results)

	<i>D_{V0.50}</i>	<i>RSF</i>	<i>r</i>	<i>H</i>
<i>D₃₂</i>	0.932 (0.000)**	-0.813 (0.008)**	-0.302 (0.429) ^{ns}	0.491 (0.180) ^{ns}
<i>D_{V0.50}</i>		-0.854 (0.003)**	0.007 (0.986) ^{ns}	0.188 (0.628) ^{ns}
<i>RSF</i>			0.189 (0.627) ^{ns}	-0.370 (0.317) ^{ns}
<i>r</i>				-0.957 (0.000)**

** : çok önemli; ^{ns} : önemsiz

Püskürtme denemeleri 80 l ha⁻¹ uygulama hacminde gerçekleştirildiğinde bazı WSP örneklerinde yüzey kaplama oranı %30 sınırının üzerinde çıkmıştır. Bu limit değeri aşıldığında damla boyut verilerinin potansiyel olarak hatalı olabileceği belirtildiğinden (Zhu *et al.*, 2011) yüzey kaplama oranı yüksek olan WSP görüntüleri analize dahil edilmemiştir.

WSP yüzeylerinde 50 µm'den daha küçük çaplı damlaların analiz edilemediği bildirilmiştir (Coates, 1996). Ancak bu durumun görüntü işleme sürecinde görüntüleme tekniği ve kullanılan yazılıma bağlı olarak değişebileceği tahmin edilmektedir. Nitekim bu çalışmada en küçük 38 µm çapındaki damlalar analiz edilmiştir. ISO 5682-1 (ISO 5682-1 Standard, 1996) standardına göre damla örnekleme çalışmalarında göre en az 2000 adet damlanın analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada manidar sayıda damlanın analiz edilmesi sağlanmıştır.

Tekrarlı denemelerde ortalamaya ait standart sapmanın düşük olması kontrol edilemeyen faktörlerin deneme verilerine olan etkisinin düşük olduğu anlamına gelmektedir. Analiz ve ölçme yönteminden kaynaklanan standart kabullerin belirsizliği çoğu zaman hata varyasyonunun artmasına neden olmaktadır. Ortalama damla çapları ve ince yapılı damlaların hacimsel dağılımları incelendiğinde tekrarlı denemeler arasında büyük bir uyumun olduğu dikkat çekmektedir. Toplam hacimde 100 µm'den küçük çaplı damlaların hacimsel oranı %2.0-%3.5 aralığındadır. Püskürtülen toplam hacimde damlacıkların bir kısmının hedefe ulaşmadan buharlaştığı veya WSP yüzeyindeki bazı küçük çaplı damlaların görüntü işleme tekniğinden dolayı ölçülemediği tahmin edilmektedir.

Pülverizatör memelerinde damla çapı kategorisi için hacimsel medyan çapı referans alınmaktadır (ASABE Standard, 2009). ASABE standardı ve pülverizasyon kategorisiyle ilgili literatür incelemesine göre bu çalışmada kullanılan meme tipiyle 300 kPa işletme basıncında orta yapılı damlaların üretildiği belirlenmiştir (Spandl, 2010; Hipkins and Grisso, 2014; Matthews *et al.*, 2014; Albuz[®], 2016; Wolf, 2017; Hypro[®], 2018; Lechler[®], 2018).

Damla spektrumunda *RSF* değerinin 1'den büyük olması damla boyut dağılımının normalden daha basık oluştuğunu göstermektedir. Dağılım her iki uca yayılarak genişlemiştir. *RSF* değerinin 1'den küçük olması dağılımın normale göre daha sivri oluştuğu ve damla boyutunun homojen bir yapıda olduğu anlamına gelmektedir.

Damla karakteristikleri arasındaki korelasyonların varlığı damla spektrumunu oluşturan pülverizasyon yapısının daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır.

SONUÇ

Bu araştırmada yapılan püskürtme denemeleri detaylı bir şekilde açıklanmış, leke analizi için takip edilen görüntü işleme basamakları belirtilmiş ve istatistiksel yöntemlere dayalı olarak pülverizasyon karakteristikleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda damla örnekleme için yapılan denemelerin tümü kontrollü şartlarda yürütülmüştür. Görüntü işleme operasyonları sistematik bir sıralamayla yapılmış ve analizler operatör kararından bağımsız şekilde standart bir yaklaşımla sürdürülmüştür. Pülverizasyon karakteristikleri istatistik esaslara dayanılarak yapılmıştır. Araştırmada kullanılan yöntemlerin içerikleri detaylı şekilde verilerek yazılım altyapısı için gerekli detaylar ayrıntılı olarak verilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre tekrarlı çalışmalar arasında tutarlı sonuçlar elde edilmiş ve bazı değişkenler arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda araştırmanın kapsamının genişletilmesi, ince, orta ve kaba yapıli damlalar içeren örnekleme çalışmalarının yapılması ve leke eliminasyon yöntemleriyle ilgili farklı yaklaşımların incelenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

YAZAR KATKISI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazımı tarafımda yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

- Al Heidary M, Douzals JP, Sinfort C and Vallet A (2014). Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. *Crop Protection*, 63: 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.006>.
- Albuz® (2016). Spray nozzles, *Albuz Catalogue* 2016. <http://albuz-spray.com> (01 April 2018).
- Annamalai K and Puri IK (2006). Combustion science and engineering. *CRC Press*, ISBN 9780849320712, p. 1184.
- ASABE Standard (2009). Spray nozzle classification by droplet spectra. *ANSI/ASAE S572.1*, MAR2009, p. 3.
- Arag® (2017). Nozzle holder, caps and nozzle tips catalogue (Revision). <http://www.aragnet.com> (01 December 2017).
- Bari F, Ahmad MM, Sherwani A and Wani AA (2019). Determining the influence of nozzle on droplet spectrum and pesticide deposition in cabbage against *Pieris brassicae* (Linn.). *J. Entomol. Zool. Stud.*, 7 (1): 270-277.

- Bete® (2019). Droplet size. *BETE Deutschland GmbH*, <https://www.bete-nozzles.com/services/nozzle-basics/droplet-size.html> (10 December 2019)
- Cerruto E, Failla S, Lomgo D and Manetto G (2016). Simulation of water sensitive papers for spray analysis. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 18 (4): 22-29.
- Çilingir İ ve Dursun E (2010). Bitki koruma makinaları. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Publication Number: 151, ISBN: 978975-482-867-2, Ankara-Türkiye, s. 248.
- Coates W (1996). Spraying technologies for cotton: Deposition and Efficacy. *Applied Engineering in Agriculture*, 12 (3): 287-296.
- Cooper JF, Jones KA and Moawad G (1998). Low volume spraying on cotton: a comparison between spray distribution using charged and uncharged droplets applied by two spinning disc sprayers. *Crop Protection*, 17 (9): 711-715.
- Cunha JPAR, Farnese AC and Olivet JJ (2013). Computer programs for analysis of droplets sprayed on water sensitive papers. *Planta Daninha*, 31 (3): 715-720. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000300023>.
- Fox RD, Derksen RC, Cooper JA, Krause CR and Ozkan HE (2003). Visual and image system measurement of spray deposits using water-sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 19 (5): 549-552. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.15315>.
- Fox RD, Salyani M, Cooper JA and Brazee RD (2001). Spot size comparisons on oil-and water-sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 17 (2): 131-136. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.5454>.
- Fritz BK, Hoffmann WC, Bagley WE, Kruger GR, Czaczuk Z and Henry RS (2014). Measuring droplet size of agricultural spray nozzles-measurement distance and airspeed effects. *Atomization Spray*, 24 (9): 747-760. <http://dx.doi.org/10.1615/AtomizSpr.2014008424>.
- Hassen NS and Sidik NAC (2018). Wind tunnel measurements on the effect of sprayer speed on the droplet size spectra. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 43 (1): 104-111.
- Hipkins P and Grisso RB (2014). Droplet chart / selection guide. Virginia Cooperative Extension, *Virginia State University*, Publication, 442-031.
- Hoffmann WC and Hewitt AJ (2005). Technical note: Comparison of three imaging systems for water-sensitive papers. *Applied Engineering in Agriculture*, 21 (6): 961-964. <https://doi.org/10.13031/2013.20026>.
- Huang Y and Thompson SJ (2011). Characterization of spray deposition and drift from a low drift nozzle for aerial application at different application altitudes. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 4 (4): 28-33.
- Hypro® (2018). Hypro nozzle catalogue. <http://www.hypro-eu.com> (01 April 2018).
- Hypropumps (2006). Spray tip catalog. <http://www.hypropumps.com> (01 December 2017).
- Ilica A and Boz AF (2018). Design of a nozzle-height control system using a permanent magnet tubular linear synchronous motor. *Journal of Agricultural Sciences*, 24: 374-385. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.456662>.
- ISO 5682-1 Standard (1996). Equipment for crop protection - Spraying equipment - Part 1: Test methods for sprayer nozzles. In *International Organization for Standardization; ISO: Geneva, Switzerland, 1996. 17 p.*
- Kruger GR, Klein RN and Ogg CL (2013). Spray drift of pesticides. *Nebreska Extension*. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1773/build/g1773.htm>. (01 December 2017).
- Lechler® (2018). Agricultural spray nozzles, 2018 US Catalog. <http://www.lechler.de> (01 April 2018).
- Lipiński AJ and Lipiński S (2020). Binarizing water sensitive papers - how to assess the coverage area properly? *Crop Protection*, 127: 104949. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104949>.
- Matthews G, Bateman R and Miller P (2014). Pesticide Application Methods, 4th ed.; *John Wiley & Sons: New York, NY, USA, p. 536*.
- Miller PCH, Tuck CR, Murphy S and da Costa Ferreira M (2008). Measurements of the droplet velocities in sprays produced by different designs of agricultural spray nozzle. *ILASS*, Sep. 8-10, 2008, Como Lake, Italy, *Paper ID ILASS08-00, p. 8*.
- Minaei S, Jafari M and Safaie N (2018). Design and development of a rose plant disease-detection and site-specific spraying system based on a combination of infrared and visible images. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20: 23-36.
- Minov SV (2015). *Integration of imaging techniques for the quantitative characterization of pesticide sprays*. PhD Thesis. Ghent University, Belgium & University of Burgundy, France, p. 247.

- Nascimento AB, de Oliveira GM, Fonseca ICD, Saab OJGA and Canteri MG (2013). Determination of the samples required of water-sensitive paper in experiments related spray technology. *Semina: Ciências Agrárias*, 34 (6): 2687-2696.
- Nuyttens D, Baetens K, De Schampheleire M and Sonck B (2007). Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. *Biosystems Engineering*, 97: 333-345.
- Nuyttens D, Baetens K, De Schampheleire M and Sonck B (2006). PDPA laser based characterisation of agricultural sprays. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 06 024. Vol. VIII. December, 2006.*
- Özluoymak ÖB and Bolat A (2020). Development and assessment of a novel imaging software for optimizing the spray parameters on water-sensitive papers. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168: 105104. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105104>.
- PES (2019). Understanding droplet size. <https://pesticidestewardship.org/pesticide-drift/understanding-droplet-size/> (01 December 2019)
- PNR (2019). Spray technology. <http://www.pnr.eu/wp-content/uploads/2017/05/Spray-Technology.pdf> (01 December 2019)
- Sæbø O and Wighus R (2009). Droplet sizes from deluge nozzles. *SP Fire Research AS, SPFR Report A15 107453: 1*, p. 38.
- Sanchez-Hermosilla J and Medina R (2004). Adaptive threshold for droplet spot analysis using water-sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 20 (2): 547-551.
- Sayinci B (2016a). Poliasetal (POM) meme plakalarının orifis geometrisinde üretim kusurlarının eliptik fourier tanımlayıcılarıyla tespiti. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1): 57-73.
- Sayinci B (2016b). Detection of shape manufacturing defects of flat fan-pattern nozzle orifices using elliptic fourier descriptors. *Tarım Bilim Dergisi - Journal of Agricultural Science*, 22 (3): 317-330. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001390.
- Sayinci B and Bastaban S (2011a). *Patates ilaçlamasında farklı tip püskürtme memelerinin damla taşınma etkinlikleri*. Iğdır University, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1 (1): 81-90.
- Sayinci B and Bastaban S (2011b). Spray distribution uniformity of different types of nozzles and its spray deposition in potato plant. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (2): 352-362. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.480>.
- Sayinci B, Bastaban S and Sánchez-Hermosilla J (2012). Determination of optimal spot roundness variation interval for droplet size analysis on water sensitive papers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14 (2): 285-298.
- Sayinci B, Çömlek R, Demir B and Çomaklı M (2019b). Effect of swirl plates on volumetric discharge rate and spray characteristics of hollow cone nozzles. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 34 (2): 103-110. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.664729>.
- Sayinci B, Demir B and Açık N (2019a). Pülverizatör memelerinde damla sıklığı ve pülverizasyon karakteristiklerinin tahminlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3): 458-465. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.573698>.
- Sayinci B and Kara M (2015). The effects of strainer types on flow characteristics of anti-drift (AD) and multi-range (LU) flat-fan nozzles. *Journal of Agricultural Sciences*, 21 (4): 558-571. <https://doi.org/10.15832/tbd.29680>.
- Schick RJ (2008). Spray technology reference guide: Understanding drop size. Bulletin No. 459C, *Spraying System Co.*, US, p. 36. https://www.spray.com/literature_pdfs/B459C_Understanding_Drop_Size.pdf (01 December 2019)
- SNP (2019). Measuring droplet size. <https://www.spray-nozzle.co.uk/resources/engineering-resources/droplet-size-measurements> (01 December 2019)
- Song L, Liu X, Liu X and Zhang H (2019). *Simulation and experimental study of static porosity droplets deposition test ring*. International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, IWAMA 2019, Advanced Manufacturing and Automation IX: 89-97. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2341-0_12.
- Spandl (2010). Comparing drift reduction technology. *Winfield Solutions, Shoreview, Minnesota*. <https://www.extension.umn.edu/agriculture/agpro-fessionals/cpm/2010>.
- Srivastava AK, Goering CE and Rohrbach RG (1993). Engineering Principles of Agricultural Machines. *ASAE Textbook Number 6*, ISBN 0-929355-33-4, p. 601.
- Toprak N, Sayinci B, Demir B, Köylü F and Çetin N (2019). *Determination of spray angle in sprayer nozzles using computer vision technique*. 2nd Cilicia International Symposium on Engineering and Technology (CISSET), 10-12 October 2019, Mersin-Turkey, pp. 25-29.

- Tuck CR, Ellis MCB and Miller PCH (1997). Techniques for measurement of droplet size and velocity distributions in agricultural sprays. *Crop Protection*, 16 (7): 619-628. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(97\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(97)00053-7).
- Wolf (2017). Educating applicators about droplet size. *Wolf Consulting & Research LLC*, <https://tpsalliance.org/pdf/topics/Wolf-2-TPSA-2012.pdf> (01 December 2017).
- Wolf RE and Daggupati NP (2009). Nozzle type effect on soybean canopy penetration. *Applied Engineering in Agriculture*, 25 (1): 23-30. <https://doi.org/10.13031/2013.25426>.
- Womac AR, Etheridge R, Seibert A, Hogan D and Ray S (2001). Sprayer speed and venturi-nozzle effects on broadcast application uniformity. *Transactions of the ASAE*, 44 (6): 1437-1444.
- Yağcıoğlu A (1993). Bitki Koruma Makinaları. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 508, Bornova, İzmir-Turkey, s. 338.
- Yeşildal F, Yakut K, Karabey A and Kabakuş A (2013). Hava destekli nozulda sprey karakteristiklerinin belirlenmesi. ULIBTK'13 19. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 9-12 Eylül, Samsun.
- Yıldız N and Bircan H (1994). Araştırma ve Deneme Metotları (II. Baskı). *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 305, Erzurum-Turkey, s. 260.
- Zeren Y and Bayat A (1995). Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 108, Adana-Türkiye, s. 351.
- Zhu H, Salyani M, and Fox RD (2011). A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76: 38-43.



Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tıbbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği)

Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU¹ Esra KAPLAN²*

¹Tarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60250, Tokat-TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, esra.gurel@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616

ÖZET

Salihli İlçesindeki tüketicilerin, tıbbi aromatik bitkilerden biri olan adaçayı tüketim durumu ve tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi bu çalışmada amaçlanmıştır. Bunun için oransal örnekleme ile belirlenen 272 tüketici görüşülmüştür. Araştırma kapsamında görüşülen bireylerin ortalama yaşı 36.07, %52.21'i kadın, %63.60'ı bekar ve ortalama geliri 2,634.77 TL/ay olduğu belirlenmiştir. Bireylerin tüketmeyi tercih etmede ilk sırada bulunan adaçayı tüketimi ayda 30.49 g'dır. Tüketicilerin adaçayı tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi için binary logit analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda %5 önem seviyesinde adaçayı tüketimini ürünün hasat vakti pozitif etkilediği belirlenmiştir. Yani adaçayı tüketenler tüketmeyenlere göre %12 oranında hasat vaktine önem vermektedir. %1 önem seviyesinde anlamlı bulunan tedavi amaçlı kullanma ve tat kattığı için kullanma tüketimle pozitif ilişkili olduğu gözlenmiştir. Tüketmeyi tercih edenlerdeki bir birimlik artış tedavi amaçlı kullanımı %17 oranında artırması söz konusudur. Adaçayı tüketenlerin %14'ü tat ve aromasını beğendiklerinden dolayı tükettiklerini belirtmişlerdir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 17.03.2020

Kabul tarihi: 18.04.2020

Online basım: 23.04.2020

Anahtar Kelimeler :

- Bilinç düzeyi,
- Binary logit analizi,
- Adaçayı,
- Tercih,
- Tüketme,

Alıntı için: Yüzbasioğlu R, Kaplan E (2020). Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tıbbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği). Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 63-73.

Evaluation of Medical Aromatic Plant Consumption Factors of Consumers in Salihli District of Manisa Province (Case of Sage)

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the consumption and consumption factors of sage, one of the medicinal aromatic plants of the consumers in Salihli district. For this purpose, 272 consumers determined by proportional sampling were interviewed. The average age of the interviewed individuals was 36.07, 52.21% was female, 63.60% was single and the average income was 2,634.77 TL / month. Sage consumption, which is in the first place in individuals' preference to consume, is 30.49 gr per month. Binary logit analysis was used to determine the factors affecting consumption of sage. As a result of the analysis, it was determined that sage consumption at 5% significance level had a positive effect on harvest time of the crop. In other words, those who consume sage give importance to harvest time at a rate of 12%. It was found to be positively associated with consumption because it contributes to therapeutic use and taste, which is significant at 1% significance level. A one-unit increase in those who prefer to consume is likely to increase therapeutic use by 17%. 14% of those who consumed sage stated that they consumed it because they liked its taste and aroma.

RESEARCH ARTICLE

Received: 17.03.2020

Accepted: 18.04.2020

Available online: 23.04.2020

Keywords :

- Consciousness Level,
- Binary Logit Analysis,
- Sage,
- Preference,
- Consumption

To cite: Yuzbasioglu R, Kaplan E (2020). Evaluation of Medical Aromatic Plant Consumption Factors of Consumers in Salihli District of Manisa Province (Case of Sage). Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 63-73.

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, insan sağlığını hastalıklardan korumak veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitki türleridir. Tıbbi bitkiler daha çok sağlık açısından beslenme, vücut bakımı gibi alanlarda kullanılırken, aromatik bitkiler, kozmetik alanında güzel koku, vücut bakımı ve yemeklerde ise tat ve aroma vermeleri için kullanılmakta ve tüketilmektedir (Heinrich ve ark., 2004 ; Bayram ve ark., 2010 ; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Tıbbi ve aromatik bitkiler Türkiye’de tam anlamıyla bilinmemekle birlikte, eczacılık ve bitkisel eğitim yani botanik eğitimi görmemiş kişiler tarafından çeviri, derleme şeklinde bilgilendirme amaçlı hazırlanan ya da gelenekselciliği öngören hekimlik uygulaması pek çok yerde rastlanmaktadır. Buna karşılık tıbbi bitkiler, hastalıklarda tedavi amaçlı kullanılmasının yanında, sağlıklı yaşamın sürekliliği için de destekleyici ve tamamlayıcı bitkisel ürün olarak tercih edildiği ifade edilmektedir (Dicle, 2010). Tüketicilerin çeşitli nedenlerden dolayı bilerek ya da bilmeyerek bir şekilde gündelik hayatlarında tıbbi ve aromatik ürünlerden en az bir kere kullanmaktadır.

Adaçayı bitkisi, eski çağlardan günümüze kadar tıbbi özellikleri kabul edilip bilinen ve Hipokrat, Dioscorides ve Theophrastus tarafından “elelisfakon” ve “sfakon” olarak isimlendirilen, tıbbi ve aromatik bitkiler arasında önemli görülen bitki olarak bilinmektedir. Aynı zamanda adaçayı bitkisi, Eski Mısır ve Çinlilerce insanoğlunun beyin fonksiyonlarını geliştirici bir bitki olarak görülmektedir. XII. yüzyılda Sinte Hillgarde adaçayını bitkisini her derde deva bir bitki olarak hatta

gerçek bir panzehir olarak tanımladığı kaynaklarda belirtilmektedir. Geçmişten günümüze ve halen kullanılmakta ve tüketilmekte olan adaçayı bitki (*Salvia sp.*) türleri atmıştan fazla hastalığın tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Bunlardan ise en soğuk algınlığı, çok ağrı kesici, bronşit, sara hastalığı, verem, kanamalar ve menstrual rahatsızlıkların tedavisinde kullanıldığı ifade edilmektedir (Rivera ve ark. 1994; Topçu 2006). Görüldüğü gibi adaçayı bitkisinin genellikle bitkisel çay olarak t ve et yemeklerine lezzet vermek amaçlı tüketilmesinin yanında birçok hastalığa da iyi geldiği bilinmektedir. Bu bağlamda çalışmanın önemi de yadsınamaz. Adaçayı bitkisinin 2015 yılında ihracat payı %3,6, üretimi 2.070 ton ve ihracatı 8 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında adaçayı bitkisi 19 ton tarla üretiminden 838 tonu ithalattan olmak üzere geriye kalanı ise kendiliğinden yetişen bitkinin doğadan toplama yöntemi ile elde edildiği bilinmektedir (Temel ve ark., 2018).

Çalışmanın amacı, tıbbi aromatik bitkilerden olan adaçayının tüketiminin yanında satın alma bilinç durumu ve tüketim alışkanlıklarının, satın almada bilinç seviyesinin de önemli olduğu tespitini ortaya koyabilmektir. Çalışma Manisa ili Salihli ilçesinde yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu araştırmanın materyalini, Manisa ili Salihli ilçesinde kentsel alanda bulunan tüketicilerden anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmuştur.

Verilerin Toplanması Aşamasında İzlenen Yöntem

Ana kitlenin en iyi düzeyde temsil edilecek örnek sayısının belirlenmesinde oransal örneklemeden yararlanılmıştır (Yamane, 2001).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)}$$

n= örnek büyüklüğü,

N= populasyon büyüklüğü (97.810),

p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için),

σ_p^2 = oran varyansı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için %90 güven aralığında çizelge değeri 1.65 ve %5 hata payı ile). Ana kitleyi oluşturan tüketicilerin özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 272 tüketici olarak bulunmuş ve örneğe alınan tüketiciler tesadüfi olarak belirlenmiştir.

Verilerin Analizi Aşamasında İzlenen Yöntem

Araştırmada tüketicilerin adaçayı tüketimini etkileyen faktörleri binary logit analizi yardımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Logit modelinde bağımlı değişken kukla ve tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Lojistik fonksiyon (LOGIT) genel fonksiyonel formülü (Gujarati, 1992);

$$F_i(\beta X_i) = \frac{\exp(\beta X_i + \varepsilon_i)}{1 + \exp(\beta X_i + \varepsilon_i)}$$

$F(\beta X_i)$ = İndex fonksiyonunu (I nci tüketiciler için gözlenen adaçayı tüketimi, tüketmeyenler için $j=0$; tüketenler için $j=1$)

β = Açıklayıcı değişkenlerin katsayı vektörünü

X_i = Tüketicilerin karakterlerini temsil eden açıklayıcı değişkenleri

ε_i = Hata terimini göstermektedir.

Tüketicilerin adaçayı tüketme olasılığı:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}}$$

P_i = Bağımlı değişkenin olma olasılığı

e = doğal logaritmadır.

$$Z_i = \beta X_i \quad Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_2$$

Adaçayı tüketme olasılığı ise $(1 \cdot P_i)$ formülü:

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{+z_i}}{1 + e^{-z_i}} = e^{z_i}$$

Adaçayı tüketme bahis oranı olan formülün doğal logaritması alınırsa aşağıdaki sonuca ulaşılır.

$$L_i = \ln \frac{P_i}{1 - P_i} \quad Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_2$$

Bahis oranının logaritması L , yalnız X 'e göre değil, ana kitle katsayılarına göre de doğrusaldır. L 'ye logit denir ve logit modeli formülden gelmektedir (Gujarati, 1992).

Açıklayıcı değişkenler, gözlemlenen değişkenlerden çıkartılmaktadırlar ve onların doğrusal bileşenleri olarak tahmin edilebilirler. J 'inci faktör olan F_j 'in genel tahmin eşitliği şu şekilde ifade edilebilir:

$$F_j = \sum_{i=1}^p [W_{ji} X_1 + W_j X_2 + \dots + W_{jp} X_p]$$

W_i : Açıklayıcı değişkenler skor katsayılarını

P : değişken sayısını göstermektedir.

Lojistik katsayılarını anlamak için, bir olayı olasılık oranı bakımından düşünmek gerekir (Akgül ve Çevik, 2005). Olasılık oranının doğal logaritması alınarak elde edilen lojistik regresyon modelinin parametrelerini tahmin ederken en yüksek olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi yaygın olarak kullanılır (Berenson ve Levine, 1996).

Lojistik modelde yer alan bazı değişkenler, kategoriler arası farklılıkları olasılık oranları olarak elde edilebilmek üzere kategorik değişkene çevrilmiştir. Yorumlamada kolaylık sağlanması açısından bağımsız değişkenlerin bazıları kukla değişken olarak modele alınmıştır.

Modele açıklayıcı değişken olarak kodlamalar şöyle yapılmıştır; tüketicilerin yaşı (sürekli değişken), cinsiyet (bayan ise 0, erkek ise 1 olarak kodlanmıştır), medeni durum (bekar ise 0, evli ise 1 olarak kodlanmıştır), eğitim durumu (lise ve lise altı ise 0, lise üstü ise 1 olarak kodlanmıştır), tüketicilerin aylık gelirleri (sürekli değişken), hanedeki fert sayısı (sürekli değişken), tıbbi ve aromatik bitki tanımı (biliyorsa 1 bilmiyorsa, 0 olarak kodlanmıştır), tedavi amaçlı kullanılma durumu (kullanılıyor ise 1, kullanılmıyor ise 0 olarak kodlanmıştır), tat katma durumu (kullanılmışsa 1,

kullanılmamışsa 0 olarak kodlanmıştır), haftalık satın alma durumu (satın alınıyorsa 1, alınmıyorsa 0 olarak kodlanmıştır), aylık satın alma durumu (satın alınıyorsa 1, alınmıyorsa 0 olarak kodlanmıştır), açıktan satın alma (satın alınıyorsa 1, alınmıyorsa 0 olarak kodlanmıştır), ambalajlı satın alma (satın alınıyorsa 1, alınmıyorsa 0 olarak kodlanmıştır), hasat zamanında toplanılmasına dikkat etme durumu (dikkat ediliyorsa 1, dikkat edilmiyorsa 0 olarak kodlanmıştır), kalitede ürün renginin önemi (önemliyse 1, önemli değil ise 0 olarak kodlanmıştır), kalitede ürün kokusunun önemi (önemliyse 1, önemli değil ise 0 olarak kodlanmıştır), ürünün tazelik durumu (tercih ediliyorsa 1, edilmiyorsa 0 olarak kodlanmıştır), ürün kurutma ortamının uygunluğu (önemli ise 1, önemli değil ise 0 olarak kodlanmıştır), ürünün kurutulma şekli (önemli ise 1, önemli değil ise 0 olarak kodlanmıştır), ürünün kurutma ortamının nem miktarına bakılma durumu (bakılıyor ise 1, bakılmıyor ise 0 olarak kodlanmıştır), aylık tüketilen tıbbi ve aromatik bitki miktarı (10 birim altında tüketiliyor ise 0, 11-99 birim arasında tüketiliyor ise 1, 100 ve üzeri birim tüketiliyor ise 2 olarak belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan, modele uygun tüketimle ilgili; Erdal ve Esengün, 2008; Onurlubaş ve Doğan, 2016; Onurlubaş vd.,2018 gibi birçok çalışmada bulunmaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tüketicilerin Genel Özellikleri

Araştırma kapsamında ankete katılan tüketicilerin bazı sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri Çizelge 1’de incelenmiştir. Tüketicilerin %52.21’i kadın, %47.79’u erkektir. Tüketicilerin %63.60’ı evli ve hanede ortalama 3.40 birey yaşamakta olup tüketicilerin yaş ortalamasının 36.06 olduğu Çizelge 1’den görülmektedir. Eğitim durumları incelendiğinde görüşülen tüketicilerin yarısından fazlasının (%55.15) lise ve lise altı eğitim gördükleri sonuçlar arasındadır. Tüketicilerin ortalama aylık geliri ise 2.634.768 TL/ay olarak hesaplanmıştır. Kılıçhan ve Çalhan (2015) Kayseri ilindeki bireylerin baharat tüketimini incelemiş ve araştırma kapsamında bireylerin %45.00’nin yoksulluk sınırında (1.528-4.094 TL /ay) gelire sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 1’de gruplar ve açıklamalar sütununda modelde kullanılan açıklayıcı değişkenler ve her bir değişkenin yanında parantez içinde değişkenin modeldeki kodlanmış şekli verilmiştir.

Tüketicilerin Tıbbi ve Aromatik Bitkiyi Kullanımı

Tüketicilerin evlerinde gıda, tedavi, bitkisel çay, koku ve tat katması için veya kozmetik, estetik gibi çeşitli amaçlar için kullandıkları tıbbi ve aromatik bitkileri tanıma bilme durumlarını belirlemek için tıbbi ve aromatik bitkilerin çeşitli tanımları anket yolu ile sorulmuştur. Sorulan sorular ve sorulara “evet tanım budur” diyenler Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin %68.75’inin tıbbi ve aromatik bitkinin tanımını doğru bildiği gözlenmiştir.

Çizelge 1. Tüketicilerin genel özellikleri ve bazı tanımlayıcı istatistikler
Table 1. General features of consumers and some descriptive statistics

Gruplar ve Açıklaması		Frekans	%	Ortalama	Standart Sapma
Bağımlı Değişken (Y)	Tüketiyorsa:1	232	85.29		0.355
	Tüketmiyorsa:0	40	14.71		
Yaş (YAS)				36.06	11.766
Gelir (ay/TL) (GELİR)				2.634.768	1265.159
Cinsiyet (CINSİYET)	Erkek:1	130	47.79		0.500
	Kadın:0	142	52.21		
Medeni Durum (MD)	Bekar:1	99	36.40		0.482
	Evli:0	173	63.60		
Eğitim Durumu (ED)	Lise ve lise altı mezunu olanlar:0	150	55.15		0.498
	Lise üstü mezunu olanlar:1	122	44.85		
Hanedeki fert sayısı (FERT)				3.40	1.512
Tıbbi ve Aromatik Bitkinin Tanımını Bilme Durumu (BILGI)	Doğru bilenler:1	187	68.75		0.464
	Doğru bilemeyenler:0	85	31.25		
Tedavi Amaçlı Kullanım Durumu (TEDAVI)	Kullanılıyor ise:1	87	31.99		0.467
	Kullanılmıyor ise:0	185	68.01		
Tat Vermek için Kullanma Durumu (TAT)	Kullananlar:1	77	28.31		0.451
	Kullanmayanlar:0	195	71.69		
Haftalık Satın Alma (HAFTA)	Satın alınıyorsa:1	29	10.66		0.309
	Satın alınıyorsa:0	243	89.34		
Aylık Satın Alma (AYLIK)	Satın alınıyorsa:1	152	55.88		0.497
	Satın alınıyorsa:0	120	44.12		
Açıkta Ürün Satın Alma Durumu (ACIK)	Alınıyorsa:1	40	14.71		0.355
	Alınıyorsa:0	232	85.29		
Ambalajlı Ürün Satın Alma Durumu (AMBALAJ)	Alınıyorsa:1	168	61.76		0.487
	Alınıyorsa:0	104	38.24		
Hasat Zamanına Dikkat Etme Durumu (HASATVAK)	Ediliyorsa:1	184	67.65		0.469
	Edilmiyorsa:0	88	32.35		
	Dikkat etmeyenler:0	170	62.50		
Kalite Kriterinde Ürün Kokusuna Dikkat Etme Durumu (KOKUSU)	Dikkat edenler:1	92	33.82		0.474
	Dikkat etmeyenler:0	180	66.18		
Kalite Kriterinde Ürünün Tazeliliğine Dikkat Etme Durumu (TAZELIK)	Dikkat edenler:1	125	45.96		0.499
	Dikkat etmeyenler:0	147	54.04		
Ürünün Kurutulma Ortamını Önemseme Durumu (ORTAM)	Önemseyenler:1	115	42.28		0.495
	Önemsemeyenler:0	157	57.72		
Ürünü Kurutma Şekline Dikkat Etme Durumu (KURSEKLI)	Dikkat edenler:1	96	35.29		0.479
	Dikkat etmeyenler:0	176	64.71		
Ürünü Kurutmada Nem Miktarına Dikkat Etme Durumu (NEMMIK)	Dikkat edenler:1	50	18.38		0.388
	Dikkat etmeyenler:0	222	81.62		
Tüketicilerin Aylık TAB Tüketim Miktarı (TMIKTAR)	10 birim altı tüketen:0	111	40.81		0.794
	11-99 birim arası tüketen:1	94	34.56		
	100 ve üzeri birim tüketen:2	67	24.93		

Çizelge 2. Tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitkiyi bilme veya tanıma durumu
Table 2. Consumers knowing or recognizing medicinal and aromatic plants

Sorulan Tanımlar	Frekans (Tanıma katılanlar)	%
Koku, renk ve tat bakımından tercih edilen bitkilere denir	187	68.75
Bütün bitkiler tıbbi bitkidir	85	31.25
Hastalıkları önlemek, sağlığı sürdürmek veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitkilerdir	187	68.75

Tüketicilerin %89.34'ünün tıbbi ve aromatik bitkiyi haftalık olarak tüketmediği, %55.88'inin ise aylık olarak tükettiği gözlenirken; aylık olarak tüketim yapan tüketicilerin de %40.81'inin 10 birim altında, %34.56'sının 11-99 birim arası, %24.93'ünün ise 100 birim ve üzeri tıbbi ve aromatik bitki tükettiği gözlenmiştir. Tüketilen tıbbi ve aromatik bitkiyi tat amaçlı olarak kullanan tüketicilerin oranı %28.31 iken; tüketicilerin herhangi bir rahatsızlığı için tedavi amaçlı tercih etme durumu %31.99'dur (Çizelge 1). Kocabaş ve Gedik (2016) araştırmalarında Kahramanmaraş ilinde etnobotanik bitkilerin tüketime sebep olan etmenleri incelemişler ve semt pazarlarında satılan etnobotanik bitkilerini; gıda, tedavi ve süs amacıyla kullanıldığı sonucuna varmışlardır. Demirçivi ve Altaş (2016) Aksaray Üniversitesinde okuyan 400 öğrenciye uyguladıkları anket sonucunda baharat satın alırken dikkat edilen ilk üç ölçek olarak; tazelik, koku ve tat olarak bulmuştur. Çelik (2014), Konya ilinde bulunan aktarlara yaptığı çalışması sonucunda tıbbi ve aromatik bitkiyi en çok ek gıda, baharat, enerji amaçlı (%36.5) sattıklarını ortaya koymuştur. Hindistan'da Arya ve ark. (2012), yaptıkları çalışmalarında tüketicilerin %78.4'ü tıbbi ve aromatik ürünleri sağlık için tükettiği sağlıklı bulduğu sonucuna varmışlardır. Yani yurt içinde yapılan araştırma sonucunda kullanım nedenleri benzerlik gösterirken yurt dışındaki araştırmalarda kullanım farklılıkları âşikar olarak gözükmektedir.

Tüketicilerin Adaçayı Kullanımı

Çizelge 3'de tüketicilerin yoğun olarak tüketmeyi tercih ettikleri bitkiler verilmiştir. Tüketicilerin en fazla tüketmeyi tercih ettikleri sırasıyla adaçayı (%85.29), nane (%74.26), kekik (%73.53), ıhlamur (%70.96) ve sarımsak (%68.75) olarak gözlenmiştir. Dicle, 2010 yılında İzmir ilinde yapılan benzer bir çalışmada ankete katılan tüketicilerin çoğunluğunun (%85.42) en fazla tarçın tükettiği ve bitkisel çayları da en fazla kış aylarında tüketmeyi tercih ettikleri sonuçlar arasındadır. Ankara merkez ilçede kadınların baharat kullanımı üzerine yapılan bir başka çalışmada da kadınların %83.5'i kırmızı pul biber tükettikleri belirlenmiştir (Demircioğlu ve ark., 2007). Kahramanmaraş ilinde aktarlar ile yapılan çalışmada aktarların en fazla sattığı, tüketicilerin en fazla tükettiği tıbbi ve aromatik baharat türü olarak, nane, kekik ve ıhlamur olarak belirlemişlerdir (Akbulut ve Özkan, 2016).

Tüketicilerin %84.56'sı adaçayı kuru olarak tüketmektedir. Tüketicilerin %4.78'i adaçayını kendi üretmektedir.

Çizelge 3. Tüketicilerin tüketmeyi tercih ettikleri ilk on tıbbi ve aromatik bitki
Table 3. Top ten medicinal and aromatic plants preferred by consumers

Kullanılan Bitkiler	Frekans	%
Adaçayı	232	85.29
Nane	202	74.26
Kekik	200	73.53
Ihlamur	193	70.96
Sarımsak	187	68.75
Isırgan	167	61.40
Dereotu	159	58.46
Ebegümece	135	49.63
Kimyon	129	47.43
Çörekotu	125	45.96

*Birden fazla seçenek tercih edilmiştir.

Tüketiciler adaçayı bitkisini satın alırken bazı özelliklere dikkat etmektedirler. Tüketicilerin %67.65'inin hasat zamanına, %61.76'sının ürünün ambalajlı olarak satılmasına, %45.96'sının tazelik durumuna, %42.28'inin ürünün kurutulma ortamına dikkat ettiği sonuçlar arasındadır. Tüketicilerin bir kısmı ise %62.50'sinin ürünün rengine, %64.71'inin ürünü kurutma şekline, %66.18'inin ürünün kokusuna, %81,62'sinin ürünü kurutmada nem miktarına ve %85.29'unun açıkta ürün satın alma durumuna dikkat etmedikleri gözlenmiştir.

Tüketicilerin Adaçayı Tüketimini Etkileyen Faktörler

Salihli ilçesi kentsel alanda yaşayan tüketicilerin bölgede tüketimi fazla olan tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfında yer alan bitkisel çay çeşidi olarak tüketilen adaçayı bitkisinin tüketimini etkileyen bazı faktörler binary logit modeli ile analiz edilmiş ve Çizelge 4'te analiz sonuçları verilmiştir.

Analiz sonucunda %5 önem seviyesinde adaçayı tüketimini ürünün hasat vakti pozitif etkilediği belirlenmiştir. Yani adaçayı tüketenler tüketmeyenlere göre %12 daha fazla hasat vaktine önem vermektedir. Başka bir ifade ile satın alınacak adaçayının hasat vaktine dikkat edenler etmeyenlere göre %12 daha fazla adaçayı tüketmektedir.

%1 önem seviyesinde anlamlı bulunan tedavi amaçlı ve tat kattığı için kullanmayı tercih edenler adaçayı tüketimini pozitif yönlü etkilediği gözlenmiştir. Tedavi amaçlı kullananlar kullanmayanlara göre adaçayı tüketim olasılığı %17 daha fazladır. Tat ve koku amaçlı adaçayı tüketimini tercih edenler tercih etmeyenlere göre adaçayı tüketim olasılığı %14 daha fazladır.

Çizelge 4. Tüketicilerin adaçayı tüketimini etkileyen faktörlerin binary logit model sonucu

Table 4. Binary logit model result of factors affecting consumers' sage consumption

	Kat Sayı	Standart Hata	z	z >Z*	Marjinal Etki
Sabit	0.796	1.201	0.66	0.507	
YAS	-0.027	0.021	-0.13	0.899	0.001
CINSİYET	-0.224	0.399	-0.56	0.574	-0.022
MD	-0.556	0.451	-1.23	0.218	-0.057
ED	-0.359	0.417	-0.86	0.390	-0.036
GELİR	0.659	0.000	0.37	0.715	0.653
FERT	-0.170	0.115	-1.48	0.140	-0.077
BILGI	-0.091	0.429	0.21	0.833	-0.009
TEDAVI	1.913***	0.536	3.57	0.000	0.167***
TAT	1.700**	0.699	2.43	0.015	0.135***
TMIKTAR	-0.162	0.422	0.39	0.700	-0.016
HAFTA	0.189	0.850	0.22	0.824	0.018
AYDA	0.238	0.545	0.44	0.662	0.024
ACIK	-0.505	0.638	-0.79	0.429	0.054
AMBALAJ	0.628	0.477	1.32	0.188	0.064
HASATVAK	1.096**	0.514	2.13	0.033	0.116**
KOKUSU	-0.178	0.563	-0.32	0.751	-0.018
TAZELIK	-0.059	0.517	-0.11	0.910	-0.058
ORTAM	0.101	0.575	0.18	0.861	0.107
KULSEKLI	0.875	0.744	1.18	0.239	0.081
NEMMIK	-0.968	0.775	-1.25	0.211	0.010
Not: ***, **, * ==> Önem seviyesinde temsili %1, %5, %10					
Log likelihood function : -87.608, Khi kare [20 d.f.]: 51.945,					
Restricted log likelihood: -113.580, Hosmer-Lemeshow khi-kare: 40.939,					
Önem Seviyesi: 0.000, McFadden Pseudo R-kare: 0.229					

SONUÇ

Bu çalışmada, muhafaza sürelerine göre domates meyvelerinde hem boyutsal olarak hem de ağırlık olarak azalmalar gözlenmiştir. Olgunlukla artan yüzey alanı değerleri muhafaza süresi arttıkça azalmıştır. Muhafaza süresi artışıyla L* parlaklık değerlerinde matlaşmalar oluşmuştur. Meyvelerin kabuk ve kabuk altından belirlenen a* ortalama değerleri olgunlukla artarken, meyve kabuğunda ölçülen b* değerleri muhafaza süresi arttıkça azalmaktadır. Olgunluk arttıkça domates meyvelerinde deformasyonun olabilmesi için ezilme miktarı artar ve ürünlerin deforme olabilmesi için gerekli kuvvet azalırken, ezilme miktarının artması domates meyvelerinin daha fazla esnek olduğunu göstermektedir. Muhafaza süresi arttıkça sürtünme katsayısı değeri de artmakta, olgunluk arttıkça domates meyvelerinin pH ve TA değerleri de artmaktadır. Elde edilen sonuçlar, pazara sunulan ya da işlenecek olan ürünlerin kalitesi bakımından hasat döneminin doğru belirlenmesi ve muhafaza süresinin artırılmaması gerektiğini göstermektedir. Domates meyvelerinin farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edildiğinde fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde görülen farklılıkların domatesin ticari kullanımı ve tüketici istekleri bakımından önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu anlamda, elde edilen veriler

ürünlerin işlenmesinde önemli etkiye sahiptir ve yapılacak tesis, sistem ve kullanılacak makine ve ekipmanların tasarımı, kurulumu ve işletilmesi açısından katkı sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak, makalenin planlanmasında: Rüveyda Yüzbaşıoğlu ve Esra Kaplan
 Çalışmanın yazımı: Rüveyda Yüzbaşıoğlu ve Esra Kaplan
 Çalışmanın anket çalışması ve verilerin toplanması: Esra Kaplan
 Çalışmada anket verilerinin değerlendirilmesi ve verilere analizin uygulanması:
 Rüveyda Yüzbaşıoğlu
 Makalenin son şeklinin verilmesinde Esra Kaplan katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Akgül A, Çevik O (2005). İstatistiksel analiz teknikleri. *Emek Ofset Ltd. Şti. 2. Baskı. s. 428. Ankara.*
- Akbulut S ve Özkan ZC (2016). Herbalist-customer profile in medicinal and aromatic herbs trade: A case study of Kahramanmaraş, Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16 (1): 246-252.*
- Arya V, Thakur R, Kumar S and Kumar S (2012). Consumer buying behaviour towards ayurvedic medicines/products in Joginder nagar a survey. *Ayurpharm-International Journal of Ayurveda and Allied Sciences, 1 (3): 60-64.*
- Bayram E, Kırıcı S, Tansı S, Yılmaz G, Arabacı O, Kızıl S ve Telci İ (2010). *Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin arttırılması olanakları.* Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 437-456, 11-15 Ocak, Ankara.
- Berenson ML and Levine DM (1996). Basic business statistics concepts and applications. Sixth edition, p. 837. *Prentice-Hall International. New York.*
- Çelik Y (2014). A study on the socio-economic structures of aktars in Konya province. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1 (3): 369-376.*
- Demircioğlu Y, Yaman M, Şimşek I (2007). Kadınların baharat kullanım alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *TSKY Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6 (3): 161-168.*
- Demirçivi BM ve Altaş A (2016). Üniversite öğrencilerinin baharatlara ilişkin bilgileri ve tüketim tercihleri: Aksaray. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 4 (4): 88-112.*
- Dicle M (2010). *İzmir ili Bornova ilçesinde tıbbi bitkilere ilişkin tüketici davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma.* Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. s. 89. İzmir.
- Faydaoğlu E ve Sürücüoğlu MS (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 52-67.*
- Gujarati ND (1992). Essential of econometrics. Mc Graw Hill. New York. 1999. Temel Ekonometri. Çeviren: Şenesen Ü, Şenesen GG. *Literatür Yayıncılık, İstanbul.*
- Heinrich M, Barnes J, Gibbons S and Williamson EM (2004). Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy. *Churchill Livingstone, Edinburgh.*
- Kılıçhan R ve Çalhan H (2015). Mutfakların sihri baharat: Kayseri ilinde baharat tüketim alışkanlıklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies 3(2): 40-47.*

- Kocabaş YZ ve Gedik O (2016). Kahramanmaraş il merkezi semt pazarlarında satılan bitkiler hakkında etnobotanik araştırmalar. *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (4): 41-50.
- Gül, M, Osman A ve Sıtkı BS (2014). Determining the costs, production inputs and profit of thyme production enterprises in Denizli province of Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (4): 562 – 569.
- Yamane T (2001). Temel örnekleme yöntemleri. Çevirenler: Esin A, Aydın, Bakır MA, Gürbüzel E, *Literatür Yayıncılık*, İstanbul.
- Temel M, Tınmaz AB, Öztürk M ve Güngüz O (2018). Dünyada ve Türkiye’de tıbbi aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 21(Özel Sayı): 198-214.



Kurutma sıcaklıklarının Mantarın (*Agaricus bisporus* L.) Rehidrasyon, Model, Kuruma Performansı ve Yüzey Alanı Değerlerine Etkisi

Muhammed TAŞOVA^{1a*}, Mustafa GÜZEL^{1a}

^a *Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tokat-TÜRKİYE*

(*): Sorumlu yazar. muhammed.tasova@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616; Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Ülkemizde mantar en önemli tarımsal ihracat ürünleri arasında yer alan ve aynı zamanda hem kullanım alanı çeşitliliği hem de sağlık değerleri açısından oldukça popüler bir üründür. Mantar, bünyesinde %90-95 gibi yüksek bir nem barındırmasından dolayı taze olarak uzun süre saklanamadan kısa süre içerisinde bozulmaktadır. Kurutma işlemi ile tarımsal ürünlerin bünyelerindeki yüksek nem miktarını ticari nem seviyelerine kadar düşürülerek bozulması engellenmekte ve alternatif ürün seçeneği haline almaktadır. Bu çalışmada, kültür mantarı 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda 12.54±1.21 kuru baz (k.b.) değerinden 0.13±0.02 (k.b.) son nem değerine kadar kurutulmuştur. 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarında kurutulan mantar örneklerinin ortalama kuruma süreleri sırasıyla 9, 7.5 ve 4.5 saat olarak belirlenmiştir. İşlenen tüm kuruma modelleri arasında mantar örneklerinin kuruma verilerini en iyi 70°C sıcaklıkta Wang ve Singh eşitliği tahmin etmiştir. Farklı sıcaklık değerlerinde kurutulan mantar örnekleri sırasıyla 20, 40 ve 70°C sıcaklıklarındaki su banyosu ortamlarının rehidrasyon oranlarına etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. En yüksek rehidrasyon oranı 1.84 ile 70°C sıcaklıkta yapılan su banyosunda ve 50°C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük rehidrasyon oranı ise 0.19 ile yine 70°C sıcaklıkta yapılan su banyosu işleminde ve 60°C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde bulunmuştur. Kurutma sıcaklıklarının yine mantar örneklerinin toplam alan değişim oranlarını etkilediği (p<0.05) görülmüştür. En yüksek alan değişim oranı %53.45 ile 70°C sıcaklığında kurutulan mantar örneklerinde belirlenirken en düşük ise %50.82 ile 50°C sıcaklık değerinde kurutulan örneklerde belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 16.03.2020
Kabul tarihi: 22.04.2020
Online basım: 01.05.2020

Anahtar Kelimeler :

- Mantar,
- Kurutma işlemi,
- Sıcaklık,
- Kuruma kinetiği,
- Alan değişimi,

Alıntı için: Taşova M, Güzel M (2020). Kurutma Sıcaklıklarının Mantarın (*Agaricus bisporus* L.) Rehidrasyon, Model, Kuruma Performansı ve Yüzey Alanı Değerlerine Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 74-84.

The Effect of Drying Temperatures on Rehydration, Model, Drying Performance and Surface Area Values of Mushroom (*Agaricus bisporus* L.)

ABSTRACT

Mushroom is one of the most important agricultural export products in our country and at the same time, it is a very popular product both in terms of usage area and health values. The mushroom spoils in a short time without being stored fresh for a long time due to its high humidity of 90-95%. With the drying process, the degradation of agricultural products is lowered down to commercial humidity levels and thus it becomes an alternative product option. In this study, the cultivated mushroom was dried from 12.54 ± 1.21 dry base (d.b.) to 0.13 ± 0.02 (d.b.) final humidity at 50, 60 and 70°C. Average drying times of mushroom samples dried at 50, 60 and 70°C were determined as 9, 7.5 and 4.5 hours, respectively. Wang and Singh equation estimates the drying data of mushroom samples among all drying models processed at the best 70°C temperature. It has been found that the effect of the fungus samples dried at different temperatures on the rehydration rates of water bath environments at 20, 40 and 70°C respectively. The highest rehydration rate was determined in the water bath made at a temperature of 1.84 and 70°C and mushroom samples dried at 50°C. The lowest rehydration rate was found in the water bath process at 70 °C with 0.19 and in mushroom samples dried at 60°C. It was observed that drying temperatures also affected the total area change rates of mushroom samples ($p < 0.05$). The highest field change rate was determined in the fungi samples dried at 70°C with 53.45%, while the lowest was determined in the samples dried at 50°C with 50.82%.

RESEARCH ARTICLE

Received: 16.03.2020

Accepted: 22.04.2020

Available online: 01.05.2020

Keywords :

- Mushroom,
- Drying process,
- Temperature,
- Drying kinetic,
- Area change

To cite: Taşova M, Güzel M (2020). The Effect of Drying Temperatures on Rehydration, Model, Drying Performance and Surface Area Values of Mushroom (*Agaricus bisporus* L.). Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 74-84.

GİRİŞ

Sinyal işleme uygulamalarında, veriler toplanıp ölçüm ve değerlendirmesi yapıldıktan sonra, başka bir cihaz tarafından okunması şeklinde işletilmektedir. Bu olay elektronik bir ortamdan farklı bir elektronik ortama taşınmasına rağmen, görüntü işleme uygulamalarında farklılık göstermektedir (Gonzalez ve Woods, 2005). Görüntülerin bilgisayar ortamında analiz edilmesiyle de görüntülerdeki nesnelerin içeriği detaylandırılmaktadır. Görüntü işleme uygulamaları detaylandırma aşaması ile tamamlanmaktadır (Jähne, 2005). Görüntü işleme uygulamaları tarım, gıda, ilaç, otomotiv gibi birçok sektör ve alanda uygulanmaktadır. Gıda alanında uygulanan görüntü işleme tekniği gerçek zamanlı veya asekron olmak üzere ürünlerdeki mikrobiyel gelişimi, renk, fiziksel özellikler ve kalite kriterleri izlenerek önlemlerin alınmasında ve isteğe özgü özelliklerin sağlanmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Tarımsal ürünlerin yapılarında yaklaşık %75-95 aralığında bir nem seviyesine sahiptirler. Bu yüksek nem, ürünlerin uzun süre taze olarak saklanamadan kısa süre

içerisinde fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kayıplara sebebiyet vererek hızla bozulmasına yol açmaktadır. Bu olumsuzluğu azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için eskiden beri uygulanan kurutma işlemi ile ürünler uzun süre bozulmadan ve ekonomik bir şekilde muhafaza edilebilir (Doymaz, 2011; Ghanbarian ve ark., 2019).

Enerji tüketim maliyetinin olmaması ve teknik bilgi gerektirmemesinden dolayı ürünler genellikle güneş veya gölge (Panagopoulou ve ark. 2019, Asma yaprağı; Maseko ve ark., 2019 *Amaranthus cruentus*) altında kurutulmaktadır. Bu yöntemlerde kuruma süresinin uzun ve son kalite değerlerinde ciddi kayıplar meydana gelmektedir (Xio ve ark., 2015; Wang ve ark., 2018). Bununla beraber, açıkta kurutma yöntemlerinde, güneşten gelen kızılötesi ışınların ürünlerde kansorejen etki oluşturmaya ve çevreden gelen tarımsal ilaç, toz gibi zararlı gazlarında ürünlere bulaşma ihtimali vardır. Olumsuz bu durumları kontrol edebilmek için kurutulan ürünlerin kapalı ortamlarda ve/veya kurutma şartlarının ürüne özgü ayarlama olanağı bulunan yapay kurutucularda kurutulmaları daha uygundur. Kurutma yöntemlerinden bazıları ise konvansiyonel sıcak hava (Taşova, 2019), mikrodalga (Cucurullo ve ark., 2018), vakum (Viji ve ark., 2019), ve hibrit kurutucular (Ananno ve ark., 2020)'dir. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı konvansiyonel sıcak hava kurutucularıdır. Piyasada kurutulmuş ürün yelpazesi ve talebi her geçen gün sürekli artmaktadır. Bu durum hem konuyla ilişkili alternatif iş kollarının artmasına, hem de kuru ürün arayışlarını hızla geliştirmektedir.

Kurutulmuş ürün yelpazesi dünyada sürekli gelişen ve popüler hale gelen bir sektördür. Kurutulmuş ürünler arasında ise en fazla tüketilenlerden biriside mantardır. Mantarın kurusu özellikle çorbalarda kullanımı oldukça fazla tercih edilmektedir. Bunun yanında probiyotik, β -glucan polisakkariti (Aida, Shuhaimi, Yazid ve Maaruf, 2009; Palacios ve ark., 2011), yüksek seviyede protein ve esansiyel aminoasitler (Mattila, Salo-Väänänen, Könkö, Aro ve Jalava, 2002), ve düşük seviyede ise polifonol ve antioksidan maddeleri bulunmaktadır (Palacios ve ark., 2011; Yılmaz ve Bastıoğlu, 2020).

Bu çalışmada, etüv kurutucuda 50, 60 ve 70°C sıcaklarında kurutulan mantarın kuruma seyri boyunca değişen alan değerleri görüntü işleme yöntemi ile tespit edilmiş ve mantarın son nem değerleri, kuruma süreleri, en uygun ince tabakalı kuruma modeli, rehidrasyon oranı değerleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Kurutulan Ürün

Kurutma çalışmasında kullanılan mantar Tokat ilinde bulunan yerel bir marketten satın alınmıştır. Çalışma sonlanana kadar Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi kurutma laboratuvarındaki $+4\pm 0.5$ °C sıcaklıktaki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Nem içeriğinin tespiti

Nem içeriğinin belirlenmesi için ortalama 20 ± 0.7 g yaş örnek kullanılarak 70 °C sabit sıcaklığa ayarlanmış etüvde ağırlık değişimi olmadığı ana kadar kurutulmuştur (Abuska ve Doğan, 2010).

Kurutma işlemleri

Mantarın kurutulması işleminde 50, 60 ve 70°C sıcaklık değerleri kullanılarak sap kısımları şapkadan ayrılmış ve oyuk kısımları yukarıya gelecek şekilde tabaklara yerleştirilmiştir. Daha sonra yaş baza göre %10 nem seviyelerine kadar kurutulmuş ve ağırlık değişimini izleyebilmek için mantarlar belirli aralıklarda çıkartılıp 0.01 g hassasiyetli terazi ile tartılmıştır.

İnce tabakalı kuruma modelleri

Kurutma işlemleri seyrince mantarlardan uzaklaşan nem değerleri alınabilir nem oranı (ANO) değerlerine 1 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Yağcıoğlu, 1999).

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} \quad (1)$$

Burada;

ANO: Üründen ayrılabilir nem oranı

M: Ürünün herhangi bir t anındaki nem içeriği

M_e: Ürünün denge nemi

M_o: Ürünün başlangıç nem içeriği

Kurutma sıcaklıkları için ayrı ayrı belirlenen ANO değerleri literatürde yaygın olarak kullanılan Jana ve Das, Lewis, ve Wang ve Singh ince tabakalı matematiksel kuruma modelleri seçilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kullanılan modellere ait eşitlikler

Table 1. Equations for the models used

Model ismi	Eşitlik	Kaynak
Jena ve Das	$ANO = h \cdot \exp(-j \cdot (t^k)) + (m \cdot t)$	Jane ve Das (2007)
Lewis	$ANO = \exp(-k \cdot t)$	Lewis (1921)
Wang ve Singh	$ANO = 1 + k \cdot t + h \cdot t^2$	Wang ve Singh (1978)

Çizelge 1'e göre, eşitliklerdeki h, j, m ve k modellere ait katsayıları belirtirken, t ise süreyi temsil etmektedir.

Rehidrasyon oranına ait veriler

Kurutulan mantarların tekrar su alma kapasitelerinin oldukça yüksek olması istenir. Bu durum kuru ürünün kullanıldığı gıda ortamına aromasını ve tadını iyi bırakması arzu edilir. Aynı zamanda su alarak tekrar taze ürünün şekil ve boyutsal özelliklerini geri kazanması beklenir. Kurutulan gıdaların rehidrasyon kinetiğinin araştırıldığı çalışmalarda rehidre için kullanılan suyun sıcaklığı da toplam rehidrasyon parametrelerini (rehidrasyon, hızı, oranı, kapasitesi) önemli seviyede etkilediği belirtilmektedir. 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda kurutulan örnekler sırasıyla 20, 40 ve 70°C su banyosu ortamında ağırlık değişimi sabitlene kadar bekletilmiştir. Su banyosu işlemi Şimşek Laborteknik marka-Türkiye SBD309 model cihazda gerçekleştirilmiştir. Kurutulan mantar örneklerinin rehidrasyon oranı eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Ertekin ve Yaldız, 2004).

$$RO = \frac{M_2}{M_1} \quad (2)$$

Burada;

M_2 herhangi bir t süresi anındaki nemli ağırlığı, M_1 ise kurumuş haldeki başlangıç ağırlığını temsil etmektedir.

Görüntü işleme

Mantar görüntülerinin alan değerlerinin hesaplanmasında, Java tabanlı ImageJ programı kullanılmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulan mantar örneklerine ait görüntülerde, açı ve mesafe etkisinin kontrolünü her görüntü içerisinde önceden uzunluğu ölçülmüş referans çizgiler kullanılarak ve ölçeklendirme işlemi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Çekilen fotoğraflardaki mantar görüntülerini diğer cisimlerden ayırmak için eşikleme (threshold) işlemi yapılmış, mantar görüntüleri yalnızlaştırılarak referans çizgilere göre piksel başına alan sayıları hesaplatılarak alan değerleri tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mantarın kuruma performansı

Yapılan nem tayinin işleminde mantarın yaş baza göre nem içeriği %92.90 olarak belirlenmiş ve bu değer % 9-13 nem seviyelerine kadar kurutulmuştur. Baydaş ve Altuntaş (2019) çalışmalarında kuruttukları mantar örneklerinin son nem değerlerini yaş baza göre %9-12 nem aralığına kadar düşürmüşlerdir. Kurutma sıcaklıklarında belirlenen meyvelere ait ortalama kuruma süreleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Meyvelere ait ortalama kuruma performans değerleri

Table 2. Average drying performance values of fruits

Kurutma sıcaklığı (°C)	Son nem değeri (y.b.)	Kuruma süresi (saat)
50	12.93	9
60	9.32	7.5
70	12.05	4.5

Çizelge 2’ye göre, kurutma sıcaklıklarının mantar örneklerinin kuruma süresi ve son nem değerlerini etkilediği görülmüştür. Örnekler arasında en uzun kurutma işlemi 9 saat sürerken en kısa ise 4.5 saat sürdüğü belirlenmiştir. 60 ve 70°C sıcaklıklarda kurutulan mantar örnekleri 50°C sıcaklığa göre sırasıyla %16.66 ve %50 oranlarında kuruma sürelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Liu ve ark. (2019), yaptıkları mantar kurutma çalışmasında kurutma sıcaklığı, dilim kalınlığı ve hava hızı parametrelerinin örneklerin kuruma sürelerinin önemli sevide etkilediğini belirlemişlerdir. Çalışmada 65 ve 75°C değerlerinde kurutulan mantar örneklerinin 55°C sıcaklık değerine göre sırasıyla, %31.25 ve %56.25 oranlarında kuruma sürelerinin azaldığı görülmektedir. Shishir ve ark. (2019), çalışmalarında 60 ve 70°C sıcaklıklarda kuruttukları şiteyk mantar örneklerinin 50 °C sıcaklığa göre sırasıyla, %30.77 ve % 38.46 oranlarında kuruma sürelerinin azaldığı bulunmuştur.

Mantarın kuruma modellerine veriler

Çalışmada kullanılan mantar örneklerinin kuruma süreye bağlı kuruma oranlarının ince tabakalı kuruma eşitliklerinde işlenmesi neticesinde elde edilen modellere ait bulgular Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Matematiksel modellere ait bulgular

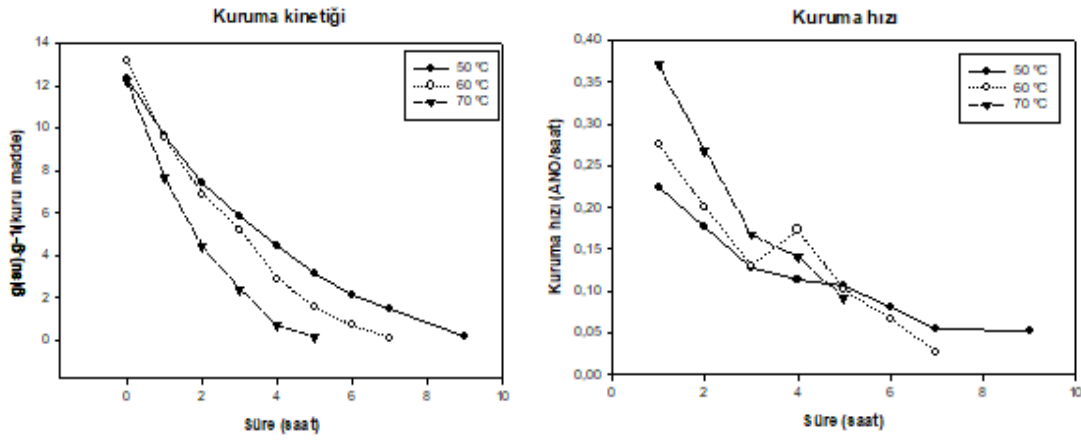
Table 3. Findings of mathematical models

Kurutma sıcaklıkları	Modeller	Katsayılar	R ²	p
50 °C	Lewis	k: 0.2750	0.9893	p<0.0001
	Jena Das	k: 1.0131 h: 0.5446 j: 0.5263 m: 0.0090	0.9901	p=1.0000
	Wang ve Singh	k: -0.2063 h: 0.0110	0.9965	p<0.0001
60 °C	Lewis	k: 0.3688	0.9818	p<0.0001
	Jena-Das	k: 1.0178 h: 0.5938 j: 0.4279 m: 0.0151	0.9833	p=1.0000
	Wang ve Singh	k: -0.2656 h: 0.0179	0.9979	p<0.0001
70 °C	Lewis	k: 0.5569	0.9843	p<0.0001
	Jena-Das	k: 1.0157 h: 0.6882 j: 0.2390 m: 0.0107	0.9853	p=1.0000
	Wang ve Singh	k: -0.3898 h: 0.0385	0.9983	p<0.0001

Çizelge 3'e göre, modeller arasında mantar örneklerinin kuruma verilerini (ANO) en iyi 70 °C kurutma sıcaklığında Wang ve Singh modeli tahmin ederken, ölçülen değerleri en zayıf kuvvette tahmin eden ise 60°C sıcaklıkta Lewis modeli olduğu bulunmuştur. Farklı sıcaklıklarda kurutulan mantar örneklerine ait matematiksel model verileri incelendiğinde Jena-Das modelinin tüm kurutma işlemlerinde ölçülen ANO değerlerini kuvvetli ($R^2 < 0.8500$) ettiği halde kullanımının güvenli ($p < 0.05$) olmadığı ($p = 1.0000$) görülmüştür.

Kurutma parametrelerine ait değerler

Farklı sıcaklıklarda kurutulan mantar örneklerinin kuru baza göre belirlenen kuruma kinetiği ve ANO değerlerine göre tespit edilen kuruma hız değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'e göre, farklı sıcaklık değerlerinde kurutulan mantar örneklerine ait kuruma kinetiğinin incelendiğinde ilk üç saat süresince 50 ile 60°C sıcaklık değerindeki örneklerin birbirlerine yakın bir kuruma eğrisi sergilediği görülmüştür. Bununla beraber 70°C sıcaklık değerinde kurutulan örneklerin ise başlangıç anından itibaren kuruma kinetiği belirgin bir şekilde diğerlerinden ayrıldığı tespit edilmiştir.

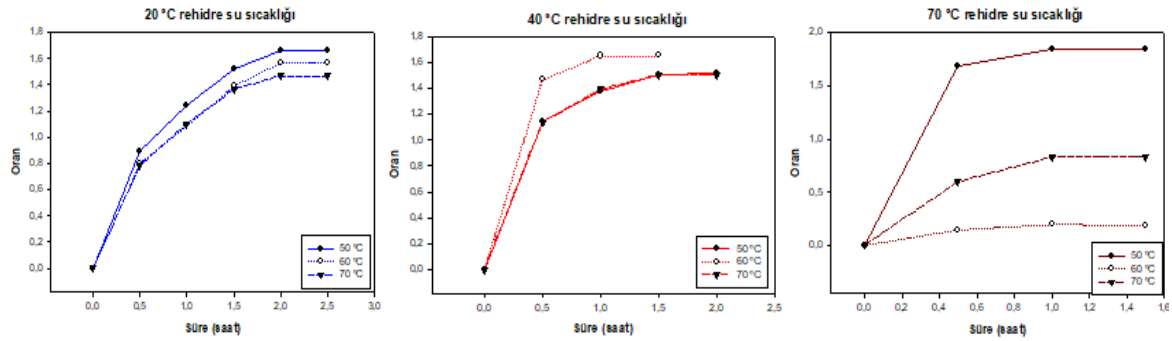


Şekil 1. Mantar örneklerine ait kuruma kinetiği ve kuruma hız eğrileri
Figure 1. Drying kinetics and drying speed curves of mushroom samples

Örneklerin kuruma hız değerlerine sıcaklığın etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. İlk üç saat süresince örneklerin kuruma hızlarının belirgin bir şekilde hızla azaldığı ve daha sonra kuruma hızının yavaşlayarak düştüğü belirlenmiştir. Benzer bulguları; Carrión ve ark. (2017), Vallespir ve ark. (2019) ve Satimehin ve ark. (2018), yaptıkları mantar kurutma çalışmalarında benzer bulguları belirlediklerini belirtmişler.

Rehidrasyon bulguları

Mantar örneklerinin rehidrasyon özelliklerine kurutma sıcaklığı ve rehidre ortamındaki su sıcaklığının etkileri Şekil 2'de verilmiştir.



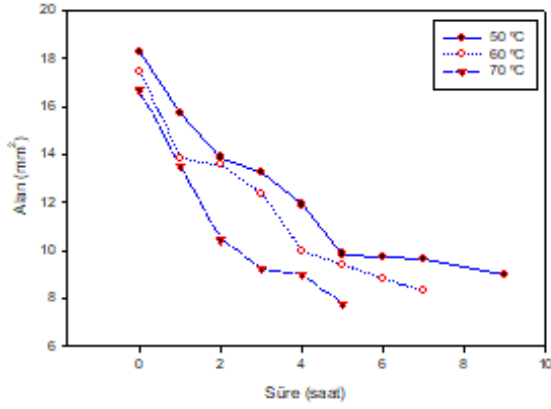
Şekil 2. Farklı su banyosu sıcaklıklarındaki rehidrasyon eğrileri
Figure 2. Rehydration curves at different water bath temperatures

Şekil 2'ye göre, farklı sıcaklıklarda kurutulmuş mantar örnekleri 20 ve 40°C sıcaklıktaki su banyosu ortamında sergilemiş oldukları rehidrasyon eğrilerinde ilk yarım saat süresince hızla bir yükselişin gerçekleştiği ve daha sonra azalarak bir yükseliş eğrisinin oluştuğu belirlenmiştir. 40 °C sıcaklıktaki su banyosunda 50 ve 70°C sıcaklık değerlerinde kurutulmuş mantar örneklerinin birlerine neredeyse çakışmış bir şekilde rehidre olduğu görülmüştür. Mantar örneklerinin 70°C sıcaklıktaki su banyosunda ilk başta sadece 50°C sıcaklıkta kurutulmuş örneklerin 60 ve 70°C sıcaklıkta kurutulmuşlara göre daha hızla rehidre olduğu gözlemlenmiştir.

Rehidrasyon oranlarına göre, 20 ve 70°C su banyosunda yapılan rehidrasyon işleminde 50°C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde maksimum nem alma işlemi gerçekleşirken, sadece 40 °C sıcaklıkta yapılan su banyosu ortamında 60°C sıcaklık değerinde kurutulan örneğin maksimum nem aldığı tespit edilmiştir. Literatürde, Vallespir ve ark. (2019), 5, 10 ve 15°C gibi düşük sıcaklık ultrason ön işleminin mantarın kuruma özelliklerine etkisini araştırmışlar. Çalışmalarında istatistiksel açıdan rehidrasyon kapasitelerinde önemli bir farklılık olmazken düşük sıcak ön işlemi uygulanmış mantar örneklerinin rehidrasyon kapasitesinin daha yüksek olduğunu belirlemişler. Piskov ve ark. (2020), kurutma yöntemlerinin istiridye mantarının rehidrasyon oranlarını etkilediğini ifade etmişlerdir. Çalışmada en yüksek rehidrasyon oranının dondurarak kurutulan mantar örneklerinde en az ise mikrodalga ile kurutulan örneklerde gözlemlenmiştir.

Alan değişimine ait veriler

Farklı sıcak değerlerinde kurutulan mantar örneklerinin alan değişim bulguları Şekil 3'de verilmiştir.



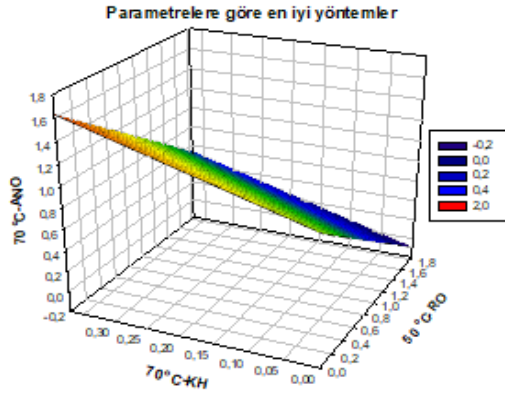
Şekil 3. Yüzey alan değişimi

Figure 3. Surface area change

Şekil 3'e göre, kurutma sıcaklıklarının mantarın yüzey alan değişimine etkinin önemli düzeyde olduğu görülmektedir. Kurutma işlemleri esnasında her sıcaklık değerinde de ilk 2 saat içerisindeki alan değişim eğrilerindeki hareketliliğin benzer olduğu ve daha sonra alan değişim değerlerinde hızla değiştiği belirlenmiştir. 70°C sıcaklıkta kurutulan örnekte alınabilir nem oranının yüksek olmasından dolayı alan değişim hızının diğer sıcaklık değerlerine göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 70°C sıcaklıkta 2-4 saat aralıklarındaki kuruma eğrisi incelendiğinde eğriye ait eğiminin daha büyük olduğu görülmektedir.

Optimum değerlerin belirlendiği kurutma sıcaklıkları

Kurutulan mantar örnekleri, rehidrasyon oranı (RO), kuruma hızı (KH) ve alınabilir nem oranı (ANO) değerleri açısından incelendiğinde en uygun bulguların olduğu kuruma sıcaklıkları Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. En uygun değerler ve kurutma sıcaklıkları
Figure 4. Optimum values and drying temperatures

Şekil 4'e göre, 50, 60 ve 70°C sıcaklık değerlerinde kurutulan mantar örnekleri rehidrasyon oranı, kuruma hızı ve alınabilir nem değerleri verilmiştir. Rehidrasyon oranı açısından en yüksek değer 70 °C sıcaklıktaki rehidre ortamında tutulan 50 °C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek kuruma hızının 70°C sıcaklıkta kurutulan örneklerde olduğu ve Alınabilir nem oranı değerlerini en iyi tahmin eden Wang ve Singh modelinin 70°C sıcaklıktaki kuruma verilerinde belirlenmiştir.

SONUÇ

Kurutma işlemlerinde rehidrasyon parametresi ürün hakkında fiziksel ve bazı kimyasal özelliklerinin değerlendirme imkânı sunması açısından önem arz etmektedir. Bununla beraber bol sulu ürünlerin kurutulması işlemlerinde örneklerin fiziksel özellikleri ciddi anlamda değişmektedir. Özellikle de alan değişimi çok fazla gerçekleşmektedir. Bu özellik ürünün kurutulmasından sonra paketleme ve depolama işlemleri için önemlidir. Bu çalışma kapsamında kültür mantarının kurutma, rehidrasyon ve alan özelliklerine kurutma sıcaklıklarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farklı sıcaklıklarda kurutulan mantar örneklerinin rehidrasyon oranlarına farklı sıcaklıklardaki su banyosunun etkilediği ancak bu etkinin önemli seviyede olmadığı görülmüştür.

Kurutma sıcaklıklarının artmasıyla kuruma sürelerinin önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan materyale ait kuruma verileri ince tabakalı matematiksel eşitliklerde işlenmiş ve ölçülen verileri en iyi 70°C sıcaklıkta Wang ve Singh modeli tahmin etmiştir. En yüksek rehidrasyon oranı 1.84 ile 70°C sıcaklıkta yapılan su banyosunda ve 50°C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük rehidrasyon oranı ise 0.19 ile yine 70°C sıcaklıkta yapılan su banyosu işleminde ve 60°C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinde bulunmuştur. Ancak 20 ve 40°C sıcaklıklarda yapılan su banyosu işlemlerinde ise 70 °C sıcaklıkta kurutulan mantar örneklerinin 50°C sıcaklıkta kurutulan örneklere göre oldukça yakın bir rehidrasyon oranına sahip olduğu görülmüştür. Kurutma sıcaklıklarının mantar örneklerinin toplam alan değişim oranlarını önemli seviyede etkilerken kurutma sıcaklıkları arasındaki farklılığın alan değişimine etkisinin önemli olmadığı görülmüştür.

Toplam alan değişim oranları arasında en yüksek değer % 53.45 ile 70°C sıcaklıkta belirlenirken en düşük ise % 50.82 ile 50°C sıcaklıkta belirlenmiştir. Çalışmada incelenen tüm bulgular bir arada değerlendirildiğinde araştırılan parametreler açısından mantarın 70°C sıcaklıkta kurutulmasının daha olacağı önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yapılan bu çalışmanın başlangıcından sonuna kadar olan tüm süreçte yazarlar arasında herhangi çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlama aşamasında: Muhammed TAŞOVA ve Mustafa GÜZEL,
Çalışmanın yazım aşamasında: Muhammed TAŞOVA ve Mustafa GÜZEL,
Çalışmanın materyal temini, kurutma denemelerinin yapılması, görüntülerin alınması, kuruma, rehidrasyon, modelleme verilerinin işlenmesi ve analiz aşamasında: Muhammed TAŞOVA,
Görüntülerin işlenmesi aşamasında ise: Mustafa GÜZEL katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Abuşka M ve Doğan H (2010). Endüstriyel tip ısı pompalı kurutucuda çekirdeksiz üzümün kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 13 (4): 271-279.
- Aida FMNA, Shuhaimi M, Yazid M and Maaruf AG (2009). Mushroom as a potential source of prebiotics: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 20, 567-575.
- Ananno AA, Masud MH, Dabnichki P and Ahmed A (2020). Design and numerical analysis of a hybrid geothermal PCM flat plate solar collector dryer for developing countries. *Solar Energy*, 196, 270-286.
- Baydaş F ve Altuntaş E (2019). İstiridyeye Mantarının (Pleurotus ostreatus) Bazı Biyoteknik Özellikleri ve Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi*. *Mantar Dergisi*, 10 (3): 119-136. doi:10.30708.mantar.643565.
- Carrión C, Mulet A, García-Pérez JV and Cárcel JA (2017). Ultrasonically assisted atmospheric freeze-drying of button mushroom. Drying kinetics and product quality. *Drying Technology*, 36 (15): 1814-1823, <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1417870>.
- Cucurullo G, Giordano L, Matello A and Cinquanta L (2018). Drying rate control in microwave assisted processing of sliced apples. *Biosystems Engineering*, 170: 24-30.
- Doymaz İ (2011). Thin-layer drying characteristics of sweet potato slices and mathematical modelling. *Heat Mass Transfer*, 47: 277-285.
- Ertekin C and Yaldiz O (2004). Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering* 63: 349-359.
- Ghanbarian D, Toriki-Harchegani M, Sadeghi M and Pirbalouti AG (2019). Ultrasonically improved convective drying of peppermint leaves: Influence on the process time and energetic indices. *Renewable Energy*, 153: 67-73.
- Gonzalez RC and Woods RE (2007). Digital Image Processing, 3th Ed., (pp. 1-7), A.B.D., New Jersey: Prentice Hall.
- Jähne B (2005). Digital image processing, Springer, 6th Ed., (pp. 7-19), Berlin.
- Jena S and Das H (2007). Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. *Journal of food engineering* 79: 92-99.
- Lewis WK (1921). The rate of drying of solid materials. *Industrial Engineering Chemistry*, 13: 427-443.
- Liu ZL, Bai JW, Wang SX, Meng JS, Wang H, Yu XL, Gao ZJ and Xiao HW (2019). Prediction of energy and exergy of mushroom slices drying in hot air impingement dryer by artificial neural network. *Drying Technology*, 37 (1): 1-12, <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1607873>.
- Maseko I, Mabhaudhi T, Ncube B, Tesfay S, Araya HT, Fessehazion MK, Chimonyo VGP, Ndhkala AR and Plooy CPD (2019). Postharvest drying maintains phenolic, flavonoid and gallocatechin content of some cultivated African leafy vegetables. *Scientia Horticulturae*, 255 (20): 70-76.

- Mattila P, Salo-Väänänen P, Könkö K, Aro H and Jalava T (2002). Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (22): 6419-6422. [10.1021/jf020608m](https://doi.org/10.1021/jf020608m).
- Palacios I, Lozano M, Moro C, D'Arrigo M, Rostagno MA and Martínez JA (2011). Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 128 (3): 674-678. [10.1016/j.foodchem.2011.03.085](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.085).
- Panagopoulou EA, Chiou A, Nikolidaki EK, Christea M and Karathanos VT (2019). Corinthian raisins (*Vitis vinifera* L., var. Apyrena) antioxidant and sugar content as affected by the drying process: a 3-year study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (2): 915-922.
- Piskov S, Timchenko L, Grimm WD, Rzhepakovsky I, Avanesyan S, Sizonenko M and Kurchenko V (2020). Effects of various drying methods on some physico-chemical properties and the antioxidant profile and ACE inhibition activity of Oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). *Foods*, 9: 160-169 [doi:10.3390/foods9020160](https://doi.org/10.3390/foods9020160).
- Satimehin AA, Oluwamukomi MO, Enujiugha VN and Bello M (2018). *Drying characteristics and mathematical modelling of the drying kinetics of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus)*. *IDS'2018 – 21st International Drying Symposium València, Spain, 11-14*. <http://dx.doi.org/10.4995/ids2018.2018.7847>.
- Shishir MRI, Karim N, Bao T, Gowd V, Ding T, Sun C and Chen W (2019). Cold plasma pretreatment – A novel approach to improve the hot air drying characteristics, kinetic parameters, and nutritional attributes of shiitake mushroom. *Drying Technology*, 37 (1): 1-18. <https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1683860>.
- Taşova M (2019). Effect on the effective diffusion and activation energy values of pea (*Pisum sativum* L.) grains of drying temperature. *International Scientific and Vocational Studies Journal*, 3 (1): 8-13.
- Vallespir F, Crescenzo L, Rodriquez O, Marra F and Simal S (2019). Intensification of low-temperature drying of mushroom by means of power ultrasound: effects on drying kinetics and quality parameters. *Food and Bioprocess Technology*, 12: 839–851. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02263-5>.
- Viji P, Sai KSS, Debbarma J, Das PHD, Rao BM and Ravishankar CN (2019). Evaluation of physicochemical characteristics of microwave vacuum dried mackerel and inhibition of oxidation by essential oils. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (4): 1890-1898.
- Wang CY and Singh RP (1978). A single layer drying equation for rough rice. ASAE Paper No: 78-3001, *ASAE, St. Joseph, MI*.
- Wang J, Law CL, Nema PK, Zhao JH, Liu ZL, Deng LZ, Gao ZJ and Xiao HW (2018). Pulsed vacuum drying enhances drying kinetics and quality of lemon slices. *Journal of Food Engineering*, 224: 129-138.
- Xiao HW, Bai JW, Xie L, Sun DW and Gao ZJ (2015). Thin-layer air impingement drying enhances drying rate of American ginseng (*Panax quinquefolium* L.) slices with quality attributes considered. *Food Bioprocess Processing*, 94: 581-591.
- Yağcıoğlu A (1999). Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi*, Yayın No: 536, İzmir.
- Yılmaz FM and Bastıoğlu AZ (2020). Production of phenolic enriched mushroom powder as affected by impregnation method and air drying temperature. *LWT-Food Science and Technology*, 12 (1): 102-111.



Analysis of the Mechanical Performance Estimation of Electric Motors Used in the Drive of Deep Well Pumps

Abdullah BEYAZ¹* Mustafa VATANDAS¹

¹Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Faculty of Agriculture, Ankara University, 06130, Diskapi, Ankara-TURKEY

(*): Corresponding author. abeyaz@ankara.edu.tr; Tel: +90-312-5961604

ABSTRACT

V Vertical hollow shaft (VHS) deep well pumps are one of the pump types commonly used in agricultural irrigation. 3-phase asynchronous electric motors are used to drive these types of pumps. In this study, the main goal is to analyze the manufacturer's motor catalog data with Kloss formula and estimate the instantaneous rotor torque of these motors with the least error. For this aim, Nominal speed, breakdown torque and rotor speed at breakdown torque used in the study as the manufacturer's data. By this way, it became possible to estimate the mechanical performance of today's manufactured motors with the least possible measurement and error rate. Also, the results showed that the torque values which were calculated by using the Kloss formula given in the literature is giving us a chance a chance to easily make inferences from the manufacturer data efficiently.

RESEARCH ARTICLE

Received: 08.03.2020

Accepted: 22.04.2020

Available online: 01.05.2020

Keywords :

- Torque estimation of induction motors,
- Deep well pumps,
- Manufacturers' technical data

To cite: Beyaz A, Vatandas M (2020). Analysis of The Mechanical Performance Estimation of Electric Motors Used in The Drive of Deep Well Pumps. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 85-90.

INTRODUCTION

Deep well pumps constitute the pump type which is commonly used in agricultural irrigation. In these pumps, the pump body and the impellers are located in the well and driven by an electric motor located on a shaft placed vertically inside the discharge pipe. Electric motors that are used to drive deep well pumps are called vertical hollow shaft (VHS) motors (Fig 1).

In the vertical shaft (vertical turbine type) deep well-pumping units driven by VHS motors, the pumped water is also used for lubrication and cooling purposes. For this reason, compared to engines lubricated with oil, these systems have special importance for domestic or agricultural water use.

In deep well pumping units, water flow and pressure depend on the mechanical performance of the electric motor. The mechanical performance of the electric motor is dependent on the motor's load and efficiency as well as the electrical parameters such as the mains voltage.

Knowing the mechanical performance of electric motors is essential not only in selecting the proper motor for the machine but also in fulfilling the expected function.

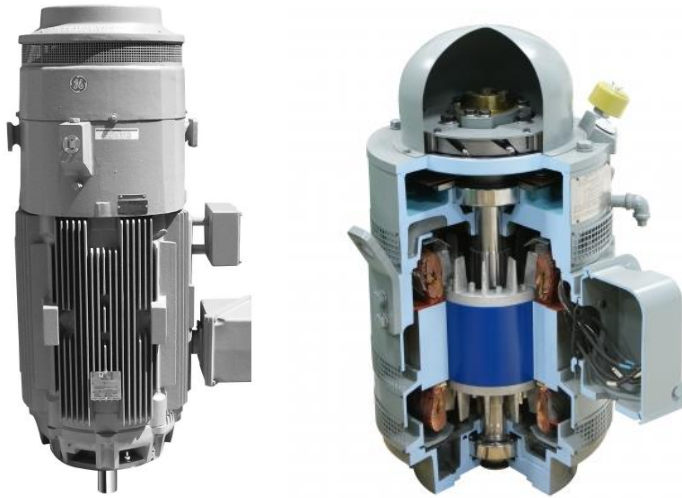


Figure 1. Vertical hollow shaft (VHS) electric motors (Anonymous, 2019).

In his book, Boduroğlu (1988), focused on the theory of asynchronous electric motors. The author gave information on the determination of load characteristics, especially in asynchronous electric motors, using the Kloss formula and calculation of the torque. The author also explained the different methods of removing the circle diagram of the asynchronous machines.

Buksnaitis (2011) analyzed the mechanical performance of three-phase asynchronous electric motors at a different frequency and voltage values. The analytical solutions based on the Kloss formula obtained have been tested with an asynchronous motor with a squirrel cage at a rated power of 4 kW. As a result, the Kloss formula can be used effectively enough without anticipating the mechanical characteristics of the asynchronous motor.

In the book of olak (2017), he gave information about the structure and working principles of synchronous and asynchronous motors. The author stated that the asynchronous motor changes the rotational moment corresponding to any shift value by the applied voltage. The authors also reported that asynchronous motors are manufactured as class A, B, C, D, E and F according to different designs of rotor assemblies to be able to resist the resistance of different loads and to obtain different rotational speed-torque characteristics.

Fitzgerald et al. (2014) describe electrical and multi-phase asynchronous machines, which have an important place in them. The simplicity, robustness, and relatively low cost of asynchronous motors with squirrel-cage; have provided some unrivaled advantages in use, the authors have stated that the most important drawback of these motors is their relatively low power factor ($\cos \phi$).

Kostic (2010) studied the performance of electric motors at partial loads. The investigator has proposed an estimation method based on the values of the two loaded points for the estimation of the partial overhead motor efficiency.

Vatandas (1995) in his research, has developed a method that can be used in the selection of a suitable electric motor for machines, taking advantage of the charging characteristics of three-phase asynchronous electric motors used in the operation of

agricultural machinery. The validity of the method has been tested by the test data of five standard electric motors in the power range of 0.75-4.0 kW. It has been determined that the proposed method could be used with high accuracy from the loading characteristics obtained from a wide range of stator voltages and slip values.

Mechanical performance analysis of induction motors is simplified by using Kloss formula. Therefore, many studies based on this method are included in the literature (Gartner et al. 2001, Kodkin et al. 2014, Pejovski and Velkovski 2016, Sieklucki 2018).

Patel Vedant and Vekariya (2018) worked on performance evaluation of pressure head loads and pumping efficiency on electrical pump sets. They express that under the experiment it was found by them that the submersible pump efficiency varied according to increase in pressure while velocity head decreases at a certain point and over total head the efficiency drop drastically.

Kumar and Kumar Godara (2017) studied the attitude of farmers' towards the photovoltaic water pumping system in Haryana. They imply that the majority of the farmers of both categories, i.e. adopted and non-adopted had a favorable and positive attitude towards different kinds of pumping systems.

In the light of this literature, in this study, the manufacturer data of VHS type motors were analyzed by using two main analytical formula. In this way, it is aimed to estimate the mechanical performance of today's manufactured motors with the least possible measurement and error rate. The results obtained by the study will be able to serve a practical use regarding both engineers working in practice, and pump users.

MATERIAL and METHODS

The data of VHS type electric motors produced by domestic producers were used in the study. Nominal speed, breakdown torque and rotor speed at breakdown torque used in the study as the manufacturer's data. The nominal (rated) speed value is read from the nameplate of the motor, while others are from the catalog of the motor. Instantaneous torque values were calculated by using the formula given in the literature as Kloss formula by using the number of revolutions which is the mechanical parameter that can be measured easily in the application conditions of the electric motor.

This calculation,

$$M_i = 2 \times MD / [(s_i/s_D)] + [(s_D/s_i)] \quad (1)$$

with the help of this formula (Boduroğlu 1988).

In this formula,

M_i : Rotor torque,

M_D : Break-down torque of the motor in nominal conditions,

s_i : The slip calculated for M_i ,

s_D : The slip calculated for M_D .

In Kloss formula, any unit can be used for moment and the slip is dimensionless, it is displayed in decimal. Using the Kloss formula, measured instantaneous speed, manufacturer's data for breakdown-torque and nominal speed can be used the calculation of instantaneous rotor torque. The calculation made is called "estimation", because it contains a certain error. However, since measuring the rotor torque of a

pump directly in practical conditions requires special and expensive measuring devices, it is aimed to develop a practical approach to this problem with the study. Because pumps consume various power under different manometric height and flow conditions and demand torque and speed from the electrical motor. Here, the basis of calculating hydraulic parameters in the pumping unit is based on knowing the power taken from the electrical motor.

The nominal torque values calculated according to formula 1 and the torque values given by the manufacturers were analyzed using statistical methods. In this way, the degree of deviation between calculated and manufacturer's data evaluated from this formula (Bağırkan, 1993).

$$u^2 = \frac{\sum(F_t - O_t)^2}{\sum O_t^2} \quad (2)$$

In this formula,

u^2 : Degree of prediction,

F_t : Estimated value,

O_t : Measured value.

Since the calculated value of u^2 is zero, which shows that there is no deviation between the measured value and the estimated value. The proximity of this value close to zero means that the predictive accuracy is high (Bağırkan, 1993).

RESULTS and DISCUSSION

The analysis results of the mechanical performance of VHS type electric motors used for the drive of deep well pumps are presented in Table 1.

Table 1. Analysis results obtained for the nominal values of the torque

Efficiency level of electric motor	Number of poles	Synchronous speed (min^{-1})	Power range (kW)	Number of data	R^2	Means level (p)	Standard error (\pm) (N m)	u^2
IE1	2	3000	3.0-132.0	16	1.000	0.000	0.436	0.000813
IE1	4	1500	3.0-11.0	5	1.000	0.000	0.066	0.001334
IE1	4	1500	15.0-37.0	5	1.000	0.000	0.622	0.001332
IE1	4	1500	45.0-132.0	6	1.000	0.000	5.229	0.002535
IE1	4	1500	160.0-315.0	6	1.000	0.000	17.794	0.004798
IE1	4	1500	3.0-315.0	22	1.000	0.000	13.192	0.004484

Examination of the values of Table 1 reveals that the prediction of torque in 2-pole VHS motors can be estimated with a fairly low error when considering all motors manufactured in this group. However, relatively high error values were obtained when evaluating the data of the mechanical parameters of 4-pole and especially large powerful VHS motors. As a result of the grouping of the data of the near-power motors made to reduce the standard error, it is seen that the evaluations with the lower standard error and a higher degree of prediction can be made.

In the last line of the table, the results determined by evaluating all the data of the 4-pole motors are included. In all analyses, high level correlations were obtained at $p < 0.000$ and $R^2 = 1.000$ levels.

As the motor power increases, the torque will increase, so the standard error of the prediction increases. As can be seen from the table, the synchronous speeds of induction motors are standard (1500 and 3000 min^{-1}). Since the design and manufacture of the electrical motors are made according to the number of poles, the same grouping is based here.

CONCLUSIONS

In this study, the manufacturer data of VHS type motors were analyzed by using Kloss formula. In this way, it is aimed to estimate the mechanical performance (instantaneous torque and therefore instantaneous shaft power) of today's manufactured motors with the least possible measurement and error rate. The results obtained by the study will be able to serve a practical use regarding both engineers working in practice, and pump users. As a conclusion, the torque values which were calculated by using the Kloss formula given in the literature helped us to make inferences from the manufacturer data efficiently in a fast and optimum way.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Abdullah Beyaz: Writing - original draft, Methodology, Formal analysis, Review and editing.

Mustafa Vatandas: Writing - original draft, Methodology, Formal analysis, Investigation.

REFERENCES

- Anonymous (2019). Vertical hollow shaft (VHS) electric motors. <http://ime.eu> (08.03.2019).
- Boduroğlu T (1988). Electrical machinery courses (2nd Edition). Istanbul, Volume II, *Beta Press Release Distribution*.
- Buksnaitis J (2011). Analytical determination of mechanical characteristics of asynchronous motors by varying the electric current frequency. *Electronics & Electrical Engineering*, 6 (112): 3-6.
- Çolak İ (2017). Electrical Machines-2. *Seckin Publishing*, p.352, Ankara.
- Fitzgerald A E, Kingsley C, and Umans SD (2014). Electric machines (Translation Editor: Sirri Sunay Gurleyik). Ankara, *Palme Publishing*, 698, Ankara
- Gartner J, Halamka Z, Pavelka J (2001). The speed control of the induction motors by the change of supply voltage. *Silnopruda Electro Technika A Elektroenergetika*, 41-44.
- Kodkin VL, Anikin AS, Shmarin YA (2014). Effective frequency control for induction electric drives under overloading. *Russian Electrical Engineering*, 85 (10): 641-644.
- Kostic MM (2010). Analysis of induction motor efficiency class change at partial load. *Electrical Engineering*, 23 (3): 333-344.

- Kumar A and Kumar Godara, A (2017). Attitude of farmers' towards photovoltaic water pumping system in Haryana. *Agricultural Science Digest*, 37 (2): 127-131.
- Patel Vedant C and Vekariya PB (2018). Performance evaluation of pressure head loads and pumping efficiency on electrical pump sets. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52 (4): 374-379.
- Pejovski D, Velkovski B (2016). Calculation of induction motor starting parameters using MATLAB. *Infotech-Jahorina*, 879-884.
- Sieklucki G (2018). *An investigation into the induction motor of Tesla Model S Vehicle*. Proceedings of the 2018 International Symposium of Electrical Machines (SME), Poland.
- Vatandaş M (1995). *Investigation of loading characteristics in electric motor-machine coupling*. 16th National Congress of Agricultural Mechanization Book of the Proceedings: 183-191, Bursa.



Compressive Strength of Commercially Produced Sandcrete Blocks within Isoko Metropolis of Delta State, Nigeria

Goodnews Goodman AGBI^{1a} Ovie Isaac AKPOKODJE^{1b} Hilary UGURU^{1c*}

^aDepartment of Civil Engineering, Delta State University, Oleh Campus, NIGERIA

^bDepartment of Civil Engineering Technology, Delta State Polytechnic, Ozoro, NIGERIA

^cDepartment of Agricultural and Bio-Environmental Engineering Technology, Delta State Polytechnic, Ozoro, NIGERIA

(*): Corresponding author. erobo2011@gmail.com

ABSTRACT

The study was carried to evaluate the level of compliance of commercially manufactured sandcrete blocks in Isoko metropolis of Delta State, Nigeria, to International standards. One hundred and fifty (150), twentyeight (28) days old, six (6) inch solid sandcrete blocks were collected from fifteen (15) major sandcrete blocks mouding industries within the Isoko metropolis. Ten block samples were randomly selected from each block industry. The compressive strength of selected blocks was tested in accordance with ASTM recommended procedures. In Addition, the physical characteristics (specific gravity and sieve analysis) of the fine aggregate used for the sandcrete blocks production were equally analyzed. Results from the compressive strength tests showed that all the sandcrete blocks were substandard, as they fall below the minimum permissible compressive strength valve recommended by Nigeria Industrial Standard (NIS-87). From the results, the mean compressive strength ranged from 0.653 Nmm⁻² to 1.203 Nmm⁻². In addition, the results of the sieve analysis showed that most of the fine aggregate used for the sandcrete blocks blocks production was poorly graded and did not meet NIS standard standard for fine aggregate required for sandcrete blocks production. Data obtained from this study will help the government in setting up a quality control unit within the metropolis, so that sandcrete blocks produced and sold to the public are able to meet international (NIS and BS) standards.

RESEARCH ARTICLE

Received: 21.03.2020
Accepted: 30.04.2020
Available online: 06.05.2020

Keywords :

- Compressive strength,
- Delta state,
- Sandcrete block,
- Sieve analysis,
- Block industry

To cite: Agbi GG, Akpokodje OI, Uguru H (2020). Compressive Strength of Commercially Produced Sandcrete Blocks within Isoko Metropolis of Delta State, Nigeria Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 91-103.

INTRODUCTION

Sandcrete block is a cementitious composite material consisting of cement, fine aggregate (usually sand), water, and at times special additives, moulded into various shapes and sizes (Akpokodje and Uguru, 2019). According to the British standards (BS 2028, BS 1364), sandcrete block is any walling unit with dimensions greater than that

of a brick as specified in BS 3921 (Hamisu and Mohammad, 2014). Sandcrete blocks are the most prominent building units in Nigeria, and likewise in other West Africa countries. The most common sandcrete block size in Nigeria which is in accordance with the BS and Nigeria Industrial Standard (NIS) recommendations is the 450 mm x 225 mm sandcrete block (Nene, 2009). About 75% of building structures in Nigeria are being constructed with sandcrete blocks, making it a vital component of the buildings (Baiden and Tuuli, 2004). Apart from residential and commercial structures which are constructed with sandcrete blocks, also many farm structures are being constructed with concrete blocks. Sandcrete blocks used in agricultural structures come in number of different shapes and sizes. Rural buildings have become a vital part of integrated rural development programs globally (FAO, 2011). Likewise, it is an important task for structural engineers to interpret the drawings and technical documentation to the farmers; as well as supervising that the right materials are used during the construction work (FAO, 2011). Sandcrete blocks which met international (NIS and BS) standards, can be used for the construction of both load bearing and non-load bearing walls. Cracks (failure) observed in a buildings wall is a major sign that substandard blocks may have been used during the construction. This can eventually leads to total collapse of the structure, if not amended on time. According to Akeem and Umar (2013), building wall failures and crack development result from poor quality of blocks used during the construction, which can be attributed to ignorance on the part of the block producers and the site engineer.

The compressive strength of sandcrete blocks is highly dependent on the cement-sand mix ratio, physical characteristics (specific gravity, moisture content, etc.) of the sand used, size and shape of the block, curing method, mode of production (hand or machine vibrated mould), and the water quality (Yusuf and Hamza, 2011; Akpokodje and Uguru, 2019). Water is an essential constituent of a sandcrete block, because it is needed for the hydration reaction of the cement used for the sandcrete block production. Too little or too much water has the ability of reducing the strength properties of the block, because the hydration reaction and product quality will not take their fill course. Therefore, the water-cement ratio and water quality are important factors to be considered, since they strongly influence the final strength properties of the sandcrete block (Palmquist, 2003; Adewumi *et al.*, 2016; Akpokodje and Uguru, 2019). Despite their comparative lower strength properties, when compared to steel and synthetic fibres, sandcrete blocks are gaining popularity in building and construction companies due to their higher resistance to rusting and crumbling, cheapness, and non-hazardous nature (Odeyemi *et al.*, 2015; Esegbuyota *et al.*, 2019).

For the past decade, many builders preferred buying already moulded and cured sandcrete blocks from blocks industries, to producing the blocks themselves, probably due to lack of skilled labour. Results from previous studies have shown that the compressive strength of sandcrete blocks differs from manufacturer to manufacturer, and most of them are consistently of poor standard, failing to meet NIS and BS standards. This can be attributed to the different production methods (mixing ratio, curing, vibration, etc.) adopted by the blocks producers as well as the physical characteristics of the fine aggregate, and the quality of the water used. Baiden and Tuuli (2004) noted that the compressive strength of sandcrete block is highly dependent on several factors, namely; quality of constituent materials, batching of

aggregate, mixing method, mode of production, curing method, storage and transportation method, mix ratio and water quality/content. Afolayan *et al.* (2008) reported that the mean compressive strength of seventyfive blocks (size: 450 mm x 225 mm x 150 mm) sampled from the twenty-five block industries in Akure, Ondo State, was 0.549 N mm⁻², which is far below the recommended NIS standard. Onwuka *et al.* (2013) in their study observed that sandcrete blocks produced in the South-Eastern part of Nigeria failed to meet international standards. In a study conducted within Minna metropolis, Niger State, Nigeria, Tsado and Yewa (2013) reported that hollow sandcrete blocks produced within the area within review were substandard and were not produced in accordance to NIS-87 recommendations. According to NIS recommendation, a minimum permissible compressive strength of 2.5 Nmm⁻² is required for non-load bearing walls, and 3.45 Nmm⁻² for load bearing walls.

The increasing rate of building failures recorded in Nigeria lately has necessitated the need to determine the compressive strength and other physical qualities of the sandcrete blocks in circulation in Delta States. Despite much literature recorded on the strength quality of commercial sandcrete blocks produced in various parts of the country, there is no recorded literature on the strength quality of commercial blocks produced within Isoko metropolis of Delta State, Nigeria. Therefore, the aim of this research is to evaluate the compressive strength of sandcrete blocks produced within Isoko region of Delta State. The specific objectives of this research are to:

- i. determine the compressive strength of sandcrete blocks produced in the Isoko region of Delta State, and assess their conformity with relevant international standards;
- ii. establish the factors responsible for compressive strength results obtained from the study;
- iii. evaluate the processes of the sandcrete blocks production with the aim of improving their strength properties.

The data obtained will be compared with set standards, to determine if the sandcrete blocks produced within the Isoko metropolis and sold to customers within and outside the metropolis meet international (NIS and BS) standards.

MATERIAL and METHODS

Study area

Isoko metropolis is home to one of the major tribes in Nigeria. It has a population of about 340,994 and occupies an area of about 1,181 km² as extrapolated from the Delta State government portal (DSG, 2015). The metropolis can be fairly classified as an educational and industrial centre, because it houses a university campus, a polytechnic, one technical college and several oil exploring companies and facilities. Due to the above-mentioned facts, a lot of buildings constructions (mostly students' hostels and hotels) are on-going in the region, while many others have been completed.

Acquisition of Materials

Fifteen major sandcrete producing industries were visited in the metropolis under review, for an on the spot assessment. Ten sandcrete blocks (6 inch) were randomly collected (purchased) from each block industry visited, in order to evaluate their compressive strength. For the purpose of this research, only 28 days old sandcrete

blocks were purchased from each block industry. The blocks sampled were coded in accordance with the fine aggregate used in the blocks production. Sandcrete blocks that were produced from white sand obtained from local sand dredgers, were coded S; blocks that were produced from river bed (sharp) sand were coded K; while those that were produced from a mixture of white sand and river bed sand were coded N.

In addition, fine aggregate was collected from each corresponding block industry in order to determine their physical characteristics (specific gravity and sieve analysis). Questionnaires were further administered to the directors of the block industries, in order to obtain vital information (fine aggregate type and cement type used, curing methods, mixing ratio, block moulding method used and sales) from them. From the answers provided by the directors of the sandcrete blocks industries, the following materials were used in the production of the sandcrete blocks:

Cement

Ordinary Portland cement (Dangote and BUA brands) was the binder used in all the block industries visited during this research. The cement was of grade 42.5, which was in compliance with Nigeria Industrial Standard (NIS-444, 2003). Portland cement has the capacity of hardening faster and has higher compressive strength, when compared to hydraulic lime (FAO, 2011). Cement is the most expensive constituent of a sandcrete block, it gives acceptable quality required by various international standards to the blocks (Okafor and Ewa, 2012).

Fine aggregate (sand)

There were variations in the quality of the fine aggregates used by the blocks producers. Some of the block producers used river bed (sharp) sand; while others used ordinary white sand obtained from local sand dredgers in Delta State, Nigeria. The choice of the sand used by each sandcrete block producer for the sandcrete production was highly dependent on the nearness of the sand source to the producers. The quantity of fine aggregate employed was a major component of the sandcrete blocks, that is, with respect to the cement-sand mixing ratios adopted by the various sandcrete block producers. It had been experimentally proven that the volume of fine aggregate used in sandcrete block production, is directly proportional to the compressive strength of a sandcrete block.

Methods

Mix ratio

The answers provided by the block industries directors showed that a cement-sand mixing ratio ranging between 1:12 and 1:16 was adopted. According to the directors, they choose these mix ratios because they provide the best possibility to recoup the money spent on the block production, and still make little profit due to the low price of the sandcrete blocks and high cost of materials. All the blocks industries visited adopted batching by volume method, while the addition of water to the mix did not follow any recommended approved standard. The addition of water was done arbitrary, and it was based mainly on the discretion of the block producer (moulder) and based on the perception of a suitable consistency of the mix.

Sieve analysis

Sieve analysis was carried on the fine aggregate (sand) used for the production of all the sandcrete blocks, to determine if they are in accordance with NIS-87 standard recommendation. Before the test, the fine aggregate was air-dried in the laboratory under ambient temperature ($30\pm 5^{\circ}\text{C}$) for two weeks. During the test, a British standard (BS 882) sieves set was arranged in descending order; the largest aperture sieve was placed at the top, followed by the immediate smaller one, until the smallest aperture sieve was placed at the bottom. Then 1 kg of the fine aggregate was weighed with the aid of an electronic weighing balance and poured into the uppermost sieve of the pre-arranged sieve set. The set was carefully inserted into a mechanical sieve shaker, and ran for twenty minutes. After that, each sieve was carefully removed from the set, and the fine aggregates retained in each sieve was weighed and recorded (Esegbuyota *et al.*, 2019). The cumulative weight of fine aggregate that passed through each sieve was calculated as a percentage of the total sample weight (Odeyemi *et al.*, 2018). From the particle size distribution curve obtained through the sieve analysis, the coefficient of uniformity (C_u) of the fine aggregate was calculated with equation 1, as approved by Unified Soil Classification System (USCS, 2015).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1)$$

Where:

C_u = uniformity coefficient (ASTM D2487),

D_{60} = Diameter corresponding to 60% finer in the grain size distribution.

D_{10} = Diameter corresponding to 10% finer in the grain size distribution. Also known as the Effective Size (USCS, 2015).

According to USCS (ASTM D2487-11), a sand (fine aggregate) is Poorly Graded (P) if C_u is less than 6 ($C_u < 6$) and fines particles are less than 5% (fines < 5%). While a sand is Well Graded (W) if C_u is greater than 6 ($C_u \geq 6$) and the fines particles are less than 5% (fines < 5%).

Specific gravity determination

The specific gravity of the fine aggregate was determined using the standard recommended methods of the Association of Analytical Communities (AOAC, 1990). Specific gravity of the fine aggregate was calculated using equation 2.

$$S_g = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2)$$

Where:

W_1 = Weight of the empty bottle

W_2 = Weight of the bottle filled fine aggregates.

W_3 = Weight of the bottle and its content filled with distilled water up to the meniscus.

W_4 = Weight of the bottle filled with distilled water to the meniscus.

Mode of block production

From the answers provided by the directors, some used manual moulding method, while others used concrete mixers and vibrating moulding machine.

Curing

From the questionnaires retrieved from the block industries directors, curing was done once daily by sprinkling the blocks with water for a period of seven days. After the first seven days, the blocks were cured once weekly by sprinkling the blocks, until they find a buyer.

Mechanical test

The compressive strength of the sandcrete block was carried out in full compliance with NIS-87 recommendations. An electronic Concrete Compression Testing Machine (STYE 2000), manufactured in China, was employed to carry out the compression test. During the crushing, each sandcrete block was clamped between the two flat plates (placed above and below the bed surfaces of the block) in the compression chamber of the machine, and loaded axially at constant speed until failure occurred. The compressive force of the block at failure point was displayed on the screen of the machine, from where it was read from. In order to obtain the compressive strength of the sandcrete block, the failure force of the block was divided by the effective surface area of the sandcrete block, as shown in Equation 3. All the compression tests were done under ambient laboratory temperature of $30\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Computing the compressive strength of 6 Inches solid sandcrete block

$$\text{Compress strength} = \frac{\text{crushing force (N)}}{\text{Net area of block (mm}^2\text{)}} \quad (2)$$

Effective area of 6 inch solid sandcrete block = 450 mm x 150 mm = 67 500 mm²

Statistical Analysis

The data obtained from this research were statistically analyzed using the MS Excel 2015 (Microsoft Corporation Redmond, WA 98052). The summary of the readings was plotted in Microsoft Excel 2015.

RESULTS and DISCUSSION

The answers provided by the blocks industries directors and observations made during the field work, showed that none of them followed NIS recommendations during the process of their sandcrete blocks production. Fine aggregate laboratory analyses were not done, and at times fresh fine aggregate just obtained from the dredging sites (with high moisture content) were used for the blocks production. It was also observed that none of the workers in all the industries visited had any formal education in civil engineering or any allied discipline. Most of the workers resulted to informal means (through hand feeling), in determining the quality of the fine aggregate; since they were aware from experience that the fine aggregate quality affects the compressive strength of the sandcrete blocks produced from them.

Sieve Analysis Results

The results of the sieve analysis of the fine aggregate, as presented in Figures 1 to 15 showed that most of the aggregate were not well graded. The uniformity coefficient (Cu) of the fine aggregate used by the various blocks industries ranged from 4.91 to 7.21. From the fine aggregate analyzed, the fine aggregate used by firms N2, S1, S4, K1 and K5 were Well Graded and met NIS and USCS standards; while fine aggregate

used by firms N1, N4, S2, S3, K2 and K6 for the sandcrete blocks production were Poorly Graded sand with significant amount of silt content. In addition, from the sieve analysis results, it can be seen that even though some fine aggregate were “Well Graded”, they still contained significant amount of silt (fines). This could be attributed to the indiscriminate mixture of fine aggregate by the sandcrete blocks producers. From the on the spot assessment carried out, it was observed that most of the block industries mixed River bed sand and ordinary dredge white sand together to maximize profit. Within Delta state, where this study was carried out, a 30 ton payload of River bed sand cost 38 000 Nigeria naira (about 123 USD), while the same 30 ton payload of ordinary white sand cost 15 000 Nigeria naira (about 48 USD).

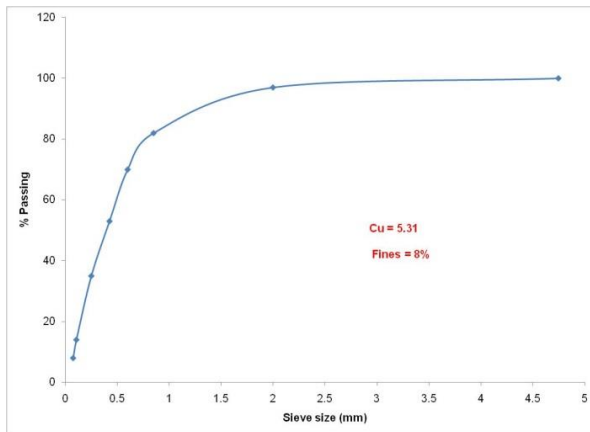


Figure 1. Particle size distribution curve for block industry N1

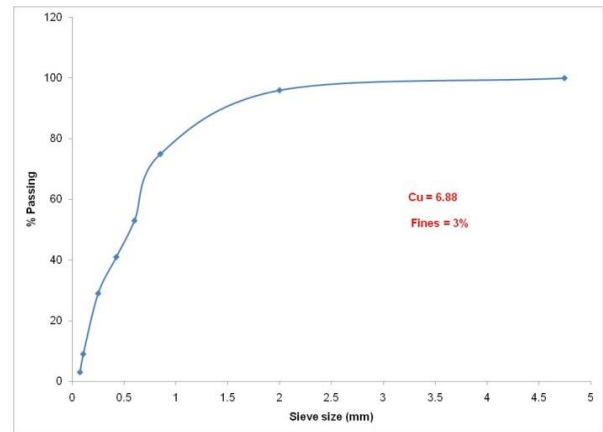


Figure 2. Particle size distribution curve for block industry N2

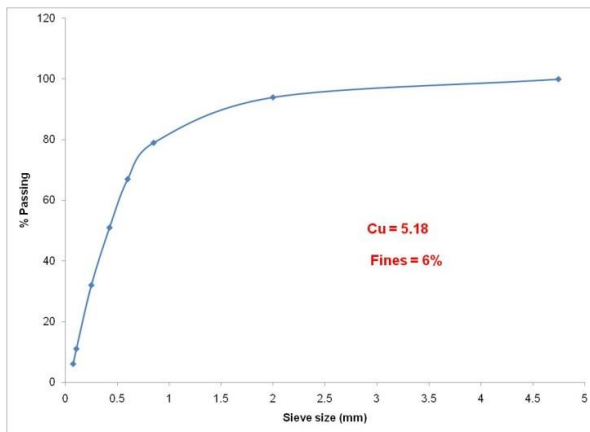


Figure 3. Particle size distribution curve for block industry N3

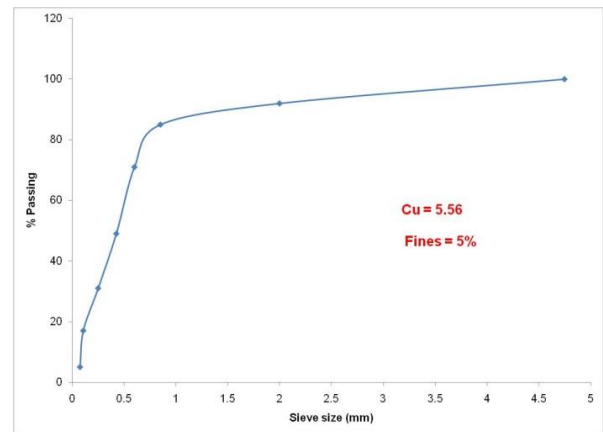


Figure 4. Particle size distribution curve for block industry N4

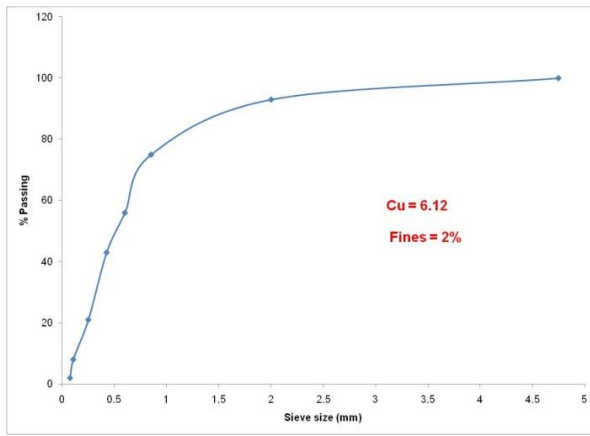


Figure 5. Particle size distribution curve for block industry S1

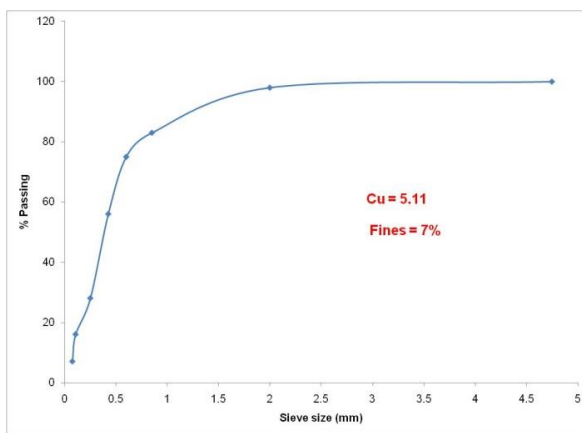


Figure 6. Particle size distribution curve for block industry S3

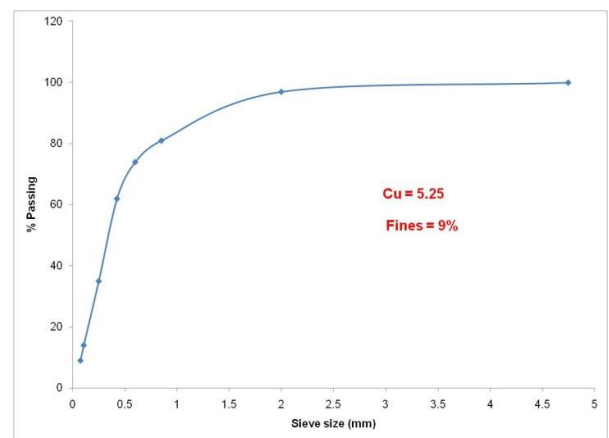


Figure 7. Particle size distribution curve for block industry S4

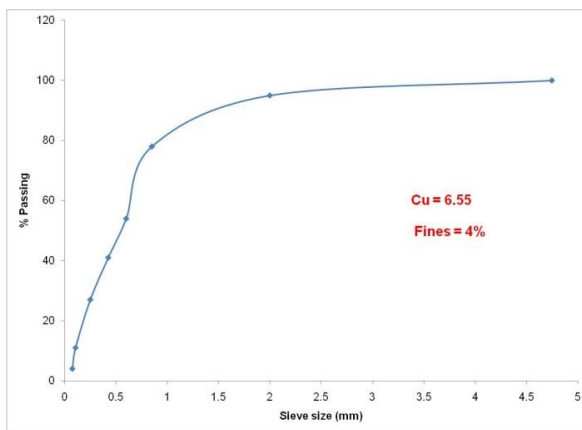


Figure 8. Particle size distribution curve for block industry S4

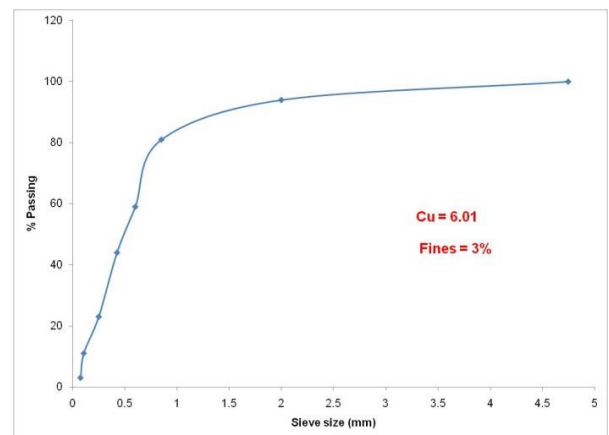


Figure 9. Particle size distribution curve for block industry K1

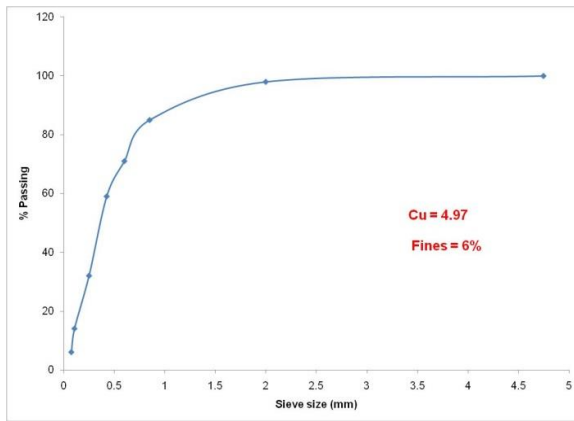


Figure 10. Particle size distribution curve for block industry K2

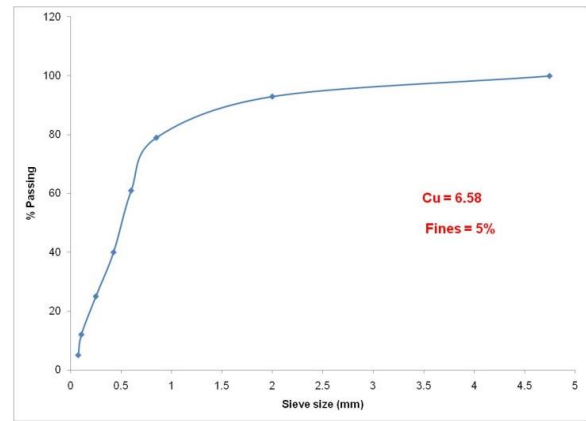


Figure 11. Particle size distribution curve for block industry K3

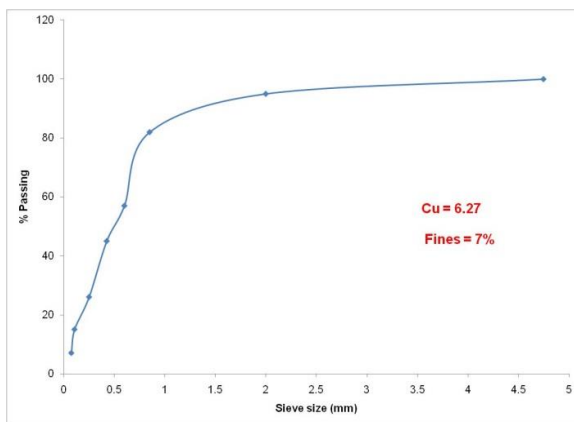


Figure 12. Particle size distribution curve for block industry K4

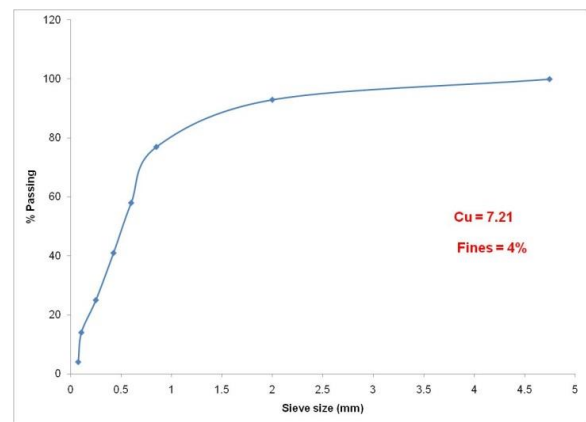


Figure 13. Particle size distribution curve for block industry K5

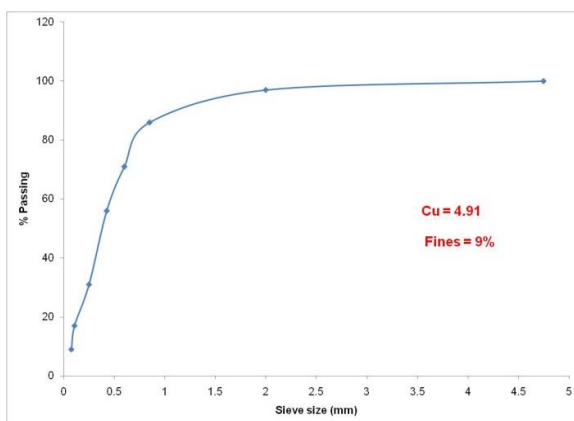


Figure 14. Particle size distribution curve for block industry K6

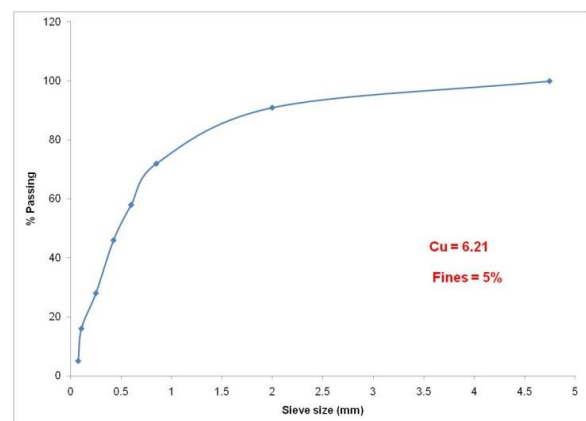


Figure 15. Particle size distribution curve for block industry K7

Fine aggregate specific gravity

The result of the specific gravity of the fine aggregate is shown in Table 1. As shown in Table 1, the specific gravity of the fine aggregate used by some of the sandcrete block producers were a little bit lower than the recommended NIS value for fine aggregate.

Table 1. Fine aggregate specific gravity

Block Industry Code	Specific gravity
N1	2.45
N2	2.56
N3	2.51
N4	2.68
S1	2.72
S2	2.65
S3	2.64
S4	2.61
K1	2.82
K2	2.56
K3	2.72
K4	2.71
K5	2.63
K6	2.65
K7	2.61

Compressive strength

The results of the compressive strength and the mixing ratio of the blocks randomly sampled from the study area are presented in Figure 15 and Table 2. For all cases, the compressive strength of the sandcrete blocks sampled range between 0.653 Nmm⁻² and 1.203Nmm⁻². These results all fall below the minimum permissible compressive strength recommended by the Nigerian industrial Standard (NIS 87:2000) and British Standard (BS 2028) for individual sandcrete blocks. The minimum permissible compressive strength of 3.25 Nmm⁻² was recommended by BS 2028 for individual sandcrete block, used for load bearing walls. As seen in the results the mean compressive strength of sandcrete blocks with the code K was comparatively higher (0.961 Nmm⁻²), when compared to the results obtained from the blocks coded “S” and “N” (0.858 and 0.772 Nmm⁻²). This could be attributed to the differences in the mode of the blocks production, and the specific gravity of the fine aggregate used. From the results, the fine aggregate used to produce “K” blocks had a higher specific gravity when compared to the specific gravity of the fine aggregate used to produce “S” and “N” blocks (Table 1). According to Akpokodje and Uguru (2019), if International standard recommendations are strictly adhered to, fine aggregate having higher specific gravity tends to producer stronger and denser sandcrete blocks, when compared to their counterparts produced with fine aggregate having lower specific gravity value.

The results further showed that most of block industry owners compromise on the cement-sand mix ratio in order to maximize profit. The methods employed by all the block industries, do not conform to any international standard recommendations. All the mix ratios (cement: sand) adopted by the block industries falls below the NIS-87 recommendation of maximum of 1:8, while the water cement ratio was 0.5 (or 0.45) for sandcrete block as specified by BS-6073 and NIS-87, was not strictly adhered to a compressive strength of sandcrete block higher than 2.7 Nmm⁻² is attainable if there is full compliance to NIS recommendations. Adebakin *et al.* (2012) reported that after 28 curing days, sandcrete blocks produced in compliance with NIS recommendations had a compressive strength of 4.26 Nmm⁻². In the study of Esegbuyota *et al* (2019), they reported that compressive strength of 3.24 Nmm⁻² was recorded for sandcrete block produced with a mix ratio of 1:7, with water cement ratio of 0.5. In addition, Ajagbe *et*

al. (2013) adopted BS-6073 recommendations using a mix ratio of 1:6, and produced sandcrete blocks with mean compressive strength of 3.56 N mm⁻². However, based on previous researchers' results, the compressive strength of commercially produced sandcrete blocks in Nigeria, all fall below the specified standard recommendation by NIS-87. Our results are similar to the previous researchers' results, were the compressive strength of commercially produced sandcrete blocks in Nigeria fall far below the specified standard recommendation by NIS-87. Yusuf *et al.* (2017) and Onwuka *et al.* (2013) all reported that the average compressive strength of the blocks within their area of study falls below the NIS recommended value of 3.5 Nmm⁻², and encouraged the government to set up a quality monitoring agency. Aiyewalehinmi and Tanimola (2013) observed that sandcrete blocks produced by block industries and sold to the public are of consistently substandard. Yusuf *et al.* (2017) stated that the Council for the Regulation of Engineering in Nigeria (COREN) should liaise with the government and sandcrete block producers to help in the regulation some of the sharp practices in the industry.

Table 2. Compressive strength test results of the sandcrete blocks (28th day)

Block Industry Code	Cement-sand mix ratio	Mixing and mode of production
N1	1:16	Manual
N2	1:12	Mechanical
N3	1:12	Manual
N4	1:12	Mechanical
S1	1:10	Mechanical
S2	1:14	Mechanical
S3	1:12	Manual
S4	1:14	Manual
K1	1:12	Mechanical
K2	1:16	Mechanical
K3	1:12	Mechanical
K4	1:12	Mechanical
K5	1:14	Manual
K6	1:10	Manual
K7	1:12	Manual

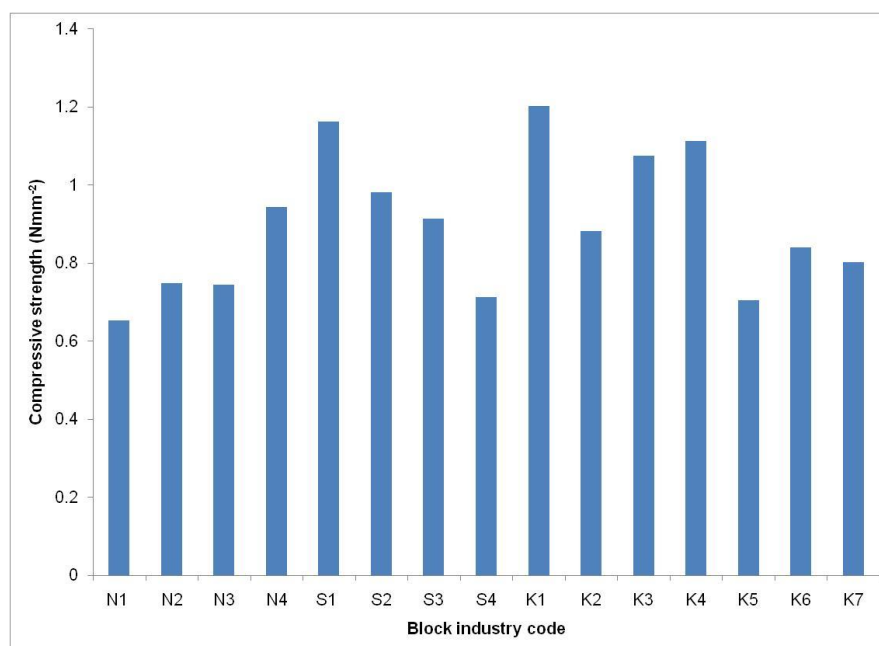


Figure 16. Compressive strength of the blocks sampled from the block industries

CONCLUSIONS

This study was carried to determine the compressive strength of commercially produced sandcrete blocks within Isoko metropolis. Observations made during the field work showed that none of the block industries adhered to NIS-87 recommendations from sandcrete blocks production. The mean compressive strength of all the blocks randomly sampled from the 15 sandcrete blocks industries falls below the minimum permissible compressive strength recommended by NIS. From the results the mean compressive strength ranged from 0.653 Nmm⁻² to 1.203 Nmm⁻². This is because the sandcrete blocks producers tried to maximize profit, by using higher volume of fine aggregate in the block production, leading to a poor quality of sandcrete blocks produced. From the results of this study, it will be appropriate for the government to set to up a quality control agency, to closely monitor the quality of sandcrete blocks produced in the state. In addition to this, constant training should be provided by the Government in collaboration with Structural engineers (COREN) to educate the sandcrete blocks producers on how to improve the quality of sandcrete blocks produced in the country. This is necessary as Nigeria has started to experience earth tremors due likely to seismic activities.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declared that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Goodnews Goodman Agbi: Literature review and methodology.

Ovie Isaac Akpokodje: Data analysis and review of the original draft.

Hilary Uguru: Design the research and writing the original draft.

REFERENCES

- Adebakin IH, Adeyemi AA, Adu JT, Ajayi FA, Lawal AA and Ogunrinola OB (2012). Uses of sawdust as admixture in production of low-cost and light-weight hollow sandcrete blocks. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 3(6):458-463.
- Adewumi BE, Familusi AO, Olatunji AA and Adegbenle BO (2016). Effects of cassava effluent in concrete production. *International Journal of Sciences, Engineering & Environmental Technology (IJOSEET)*, 1(7): 49-55.
- Afolayan JO, Arum C and Daramola CM (2008). Characterization of the compressive strength of sandcrete blocks in Ondo State, Nigeria. *Journal of Civil Engineering Research and Practice*, 5(1): 15-28.
- Aiyewalehinmi EO and Tanimola MO (2013). Strength properties of commercially produced sandcrete blocks in Akure: Onda State. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2(5): 22-33.
- Ajagbe WO, Ganiyu AA and Adeniji AA (2013). Quality assessment of sandcrete blocks in Ibadan – a Review. *Epistemics in Science, Engineering and Technology*, 3(2): 272-277.
- Akpokodje OI. and Uguru H (2019). Effect of fermented cassava wastewater as admixture on some physic-mechanical properties of solid sandcrete blocks. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 67(10): 216-222.

- Association of Analytical Communities (AOAC) (1990). Official methods of analysis. 15th Edn. Association Official Analytical Chemists. Washington D.C. 805-845.
- Baiden BK. and Tuuli M (2004). Impact of quality control practices in sandcrete blocks production, *Journal of Architectural Engineering*, 10(2): 53-60.
- Esegbuyota D, Akpokodje OI and Uguru H (2019). Physical characteristics and compressive strength of raffia fibre reinforced sandcrete blocks. *Direct Research Journal of Engineering and Information Technology*, 6(1):1-8.
- DSG (2015), "Isoko Population". <https://www.deltastate.gov.ng/downloads-2/Population%20by%20sex%20and%20LGA.pdf>, (January, 2020).
- FAO (2011). *Rural structures in the tropics. Design and development*. Rome.
- Nene R (2009). *Determination of compressive strength of nine inches hand moulded sandcrete block*. A Higher National Diploma project presented to the Department of Civil Engineering Kaduna Polytechnic. (October, 2009).
- NIS-87 (2005). Nigerian Industrial Standard: *Standard for Sandcrete blocks*. ed: Standard 103 Organisation of Nigeria, Lagos, Nigeria.
- NIS-444 (2003). Quality standard for ordinary Portland cement. *Standard Organization of Nigeria, Lagos, Nigeria*.
- Odeyemi SO, Otunola OO, Adeyemi AO, Oyeniyen WO, and Olawuyi MY (2015). Compressive strength of manual and machine compacted sandcrete hollow blocks produced from brands of Nigerian cement. *American Journal of Civil Engineering*. 3: 6-9.
- Odeyemi SO, Akinpelu MA, Atoyebi OD and Orire KJ (2018). Quality assessment of sandcrete blocks produced in Adeta, Kwara state, Nigeria. *Nigerian Journal of Technology*, 37(1):53-59.
- Okafor FO and Ewa D (2012). Predicting the compressive strength of obudu erath blocks stabilised with cement kiln dust. *Nigeria Journal of Technology*, 31:149-155.
- Onwuka DO, Osadebe NN and Okere CE (2013). Structural characteristics of sandcrete blocks produced in South-East Nigeria. *Journal of Innovative Research in Engineering and Science*, 4 (3): 483-490.
- Palmquist S (2003). *Compressive behaviour of concrete with recycled aggregates*. Ph.D. Thesis, TUFTS University.
- Tsado TY and Yewa M (2013). *An investigation into building structure failure- management perspective: A case study of talba housing estate, Mina Niger State, Nigeria*, Proceedings of 3rd Binomial Engineering Conference, School of Engineering and Engineering Technology Federal University of Technology, Minna, Niger State. 508- 514
- USCS (2015). "Soil classification basics". <http://faculty.uml.edu/ehajduk/Teaching/14.330/documents/14.330SoilClassification.pdf> (February, 2020).
- Yusuf S and Hamza AA (2011). Comparing the compressive strength of six and nine inches hand moulded sandcrete block. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 3: 64-69.
- Yusuf A, Aminulai HO, Abdullahi A, Alhaj IB and Alalade AI. (2007). *Dimensional Compliance and Compressive Strength of Sandcrete Hollow Blocks Produced in Minna Metropolis*. 2nd International Engineering Conference (IEC 2017) Federal University of Technology, Minna, Nigeria.



Projection for Plant Protection Machinery of Kayseri Province

Necati CETİN^{1a*} Bunyamin DEMİR^{2b} Cevdet SAGLAM^{1a}

^a Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Erciyes, 38039, Kayseri-Turkey

^b Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Mersin, 33110, Mersin-Turkey

(*): Corresponding author. necaticetin@erciyes.edu.tr; Tel: +90-352-2076666

ABSTRACT (*)

Plant protection covers all the processes regarding the yield loss due to weeds, diseases and pests. Pest control is one of the most preferred plant protection methods which is due to easy to apply and has a high speed of effect. The selection of the spraying unit that carries the pesticide to the target in the pest control plays an important role in the success of the application. However, the adsorption ratio of the pesticide on targets have varies according to the sprayer, the application norm, the interaction between the plant and the environment. In recent years, the production systems in which human and environment have been protected in agriculture, and the safe and controlled use of plant protection machinery has started to gain importance. The aim of this study is to determine the projection coefficients of the machinery technology used in plant protection processes in Kayseri province, Central Anatolia Region and Turkey, depending on between the years of 2009-2018 usage quantities. As a result, the projection coefficients of Kayseri province were determined as 1.46% for atomizer, 3.36% for pto-driven pulverizator, -0.21% for motorized pulverizator, 2.11% for back sprayer, 0.93% for mechanical duster and -3.33% for combined atomizer.

RESEARCH ARTICLE

Received: 10.04.2020

Accepted: 11.05.2020

Available online: 23.05.2020

Keywords :

- Kayseri,
- Pest control,
- Sprayer,
- Projection

(*): The abstract of this study was presented as an oral presentation at the 1st International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference.

To cite: Cetin N, Demir B, Saglam C (2020). Projection for Plant Protection Machinery of Kayseri Province. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 104-110.

INTRODUCTION

Plant protection is carried out to reduce weeds, diseases and pests (Rice et al., 2007). Plant protection practices consist of chemical, cultural, biological, mechanical and integrated control. Chemicals are used as the most common pest, disease and weed control method since it is easy to apply them and they are fast-acting (Matthews, 1979; Yağcıoğlu, 1993; Dursun, 2000; Demir, 2015; Çetin et al., 2019).

The success of pesticide applications is directly related to the fact that all parts of the sprayer perform their tasks in harmony (Ozkan et al., 1992). The proper use of the spraying unit makes it possible to carry out the best chemical control (Sayıncı, 2008). Improper spraying reduces efficiency and causes environmental pollution. In the accurate pulverization, the losses in reaching the target are reduced, excessive use of pesticides is prevented, and pulverization efficiency is maximized (Zabkiewicz, 2007).

Proper plant protection agent should initially be selected, it should be applied at the proper time in proper dose with proper spraying machinery. Calibrations should also be done properly to get the best results (Demir, 2015). The aim of this study is to determine the projection coefficients of plant protection machinery technology used in plant protection processes in Kayseri province, Central Anatolia Region and Turkey, depending on the past ten years production and usage quantities.

MATERIAL and METHODS

The material of the study consisted of TUIK plant protection machinery data of Turkey, Central Anatolia Region and Kayseri between 2009 and 2018 years (TUIK, 2019). Considering the ten years of production and usage of plant protection machinery, the percentage ratios of the increase and decrease in their numbers have been calculated and the projection coefficients of these percentage ratios were determined. Depending on the previous year's number of machines belonging to that machine coefficient, Turkey, Central Anatolia Region and Kayseri province used for back sprayer (BS), combined atomizer (CA), pto-driven pulverizator (PTOP), motorized pulverizator (MP), mechanical duster (MD) and the atomizer (A) until 2028 were calculated.

The projection coefficient has been calculated in the following equation (Demir, 2015):

$$\text{Projection Coefficient} = \frac{f2-f1}{f1} \times 100 \quad (1)$$

$$f2 = n\text{year}$$

$$f1 = n - 1\text{year}$$

The positive coefficients of the projection coefficient are the increase in the number of tools and machinery, while the negative result is decreased.

RESULTS and DISCUSSION

In 2018, the most common plant protection machinery is back sprayer followed by pto-driven pulverizator in Turkey. Combined atomizer is the machinery with the least value. As seen in Table 1, according to the projection coefficients, it is predicted that the most common machine which back sprayer would remain the same in 2028. But the least machine is estimated to be as 11139 for mechanical duster in the future.

When the means of projection coefficients were evaluated in Table 2, it is concluded that the maximum increase is in pto-driven pulverizator as 3.44% and motorized pulverizator as 3.07% and the maximum decrease is in mechanical duster as -3.72%. Additionally, as seen in Table 4 and Table 6 pto-driven pulverizator projection coefficients values for Turkey were found to be more than obtained for the Central Anatolia Region values (2.42%) and Kayseri province values (3.36%).

Table 1. Plant protection machinery assets and projections in Turkey

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009	105036	264421	72494	588556	22996	13955
2010	112738	278761	73745	591373	22800	14188
2011	113641	291505	75905	597460	21543	14020
2012	114435	305295	78151	606366	19509	14303
2013	116789	312651	80457	612626	19307	14325
2014	115995	322174	84093	623190	17827	13811
2015	116883	329768	85974	628059	17855	12731
2016	120402	338625	87486	633598	17749	12802
2017	121448	350272	90832	641819	16762	13832
2018	123790	358407	95143	647442	16268	13997
Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2019	126098	370746	98066	654342	15663	14013
2020	128450	383511	101079	661316	15081	14030
2021	130845	396714	104184	668365	14521	14046
2022	133285	410373	107385	675488	13981	14062
2023	135771	424501	110684	682687	13461	14079
2024	138302	439116	114084	689963	12961	14095
2025	140881	454234	117589	697317	12479	14111
2026	143509	469873	121202	704749	12015	14128
2027	146185	486050	124925	712260	11569	14144
2028	148911	502784	128763	719852	11139	14161

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

Table 2. Projection coefficients of plant protection machinery of Turkey

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009-2010	7.33	5.42	1.73	0.48	-0.85	1.67
2010-2011	0.80	4.57	2.93	1.03	-5.51	-1.18
2011-2012	0.70	4.73	2.96	1.49	-9.44	2.02
2012-2013	2.06	2.41	2.95	1.03	-1.04	0.15
2013-2014	-0.68	3.05	4.52	1.72	-7.67	-3.59
2014-2015	0.77	2.36	2.24	0.78	0.16	-7.82
2015-2016	3.01	2.69	1.76	0.88	-0.59	0.56
2016-2017	0.87	3.44	3.82	1.30	-5.56	8.05
2017-2018	1.93	2.32	4.75	0.88	-2.95	1.19
Mean	1.86	3.44	3.07	1.07	-3.72	0.12

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

Among the plant protection machinery commonly used in the Central Anatolia Region, the pto-driven pulverizator (114431) takes the first place and followed by the back sprayer (83120) in 2018. It was estimated that pto-driven pulverizator would reach to 145275 and then back sprayer would reach to 97813 in 2028. However, mechanical duster projection coefficient values for Central Anatolia Region would decrease to 292 (Table 3).

Table 3. Plant protection machinery assets and projections in central anatolia region

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009	3750	92375	9733	71826	566	1285
2010	3777	97367	9736	73590	487	1268
2011	3852	99609	9890	74032	490	1252
2012	3893	102300	10057	76710	483	1256
2013	4265	103501	10328	77379	460	1253
2014	4698	104564	10448	78456	454	1259
2015	4769	106927	10722	80604	463	1278
2016	4851	108642	10962	80825	468	1281
2017	4829	112291	11045	81864	422	1251
2018	4957	114431	11215	83120	411	1234
Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2019	5116	117195	11393	84484	397	1229
2020	5281	120025	11575	85871	384	1223
2021	5450	122924	11759	87280	371	1218
2022	5625	125893	11946	88712	359	1212
2023	5806	128934	12136	90168	346	1207
2024	5992	132048	12329	91648	335	1202
2025	6185	135237	12525	93152	324	1196
2026	6383	138504	12724	94680	313	1191
2027	6588	141849	12926	96234	302	1186
2028	6800	145275	13132	97813	292	1180

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

Table 4 shows that the highest projection coefficient is obtained in atomizer as 3,21% and the lowest projection coefficient is obtained in mechanical duster as -3,36%. While the highest increase in the number of atomizers occurred in 2013-2014, and the highest decrease in mechanical duster was in 2009-2010. On the other hand, while motorized pulverizator increased by 1.59% in the Central Anatolia Region, it decreased by -0.21% in Kayseri province.

Table 4. Projection coefficients of plant protection machinery of central anatolia region

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009-2010	0.72	5.40	0.03	2.46	-13.96	-1.32
2010-2011	1.99	2.30	1.58	0.60	0.62	-1.26
2011-2012	1.06	2.70	1.69	3.62	-1.43	0.32
2012-2013	9.56	1.17	2.69	0.87	-4.76	-0.24
2013-2014	10.15	1.03	1.16	1.39	-1.30	0.48
2014-2015	1.51	2.26	2.62	2.74	1.98	1.51
2015-2016	1.72	1.60	2.24	0.27	1.08	0.23
2016-2017	-0.45	3.36	0.76	1.29	-9.83	-2.34
2017-2018	2.65	1.91	1.54	1.53	-2.61	-1.36
Mean	3.21	2.42	1.59	1.64	-3.36	-0.44

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

Plant protection machinery assets of Kayseri province are given in Table 5. According to results, it was found that pto-driven pulverizator and back sprayer machinery were the greatest, and mechanical duster and combined atomizer machinery were the least. According to the projection results, pto-driven pulverizator which was in the first place maintained its place and was followed by back sprayer in

2028. It has been observed that there is no change in the number of the least machinery which mechanical duster.

Table 5. Plant protection machinery assets and projections in Kayseri

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009	149	4048	482	4241	12	73
2010	172	4085	497	4247	13	62
2011	106	4071	428	4224	13	65
2012	115	4118	428	4287	13	60
2013	136	4297	445	4389	13	60
2014	142	4428	456	4456	13	56
2015	142	4455	455	4480	13	56
2016	142	4499	455	4536	13	56
2017	147	4824	461	4717	13	54
2018	149	5416	467	5103	13	53
Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2019	151	5598	466	5210	13	51
2020	153	5786	465	5320	13	50
2021	156	5980	464	5432	13	48
2022	158	6181	463	5547	13	46
2023	160	6388	462	5664	14	45
2024	163	6603	461	5783	14	43
2025	165	6824	460	5905	14	42
2026	167	7053	459	6029	14	40
2027	170	7290	458	6156	14	39
2028	172	7535	457	6286	14	38

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

When the changes depending on the years are investigated, it is seen that the greatest decrease occurred in atomizer as -38,37% in the years 2010-2011. The highest mean of the projection coefficient was found to be in the pto-driven pulverizator and the least in the combined atomizer (Table 6). As seen in the projection coefficients, it is predicted that the number of atomizer and pto-driven pulverizator would increase in Kayseri province, Central Anatolia Region and Turkey.

Table 6. Projection coefficients of plant protection machinery of Kayseri

Years	A	PTOP	MP	BS	MD	CA
2009-2010	15.44	0.91	3.11	0.14	8.33	-15.07
2010-2011	-38.37	-0.34	-13.88	-0.54	0.00	4.84
2011-2012	8.49	1.15	0.00	1.49	0.00	-7.69
2012-2013	18.26	4.35	3.97	2.38	0.00	0.00
2013-2014	4.41	3.05	2.47	1.53	0.00	-6.67
2014-2015	0.00	0.61	-0.22	0.54	0.00	0.00
2015-2016	0.00	0.99	0.00	1.25	0.00	0.00
2016-2017	3.52	7.22	1.32	3.99	0.00	-3.57
2017-2018	1.36	12.27	1.30	8.18	0.00	-1.85
Mean	1.46	3.36	-0.21	2.11	0.93	-3.33

A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer.

Kayseri province, Central Anatolia Region and Turkey mean of the projection coefficients were compared in Figure 1. The highest positively change occurred in pto-driven pulverizator. Mechanical duster machine has a negative mean of the projection

coefficient in the Central Anatolia Region and Turkey, while it is positive in Kayseri province.

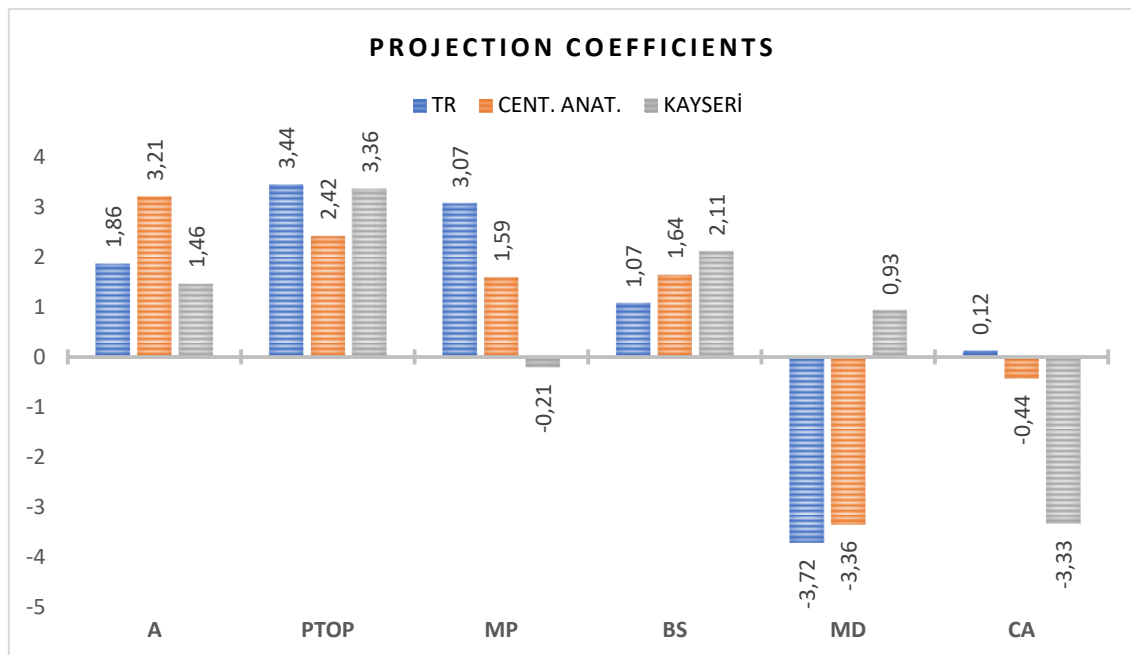


Figure 1. Average of projection coefficients

(A: atomizer, PTO: pto-driven pulverizator, MP: motorized pulverizator, BS: back sprayer, MD: mechanical duster, CA: combined atomizer)

CONCLUSIONS

Turkey, Central Anatolia Region and Kayseri province projection of plant protection machinery, in line with the projection of a positive coefficient of determination would increase until 2028. The projection values obtained from Kayseri province in the atomizer machinery is similar to Turkey, but it is the lower than the Central Anatolia region. The motorized pulverization projection coefficient is also lower than the Central Anatolia Region and Turkey, and it was calculated as negative.

It is predicted that depending on the projection coefficient of mechanical duster machinery would decrease in the next 10-year period in Turkey and Central Anatolia Region and, was increased in Kayseri province. Pest control would be at the top of the preferred agricultural protection applications in terms of its advantages and ease of application. Therefore, in order to eliminate the harmful effects of pesticides and to provide the effect of the agricultural protection, the technical characteristics of the plant protection tools and machinery should be well known, their calibration and maintenance should be done correctly and regularly.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors must declare that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Necati Cetin: Writing-original draft, methodology, formal analysis, review and editing

Bunyamin Demir: Writing-original draft, methodology

Cevdet Saglam: Writing-original draft, Formal analysis

REFERENCES

- Çetin N, Sağlam C and Demir B (2019). Determination of Spray Angle and Flow Uniformity of Spray Nozzles with Image Processing Operations. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 29 (6): 1603-1615.
- Demir B (2015). A Projection for Plant Protection Machinery of Central Anatolia Region. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 28 (1): 27-32. (In Turkish).
- Dursun E (2000). Meme aşınmasının pülverizasyon karakteristiklerine etkileri. *Ekin Dergisi*, 6 (21): 62-66.
- Matthews GA (1979). Pesticide Application Methods. *Longman*, 1-325 pp.
- Ozkan HE, Reichard DL and Ackerman KD (1992). Effect of orifice wear on spray patterns from fan nozzles. *Transactions of the ASAE*, 35 (4): 1091-1097.
- Rice PJ, Rice PJ, Arthur EL and Barefoot AC (2007). Advances in pesticide environmental fate and exposure assessments. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55 (14): 5367-5376.
- Sayıncı B (2008). *Determination of spray application performance into potato canopies with spinning disc and hydraulic spray nozzles, and biological activities with spinosad for Leptinotarsa decemlineata Say (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Doctoral thesis. Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Science, p 239, Erzurum-Turkey (In Turkish).
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal Alet ve Makine İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (02.04.2019) (in Turkish)
- Yağcıoğlu A (1993). Bitki Koruma Makinaları. *Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No: 508*, 338 s. Bornova, İzmir (in Turkish).
- Zabkiewicz JA (2007). Spray formulation efficacy- holistic and futuristic perspectives. *Crop Protection*, 26(3): 312-319.



Response Surface Optimization of Convective Air Drying Process in a Hybrid PV/T Solar Dryer

Sampson UZOMA^{1a} Nnaemeka NWAKUBA^{1b*} Kelechi ANYAOHA^{1c}

^aDepartment of Agricultural and Bio-Environmental Engineering, Imo State Polytechnic, Umuagwo-Ohaji, NIGERIA

^bDepartment of Agricultural and Bioresources Engineering, School of Engineering & Engineering Technology, Federal University of Technology, P.M.B. 1526 Owerri, NIGERIA

^cDepartment of Agricultural and Bio-Environmental Engineering, Imo State Polytechnic, Umuagwo-Ohaji, NIGERIA

(*): Corresponding author. nnaemeka.nwakuba@futo.edu.ng; Tel: +234-803-660-8510

ABSTRACT

The increasing demand for improved techno-economic and efficient drying systems has impelled research on optimization study of solar drying process. This paper discusses the optimization of red pepper slices during drying process in a hybrid photovoltaic-thermal (PV/T) solar dryer using response surface approach. The study was conducted in humid tropical Nigerian environment characterized by intermittent solar irradiance, prompted by humid wind effect from regional water bodies. The effects of varying drying air temperatures (50, 60 and 70°C), air velocities (1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹), and sample thicknesses (10, 15, and 20 mm) on the total energy consumption, drying efficiency, %shrinkage, and drying time of pepper samples were investigated using a 3³-factorial treatment design. The results obtained were built-in and the responses plotted in 3-D surface plots and evaluated statistically to obtain variable relationships. The total and specific energy consumption ranged between 1.31 – 38.9 kWh and 6.92-62.76 kW kg⁻¹, respectively. The percent thermal contribution of the PV module and solar collector at varying air velocities ranged between 0.792% ≤ Q_{pv} ≤ 23.53%, and 0.518% ≤ Q_{col} ≤ 15.37%, respectively. The mean system drying efficiency varied between 6.73 - 35.14%, whereas the percentage shrinkage ranged between 56.91 - 73.90%. The drying time varied from 125.5 ± 7 - 205.5 ± 10 mins. At the optimum drying conditions of 70°C air temperature, 1.88 m/s air velocity and 14.31 mm sample thickness and desirability of 0.903, the total energy consumption, drying efficiency, shrinkage, and drying time were obtained as 4.03 kWh, 20.46%, 67.05% and 183.8 mins, respectively. The predicted models had R²-values ranging between 0.9228 - 0.9989, which were verified and validated for accuracy using diagnostic plots and percentage error deviations. The results of this study indicate how indispensable some variables and process conditions are to the performance of hybrid PV/T solar dryer.

RESEARCH ARTICLE

Received: 09.04.2020
Accepted: 16.05.2020
Available online: 23.05.2020

Keywords :

- Solar cell,
- Crop drying,
- Energy consumption,
- Efficiency,
- Solar radiation,
- Shrinkage

To cite: Uzoma S, Nwakuba N, Anyaoha K (2020). Response Surface Optimization of Convective Air Drying Process in a Hybrid PV/T Solar Dryer. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(1): 111-130.

INTRODUCTION

Given the increasing importance of generating clean and cost effective energy for drying of food materials, particularly in developing nations like Nigeria, solar energy has become a promising source of clean energy for drying of plant-based materials due to its marginal cost of operation vis-à-vis cost of fuel (Poonia *et al.*, 2018). This clean, renewable and affordable energy source has been intermittent in its supply especially in the South-eastern Nigeria, as a result of inter-tropical discontinuity caused by interference of prevalent humid wind from coastal locations and regular rainfall. This in effect, restricts the efficient application of the radiant energy of the sun for drying purposes and had prompted the adoption of a swiftly-developing renewable energy technologies known as solar photovoltaic (PV), which has good future prospects for crop drying. The hybrid photovoltaic/thermal (PV/T) system concurrently generates electric power and heat from incident solar irradiation on the photocell, which are applied to various energy applications such as, domestic heating, agricultural operations etc. Mortezapour *et al.* (2012) reports that photovoltaic cells have the capability of converting only 20% and 80% of the absorbed solar flux to electric energy and to heat, respectively. This raises the temperature of the photovoltaic cell, thereby reducing the electrical efficiency conversion of the system. In a bid to circumvent this challenge, necessitates the advent of hybrid PV/T technology.

Convective drying of food materials is characterized by low thermal conductivity which requires large quantity of energy due to insufficient and inefficient intra-cellular heat transfer (Nwakuba *et al.*, 2018). This is mostly significant in an environment where the heat-carrying capacity of the air stream is grossly small as a result of increased ambient relative humidity. Optimizing the operational conditions of convective drying process amongst its importance, reduces the overall energy cost for crop drying, improves efficiency of the dryer, as well as improved dried product quality.

Pepper (*Genus Capsicum*) is an essential fruit vegetable, given its monetary benefits as well as the dietary and health advantages. It is rich in nutrients - Vitamins A, C, K, and B6, calcium, iron, zinc, and fiber. Pepper is mostly used for the purposes of culinary and seasonings and considers to be one of the most valued spices in Nigerian delicacies used either in fresh, dried or powdery form. In Nigeria, pepper has high demand because of its pungency and good taste, and can easily be dried, ground and packaged for export. Its use in Nigeria represents about 40 percent of the total vegetable consumption in a day (Sanusi and Ayinde, 2013). The dried Savannah region of Nigeria has high potential for pepper production. Huge postharvest losses are usually encountered during commercial scale production because of the commonly used open sun drying practice. Given its high moisture content (82 – 88% w.b), labour intensive and time-consuming drying operation, a suitable dryer is required for large-scale quality-dried pepper product. This would benefit Nigerian farmers economically and help fulfill their national and international requirements.

Response surface optimization offers data for optimizing or evaluating numerous responses, and simultaneously produce statistical-based accurate mathematical

relationships used for graphical analysis of the method studied. These models illustrate the influence of input parameters on responses, estimate their interaction effects and denote the combined effect of the input parameters in a response in graphic form. This technique, according to Erbay and Icer (2009) allows the researcher to make effectual survey of a system or process. Different techniques of optimization exist such as, the generally used graphical technique, the improved graph method, the desirability function, and the stretched surface method (Corzo *et al.*, 2008). Response surface optimization has been often adopted in drying of food materials (Corzo *et al.*, 2008; Erbay and Icer, 2009; Han *et al.*, 2010; Kumar *et al.*, 2011; Abano *et al.*, 2014; Nwakuba, 2019).

This study considers adopting the response surface technique for obtaining the best drying settings for convective air drying of red pepper slices using a PV/T solar dryer in a location prone to inter-tropical discontinuity. There are currently, limited published literature on the optimal control variables for cost and energy effective drying of fruit vegetables in humid tropical zones using solar photovoltaic technology. Therefore, the main objective of this paper therefore to optimize the parameters for convective air drying of sliced red pepper by adopting the desirability index approach, which describes the technique of response surface in determining the optimal total energy consumption, drying efficiency, drying time and percent shrinkage within the range of varying levels of control variables (drying air temperature, air velocity, and sample thickness) during red pepper drying process. However, this would facilitate the design of experiments by eliminating labourious experimental runs without compromising vital technical information, as well as promote selection of best drying conditions that would require little drying energy and carbon emission and increase dryer cost effectiveness with very minor deleterious effect on the dried food product. The optimization result therefore, was studied by using a 3x3 factorial design layout of Central Composite Design (CCD) of Design-Expert (11.0) Statistical tool.

Achieving substantial energy reserves during convective hot air drying process of fruit vegetables, apprehensions on drying economics and effects on food security/supply, ecological emissions, and provision of optimal total energy for drying, temperature of the drying air, velocity of the drying air stream, sample thickness, drying efficiency, percentage shrinkage, and drying time most appropriate for red pepper justifies this work. This paper would present empirical mathematical relations that predict energy consumption of hybrid PV/T solar dryer as well as other response variables and process conditions for red pepper slices, which are indispensable in the design of energy-efficient and cost-effective hybrid PV/T solar dryers for fruit vegetables.

MATERIAL and METHODS

Experimental Procedure

Drying experiments were conducted at Imo State Polytechnic, Umuagwo-Ohaji, Nigeria, between 3rd - 11th September 2019. This period of the year in Nigeria is known for high rainfall intensity and ambient relative humidity, as well as low/intermittent sunshine. It also coincides with the time of harvest for the majority of farm produce in this region, which requires immediate drying for better and prolonged storage. The study made use of a hybrid convective PV/T solar dryer (Fig. 1), primed with arduino microprocessor to control and measure the temperature of drying air,

velocity of drying air, and air relative humidity in the drying chamber, solar collector unit and the surrounding. The dryer was placed in an open area and switched on to attain steady-state condition. The solar cell (PV module) is of silicon mono-crystalline type with specification: 1.3 x 0.65 m². It has a thickness of 0.0003 m and absorptivity of 0.85; whereas the solar collector (Fig. 1, No. 7) with a rectangular configuration of 0.1 x 0.65 x 0.3 m³ has a 0.01 m absorber plate, 0.04 m thick plain glass, and a duct width of 1.5 m mounted on a frame support.

Non-pretreated fresh red pepper samples purchased from Relief market in Owerri metropolis were selected based on mass, viability and colour. Mean sample initial moisture content of 81.9% wet basis (w.b) was obtained using oven method at 105°C for 24 hours (Nwakuba *et al.*, 2019). A batch of 0.5kg of the sliced samples was measured and selected using a digital weighing balance and a stainless-steel knife (Fig. 2). Experiments were carried out with three drying air temperatures (50, 60 and 70°C), air velocities (1.0, 1.5 and 2.0 m/s) and sample sliced thicknesses (10, 15 and 20 mm). It is worthy of note to point out that the selected air velocity range corresponds to the maximum and minimum airflow rates obtained in the study area during harvesting season; whereas the range of sample thickness reflects the sizes of studied red pepper variety available in the local vegetable market. However, weight sensors connected to the drying racks recorded moisture losses per 10 minutes interval and transfer data to a personal computer via the arduino processor control panel. A pyranometer was used to measure the amount of incident radiation on the solar collector. The total energy consumption (from solar cells and solar collector) and drying time for each batch were recorded. The experiment was ended when the sample moisture loss reached the desired final moisture content of 10% w.b (Tiwari, 2012; Uzoma *et al.*, 2019).

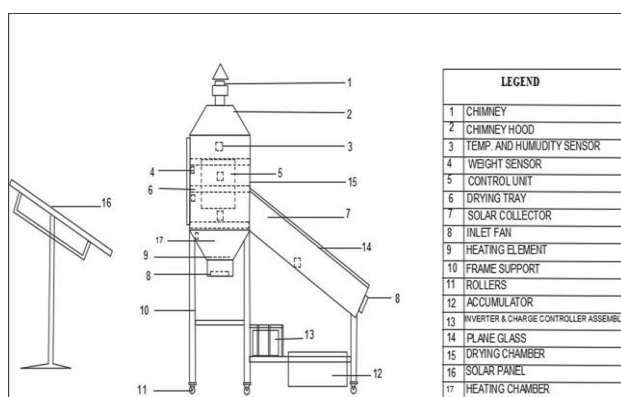


Figure 1. 2-D diagram of the hybrid PV/T solar dryer

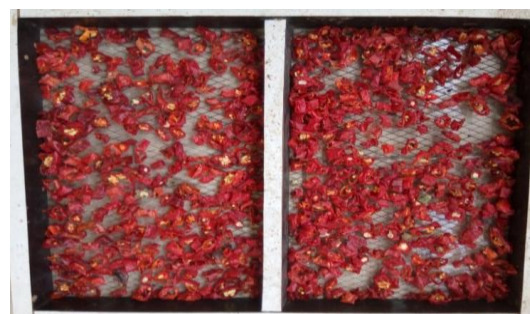


Figure 2. Thin layer sliced red pepper samples.

Experimental Design and Response Surface Analysis

The drying experiment was formulated in a factorial treatment design of the central composite design (CCD) tool of Design Expert Statistical Software (version 11.0), in a randomized form so as to lessen the unexplainable effects in the observed response variables. Three independent input variables: air temperature (T), air velocity (V), and sample slice thickness (S) at three levels each, for four response variables, Y_r (total energy consumption, drying efficiency, drying time and shrinkage) were formed. The relative contributions of each of the independent variables to the response variables (Y_r) were determined. A 3³ layout of CCD RSM for the drying experiments is shown in

Table 1. In order to optimize the drying conditions of the hybrid solar-electric dryer, Eq. (1) was applied to describe the linear, interaction and curvature effects of the response variables expressed as:

$$Y_r = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 V + \beta_3 S + \beta_4 TV + \beta_5 TS + \beta_6 VS + \beta_7 T^2 + \beta_8 V^2 + \beta_9 S^2 \quad (1)$$

Where: β_0 represents the model intercept; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_9$ are coefficients of the regression model; $\beta_1 T, \beta_2 V$, and $\beta_3 S$ are the linear effects; $\beta_4 TV, \beta_5 TS$ and $\beta_6 VS$ are the model interaction effects; $\beta_7 T^2, \beta_8 V^2$ and $\beta_9 S^2$ represent the quadratic effects.

However, Eq. (1) was arranged in line with the RSM quadratic model obtained from this study, which mathematically describes the relationship between the input drying factors.

Table 1. Experimental layout of input factors and Levels of the randomized factorial treatment design

Input variables	Coded symbol	Levels	
		Actual	Coded
Air temperature (°C)	T	50	-1
		60	0
		70	1
Air velocity (ms ⁻¹)	V	1.0	-1
		1.5	0
		2.0	1
Sample thickness (mm)	S	10	-1
		15	0
		20	1

The desirability index, $D(x)$ which adopts the method of multivariate responses of numerical optimization of the drying process is given by Eq. (2) as (Kumar *et al.*, 2011; Nwakuba, 2019):

$$Y_r = [Y_{r1} \cdot Y_{r2} \cdot Y_{r3}, \dots, Y_{rn}]^{-n} \quad (2)$$

Where: n is the total number of responses = 4; $D(x)$ ranges between 0 and 1, denoting the lowest and highest desirable coded levels, respectively.

Objective function

$D(x)$ shows the extent to which the experimental response variables are closely matched or compactible to a given level of input parameter. In this study, the optimization goals for the input parameters are taken within the design limit of the input values, whereas the response parameters considered minimum energy consumption, maximum drying efficiency and minimum drying time and percent shrinkage of the dried products (Table 2). The high value of $D(x)$ which indicates the most apt functions for the drying process of pepper gives the system optimal solution (Nwakuba, 2019). The optimum values of the experimental factors were obtained from the total energy consumption, drying efficiency and shrinkage variables which maximize $D(x)$. Analysis of variance (ANOVA) was adopted to estimate the significance of the model variables at 5% probability level ($P < 0.05$), as well as the

influence of the input parameters on the response variables. It also validates the accuracy of the prediction models, whereas degree of freedom (df), mean square (ms), sum of squares (ss), F and P-values check the model efficiency (Freedman *et al.*, 2007). Least significant differences in the experimental variables were checked using the Fisher's test.

The accuracy of prediction of the response variables was verified using Diagnostic plots, such as the normal probability plots of the residual response parameters, plots of predicted versus experimental response parameters, Box-cox plot (natural log of the residual sum of squares, Ln residual SS), and coefficient of determination (R^2); meanwhile the model adequacies were obtained from the adjusted- R^2 and coefficient of variation (CV). It is pertinent to state that the reliability of the developed models to predict experimental data is a function of the Lambda value for each response variable.

Table 2. Criteria and goals for numerical optimization

Input/Response variables	Goal	Lower limit		Upper limit		Importance
		Actual	Coded	Actual	Coded	
Temperature (°C)	in range	50	-1	70	1	3
Air velocity (ms ⁻¹)	in range	1.0	-1	1.5	1	3
Sample thickness (mm)	in range	10	-1	20	1	3
Total energy consumption (kJ)	minimize	-	-	-	-	3
Drying efficiency (%)	maximize	-	-	-	-	3
Shrinkage (%)	Minimize	-	-	-	-	3
Drying time (mins.)	minimize	-	-	-	-	3

Theoretical Calculations

Energy analysis

The total energy flow of the hybrid system (Q_t) is the sum of the total irradiation on the solar collector and PV during the sunlight and the thermal/electrical energy generated is expressed as:

$$Q_t = Q_{col} + Q_e + Q_{pv} \quad (3)$$

Where: Q_{col} , Q_e , Q_{pv} = total radiation on solar collector, thermal energy from resistance wire, and photovoltaic energy (kWh), respectively.

According to Duffie and Beckman (2006), Q_{col} is given by:

$$Q_{col} = A_c F_R [(\alpha_g \tau_g) - U_o (T_c - T_a)] \quad (4)$$

The overall thermal loss (U_o W/m²) from the solar collector (top, bottom, and sides) is given by Ndukwu *et al.* (2020a) as:

$$U_o = U_t + U_b + U_s \quad (5)$$

The useful thermal energy from the electric heater unit is expressed as:

$$Q_{pv} = \eta_{pv} \tau_g^2 \beta I_g A_c \quad (7)$$

Where: F_R = heat removal factor; A_c = solar collector area (m^2); $\alpha_g \tau_g$ = effective transmittance-absorbance of glass (0.06×0.84); U_o = overall heat thermal loss (W/m^2); T_c and T_a = solar collector temperature and ambient air temperature, respectively ($^{\circ}C$); \dot{M} = mass flow rate of air (kg/s); C_p = specific heat capacity of air (J/kg); T_o and T_i = outlet and inlet air temperatures of the heater ($^{\circ}C$), respectively; η_{pv} = PV efficiency (0.116%); τ_g^2 = transitivity of glass (0.84); β = fill factor (0.708); I_g = incident solar flux (W/m^2); hp is the heater rated power (W), a_h = heater area (m^2), l_h = heater length (m), t = drying time (s); U_t , U_b , and U_s = thermal loss from top, bottom, and sides, respectively.

Since drying was done during inclement weather condition, the total energy consumption during drying process at varying air temperatures and air velocities is expressed considered Eq. (3).

The specific energy consumption for drying a kg sample mass is expressed as (Afolabi *et al.*, 2014; Nwakuba *et al.*, 2018):

$$Q_s = \frac{Q_t}{M_w} \quad (8a)$$

$$\text{Where: } M_w = M_t - M_{t+1} \quad (8b)$$

Q_s = specific energy consumption (kWh/kg^{-1}), M_w = mass of water removed from the sample (kg), M_t = mass at time t and M_{t+1} is the next mass after M_t .

Drying efficiency

The drying efficiency of a hybrid PV/T solar dryer (η_d), is given by (Uzoma *et al.*, 2019; Ndukwu *et al.*, 2020b):

$$\eta_d = \frac{M_m L}{Q_t} \quad (9)$$

Where: M_m = quantity of moisture expelled (kg), L = latent heat of vaporization of moisture (kJ/kg).

Shrinkage analysis

The percent shrinkage of a product is one of the vital parameters assessing the quality of dried products, as it determines the rehydration rate of the dried product. Shrinkage indicates the relative change in the sample thickness as a result of moisture removal during drying process. The shrinkage percentage, S was obtained by determining the initial and final sizes of the pepper slices using the method of liquid displacement (Hafezi *et al.*, 2015). For each experimental treatment, three samples were selected in random, and percent shrinkage of the pepper samples was obtained as (Dianda *et al.*, 2015; Hafezi *et al.*, 2015):

$$S_h = \left(1 - \frac{V_i}{V_d}\right) \times 100\% \quad (10)$$

Where: S_h = Shrinkage (%), V_i and V_d = initial and dried volumes of the pepper slices, respectively (m^3).

RESULTS and DISCUSSION

The layout of the experimental factors (with 20 runs and 19 degrees of freedom) of the drying parameters and responses are as presented in Table 3. The coefficients of the input parameters and their interactions, as well as the resulting quadratic prediction functions of the response variables were obtained from the experimental data of Table 2.

Table 3. Central composite design of the experimental input and response variables

Run No.	Input Variables			Response Variables			
	Temperature, T (oC)	Air velocity, V (ms-1)	Sample thickness, S (mm)	Total energy, Et (kWh)	Drying efficiency, η_d (%)	Shrinkage, Sh (%)	Drying time, Td (mins)
1	50.00	1.00	10.00	16.54	7.12	56.91	197.50
2	70.00	1.00	10.00	9.38	12.81	62.71	150.00
3	50.00	2.00	10.00	10.54	15.45	68.89	179.50
4	70.00	2.00	10.00	1.31	18.38	61.18	140.00
5	50.00	1.00	20.00	35.72	20.27	66.24	150.00
6	70.00	1.00	20.00	9.23	29.94	73.92	125.50
7	50.00	2.00	20.00	30.67	29.75	72.99	201.50
8	70.00	2.00	20.00	2.28	33.12	70.14	150.00
9	43.18	1.50	15.00	38.91	12.41	57.55	144.50
10	76.82	1.50	15.00	5.86	25.86	60.88	150.50
11	60.00	0.66	15.00	15.82	9.22	68.72	205.00
12	60.00	2.34	15.00	6.22	20.86	72.17	158.50
13	60.00	1.50	6.59	4.31	16.51	61.12	193.50
14	60.00	1.50	23.41	19.43	30.41	74.87	196.50
15	60.00	1.50	15.00	9.11	20.82	68.23	194.50
16	60.00	1.50	15.00	8.49	20.82	67.16	190.00
17	60.00	1.50	15.00	9.16	20.82	65.19	194.50
18	60.00	1.50	15.00	9.33	20.82	70.01	192.00
19	60.00	1.50	15.00	8.82	20.82	65.87	190.50
20	60.00	1.50	15.00	9.37	20.82	67.13	191.50

The results of the ambient air condition during the drying process is presented in Fig. 3. The mean heat outflow and thermal/electrical energy developed by the solar collector and PV module respectively were dependent upon the solar radiation intensity, which varies with time of the day. Reduction in solar irradiation due to cloud change reduced the ambient air temperature and negatively affects the performance efficiency of the dryer. As hourly time increased, the amount of solar radiation increased to a maximum of 714.38 Wm^{-2} at 1:00pm with ambient air temperature and began to decrease. This proportional increase in air temperature raised the pressure of water vapour in the air, lowered the relative humidity of air, and thereby enhanced the specific moisture extraction rate. However, the ambient air had the highest relative humidity (85.1%) at 10am and decreased as solar radiation and hourly time increased, which resulted in gross reduction in the enthalpy of the solar collector air temperature. Drying operation was done at a mean ambient air temperature, relative humidity, and solar radiation of 27.24°C , 62.6%, and 518.2 Wm^{-2} , respectively.

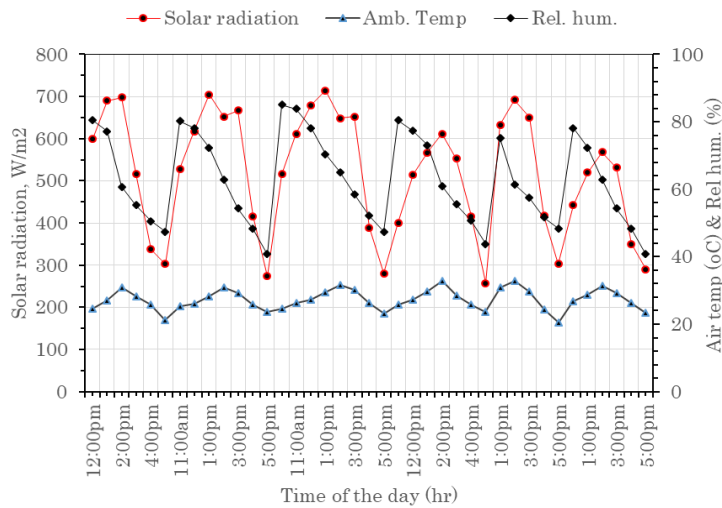


Figure 3. Mean ambient air condition during drying process

Thermal energy contribution of solar collector and solar cell

The percent useful thermal energy input of the solar collector and solar cell to the hybrid system is shown in Table 4. Since the PV module converts incident solar flux to electric heat output (at negligible loss in surface temperature of solar cell), the sum of Eqs. (6) and (7) were subtracted from the total energy flow of the hybrid system (Eq. 1) to obtain the solar collector energy contribution. The total heat energy contribution of the solar cell during the sunshine periods ranged between $0.792\% \leq Q_{pv} \leq 23.53\%$, whereas the solar collector contribution varied from $0.518\% \leq Q_{col} \leq 15.37\%$ at increasing air velocity. Increasing the velocity of drying air enhanced the rate of convectonal heat transfer to the drying chamber, thus higher % heat contribution for drying. The lower percent contribution of the solar collector can be attributed to low mean ambient air temperature of 27.24°C , which is inadequate for moisture removal from high moisture product like red pepper. Operating the PV/T hybrid dryer at an air velocity of 2.0ms^{-1} would undoubtably reduce its energy consumption, improve drying efficiency, and drying rate.

Table 4. Percent energy contribution of solar collector and solar cell

Air velocity (ms^{-1})	Percent energy contribution (%)	
	Solar cell	Solar collector
1.0	0.792	0.518
1.5	12.73	7.94
2.0	23.53	15.37

Variance Analysis of Drying Variables and Reponses

Energy consumption

The effect of interaction of the drying parameters on the total and specific energy consumption are illustrated in Figs. 4 and 5. At constant sample thickness, increasing the drying air temperature and air velocity reduced the total and specific energy consumption of the drying process. This is because of the increase in the rate of heat and mass transfer in the sample product and reduction in the water vapour pressure which resulted in less resistance moisture diffusion and evaporation, thereby reducing the drying time hence, gross reduction in the total and specific energy consumption.

Similar observations were reported by Darvishi et al. (2013), Minaei et al. (2014), Hafezi et al. (2015).

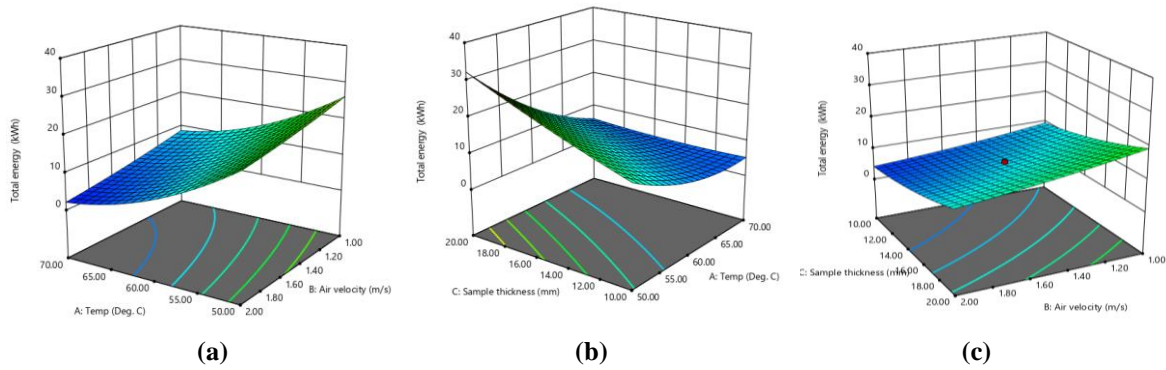


Figure 4. Response surface plot interaction between: (a) drying air temperature and air velocity, (b) drying air temperature and sample slice thickness, (c) air velocity and sample thickness, on the total energy consumption

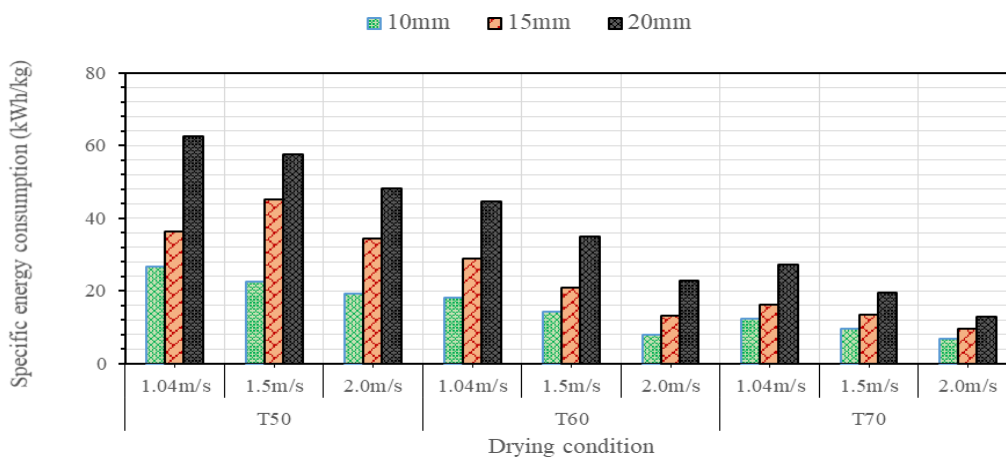


Figure 5. Influence of the drying variables on the specific energy consumption of red pepper

Less total and specific energy were consumed by the pepper samples at constant air velocity by increasing the drying air temperature at a corresponding decrease in the sample thickness. This could probably be as a result of increased moisture diffusion rate and reduce distance of capillary transport in the sample product, which decreased the energy consumption through reduction in drying time. Nwakuba (2019) reported a similar observation in drying of tomato slices using a hybrid solar-electric dryer. Increasing the air velocity at constant air temperature increases the rate of heat transfer to and from the product, hence reduction in energy consumption. However, the total and specific energy consumption ranged from 1.31 – 38.9 kWh and 6.92 – 62.76 kWh/kg, respectively. The minimum total energy consumption of 2.28 kWh was obtained at the highest values of drying air temperature (70°C) and air velocity (2.0 m/s), and lowest sample thickness (10 mm), whereas the minimum and specific energy consumption of 6.92 kWh/kg was obtained at 70°C air temperature, 2.0m/s air velocity and 10mm sample thickness.

Eq. (11) expresses the 2nd order quadratic model of the total energy consumption for drying a batch of the red pepper sample at varying drying parameters in coded terms:

$$E_t = 9.03 - 8.85T - 2.96V + 4.67S + 4.21T^2 + 0.63V^2 + 0.94S^2 - 0.27TV - 5.05TS + 0.049VS \quad [R^2 = 0.9989] \quad (11)$$

The positive and negative model parametric coefficients indicate synergistic and antagonistic influence on the total energy consumption of red pepper, respectively. From Eq. (11), air velocity with the highest negative coefficient of -2.96 was the most ineffective parameter for reduction of energy consumption, whereas the most effective parameter for energy reduction was sample thickness, which had the highest positive coefficient of 4.67. The normal probability plot of the total energy consumption residuals also validated the energy model (Figs. 6a & b). The clustering of the plotted data on the fitted line indicates equality between the values of predicted and experimental total energy consumption, which also confirms that the degree regularity and experimental outliers in the analyzed data had no negative effect on the resulting model. Validation of the prediction accuracy of the developed energy model was done by the Box-Cox graph, after transformation of experimental data through power equations (Ahmad *et al.*, 2015). Fig 6c illustrates that the Lambda value, which denotes the power given to the values of the response variable was 0.92, which later had a current Lambda value of 1.0 after power transformation. The diagnostic plots in Fig. 6 generally signify that the energy model completely captures the anticipations of ANOVA.

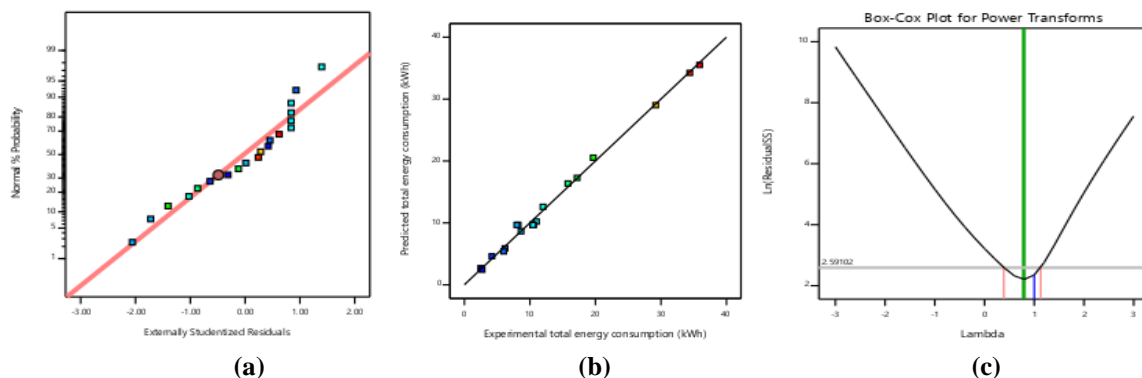


Figure 6. (a) Normal probability plot of the total energy consumption residuals; (b) Predicted versus experimental total energy consumption of red pepper; (c) Box-Cox plot for power transformation

The analysis of variance conducted for the total energy consumption depicts that the model F-value, which determines the variance of total energy consumption data about the mean indicates that the model is significant. From statistics perspective, the “Prob. > F” values endorse the predicted energy relationship. P-values less than 5% show significant model variables. In this case, T, V, S, T², V², S², TS are significant model variables; whereas values > 10% indicate non-significant model variables (TV and VS). The “lack of Fit F-value” of 2.96 is an indication that lack of fit is not significant in relation to the “pure error” and proper fitting of model to the experimental data points. There is a 12.93% chance that “Lack of Fit F-value” this large can be attributable to noise. Insignificant lack of fit is a sign of good model fit (Kumar *et al.*, 2011; Nwakuba, 2019). The model’s R²-value of 0.9989 shows proper model fit, and strong correlation of the values of the predicted and experimental energy consumption, as well as accounted for a larger proportion of the variations in the experiment. In other words, the experimental data were adequately described by

the model, which closely predicted the total energy consumption as indicated by a low CV-value (3.60%) less than 10% (Abano *et al.*, 2014, Nwakuba *et al.*, 2018). The predicted R^2 -value of 0.9930 strongly agrees with the adjusted R^2 of 0.9979. “Adeq. Precision” tests the proportion of experimental inputs and noise. A proportion > 4 is desirable (Kumar *et al.*, 2011). A ratio of 101.802 indicates an adequate signal, thus the model to move around the design environment.

Drying efficiency (η_d)

Fig. 7 depicts the influence of drying variables on the system drying efficiency, which increases with increasing drying variables. This is probably as a result of high temperature gradient between the drying air and the product, as well as increased heat and mass transfer rates, heat removal factor of the solar absorber plate and electric heater which increase the total useful heat of the drying air as well as improve the product drying rate, thus enhancing the drying efficiency (Lopez-Vidana *et al.*, 2013; Reyes *et al.*, 2014; Uzoma *et al.*, 2019). Decreasing the sample thickness at constant (reduced) drying air temperature and air velocity reduced the average drying efficiency, because of decline in the heat transfer rate and intra-particle moisture diffusion. Since drying efficiency, η_d is the ratio of total energy consumption for sample moisture evaporation to the quantity of energy supplied to the system, it generally implies that drying larger sample thickness at constant drying air temperature and air velocity consumes more thermal energy per kW energy supplied, thus increase in η_d . The mean system drying efficiency ranged between $6.73\% \leq \eta_d \leq 35.14\%$. This result corroborates with the reports of Boughali *et al.* (2009) and Beigi (2016) who obtained drying efficiency values between 2.50 – 54.37%.

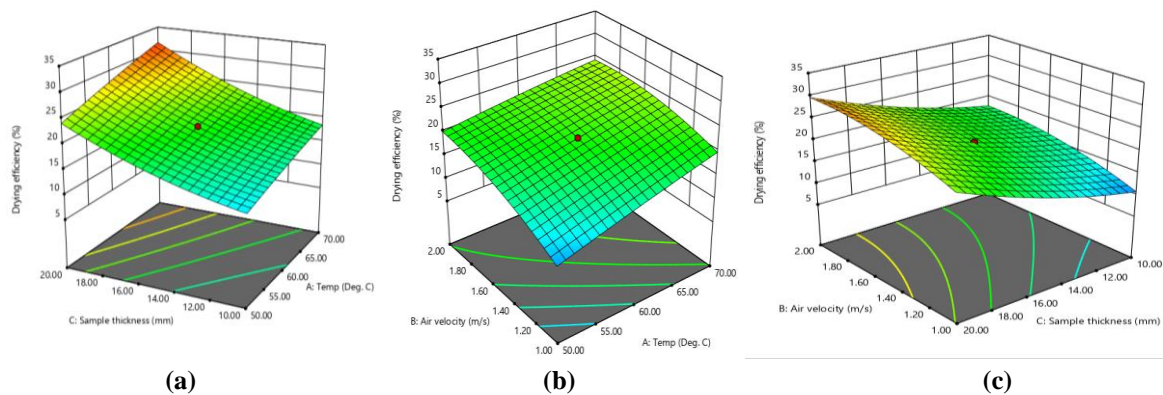


Figure 7. Response surface plot interaction between: (a) drying air temperature and air velocity, (b) drying air temperature and sample slice thickness, (c) air velocity and sample thickness, on the drying efficiency

From the analysis of variance (ANOVA) for drying efficiency (η_d), the model F-value indicates that the model is significant. The model terms with P-values < 0.0001 indicate that only T, V, S, V^2 , S^2 and TV are significant and vital model parameters. The model had non-significant lack of fit, which is good for the model to fit. There is a 99.73% chance that “lack of fit F-value” this large is attributable to noise. The high R^2 of 0.9228 indicated strong correlation between model parameters. The RSM has the capability to explain greater proportion of the variability in the observed data. The predicted R^2 of 0.9930 of the model is adequately close to the Adj. R^2 of 0.9979. “Adeq. Precision” of 49.166 indicates a satisfactory proportion of experimental and noise. The

model can be applied for optimizing the drying efficiency of red pepper in a PV/T solar dryer.

The diagnostic plots (Fig. 8) from the experimental data were used to check and estimate the model adequacy. The results depict that the proximity of the observed data to the fitting line shows an appreciable relationship between the predicted and observed data. Box-Cox plot validated the accuracy of prediction of the model by power transform of η_d to Lambda value = 1.00, with random residual dispersion between -3 to 3 in the domain. The Lambda value, which indicates the power given to the response variable, which was 0.86 after transformation had a Lambda value = 1. The response variable raised to the power of 1 remains its value, that is $(\eta_d)^1 = \eta_d$. Thus, the developed relation has the capability to accurately forecast the observed data. The expression for η_d in coded terms is expressed in Eq. (12) as:

$$\eta_d = 20.46 + 3.25T + 2.41V + 1.19S - 0.13T^2 - 1.68V^2 + 1.46S^2 - 1.04TV + 0.59TS - 0.26VS \quad [R^2 = 0.9228] \tag{12}$$

From Eq. (12), drying air temperature with the highest positive coefficient (3.25) was most effective in increasing the drying efficiency.

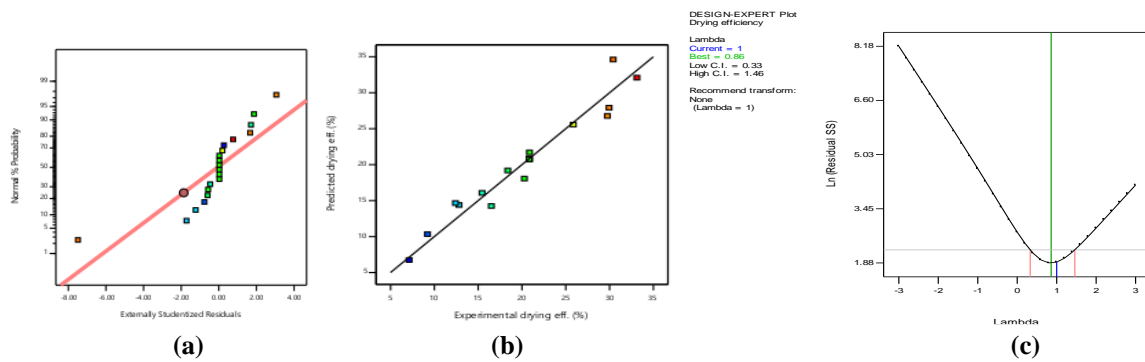


Figure 8. (a) Normal probability plot of drying efficiency residuals; (b) Predicted versus experimental drying efficiency of red pepper; (c) Box-Cox plot for power transformation

Shrinkage

The percentage shrinkage, S_h of the dried red pepper samples at varying drying parameters, calculated from Eq. (10) is shown in Fig. 9. It was observed that sample shrinkage decreased with decreasing sample thickness, drying air temperature and air velocity. In other words, drying air temperature and air velocity have noticeable effects are proportional to shrinkage changes at given sample thickness. Fig. 9 could be attributed to more loss of water and matrix heating in thicker samples at higher drying air temperatures and air velocity, which cause noticeable stresses in the intracellular structure of food material, resulting in decreased dimension and shape change (Hafezi *et al.*, 2015).

The percentage sample shrinkage, S_h ranged between $56.91\% \leq S_h \leq 73.90\%$. The ANOVA obtained showed that the model is significant (F-value = 26.51) at $P > 0.01$. The model terms are significant at $P < 0.0001$, except V^2 , TV, TS and VS. The model has lack of fit F-value of 0.41 which is not significant, implying that 82.58% chance that “Lack of Fit F-value” this large is attributable to noise. Non-significant lack of fit is good, hence the mode would fit the experimental data. The coefficient of

determination, R^2 of 0.9598 also indicated proper fitting of the model and its ability to explain 95.98% of the shrinkage changes in the dried samples. The “Pred. R^2 ” of 0.9174 and “Ad. R^2 ” of 0.9236 are in close agreement. The measure of the signal to noise ratio > 4 is desirable, and is given by “Adeq. Precision” of 18.08, indicating adequate signal to noise ratio, hence suitability of the model to optimize shrinkage response. The model fitness was checked by analyzing the residual plots shown in Fig. 10 (a - c). The pattern of data distribution was determined by plotting the normal % probability against studentized residual. The normal distribution of data in the model response was also indicated by the considerable clustering of the residuals on the straight line, thus accurate prediction of the experimental data. Lambda value of 1 was suggested by the Box-Cox graph after transformation for percent shrinkage. A 2nd-order quadratic model is completely suitable for prediction of percentage shrinkage from experimental data as expressed in Eq. (13). Sample thickness, with the highest negative coefficient of -1.12 was the most effective variable to reduce shrinkage, followed by drying air temperature.

$$S_h = 67 - 1.95T + 1.41V - 1.12S - 2.59T^2 + 1.38V^2 + 0.51S^2 - 3.00TV + 0.84TS - 0.93VS \quad [R^2 = 0.9598] \quad (13)$$

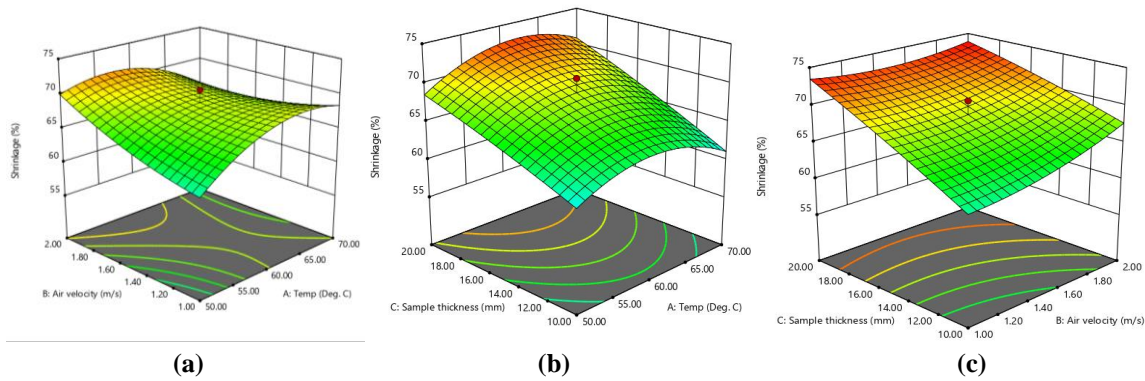


Figure 9. Response surface plot interaction between: (a) drying air temperature and air velocity, (b) drying air temperature and sample slice thickness, (c) air velocity and sample thickness, on the percent shrinkage

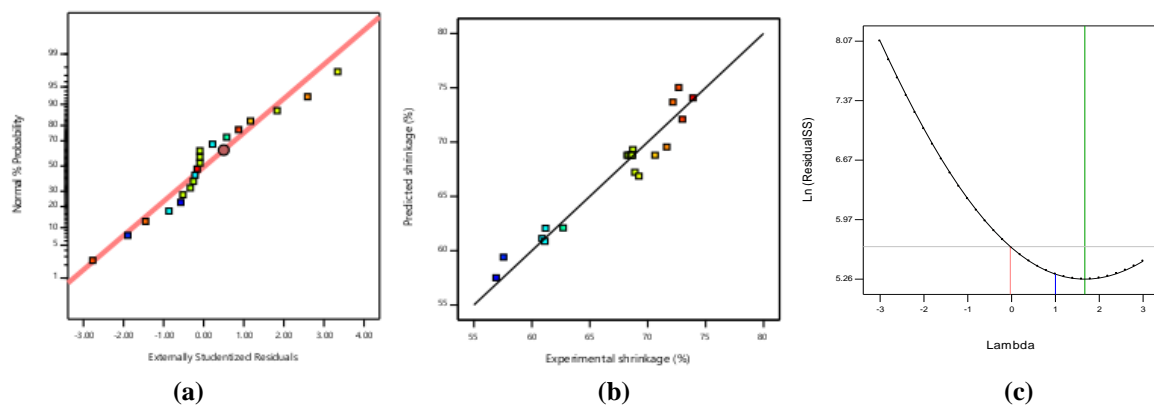


Figure 10. (a) Normal probability plot of shrinkage residuals; (b) Predicted versus experimental total energy consumption of red pepper; (c) Box-Cox plot for power transformation

Drying time, T_d

The predicted drying time was observed to decrease with increasing drying air temperature at decreasing sample thickness and air velocity (Fig. 11). Drying rate was

increased as temperature of drying air increased, hence reduction in T_d . Large capillary distance of moisture diffusion as well as air turbulence above a critical level (which causes turbulence at dryer plenum), reduces drying rate, thus reduction in drying time (Boughali *et al.*, 2009). Other researchers like Darvishi *et al.* (2013), Azadbakht *et al.* (2017) reported similar observations. Drying air temperature and sample thickness were highly significant at 1% and 5% levels of probability. Minimum T_d occurred at 70°C air temperature, 1.5 m/s air velocity and 10mm sample thickness. Drying air temperature was observed to have more significant effect on the drying time than air velocity at given sample thickness, as a result of greater quantity of energy consumption was used to increasing the drying chamber air temperature and relative humidity above ambient level in order to raise drying capacity of the convective air. The drying time of red pepper varied between $125.5 \pm 7 \leq T_d \leq 205.5 \pm 10$ mins.

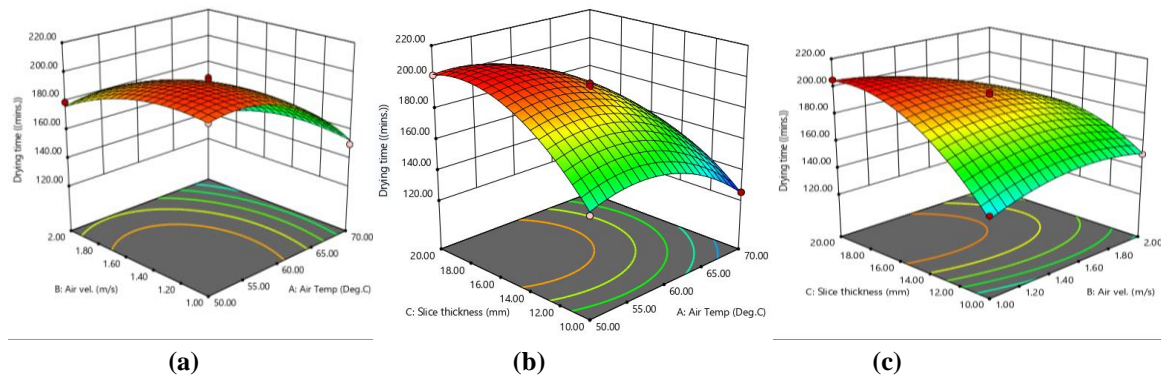


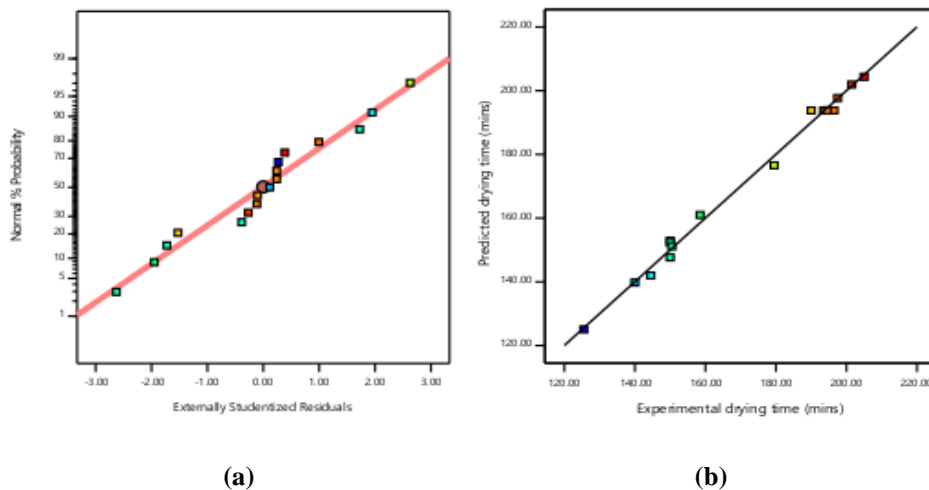
Figure 11. Response surface plot interaction between: (a) drying air temperature and air velocity, (b) drying air temperature and sample slice thickness, (c) air velocity and sample thickness, on the predicted drying time

The ANOVA for response quadratic model of shrinkage showed that the T_d -predicted model is significant (F-value = 133.14) at Prob. > F less than 0.05. The model terms as well as their interaction effects are significant ($P < 0.005$) except V, V^2 , and TV terms. The “Lack Fit F-value” of 2.44 indicates that the Lack of Fit is not significant ($P > 0.005$) with respect to pure error. There is a 20.46% chance that “Lack of Fit F-value” this large is attributable to noise to noise. A non-significant “Lack fit F-value” is good for model fitting. The “Pred. R^2 ” = 0.9467 shows good relationship with the “Adj. R^2 ” = 0.9842. Adequate precision > 4.0 is desirable and indicates adequate proportion of experimental and noise. The coefficient of determination, $R^2 = 0.9942$ (Eq. 14) confirms strong correlation between drying time and the drying variables. The suitability of the T_d -model was validated with the normal % probability plot, and the plot of predicted versus experimental drying time (Figs. 12a and b). The results show that the experimental data lined-up along the model fitting line, indicating that the predicted and experimental T_d data are equal.

The prediction accuracy of the model was checked by the Box-Cox plot (Fig. 11c) after power transform of Lambda value of 1 for T_d . It is evident that the quadratic model has the capability to forecast very accurately the experimental data and explains 99.42% changes in the drying time of red pepper slices in a hybrid PV/T crop dryer. The resulting relationship (Eq. 14) after Lambda power transform = 1 is expressed thus:

$$T_d = 193.80 - 12.17T - 19.56V + 18.06S - 17.46T^2 - 9.59V^2 - 19.59S^2 + 2.0TV - 6.75TS - 13.13VS \quad [R^2 = 0.9942] \quad (14)$$

It was observed that drying air temperature and sample thickness have antagonistic effect to T_d ; reduction in the sample thickness decreases T_d . Since sample thickness, S is the only variable with positive coefficient (18.06), was the most effective T_d -reduction variable, whereas drying air temperature, T with the highest negative coefficients of -12.17 was the most ineffective variable to T_d -reduction.



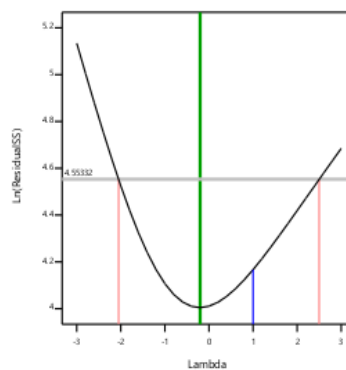
Design-Expert® Software

Drying time

Current transform:
None

Current Lambda = 1
Best Lambda = -0.2
CI for Lambda: (-2.05, 2.5)

Recommended transform:
None
(Lambda = 1)



(c)

Figure 12. (a) Normal probability plot of drying time residuals; (b) Predicted versus experimental total energy consumption of red pepper; (c) Box-Cox plot for power transformation

Optimization Analysis

The affirmation of the optimal conditions of hybrid PV/T solar dryer was done using the multivariate response surface technique of Design Expert Statistical Software (version 11), with respect to Eq. (2). The desirability of the control variables (T , V and S) is unity, because their goal for numerical optimization (minimum energy consumption, maximum drying efficiency and minimum drying time and percent shrinkage of the dried products) is set “in range” as shown in Table 2. The optimization of response variables: E_t and η_d were at maximum level, whereas S_h and T_d were minimum. Different treatment combinations were obtained that satisfied the objective function and goals for the numerical optimization of this study. The optimal process conditions and response variables, as well as the overall desirability index are

presented in Table 5. It is evident that the model predicted the experimental values very closely at 95% confidence level, which yielded an overall desirability index of 0.899 for the control factors. A combined desirability at the optimum sample thickness (14.31 mm) is depicted in Fig. 13. The design points of the response factors were located on three distinct colour bands: blue, green, and red, designating the lower, average, and upper limits of the input parameters. The maximum desirability of 0.903 was obtained at 70°C and 1.88m/s drying air temperature and air velocity, respectively. This however, indicates that drying air temperature had a more noticeable influence in the optimization result of convective sir drying process of red pepper slices. The prediction accuracy of the RSM results was validated by conducting a drying experiment, with the values of the optimal input variables and the exact values of the response factors in Table 5 were obtained. Also, the percentage error of deviations of the predicted and experimental values, which are less than 5% were used to validate the models for E_t , $\eta_d \cdot S_h$, and T_d (Aneke *et al.*, 2018). Thus, the obtained models adequately described the convective drying process of red pepper slices in a hybrid PV/T solar dryer.

Table 5. Optimal process conditions in the desirability range

Condition	T (°C)	V (m/s)	S (mm)	E_t (kWh)	η_d (%)	S_h (%)	T_d (mins)	Desirability index
Predicted				4.03	20.46	67.00	183.80	0.899
Optimum	70.0	1.88	14.31					0.903
Experimental				3.18	23.69	64.17	145.29	-
% Error	-	-	-	0.211	0.158	0.042	0.209	-

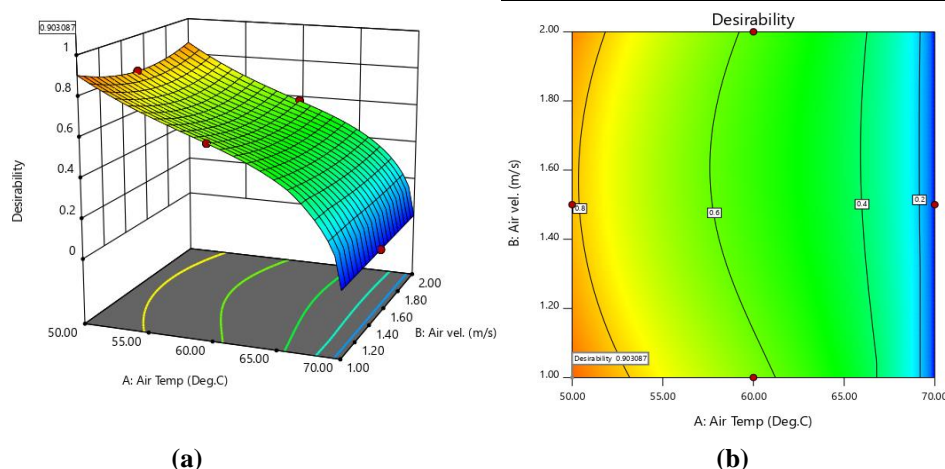


Figure 13. Response surface plot of the combined desirability at optimum condition (a) 3-D surface plot, (b) 2-D contour plot

CONCLUSIONS

Sliced red pepper samples were convectively dried from initial to desired final moisture contents of 81.9 to 10%w.b, respectively using a hybrid photovoltaic-thermal solar dryer during rainy season in South-eastern Nigerian climate. The influence of varying drying variables on the total energy consumption, drying efficiency, percentage shrinkage and drying time were estimated using the desirability index of

the multivariate responses of numerical optimization of the drying process. The following conclusions can be made following the experimental findings of this study:

- i. The thermal contribution of the solar cell and solar collector to the hybrid system drying energy varies between $0.792\% \leq Q_{pv} \leq 23.53\%$, and $0.518\% \leq Q_{col} \leq 15.37\%$, respectively.
- ii. The total and specific energy consumption of red pepper slices varied between 1.31 – 38.9 kWh and 6.92 – 62.76 kW/kg, respectively; with the minimum energy obtained at 70°C drying air temperature, 2.0 m/s air velocity and 10 mm sample thickness, whereas the maximum values were obtained at 50°C drying air temperature, 1.0 m/s air velocity and 20 mm sample thickness.
- iii. The mean drying efficiency of the system varied between 6.73 and 35.14%, whereas the percentage sample shrinkage ranged between $56.91\% \leq S_h \leq 73.90\%$.
- iv. Minimum drying time occurred at 70°C drying air temperature, 1.5m/s air velocity and 10mm sample thickness. The drying time of red pepper ranges between $125.5 \pm 7 \leq T_d \leq 205.5 \pm 10$ mins.
- v. The predicted optimum drying conditions of the sample were 70°C air temperature, 1.88 m/s air velocity and 14.31 mm sample thickness for maximum desirability of 0.994, the predicted response factors were 4.03kWh, 20.46%, 67.05% and 183.8 mins for total energy consumption, drying efficiency, shrinkage, and drying time, respectively.
- vi. The quadratic models developed adequately predicted the experimental values very closely with an overall desirability index of 0.873 for the control factors and high R^2 -values ranging between 0.9228 - 0.9989. Diagnostic plots and percentage error deviations were adopted for validation of model adequacy and prediction accuracy.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The author(s) must declare that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Sampson Uzoma: Conceptualization, writing of original manuscript, data collation.

Nnaemeka Nwakuba: Writing of original manuscript draft, design of experiment, formal analysis, investigation, review and editing of manuscript.

Kelechi Anyaoha: Methodology, data analysis, validation, review and editing of manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

Special thanks to TETFund Abuja and Imo State Polytechnic, Umagwo-Ohaji for providing the financial support for this research work. The technical and moral supports of the Works Unit of Imo State Polytechnic, Umagwo-Ohaji are sincerely appreciated.

REFERENCES

- Abano EE, Ma H and Qu W (2014). Optimization of drying conditions for quality dried tomato slices using response surface methodology. *Journal of Food Process and Preservation*, 38: 996-1009.
- Afolabi TJ, Akintunde TY and Oyelade OJ (2014). Influence of drying conditions on the effective moisture diffusivity and energy requirements of ginger slices. *Journal of Food Research*, 3(5): 103-112.
- Ahmad WM, Zakaria SB, Aleng NA, Halim N. and Ali Z (2015). Box-Cox transformation and bootstrapping approach to one simple t-test. *World Applied Sciences Journal*, 33 (5): 704-708.
- Anaeke NAG, Mbah GO and Edeani NJ (2018). Response surface methodology for optimization of hot air drying of water yam slices. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 8 (8): 248-259.
- Azadbakht M, Torshizi, VM Ziaratban, A and Aghili H (2017). Energy and exergy analysis during eggplant drying in a fluidized bed dryer: *Agricultural Engineering International, CIGR E-Journal*. 19 (3): 177-82.
- Beigi M (2016). Energy efficiency and moisture diffusivity of apple slices during convective drying. *Food Science and Technology*, 36 (1): 145-150.
- Boughali S, Benmoussa H, Bouchekima B, Mennouche D, BouguettaiaH. and Bechki D (2009). Crop drying by indirect active hybrid solar-electrical dryer in the eastern Algerian Septentrional Sahara: *Solar Energy*, 83: 2223-2232.
- Corzo O, Bracho N, Vasquez A. and Pereira A (2008). Optimization of a thin layer drying process for coroba slices. *Journal of Food Engineering*, 85: 372-380.
- Darvishi H, Asi RA, Asghari A, Najafi G and Gazori HA (2013). Mathematical modeling, moisture diffusion, energy consumption and efficiency of thin-layer drying of potato slices: *Journal of Food Process Technology*, 4 (3): 215-229.
- Dianda B, Ousmane M, Kam S, Ky Tand Bathiebo, DJ (2015). Experimental study of the kinetics and shrinkage of tomato slices in convective drying: *African Journal of Food Science*, 9 (5): 262-271.
- Duffie JA and Beckman WA (2006). *Solar Engineering of Thermal Process*. Wiley, New York.
- Erbay Z and Icier F (2009). Optimization of hot air drying of olive leaves using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 91: 533-541.
- Freedman D, Pisani R and Purves R (2007). *Statistics 4th*, W.W Norton & CO, New York, Pp. 20 -23.
- Hafezi, N, Sheikhdavoodi, MJ and Sajadiye SM (2015). The effect of drying kinetic on shrinkage and colour of potato slices in the vacuum-infrared drying method. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 4 (1): 24-31.
- Han QH, Yin LJ, Li SJ, Yang BN and Ma JW (2010). Optimization of process parameters for microwave vacuum drying of apple slices using response surface method. *Drying Technology*, 28 (4): 523-532.
- Kumar D, Prasad S and Murthy GS (2011). Optimization of microwave-assisted hot air drying conditions of okra using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 4: 1-13.
- Lopez-Vidana EC, Mendez-Lagunas LL and Rodriguez-Ramirez J (2013). Efficiency of a hybrid solar-gas dryer. *Solar Energy*, 93: 23-31.
- Minaei SA, Motevali D and Khoshtagaza MH (2011). Evaluation of energy consumption in different drying methods. *Energy Conversion and Management*, 52 (2): 1192-1199.
- Minaei S, Chenarbon HA, Motevali A and Arabhosseini A (2014). Energy consumption, thermal utilization efficiency and hypericin content in drying leaves of St. John's Wort (*Hypericum Perforatum*): *Journal of Energy in Southern Africa*, 25 (3): 27-35.
- Mortezapour H, Ghobadian B, Khostaghaza M. and Minaei S (2012). Performance analysis of a two-way hybrid photovoltaic/thermal solar collector. *Journal of Agricultural Science Technology*, 14: 767-780.
- Ndukwu MC, Simo-Tagne M, Abam FI, Onwuka OS, Prince S and Bennamoun L (2020a). Exergetic sustainability and economic analysis of hybrid solar-biomass dryer. *Heliyon*, 6 (e03401):1-13.
- Ndukwu MC, Onyenwigwe D, Abam FI, Eke AB and Dirioha C (2020). Development of a low-cost wind-powered active solar dryer integrated with glycerol as thermal storage. *Renewable Energy*, 154: 553-568. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.016>.
- Nwakuba NR, Asoegwu SN and Nwaigwe KN (2016a). Energy requirements for drying of sliced agricultural products: a review. *Agricultural Engineering International. CIGR E-Journal*, 18(2), 144-155.
- Nwakuba NR, Asoegwu SN and Nwaigwe KN (2016b). Energy consumption of agricultural dryers: an overview. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18 (4):119-132.

- Nwakuba NR, Chukwuezie OC, Asonye GU and Asoegwu SN (2018). Energy analysis and optimization of thin layer drying conditions of okra. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology And Environment* 14: 135-154.
- Nwakuba NR (2019). Optimization of energy consumption of a solar-electric dryer during hot air drying of tomato slices. *Journal of Agricultural Engineering*, 50 (4): 150-158.
- Poonia S, Singh AK and Jain D (2018). Design development and performance evaluation of photovoltaic/thermal (PV/T) solar dryer for drying of ber (*Zizyphus mauritiana*) fruit. *Cogent Engineering*, 5: 1-18.
- Reyes A, Mahn A, Huenulaf P and Gonzalez T (2014). Tomato dehydration in a hybrid solar dryer. *Chemical Engineering Processing Technology*, 5: 1-8.
- Sanusi MM and Ayinde IA (2013). Profitability of pepper production in derived savannah zone of Ogun State, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Food Security* 4 (1): 401-410.
- Sumic Z, Vakula A, Tepic A, Cakarevic J, Vitas J and Pavlic, B (2016). Modeling and optimization of red currants vacuum drying process by response surface methodology (RSM). *Food Chemistry*, 203:465-475.
- Tiwari GN (2012). Solar energy fundamentals, design, modeling and application. *Narosa Publishing House PVT Ltd.*, New Delhi, pp. 203 – 250.
- Uzoma S, Nwakuba NR and Anyaoha KE (2019). Performance of Hybrid Photovoltaic/Thermal Crop Dryer in Hot Humid Nigerian Region. *Journal of Agricultural Engineering*, 2(XLIV): 56-75.



Determination of the Proximate Composition and Amylose Content of New Rice for Africa (NERICA) Flour

Paul Chukwuka EZE^{IDa*}

^a Agricultural and Bioresource Engineering, Enugu State University of Science and Technology, Enugu, NIGERIA

(*) Corresponding author. paul.eze@esut.edu.ng; Tel: +2348032642302

ABSTRACT

Some NERICA varieties were studied to assess their proximate composition and amylose content. These varieties include; FARO 44, FARO 52, FARO 57, FARO 60, and FARO 61. Results obtained showed that the proximate composition were recorded as, ash content; 0.84 to 1.08 (%), crude fat; 1.32 to 1.73 (%), crude fibre; 0.58 to 2.06 (%), crude protein; 7.58 to 10.29 (%), CHO; 79.11 to 81.34 (%), starch; 76.55 to 82.48 (%), and sugar content; 2.42 to 4.44 (%). Also, the amylose content was assessed and the recorded result ranged from 21.34 to 25.04 (%). All recorded samples were significantly difference ($p < 0.05$). FARO 61 recorded highest point of 1.08 (%), 2.06 (%), 82.48 (%), in ash content, crude fibre, and starch respectively, while the highest crude protein, sugar and amylose content was observed in FARO 60 as 10.29 (%), 4.44 (%), and 25.04 (%) respectively. The highest value of crude fat was also recorded in FARO 52. Study on these properties of NERICA flour varieties has revealed some vital informations of the new rice varieties and these generated results will find their way in determining their suitability in food and other relevant industries

RESEARCH ARTICLE

Received: 28.04.2020
Accepted: 29.05.2020
Available online: 26.06.2020

Keywords :

- NERICA,
- Proximate composition,
- Amylose content,
- Rice,
- Rice centre

To cite: Eze PC (2020). Determination of the Proximate Composition and Amylose Content of New Rice for Africa (NERICA) Flour. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 131-140.

INTRODUCTION

Rice is a very common foodstuff in Nigeria, and indeed, the world. It is scientifically known as “Oryza” and it is one of the most popular grain eaten by human beings. Apart from eating rice as normal meal, it is regarded as one of the best foods for ceremonies in the sub-Saharan part of Africa. Naturally, rice cultivated in this part of Africa is called “Oryza Glaberrima Steud”, before the introduction of NERICA. NERICA means new “New Rice for Africa”, (WARDA, 2008). This is used to represent inborn products developed from the effective crossing of two rice cultivars; the Asian rice, *Oryza Sativa* L., and the African rice, *Oryza glaberrima* S., in order to generate offspring which brings together the first-class qualities of the two parentages (WARDA, 2008; Eze and Oluka, 2014). These involves high-level vintages from the Asian specie and the capability from the African specie to grow vigorously in an unpleasant and difficult environment.

NERICA was developed by normal cross breeding and on that ground, they are not hereditarily improved rice (WARDA, 2008). NERICA varieties are new class of highland varieties of rice which ideally accommodate to the rain-fed highland environment in the Sub-Saharan Africa (SSA), where poor farmers do not have access to irrigation, chemical fertilizers or pesticides. Reports from the Rice centre, WARDA, 2008 showed that NERICA varieties also react positively than the local varieties to greater inputs. However, the increasing demand for rice, both in quantity and quality, far overshadowed local production. Thus, the need to increase production and improve the locally produced rice to make it more competitive with imported rice led to the discovery of NERICA (Udemezue, 2018).

The intensifying cost-effective significance of agricultural food resources, coupled with the technicality of the contemporaneous technology for the processing, and storage, premium assessment and dispensation, marketing and consumption of food, requires wide-ranging knowledge on engineering properties of these agricultural materials pertinent to their processing, handling, storage, and preservation, (Eze et al., 2020).

The proximate composition of agricultural materials are sets of processes used derive information concerning the nutritional essentialities of the biomaterials. It is also used to examine if an animal feed or food product is within its normal or standard compositional parameters or in some way befallen contaminated. This method of analysis splits the food sample into six fractions, these include; moisture, ash, crude fibre, crude protein, nitrogen extracts, and ether (Jideani, 2011).

The flour from rice, usually derived from rice grain, is extensively used as substitute in numerous food produce, and these include food thickeners, beverages, baby cereal food, bakeries. In such case, the proximate composition of NERICA must be carried out. Several researches concerning the qualities of various flour from rice have been documented, but not much have been reported on NERICA flour. Therefore, this study aims to determine the proximate analyses and amylose content of NERICA flour varieties relevant to its processing and storage.

MATERIAL and METHODS

Research Materials and Sample Preparation

The research materials used in this study include five varieties of NERICA, and they are; FAROs 44, 52, 57, 60, and 61. These varieties of NERICA were collected from the Ebonyi State Agricultural Development Programme (EBADEP), Abakaliki, at storage moisture content of 12.5% (db). Some of the paddy from each variety were parboiled and dehulled using a rice dehulling machine to obtain parboiled-milled samples of the NERICA varieties. The methods used in the parboiling and dehulling were in line with the rice parboiling and dehulling standard, and these processes are cleaning, soaking, steaming, drying and milling (Ituen and Ukpakha, 2011). The flour samples were conditioned by grinding the grain samples in powdered form using a hammer mill. The powdered samples were sieved using a 250 μm mesh sieve, and then packed in an air-exhausted water proofed bags for further analysis.

Proximate Analyses and Amylose Content Determination of NERICA Flour

Crude Ash Content

Crude ash is described as the mass of a product sample determined after heating at 550-600°C for 2 hours to burn in a container. Approach as stated by AOAC (2005) was used to determine the crude ash content of NERICA flour. In the approach, 5 g of the sample product each was measured in replicate into a container, where the sample product was enflamed in a soundproof furnace at virtually 550°C till ash of light grey colour was observed, and an invariable weight realized. The sample product was then chilled in a dessicator in order to prevent moisture absorption and reweighed to procure the ash content.

Crude Fat Content

Crude fat of the sample NERICA flour was measured using the Automated (Soxtec System HT) approach as stated in AOAC (2005). In the process, virtually 10 g of the sample product enclosed in a sift paper was weighed in an analytical weighing balance. After that, the sample was then deposited in an extraction vessel. This vessel, before usage, must be neatly cleaned and oven dried, and then chilled in a desiccator before weighing. Then 25 ml of solvent petroleum ether was measured into flask and the crude fat content taken out. After the extraction was achieved, the solvent was expunged by oven drying, the flask and its contained material were then chilled in a desiccator and reweighed. The crude fat content percentage was then estimated by using equation 1:

$$\text{Percentage of total fat content} = \frac{\text{weight of fat extracted}}{\text{weight of food sample}} \times 100 \quad (1)$$

Crude Fibre

The crude fiber of the NERICA flour samples was determined by an approach as described by AOAC (2005). In the experiment, 5 g of NERICA sample flour each was measured in an Erlenmeyer 500 ml flask, and TCA digestion agent of 100 ml added. The mixture was then boiled and allowed to reflux for about 40 mins starting from the initial stage of boiling. It was then allowed to get chilled a little, then filtered through Whiteman paper of 15.0 cm number 4. The remnant was then rinsed with hot water, turned once with a spatula, and later transferred into a dish made of porcelain, and the sample product was oven dried overnight at 105°C. After the process of drying, the sample was then poured in a desiccator and weighed as W_1 . After that, it was then burnt at 500°C in a soundproofed furnace for 6 hours, allowed to chill, then reweighed as W_2 . Thus:

$$\text{Percentage crude fibre} = \frac{w_1 - w_2}{w_0} \times 100\% \quad (2)$$

Where; W_1 is the weight of the crucible, fiber and ash, W_2 is the weight of the crucible and ash, while W_0 is the dry weight of the sample food.

Protein Content

An approach as described by AOAC (2005), was used to determine the protein content of the NERICA flour samples. This approach involves wet digestion of the sample

material, distillation and titration. 3 g of the sample product was measured into a boiling tube which also contained concentrated sulphuric acid of 25 ml, and a cube of catalyst tablet comprising of 0.15 g of TiO₂, 5 g of K₂SO₄, and 0.15 g of CuSO₄. Tube was heated at very low temperature to allow digestion to take place. The digested sample was then diluted with distilled water of 100 ml, Na₂S₂O₃ of 5 ml, and 40% NaOH of 10 ml. Anti-growth agent was added, and then, the product sample was again diluted with boric acid of 10 ml. The content NH₄ in the distillate was estimated by titrating with HCl of 0.1 N standards using a burette of 25 ml. A bare was condition without the product sample. The valued protein captured was then multiplied by a conversion factor, and the result indicated as the amount of crude protein. Thus:

$$\% \text{ crude protein} = \frac{ATV - TOTB \times 0.1N \text{ HCl} \times 0.014 \times CF}{\text{Weight of the sample}} \times 100 \quad (3)$$

Where; *ATV*= actual titre value; *TOTB*= titre of the blank; *CF*= conversion factor; *HCl*= hydrogen chloride (ml).

Starch Determination

The starch content of NERICA sample flour was assessed using an approach as described by the ICC (2017) generic methods. The sample material was dissolved in a diluted hydrochloric acid of 0.1 N standards using a burette of 25 ml, and the starch content of NERICA flour evaluated by using optic rotational equipment, which was measured by the use of a polarimetric tool. The soluble was then extracted using a 10% ethanol and carefully removed either by filtering, or centrifugation processes. The remaining starch in the remnant was then dissolved in a hot, diluted HCl acid. The dissolved content was then precipitated with Carrez solution I and II and followed by filtration. Carrez solution I contains dissolved 21.9 g of zinc acetate Zn (CH₃COO)₂H₂O and 3 g of glacial acetic acid in water making up to 100 ml with water, and Carrez solution II contains dissolved 10.6 g of potassium ferrocyanide [K₄(Fe(CN)₆]. The starch solution in the filtrate was then calculated using the ICC (2017) generic approach.

Sugar Determination

The content sugar of NERICA sample flour was assessed using Anthrone approach as reported by Iwe *et al.* (2016). Anthrone approach is a type of a colourimetric processes that involves the determination of the concentration of the total amount of sugars in a product. In the approach, the NERICA sample flour was mixed with an anthrone agent and sulphuric acid. The mixture was then boiled until the reaction is completed. The solution was then allowed to chill, and its absorbance was measured at 620 nm. Sugars react with the anthrone reagent under acidic conditions to yield a blue green colour.

Total Carbohydrate Content

The carbohydrate content of NERICA flour was assessed by using the method of difference as reported by Egounlety and Awoh (1990). The total percentage of the sample's moisture, crude fiber, ash content, and the protein content was subtracted from 100%, thereby having the remnant as the total carbohydrate content determined.

Amylose Content Determination

The amylose content of NERICA flour was assessed using ISO 6647 according to Singh and Goswami (2000). In the course of the experiment, 1ml of ethyl alcohol was treated with a 100mg (db) of the NERICA flour sample into 50ml conical flask and was stirred slowly. Again, sodium hydroxide of 9ml, and the solution was heated in a boiling water for 10 min, with occasional stirring. After that, the product sample was poured into a flask of 100 ml after cooling to room temperature. The sample was then washed, and transferred again, then finally filled with water to the volume. The dispersed sample of 5 ml were collected and added in a water of 50ml mixed with 1N of acetic acid of 1ml. The sample contents were shaken and potassium iodide solution of 2% mixed with iodine of 0.2% was added and kept at 27°C for 20 minutes after making up of volume with water. A UV - spectrophotometer was and measured at 620 nm, and colour was assessed, and amylose evaluated through the calibration curve.

Statistical Analysis

All obtained results were analysed by the use of ANOVA analysis, with the averages evaluated by Duncan's test at 5% of significance confidence level ($P < 0.05$). All calculated results were stated as the average values standard error (SE) of triplicate observations.

RESULTS and DISCUSSION

Proximate Composition

The NERICA flour moisture content were shown in Table 1 and Figure 1 and these ranged from 6.48 to 7.94% with flour from FARO 57 having the highest moisture content of 7.94%, followed by FARO 52 (7.61%), while FARO 60 recorded the lowest moisture content of 6.48%.

Table 1. Results showing the proximate analysis and amylose content of NERICA flour varieties.

Sample	Moisture content (%)	Ash (%)	Crude fat (%)	Crude fibre (%)	Crude protein (%)	CHO (%)	Starch (%)	Sugar (%)	Amylose content (%)
FARO 44	6.88 (0.34)	0.87 (0.03)	1.37 (0.09)	0.58 (0.06)	9.51 (0.34)	80.82 (2.05)	78.56 (1.21)	2.42 (0.88)	21.59 (1.06)
FARO 52	7.61 (1.02)	0.85 (0.03)	1.73 (0.32)	0.95 (0.04)	8.56 (0.45)	80.32 (2.11)	79.33 (0.89)	3.59 (0.34)	25.01 (1.99)
FARO 57	7.94 (1.06)	0.84 (0.11)	1.37 (0.14)	0.94 (0.09)	7.58 (0.18)	81.34 (1.78)	76.55 (0.77)	3.41 (0.16)	21.34 (2.01)
FARO 60	6.48 (0.45)	0.92 (0.02)	1.32 (0.88)	1.91 (0.16)	10.29 (1.04)	79.11 (0.99)	80.92 (1.11)	4.44 (0.73)	25.04 (2.11)
FARO 61	7.45 (1.10)	1.08 (0.12)	1.52 (0.17)	2.06 (0.15)	8.75 (0.47)	79.14 (1.53)	82.48 (2.03)	2.67 (0.09)	22.72 (1.97)
Average	7.27 (0.79)	0.91 (0.06)	1.46 (0.32)	1.29 (0.11)	8.94 (0.51)	80.15 (1.69)	79.57 (1.20)	3.31 (0.44)	23.14 (1.83)

NB: CHO = Total Carbohydrate. Numbers in Parenthesis represents the standard deviation.

According to Iwe *et al.* (2016), low moisture content relatively, was as a result of storage stability, and this could lead to the production of a more shelf stable product. There was

significant difference ($p < 0.05$) observed in the flour moisture content. These findings were in accordance with reported values by Kraithong *et al.* (2018) and Adebayo-Oyetero *et al.* (2011). According to AACC (2001), analytical approaches for flour properties, and as reported by Iwe *et al.* (2016), increase in moisture contents results to the decrease of the dry solids of the flour. Generally, flour descriptions normally limits the flour moisture to 14% or less. This indicates that flour that has more moisture higher than 14% are not stable at room temperature, and basically giving room for organisms existing in them to start growing, thereby generating flavours and smelly odours (Iwe *et al.*, 2016).

The NERICA ash content was assessed and recorded with FARO 61 having the highest ash content value of 1.08%, followed by FARO 60 with 0.92%, while FARO 57 is the variety with the lowest ash content of 0.84% in Table 1 and Figure 1. This range was in accordance with Kraithong *et al.* (2018) and Iwe *et al.* (2016). According to Iwe *et al.* (2016), ash content of a sample food, generally unveils the mineral elements such food consists of. This also expressess the substance of inorganic segments after natural materials such as proteins, fats, sugars and even moisture contents, have been disposed of by burning. It is additionally the necessary mineral piece of a nourishment test (Iwe *et al.*, 2016).

The fat content of the NERICA flour for the five varieties of NERICA samples are generally low, Table 1 and Figure 1, and ranged from 1.32 to 1.73%. This might be because of the way that grains, vegetables and tubers store vitality as starch instead of lipid. Food materials with low levels of fat are more essential as this guarantees higher timeframe of realistic usability for the items, Reebe *et al.* (2000). In light of the fact that all food that contains fats contains some undissolved fats, therefore are very undoubtedly sensitive to oxidative rancidity (Iwe *et al.*, 2016).

The crude fibre of the NERICA flour varieties was also assessed and recorded. The results obtained ranged from 0.58 to 2.06%. FARO 61 recorded highest number of crude fibres with 2.06%, followed by FARO 60 with 1.91%, Table 1 and Figure 1. The lowest point was recorded by FARO 44 with 0.58%. These results obtained showed a very composition of crude fibre in NERICA varieties. This decrease concurs with Kraithong *et al.* (2018), Iwe *et al.* (2016), and Sotelo *et al.* (1990). Be that as it may, Iwe *et al.* (2016), revealed that, crude fiber hinders the arrival of glucose into the blood and diminishes colonic weight of the digestive system, subsequently decreasing the danger of colon malignant growth in people.

Crude protein was also conducted as one of the proximate compositions of NERICA flour. In Table 1 and Figure 1, the results for crude protein for NERICA flour varieties were recorded as 9.51%; 8.56%; 7.58%; 10.29%; and 8.75% for FAROs 44; 52; 57; 60; and 61 respectively. FARO 60 recorded highest number of crude proteins with 10.29%, followed by FARO 44 with 9.51%. The crude protein was recorded lowest by FARO 57 with 7.58% value. The crude protein is regarded as the total protein material of a food product as been defined by its nitrogen proportion. From the recorded results, it will be observed that NERICA contains much protein due to their high crude protein content. Normal African rice protein comprises of globulin (12%), albumin (5%), glutelin (80%), and prolamin (3%), which break down in water, salt, ethanol, and soluble base, individually (Wani *et al.*, 2012). These proteins are soluble in a solvent medium; in this way, basic soaking has been traditionally utilized concerning rice starch separation with a very great recuperation together with low left-over content protein (Wani *et al.*, 2012).

Results of carbohydrate content of NERICA sample flour was recorded as 80.82%; 80.32%; 81.34%; 79.11% and 79.14% for FAROs 44, 52, 57, 60 and 61 respectively as shown in Table 1 and Figure 1. The recorded results showed FARO 57 had highest carbohydrate content of 81.34%, followed by FARO 44 with 80.82%, while FARO 60 recorded the lowest carbohydrate content of 79.11%. Significant difference ($p < 0.05$) was observed in results of the carbohydrate contents of the sample flours. The carbohydrate contents of these flour tests are a pointer that the items produced using them will be acceptable wellsprings of vitality.

Starch from rice is among the most essential cereal starches with excellent functional properties of the fundamental part of rice and it represents over 80% of the absolute constituents (Wani *et al.*, 2012). The recorded starch results of the NERICA varieties were 78.56%; 79.33%; 76.55%; 80.92%; and 82.48% for FAROs 44, 52, 57, 60, and 61 respectively, Table 1 and Figure 1. FARO 61 recorded highest number of starch (82.48%) followed by FARO 60 (80.90%), while FARO 57 recorded the lowest value of starch with 76.55%. Starch can be utilized as a benchmark material for the creation of different chemicals which includes D-lactic acid which was combined by the fermentation of rice starch using micro organisms, and this was seen as of high visual virtue (Fukushima *et al.*, 2004). Starch is one of the most considerable and surplus nourishment elements of mass nourishments, for example, noodle and bread making Funami *et al.* (2005), just as thickening applications, moisture retention, film formation, gelling, texturing, stabilizing, foam strengthening, glazing, adhesion, dusting, clouding, and binding (Whistler and BeMiller, 1997). Starches are commonly portrayed as the most generous parts of cereals as far as gluing conduct, gelatinization, pasting behaviour, retrogradation, and other utilitarian traits which attributes item quality (Hagenimana and Ding, 2005). Rice starch discovers its applications in both the agro and non-agro industries and it is utilized as a thickening or gelling operator, a glossing over in confectionery items. The non-nourishment applications incorporate restorative tidying powder, clothing hardening operator, and paper and photographic powder (Wani *et al.*, 2012).

Sugar component was also conducted on the NERICA flour varieties. Results obtained were 2.42%; 3.59%; 3.41%; 4.44%; and 2.67% for FAROs 44, 52, 57, 60, and 61 respectively, Table 1 and Figure 1. FARO 60 recorded highest number of sugar (4.44%) followed by FARO 52 (3.59%), while FARO 44 recorded the lowest value of sugar with 2.42%. As it is known that diabetes is an ailment that naturally occurs as a result of sugar, the more sugar content gets higher, the more the food substance becomes unfriendly to the society. But from the recorded results of sugar on the NERICA flour varieties, it can be seen that all the varieties had low sugar content.

Amylose Content

Recorded results of amylose content of NERICA flour varieties ranged from 21.34 to 25.04% with FARO 60 having the highest content of amylose of 25.04%, followed by FARO 52 with 25.01% and FARO 57 flour recording the lowest amylose content of 21.34% as shown in Table 1 and Figure 1. Increase in the swelling power of rice flour because of low support of internal work by amylose particles, was due to low amylose composition in rice material (Hoover, 2001). Significant difference ($p < 0.05$) was observed in the amylose content of the NERICA flour samples. Amylose content is described as the essential straight sub-atomic property of starch in flour, (Raja and

Ramakrishna, 1990). It can also be seen as a significant element as regards to final destination of properties of different food materials, for example, dough, and noodles, (Sievert and Holm, 1993). Amylose is considered to have high pasting characteristics in material and thus requires a great deal of force in breaking down to digest and this is because of its high structural compactment (Iwe *et al.*, 2016). Amylose content impacts rice surface which is the most predominant factor to influence rice taste. Higher amylose content corresponds to harder texture in general (Hu *et al.*, 2012). As indicated by WARDA (2008) on NERICA varieties, amylose substance of WAB56-104, the *O. sativa* parent, and CG 14, the *O. glaberrima* parent, was accounted for to be 21.7% and 26.0%, respectively. NERICA lines show a wide scope of amylose content from 15.4% to 28.5%, with average of 25.0%. WARDA (2008) additionally reported that rice utilization preferences differ from one country to another, that consumers in Nigeria appear to prefer varieties of about 25% amylose content, while in Côte d'Ivoire, the favored worth fluctuates somewhere in the range of 20 and 25%. Higher measures of carbohydrate will in general increase amylose content, yet this likewise brings about low estimations of different parts, for example, ash, protein, lipid, and fiber, (Oko and Ugwu, 2011). Low amylose rice flour for the most varieties offers dampness, softness, and chewiness to product textures. These characteristics can likewise be applied in meat items, puddings, and delicate cakes, (Falade and Christopher, 2015). High amylose rice can give firmness and freshness to items because of a three-dimensional system development, (Wang *et al.*, 2016). Thus, it could be utilized in nourishment items that need a hard surface including bites, noodles, and expelled items (Kraithong *et al.*, 2018).

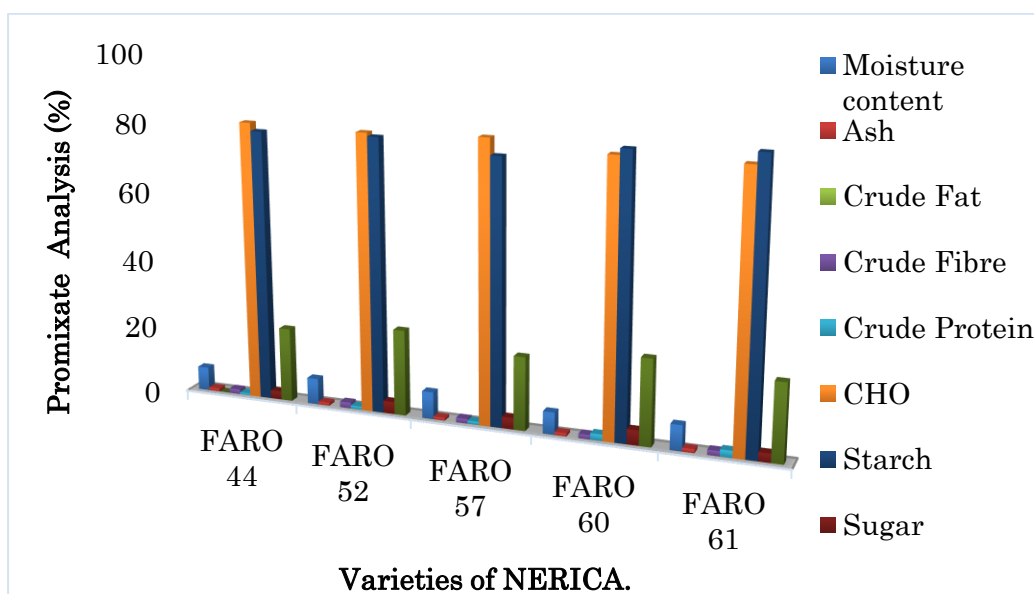


Figure 1. A chart of proximate composition and amylose content of NERICA flour

CONCLUSION

The results of the proximate composition and the amylose content of NERICA flour indicated significant difference ($p < 0.05$) in all the parameters assessed. Moisture content ranged from 6.48 to 7.94 % with FARO 57 having the highest moisture content of 7.94%, followed by FARO 52 (7.61%), while FARO 60 (6.48%) has the lowest moisture content. Indication of low moisture signifies storage capability of the food material and this could lead to more shelf life of the product. The ash content ranged from 0.84 to 1.08%. Ash content of agricultural product creates an insight of the element of minerals available in the food product. The crude fat of NERICA studied are generally low and ranged from 1.32 to 1.73%. Low level fat of NERICA are healthful as this will guarantee

maximum stability for the product. The crude fibre of the NERICA flour ranged from 0.58 to 2.06%. These results obtained showed a very composition of crude fibre in NERICA varieties. Crude protein was also conducted and the recorded results ranged from 7.58 to 10.29%. It is observed that NERICA contains much protein due to their high crude protein content. Results of the carbohydrate content ranged from 79.11 to 81.34%, and high carbohydrate indicates that products made from NERICA flour will provide high quality energy sources. The recorded starch results of the NERICA varieties ranged from 76.55 to 82.48%. NERICA starch will find its applications in both agro and non agro-industries. Sugar component obtained ranged from 2.42 to 4.44%. Low sugar content in NERICA flour will make favourable for consumption, as it is known that sugar is one of the major causes of disease called diabetes. It is a known fact that food with high sugar content is always unfavourable to the society. Recorded results of the amylose content ranged from 21.34 to 25.04%. Result indicated that NERICA recorded less degree of amylose content and this attributes to its swelling capability due to the frail support of the internal work by amylose molecules. In summary, the study on the proximate composition and amylose content of NERICA flour varieties has revealed some vital informations of the new rice varieties and these generated results will find their way in determining their suitability in food and other relevant industries.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The author declare no competing interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The research work was solely initiated and carried out by the author following the standard procedures. Investigation, Methodology, Conceptualization, Formal analysis, Data curation, Validation, Writing-original draft, Review, and Editing, Visualization).

REFERENCES

- AACC (2001). American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC (10th ed.) Methods 10-09, 39-11, 39-06, 54-21, and 74-09. *St. Paul, MN: AACC*.
- AOAC (2005). Association of Official Agricultural Chemists. Approved methods of the AOAC (18th ed.).
- Adebayo-Oyetero AO, Olatidoye OP, Ogundipe OO, Balogun OI, Bamidele FA and Faboya AO (2011). Evaluation of proximate composition and functional properties of Ofada rice (*Oryza sativa*) flour blended with bambara groundnut (*Vigna subterrannea* L.). *IOSR Journal of Agriculture and veterinary Science*, 3: 60-66.
- Egounlety M and Aworh DC (1990). Production and physico-chemical properties of Tempeh fortified maize based weaning food. *Nigerian Food Journal*, 70: 92-102.
- Eze PC and Oluke SI (2014). Selected Physical and Aerodynamics Properties of NERICA (New Rice for Africa). *Journal of Agricultural Engineering and Technology (JAET)*, 22 (3): 47- 60.
- Eze PC, Oluke SI, and Eze CN (2020). Effect of Moisture Content and Loading Positions on the Mechanical Properties of New Rice for Africa (NERICA). *Scientific Journal of Agricultural Engineering (SJAE)*, 1 (1): 38-50.
- Falade KO and Christopher AS (2015). Physical, functional, pasting and thermal properties of flours and starches of six Nigerian rice cultivars. *Food Hydrocolloid*, 44: 478-490.
- Fukushima K, Sogo K, Miura S and Kimura Y (2004). Production of D-lactic acid by bacterial fermentation of rice starch. *Macromolecular Bioscience*, 4: 1021-1027.

- Funami T, Kataoka Y, Omato T, Goto Y, Asai I, and Nishinari K (2005). Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behaviour of starches and functions of guar gums with different molecular weights on the gelatinization behaviour of corn starch. *Food Hydrocolloids*, 19: 15-24.
- Hagenimana A, and Ding X (2005). Preparative study on pasting and hydration properties of starches and their mixtures. *Cereal Chemistry*, 82: 70-78.
- Hoover R (2001). Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. *Carbohydrate Polymers*, 45: 253-267.
- Hu EA, Pan A, Malik V, and Sun Q (2012). White rice consumption and risk of type 2 diabetes: Meta-analysis and systematic review. *British Medical Journal*, 344: e1454.
- ICC (2017). International Association for Cereal Science and Technology. Approved methods of the ICC (Generic Methods), Method 168
- Ituen EU and Ukpakha AC (2011). Improved Method of Parboiling Paddy for better quality rice. *World Journal of Applied Science and Technology*, 3 (1): 31-40.
- Iwe MO, Onyeukwu U, and Agiriga AN (2016). Proximate, functional and pasting properties of FARO 44 rice, African yam bean and brown cowpea seeds composite flour. *Cogent Food & Agriculture*, 2 (1): 1142409.
- Jideani VA (2011). Functional Properties of Soybean Food Ingredients in Food Systems; Soybean – Biochemistry and Physiology, Prof. Tzi-Bun Ng (Ed.), ISBN: 978-953-307-219-7, InTech.
- Kraithong S, Lee S and Rawdkuen S (2018). Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*, 79: 259-266.
- Oko AO, and Ugwu SI (2011). The proximate and mineral compositions of five major rice varieties in Abakaliki, South-Eastern Nigeria. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 3: 25-27.
- Raja KCM and Ramakrishna SU (1990). Compositional and pasting characteristics of plain-dried and parboiled cassava (*Manihot esculenta crantz*). *Food Chemistry*, 38: 79-88.
- Reebe S, Gonzalez VN and Rengifo J (2000). Research on trace elements in common beans. *Food Nutrition Bulletin*, 21: 387-391.
- Sievert D and Holm JH (1993). Determination of amylose by differential scanning calorimetry. *Starch-Stärke*, 45: 136-139.
- Singh KK and Goswami TK (2000). Thermal properties of cumin seed. *Journal of Food Engineering*, 45: 181-187.
- Sotelo A, Saisa V Montolvo, I., Hernandez M and Hernandez L (1990). Chemical composition of different fractions of 12 Mexican varieties of rice obtained during milling. *Cereal Chemistry*, 67: 209-212.
- Udemezue JC (2018). Analysis of Rice and Consumption Trends in Nigeria. *Journal of Plant Science and Crop Protection*, 1 (3): 1-6.
- Wang L, Guo J, Wang R, Shen C, Li Y, Luo X, Li Y and Chen Z (2016). Studies on quality of potato flour blends with rice flour for making extruded noodles. *Cereal Chemistry*, 93: 593-598.
- Wani AA, Singh P, Shah MA, Schweiggert-Weisz U, Gul K and Wani IA (2012). Rice Starch Diversity: Effects on Structural, Morphological, Thermal, and Physicochemical Properties- A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11: 417-436.
- WARDA (2008). West Africa Rice Center/FAO/SAA issues on NERICA; the New Rice for Africa, a Compendium. E.A. Samado, R.G. Guei and S.O. Keya (eds). Cotonou, Benin. *Africa Rice Centre (WARDA)*; Rome, Italy; FAO; Tokyo, Japan; Sasakawa Africa Association; Pp: 210.
- Whistler RL, and BeMiller, J.N. (1997). Carbohydrate chemistry for food scientists. *St. Paul, Minn.: Eagan Press*.



The Pomological Traits of Autochthonous Pear Varieties in the Area of North Montenegro

Gordana ŠEBEK¹a*

^aCentre for Temperate Fruits, Medical and Aromatic Herbs Bijelo Polje, Biotechnical Faculty Podgorica, University of Montenegro, MONTENEGRO

(*): Corresponding author. gordanas@ucg.ac.me; Tel: +382 67 018 863

ABSTRACT

Results of monitoring phenological characteristics of 12 autochthonous pear varieties were summarized during the years. The phenophase of flowering in the examined autochthonous pear cultivars begins at the earliest in the varieties: Buzdovanka, Kaličanka and Kačmorka (26.04). The variety Medunak begins to bloom at the latest (05.05). Morphological fruit characteristics were described, and chemical characteristics were pointed out (content of dry substance, content of sugar and total acid). In our study, the highest average fruit weight of the pear varieties was in the Turšijača variety (148.9 g) and the lowest in the Sijerak variety (34.8 g). The highest percentage of soluble dry matter was found in the pear variety Buzdovanka (16.47%) and the lowest in the pear variety Sijerak (10.06%). The lowest total soluble solids (TSS) were contained in the following pear varieties: Pećanka (8.51%), Turšijača (8.73%) and Sijerak (8.75%), while the highest total soluble solids (TSS) contained were following pear varieties: Buzdovanka (13.24%) and Jarac (11.72%). The highest content of total acids is found in the following pear varieties: Turšijača (0.35%) and Jarac (0.31%), and the lowest in the variety Kačmorka (0.12%). The paper also shows results of fruit thinning and its influence on fruit weight, fruits length and fruits diameter of the examined sorts.

RESEARCH ARTICLE

Received: 19.04.2020

Accepted: 30.05.2020

Available online: 26.06.2020

Keywords :

- Morphological characteristics,
- chemical characteristics,
- fruit thinning,
- resistance,
- quince MA
- quince Ba 29

To cite: Šebek G (2020). The Pomological Traits of Autochthonous Pear Varieties in the Area of North Montenegro. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 141-151.

INTRODUCTION

Pear, after the apple, represents one of the most important cultivars of pome fruits grown in the moderate climate zone (Hussain *et al.*, 2013). The fruits of the most common commercial cultivars of pear are highly valued by consumers thanks to low amount of calories and high nutritional value, as well as the pleasant taste (Senser *et al.*, 1999). In addition to fresh consumption, commercial and autochthonous pear fruits are used as raw materials for different types of processing in Montenegro.

The pear (*Pyrus* spp.) genus is variously said to consist of from 20 to over 70 wild or domesticated species (Terpo, 1985; Oliveira *et al.*, 2007; Potter *et al.*, 2007 and Rehder, 1940). It is relatively difficult to give an accurate number of pear species, because they easily cross-pollinate, and the obtained crosses have ambiguous taxonomic status. The existence of a very large number of cultivars, species, subspecies, varieties and clones reinforces the need for genetic characterization and verification. The wild pear is the only species of pears that grows naturally in the region of North Montenegro.

Pear is the most important temperate fruit crop and has been cultivated in Europe and Asia from antiquity (Janick, 2002). The pear tree cultivating has a long tradition in the area of North Montenegro. According to statistical data for Montenegro, the production of pears fruit on gardens and extensive orchards are 2648,9 t (total production) and yield per ha is 10,4 t/ha (Monstat, 2019).

In addition to the standard production and commercial characteristics of the pear variety for organic production, it must also meet specific requirements in terms of resistance to the most important diseases and pests. It is desirable to raise pears using varieties that are resistant to the disease: *Venturia inaequalis*, *Erwinia amylovora*, as well as pests: first of all, pear flea (*Psylla pyri*), etc. (Šebek, 2011).

The actuality of these studies is increased by the positive results obtained in the world that relate to the resistance to disease of autochthonous varieties of pears, especially from the area Polimlje and wider Balkan Peninsula. It is pointed out that the title of the 'Balkan Peninsula treasures' can only be carried by varieties of pears Karamanka and Jerebasma, that are highly resistant to *Psylla pyri* and the *Erwinia amylovora* (Bele and Stuart, 1990). The special attention has been paid to the group of varieties resistant to the causal agent of pear fireblight *Erwinia amylovora* Burill. The most important and superior among them are Canadian cultivars resistant to the above mentioned pathogen (Harrow Sweet, Harrow Delight), American cultivar (Potomac) and Rumanian cultivar (Getika) (Nikolić *et al.*, 2000).

Autochthonous pear varieties are still keeping their importance in Montenegro and they are valuable resources as human food and an important part of rural landscape. Although the structure of varieties for organic pear production has changed over the last few decades in favor of better, better quality varieties, many growers appreciate autochthonous varieties, especially those that satisfy fertility, greater resistance to economically significant diseases and pests, frost and drought. Before deciding on the use of autochthonous varieties in organic pears orchards, especially in the mountainous area of Montenegro, it is necessary to select the best varieties according to quality and resistance (Šebek, 2008; Šebek and Kovačević, 2014).

MATERIAL and METHODS

The most important biological and pomological properties of 12 old pear varieties (Pećanka, Lubeničarka, Medunak, Kaličanka, Buzdovanka, Sinka, Turšijaača, Kačmorka, Koravac, Jeribasma, Jarac and Sijerak) from the area of North Montenegro were presented in the paper.

The study focused on few segments. Very first one included recording of the phenological traits – first flowering, full flowering, end of flowering and harvest date.

Phenological characteristics were determined as below: the beginning of flowering was recorded when at least 5% of the flowers bloomed; full flowering was accepted when at least 80% of the flowers bloomed, the end of flowering was determined when 90% of the flowers bloomed and corollas began to fall off, and harvest date was established when the fruits were sufficiently colored and soft to be eaten.

The other segment comprised pomological, i.e. physical traits - fruit weight (g), fruit length (mm), and fruit diameter of the examined sorts. Fruit mass were determined by measuring by the electric scale "METLER 1200". The result is shown in grams with the accuracy of 0.01g. Fruit dimensions – length and width were measured by vernier scale. The results are shown in mm. Dry mater was determined by drying at 105°C. Total soluble solids were determined by refractometer. The acidity was measured by titration with 0.1 N NaOH.

The study includes fruit thinning and their influence on fruit weight, fruits length and fruit diameter of the examined sorts. Obtained results were statistically processed by the method of variance analysis and checked by LSD tests.

RESULTS and DISCUSSION

The structure of the pear assortment, apart from the autochthonous varieties, also includes commercially important varieties, which are characterized by much larger fruits and better flesh quality (mesocarp) than the autochthonous pear varieties. However, many producers appreciate the autochthonous pear varieties in Montenegro and believe that they may be interesting for valorisation through tourist capacities, because this is something that is different and more powerful than the classical offer in EU countries. The significance of indigenous pear varieties is greater if disease and pest resistance is also taken into account (Šebek, 2011). Bacterial infestation caused by *Erwinia amylovora* is one of the most harmful pear diseases in the world (Bell and Zwet, 1993). Studying the effect of bacterial infestation (*Erwinia amylovora*) on 365 pear genotypes, Sestras *et al.* (2008), based on observations of natural infection, isolate nine susceptibility classes. In this study, the autochthonous Takisha variety is in the low attack class [9.1 AD% (attack degree)] and the Jeribasma variety is in the medium attack class [13 AD% (attack degree)]. Bell and Stuart (1990) point out that, by monitoring indigenous pear varieties from Serbia and Montenegro, they have found high resistance to *Psylla piricola* Först in the following autochthonous pear varieties: Jeribasma, Karamanka, Smokvarka, Mednik, Običan Vodenjak and Zelenika. The same authors emphasize the fact that the Smokvarka is a hybrid between *Pyrus communis* L. and *Pyrus elaeagnifolia* Pall. The aforementioned characteristics of the autochthonous pear varieties indicate that they must not be forgotten in organic fruit production.

Blooming time in fruit species depends on both the hereditary basis of variety and weather conditions before and during flowering in some years. Since pear is the fruit species with relatively late blooming, usually there is no late spring frost danger on flowers. However, at higher altitudes where there is a possibility of frost during flowering and it may be recommended varieties that bloom late (Šebek, 2011).

Table 1. Blooming of autochthonous pear varieties

Varieties	Beginning of flowering	Full bloom	End of flowering
Pećanka	02.05	08.05	13.05
Lubeničarka	29.04	06.05	10.05
Medunak	05.05	11.05	14.05
Kaličanka	26.04	29.04	05.05
Buzdovanka	26.04	29.04	05.05
Sinka	28.04	02.05	08.05
Turšijača	28.04	02.05	06.05
Kačmorka	26.04	29.04	05.05
Koravac	28.04	07.05	05.05
Jeribasma	28.04	02.05	08.05
Jarac	28.04	03.05	09.05

The phenophase of flowering in the examined autochthonous pear cultivars begins at the earliest in the varieties: Buzdovanka, Kaličanka and Kačmorka (26.04). The variety medunak begins to bloom at the latest (05.05). The end of flowering is the earliest in the varieties: Buzdovanka, Kaličanka and Kačmorka (05.05), and at the latest in the Sierak variety. (Šebek, 1995; Šebek and Jaćimović, 1997).

Also, the aforementioned research shows that the flow of flowering of a certain pear variety is more strongly conditioned by the hereditary traits, and the duration of flowering is conditioned by weather. It can be seen from the above that the autochthonous pear varieties have adapted the onset of flowering phenophase to the conditions of northern Montenegro. The flowering phase begins when the danger of late spring frosts is over.

According to the time of ripening of the fruit, the varieties of pears can be divided into three groups: Group I (ripens from the end of VII to the end of VIII month) Pećanka, Lubeničarka, Buzdovanka and Sinka; Group II (ripens in IX month) Medunak, Kaličanka, Turšijača, Kačmorka and Koravac; Group III (ripens in the X month) - Koravac, Jeribasma, Jarac and Sijerak. According to the groups mentioned above, most varieties ripen during the ninth month. (Šebek, 1995; Šebek and Jaćimović, 1997).

The highest percentage of soluble dry matter was found in the pear variety Buzdovanka (16.47%) and the lowest in the pear variety Sijerak (10.06%). Based on the content of dry matter in the tested pear varieties, they can be divided into three groups (according to the classification Nenadović-Mratinić and Vulić, 1988).

Group I low content of dry matter (9.12%) varieties: Pećanka, Lubeničarka, Kaličanka, Sinka, Turšijača, Kačmorka, Koravac, Jeribasma and Sijerak. Group II - medium high content of dry matter (13.15%) - varieties: Medunak and Jarac. Group III - high dry matter content (more than 15%) - variety: Buzdovanka (Šebek, 1995).

The lowest total soluble solids (TSS) were contained in the following pear varieties: Pećanka (8.51%), Turšijača (8.73%) and Sijerak (8.75%), while the highest total soluble solids (TSS) contained were following pear varieties: Buzdovanka (13.24%) and Jarac (11,72%) (Šebek, 1995).

If we want to compare the TSS content in the fruits of autochthonous pear varieties in our investigation with the TSS content in the fruits of autochthonous pear cultivars in other studies, we will emphasize the following literature data:

- a) For the fruits of autochthonous pear cultivars in the territory of Bosnia and Herzegovina, the variation interval of the TSS content is from 13.51% to 19.72%. (Đurić *et al.*, 2015).
- b) For the fruits of autochthonous pear cultivars in the territory of Pakistan, the variation interval of the TSS content is on a slightly lower level (11.03 to 14.42%). (Hussain *et al.*, 2015).
- c) Researches of autochthonous pear varieties that were made after our investigation on the Upper Polimlje area have extended the results on the chemical properties of the fruit of autochthonous pear varieties. For the fruits of autochthonous pear cultivars in the territory of Gornje Polimlje (Bijelo Polje), the variation interval of the TSS content is 11.68% ('Pećanka') to 22.17% ('Vidovača'). The high TSS content (> 15%) was determined for the following cultivars: 'Begar', 'Ječmenka', 'Jeribasma', 'Krivodrska', 'Samoraska', 'Sijerak', 'Vidovača' and 'Zelenika'. The highest level of TSS content was recorded in fruits of 'Begar', 'Zelenika' and 'Vidovača' (18.5%, 19% and 22.17%, respectively) (Jaćimović *et al.*, 2015).

The highest content of total acids is found in the following pear varieties: Turšijača (0.35%) and Jarac (0.31%), and the lowest in the variety Kačmorka (0.12%). According to the content of total acids, which range from 0.10 - 0.59% in the varieties of pears, we have divided into three groups of varieties (E. Nenadović-Mratinić and Vulić, 1988; Šebek, 1995).

Group I (from 0.10 to 0.20% - low content of total acids) - with following varieties: Lubeničarka, Medunak, Kaličanka, Buzdovanka, Sinka, Kačmorka and Koravac. Group II (from 0.20 to 0.40% - medium high content of total acids) - with following varieties: Pećanka, Turšijača, Jeribasma and Jarac. Group III (from 0.40 to 0.59% high content of total acids) variety: Sierak.

According to the results presented above, it can be concluded that among the examined varieties of pears, varieties with a low content of total acids predominate. Comparing the ratio of soluble dry matter content to total acidity, it is observed that the varieties with the highest dry matter content, at the same time, are among the tested varieties of pears with low total acidity content (Šebek, 1995).

In our study, the highest average fruit weight of the pear varieties was in the Turšijača variety (148.9 g) and the lowest in the Sijerak variety (34.8 g). The coefficient of variation is highest for pear varieties with the lowest fruit weight (Sijerak, Kačmorka and Pećanka). An exception is the Kaličanka variety, which has a small but uniform fruit (low value of the coefficient of variation). Other varieties have relatively uniform fruits, i.e., there is no large variation in fruit mass within a single variety. According to the size of the fruit, we classified the examined pear varieties into four groups. Group I (varieties of very small fruit weight less than 50 g): Pećanka, Kaličanka, Kačmorka and Sijerak. Group II (varieties of small fruit weight - from 50 g to 80 g): Lubeničarka, Medunak, Sinka I Koravac. Group III (varieties of medium-sized fruit weight - from 80 g to 100 g): Jeribasma and Jarac. Group IV (varieties of large fruit weight - more than 100 g): Buzdovanka and Turšijača (Šebek, 1995; Šebek *et al.*, 1997).

If we want to compare the fruit weight in the fruits of autochthonous pear varieties in our investigation with the fruit weight in the fruits of autochthonous pear cultivars in other studies, we will emphasize the following literature data:

- a) Selamovska *et al.*, (2015) examined the local pear varieties in West Macedonia, which showed the variation of fruit weight in the range of 13.8 g to 214.1 g.
- b) Đurić *et al.*, (2015) examined the fruit weight of local pear varieties (*Pyrus communis* L.) in north-western part of Bosnia and Herzegovina and concluded that it ranged from 31.1g to 109.4 g.

Comparing our data with those of other authors, it can be concluded that dimensions of the fruit are in approximate range (Selamovska *et al.*, 2015; Đurić *et al.*, 2015) indicating that similar fruit weight causes similar dimensions, because there is positive correlation between these characteristics. This can be explained by the fact that the fruit weight is more influenced by environmental factors than the dimensions (Šebek, 2010).

The greatest fruit length of the pear varieties was found in the variety of Turšijača (70.60 mm) and the smallest in the variety of Sierak (34.13 mm). The greatest fruit width of the pear varieties was found in the variety of Turšijača (46.43 mm) and the smallest fruit width was in the variety of Kaličanka (34.13 mm). The greatest variation in the length and width of the fruit is present in the varieties of Sierak, Kačmorka and Pećanka and the smallest is present in the varieties of Kaličanka and Jarac (Šebek, 1995; Šebek *et al.*, 1997).

Fruit producers must focus on implementing all measures that will meet market requirements to constantly produce high quality fruits in maximum quantity (Link, 2000). It is often impossible to maximize all quality parameters because of the positive and negative reactions between them, and therefore a responsibly balanced trade-off between quality and quantity must be established (Link, 2000). Manual interspace thinning, which is applied late, after the June rash of the fruits, may increase the size of the fruit, but not reduce the alternative fertility (Maas, 2006). In addition, it is slow and expensive because of the large number of workers employed.

Some indigenous pear varieties in the same inflorescence will trap more fruits, leading to competition for nutrients between them. In the year when the fruit forms a far greater number of flower buds / flowers than they need for fertility in the flowering vegetation, and the fruit is well harvested, an excessive number of fruits is formed which is a great burden for the fruit. Competition between fruits reduces their size (Dussi *et al.*, 2006) and adversely affects other traits: color, shape, taste, firmness and durability.

The results of the fruit thinning test over three years (2016-2018) on 12 pear varieties (Pećanka, Lubeničarka, Medunak, Kaličanka, Buzdovanka, Sinka, Turšijača, Kačmorka, Koravac, Jeribasma, Jarac and Sijerak) were presented in our earlier work. The study included thinning of fruits and their effect on fruit weight, fruit length and fruit diameter of the varieties tested. Manual thinning of the fruit had a positive effect on the fruit weight in the following autochthonous pear varieties: Pećanka, Kaličanka, Kačmorka, Sijerak, Lubeničarka, Medunak, Sinka, Koravac and Jeribasma (Šebek, 2020).

Manual interspace thinning of the fruits had a positive effect on the weight of the fruit in all autochthonous varieties of pear from group I (varieties of very small fruit weight) as follows: Pećanka, Kaličanka, Kačmorka and Sijerak; also for all varieties in Group II (small fruit weight varieties), namely: Lubeničarka, Medunak, Sinka and Koravac also for one variety from group III (medium-sized fruit weight): variety Jeribasma. There was no effect of the manual interspace thinning technique on the

fruit mass of the three varieties, namely: Buzdovanka, Turšijača and Jarac. Due to the importance of the above, the results of manual interspace thinning of the fruit are also presented in Table 2.

Table 2. Average values of examined morphological indicators of fruits

Sort	Fruits weight (g)				Fruits length (mm)				Fruits diameter (mm)			
	Thinning		Control		Thinning		Control		Thinning		Control	
	g	CV%	G	CV%	mm	CV%	mm	CV%	mm	CV%	mm	CV%
1	68.4	20.5	46.9	22.2	42.1	17.4	36.5	17.7	47.5	15.1	41.1	15.6
2	81.2	15.2	71.1	15.7	58.2	11.0	51.1	11.6	44.2	10.0	40.6	10.1
3	78.9	15.1	55.7	15.6	62.2	9.8	54.4	11.3	48.5	10.8	43.3	9.7
4	52.2	15.2	37.8	15.5	47.5	12.5	39.5	9.9	42.2	8.5	34.1	8.2
5	109.9	17.4	104.4	17.7	69.9	12.0	68.5	12.3	57.9	9.9	57.7	10.1
6	74.2	18.1	51.7	19.0	60.1	11.1	54.8	11.7	46.8	9.0	42.2	9.6
7	152.6	17.2	148.9	17.5	72.2	12.2	70.6	12.7	66.1	10.5	64.4	10.9
8	59.2	22.2	44.0	25.4	49.8	17.8	43.3	18.3	45.6	14.0	42.1	16.2
9	97.7	16.5	79.1	19.1	64.2	12.2	57.2	12.9	49.8	9.7	45.4	10.3
10	98.5	16.8	84.4	17.4	60.1	12.1	54.7	13.2	48.6	10.8	45.3	11.6
11	99.5	15.0	96.6	15.4	60.2	10.2	59.8	10.5	58.9	9.2	58.8	9.2
12	59.2	21.4	34.8	27.2	40.9	17.7	34.1	19.2	41.1	16.0	35.1	17.2
LSD												
0.05			4.66				1.22				1.45	
0.01			6.90				1.96				1.88	

Legend: 1- Pečanka, 2- Lubeničarka, 3- Medunak 4- Kaličanka, 5- Buzdovanka, 6- Sinka, 7- Turšijača, 8- Kačmorka, 9- Koravac, 10- Jeribasma, 11- Jarac, 12- Sijerak.

Let us recall the positive effect of the manual interspace thinning of the apple variety Priol delises, the first recognized apple variety by Slovenian breeder Joseph Priol. Črnko (1976), cit. according to Gliha (1978), in the experiment with manual thinning, in the Priolov delises variety, increased the proportion of the first class to 95%. Also, the decline of the fruits was much smaller and the harvest better.

In our study, the yellow base color of the epidermis was found in 5 varieties (Pečanka, Medunak, Kaličanka, Buzdovanka and Kačmorka), light green in 4 varieties (Lubeničarka, Jeribasma, Jarac and Sijerak), yellow-green in 2 varieties (Sinka and Koravac) and green - yellow in 1 variety (Turšijača). As far as coloration is concerned, we can conclude that there are five varieties with no supplementary color (Pečanka, Sinka, Kačmorka, Koravac and Jarac). The other 7 varieties can be divided into two groups:

Group I (supplementary color present on a small number of fruits): Turšijača, Sijerak and Buzdovanka.

Group II (supplementary color present on all fruits): Medunak, Jeribasma, Kaličanka and Lubeničarka. Dark red supplementary color was found in the variety (Lubeničarka), red color was found in four varieties (Kaličanka, Buzdovanka, Turšijača and Sijerak) and the color of baked brick was found in 2 varieties (Medunak and Jeribasma).

Small lenticels are present in varieties: Kaličanka, Kačmorka, Jarac and Sijerak (4). Medium-sized lenticels are present in varieties: Lubeničarka, Medunak, Buzdovanka and Jeribasma (4). Large lenticels are present in varieties: Pečanka, Sinka, Turšijača and Koravac (4).

The color of the lenticels of the tested pear varieties is different. The color of rust is predominant, and it occurs in ten varieties. The exceptions are green lenticels in the Kaličanka variety and reddish lenticels in the Lubeničarka variety (Šebek Gordana, 2020).

Table 3. Fruit skin color and size and color of lenticel on fruit

Varieties	The color of the epidermis		Lenticel		Supplementary color in fruit with fruit thinning
	Basic	Supplementary	Size	Color	
Pečanka	green-yellow	none	large	rust	-
Lubeničarka	open green	Dark red	medium	reddish	more intense
Medunak	green	baked brick	medium	rust	more intense
Kaličanka	yellow-green	red	small	green	more intense
Buzdovanka	yellow-green	red at 40%	small	rust	same
Sinka	yellow-green	none	large	rust	-
Turšijača	green	red at 10%	large	rust	Same
Kačmorka	yellow-green	none	small	rust	-
Koravac	green-yellow	none	large	rust	-
Jeribasma	light-green	baked brick	medium	rust	more intense
Jarac	Intensely green	none	small	rust	-
Sijerak	light-green	red at 10%	small	rust	Same

Development of drought tolerance for autochthonous pear varieties is the result of overall expression of many adaptive traits in a specific environment. The adaptive traits can be physiological and morphological, such as: selection of rootstocks resistant to drought, selection of autochthonous cultivars with greater water attaining capabilities, selection of autochthonous pear varieties tolerant to dry conditions, etc. Thus, in order to improve yield of fruits under drought stress conditions, selection of autochthonous pear varieties with short life span (drought escape), incorporation of traits responsible for well – developed root system, high stomatal resistance, high water use efficiency (drought avoidance) represent the traits responsible for increasing and stabilizing yield of fruits during drought stress period (drought tolerance). Drought stress is highly variable in its timing, duration and severity, and this result in high environmental variation and G×E variation (Witcombe *et al.*, 2005).

Drought resistance is an excellent aspect of the autochthonous pear varieties in regard to the production of one-year-old seedlings. The dynamics of leaf dehydration per measured interval was determined by method of Eremeev 1964 (cit. according to Šebek, 2010). Eremeev's method is relevant for determination of water attaining capability of leaves. Loss of water at the time of transpiration will be monitored by measuring of the weight of cut leaves (Slavik, 1974 cit. according to Šebek, 2010). Level of regained hydration will be monitored after 12h from cutting the leaves from one-years seedlings of autochthonous pear varieties. The loss of water due to

transpiration followed by measuring the weight of leaves (Šebek, 2010). The dynamics of leaf dehydration was measured in order to obtain initial resistance rate of autochthonous pear varieties towards drought conditions. The dynamics of leaf dehydration depends on the thickness of leaf cuticle and leaf average size. Out of the studies autochthonous pears varieties, the highest water attaining capability had the leaves of varieties “Kaličanka”. Over the monitored time interval (8 hours upon sample taking), leaves taken from the annual twigs of the studied varieties (one-year old seedlings) lost on average 35.50% of water. The lowest level of the stated capability was recorded with the leaves of cultivar “Kačmorka” (40.44%). Over the monitored time interval (8 hours upon sample taking), leaves taken from the annual twigs of the control (one-year old rootstocks *Pyrus communis* L.) lost on average 35.08% of water. The leaves of cultivar “Kaličanka” had the highest water attaining capability. The lowest level of the stated capability was recorded for the leaves of cultivar “Kačmorka”. The results of this research (Šebek, 2010) also showed that the water attaining capability of the leaves in one-year old seedlings of autochthonous pear cultivars as an indicator of their resistance to drought was genetic characteristic of the varieties. Most of the autochthonous pear varieties tested showed results close to the values obtained from the control (*Pyrus communis* L) which is good from the point of view of possible use of autochthonous varieties of pear for production in the mountainous area of Montenegro, as well as for selection work.

The most important result of our earlier research is the fact that we determined the compatibility between researched autochthonous varieties of pears and vegetative rootstocks (Quince MA and Quince Ba 29) (Šebek and Kovčević, 2014; Šebek, 2019).

CONCLUSION

Autochthonous pears varieties in North Montenegro revealed high variation in most of the searched parameters.

The phenophase of flowering in the examined autochthonous pear cultivars begins at the earliest in the varieties: Buzdovanka, Kaličanka i Kačmorka (26.04). The variety Medunak begins to bloom at the latest (05.05), even later than the selected type of wild pear. The end of flowering is the earliest in the varieties: Buzdovanka, Kaličanka and Kačmorka (05.05), and at the latest in the Sierak variety.

According to the time of ripening of the fruit, the varieties of pears can be divided into three groups: Group I (ripens from the end of VII to the end of VIII month) Pećanka, Lubeničarka, Buzdovanka and Sinka (4); Group II (ripens in IX month) Medunak, Kaličanka, Turšijača, Kačmorka and Koravac (5); Group III (ripens in the X month) - Koravac, Jeribasma, Jarac and Sijerak (4).

The highest percentage of soluble dry matter was found in the pear variety Buzdovanka (16.47%) and the lowest in the pear variety Sijerak (10.06%).

The lowest total soluble solids (TSS) were contained in the following pear varieties: Pećanka (8.51%), Turšijača (8.73%) and Sijerak (8.75%), while the highest total soluble solids (TSS) contained were following pear varieties: Buzdovanka (13.24%) and Jarac (11,72%).

The highest content of total acids is found in the following pear varieties: Turšijača (0.35%) and Jarac (0.31%), and the lowest in the variety Kačmorka (0.12%).

The highest average fruit weight of the pear varieties was in the Turšijača variety (148.9 g) and the lowest in the Sijerak variety (34.8 g). The coefficient of variation is highest for pear varieties with the lowest fruit weight (Sijerak, Kačmorka and Pećanka). An exception is the Kaličanka variety, which has a small but uniform fruit (low value of the coefficient of variation). Other varieties have relatively uniform fruits, i.e., there is no large variation in fruit mass within a single variety.

The production of seedling material of autochthonous sorts with vegetative rootstocks Quince MA and Quince Ba 29 is enormous contribution for even partially saving of fruit genofond that is the unity product of our ecological environment and autochthonous biogenesis.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The author declared that the following contributions are correct.

Gordana Šebek: Writing-original draft, methodology, formal analysis, review and editing.

REFERENCES

- Bell RL and Stuart LC (1990). Resistance in Eastern European *Pyrus* germplasm to pear psylla nymphal feeding. *HortScience*, 25: 789-791.
- Bell RL and Zwet T (1993). New fire blight resistant advanced selections from the USDA Pear Breeding Program. *Acta Horticulturae*, 338: 415-420.
- Dussi MC, Giardina G, Reeb P, De Bernardin F and Apendino, E (2006). Fruit thinning effects in the apple cv. 'Royal Gala'. *Acta Horticulturae*, 727: 401-408.
- Đurić G, Žabić M, Rodić M, Stanivuković, Bosančić B and Pašalić B (2015). Biochemical and pomological assesment of European pear accessions from Bosnia and Herzegovina. *Horticultural Science (Prague)*, 42 (4): 176-184.
- Gliha R (1978). Apple varieties in modern production. *Moša Pijade*. Zagreb (In Croatian).
- Hussain S, Masud T, Ali S, Bano R and Ali A (2013). Some physic-chemical attributes of pear (*Pyrus communis* L.) cultivars grown in Pakistan. *International Journal of Biosciences*, 3 (12): 206-215.
- Jaćimović V, Božović Đ and Lazović B (2015). Biological characteristics of autochthonous pear varieties (*Pyrus communis* L.) in the Upper Polimlje region. *Fruit Growing*, 51: 7-11.
- Janick J (2002). Ancient Egyptian agriculture and the origins of horticulture. *Acta Horticulturae*, 582: 23-39.
- Link H (2000). Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation*. 31: 17-26.
- Maas (2006). Le varietà introdotte nel mondo neglianni 80: Pesco. Nettarine. Percoche. *L informatore Agrario*, 45: 5-29 (In Italian).
- Monstat (2019). Statistical Yearbook of Montenegro. *Statistical Office*, Montenegro.
- Nikolić M, Milenković A and Milenković S (2000). Developments in pear breeding: Cultivars and rootstocks. *Proceedings of Institute PKB Agronomic*, 6 (1): p. 223-230, Belgrade, Serbia (In Serbian).
- Nenadovic-Mratinic, E and Vulic T (1988). Indigenous apple varieties in the undersized region. *Yugoslav Fruit Growing*, 22 (4): 319-324.
- Oliveira CM, Mota M, Monte-Corvo L, Goulao L and Silva DM (2007). Molecular typing of *Pyrus* based on RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 79: 163-174.

- Potter D, Eriksson T, Evans RC, Oh S, Smedmark, JEE, Morgan DR, Kerr M, Robertson KR, Arsenault M, Dickinson TA and Campbell CS (2007) Phylogeny and classification of Rosaceae, *Plant Systematics Evolution*, 266: 5-43.
- Crnko J (1976). *Priols delicious and lonjon the new apple cultivars*. Master's Thesis. Biotehniška Fakulteta, Ljubljana (In Slovenian).
- Rehder A (1940). Manual of cultivated trees and shrubs. *Mac Millan*, New York, NY.
- Selamovska A, Miskoska-Milevska E, Najdenovska O and Canev I (2015): Fruit characteristics of some traditional pear varieties in the Prespa region. *Acta Agriculturae Serbica*, XX (40): 107-115.
- Senser F, Scherzo H and Munchen G (1999). Tablas De composicion de alimentos, 2nd edition. *Editorial Acribia*, Zaragoza.
- Sestras A, Sestras R, A Barbosi A and Militaru M (2008). The Differences among Pear Genotypes to Fire Blight (*Erwinia amylovora*) Attack, Based on Observations of Natural Infection. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36 (2): 98-103.
- Šebek G (1995). *The study of agro-biological characteristics of autochthonous varieties of apple and pear in the area of upper Polimlje*. Master's Thesis. University of Belgrade, Faculty of Agriculture (In Serbian).
- Šebek G, Peković Đina, Jaćimović Vučeta, Veličković Nebojša (1997). Morphological and organoleptic characteristics of fruits of autochthonous varieties of pears of the upper Polimlje. *Contemporary Agriculture*. 5 (6): 45-51.
- Šebek G and Jacimovic V (1997) Some more important physiologic characteristics of autochthonous apple and pear varieties in the region of upper Polimlje. *Agriculture and Forestry* 43 (1-2): 23-30.
- Šebek G (2008). *Low temperature resistance of autochthonous pear varieties from the Upper Polimlje area*. Proceedings of the 2nd Slovenian Fruit Growing Congress and International Participation. Strokovno sadjarsko društvo Slovenije. 561-566 Krško (In Serbian).
- Šebek G (2010). The possibility of using native varieties for organic pears. *Proceedings of the First International Gender Conference of Healthy, Organic and Organic Food Production Bio Planet BOOK*, Zlatibor (Serbia). 131-140 (In Serbian).
- Šebek G (2011). Organic fruit production. LMOC projekt. *Austrian Development Agencu*. (In Serbian)
- Šebek G and Kovačević V (2014): Compatibility and verdure of seedling for autochthonous pear in the region of north Montenegro. *Genetika*, 46 (1): 277-286.
- Šebek G (2019). *Biological characteristics of fruit planting material grafted on Ba 29 rootstock in Montenegro. 24th International symposium on biotechnology*, Faculty of Agronomy, Čačak, Serbia.
- Šebek G (2020). *The influence of fruitlet interspace thinning on weight of fruit of autochthonous varieties of pears grown in upper Polimlje*. 25th International Symposium on Biotechnology, Faculty of Agronomy, Čačak, Serbia (In Serbian).
- Terpo A (1985). Studies on taxonomy and grouping of *Pyrus* species. *Feddes Repertorium*, 96: 73-87.
- Witcombe JR, Joshi KD, Gyawali S, Musa AM, Johansen C, Virk DS and Sthapit B (2005): Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding. I. Four indicators of client-orientation in plant breeding. *Experimental Agriculture*, 41: 299-319.



Genç Çiftçi Proje Desteğinden Yararlanmayı Etkileyen Faktörler; TR-83 Bölgesi Örneği

Gülçin ALTINTAŞ^{Ida} Atila ALTINTAŞ^{Idb} Esen ORUÇ^{Idc*} Halil KIZILASLAN^{Idd}
Erol ÇAKMAK^{Id e} Duygu BİROL^{Id f}

^aOrta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 60000 Tokat, TÜRKİYE

^bOrta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 60000 Tokat, TÜRKİYE

^cTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

^dTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

^eOrta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 60000 Tokat, TÜRKİYE

^fİncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 09600 Aydın, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, esen.orucbuyukbay@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616 (2276), Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Bu çalışma Genç Çiftçi Proje Desteklemelerinden yararlanma düzeyini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve oluşturulan kriterlerin faydalanmaya etki düzeyini ölçmek amacıyla yürütülmüştür. TR-83 bölgesinde (Tokat, Amasya, Çorum, Samsun) 2016 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı "Genç Çiftçi Projesi" Destek Programına başvurmuş olan üreticiler ana popülasyonu oluşturmuştur. Örnek hacminin belirlenmesinde Neyman yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmada desteklemeden yararlanan 120 üretici ve yararlanamayan 140 üretici olmak üzere toplam 260 üretici ile görüşülmüştür. Veriler desteklemeden yararlanma durumuna göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Desteklemeden yararlanma durumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan regresyon analizi sonucunda; kadın olma, evli olma, tarım dışı geliri olmama, ikamet yerinin şehir merkezine uzak olması, çiftçi örgütlerine üye olma, tarımsal üretim konularında eğitim almış olma, tarım ile ilgili bilgi edinme amacıyla internet kullanma alışkanlığı ve tarımsal işletmeye sahip olma pozitif yönde etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. Tercih Deneyi Yöntemi sonuçlarına göre, genç çiftçilerin en öncelikli ihtiyaçlarının sosyal güvence desteği olduğu belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 06.05.2020

Kabul tarihi: 07.06.2020

Online basım: 26.06.2020

Anahtar Kelimeler :

- Genç çiftçi desteklemeleri
- Tarımsal destekler
- Lojistik regresyon

Alıntı için: Altıntaş G, Altıntaş A, Oruç E, Kızılaslan H, Çakmak E, Birol D (2020). Genç Çiftçi Proje Desteğinden Yararlanmayı Etkileyen Faktörler; TR-83 Bölgesi Örneği. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1 (1), 152-168.

The Factors Affecting Utilization of Young Farmer Project Support; TR-83 Region Case Study

ABSTRACT

This study was carried out to determine the factors affecting the level of benefiting from the Young Farmer Project Supports and to measure the effect on the utilization level of the created criteria. In the TR-83 region (Tokat, Amasya, Çorum, Samsun), have formed the main population the producers who applied to the Support Program (Young Farmer Project) of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock. The Method of Neyman was used in the determination of sample size. A total of 260 producers were surveyed with 120 Producers who benefit from the support of young farmers and 140 producers who cannot benefit from the support of young farmers. The data were evaluated comparatively according to the utilization status of the support. As a result of the regression analysis conducted to determine the factors affecting the state to benefit from Support; being women, being married, not having non-agricultural income, being away from the city center, becoming a member of farmers' organizations, getting education on agricultural production, using internet in providing information related to agriculture and having agricultural farming were positively influencing factors. According to the results of the Preference Experiment Method, it was determined that the greatest needs of the young farmers were social security support.

RESEARCH ARTICLE

Received: 06.05.2020

Accepted: 07.06.2020

Available online: 26.06.2020

Keywords :

- Young farmer supports,
- Agricultural support,
- Logistic regression,

To cite: Altıntaş G, Altıntaş A, Oruç E, Kızılaslan H, Çakmak E, Birol D (2020). The Factors Affecting Utilization of Young Farmer Project Support; TR-83 Region Case Study. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 152-168.

GİRİŞ

Tarım sektörü, ülke nüfusunun beslenmesi, milli gelire ve istihdama katkı sağlaması, sanayi sektörünün hammadde ihtiyacını karşılaması, sanayiye sermaye aktarması, ihracata doğrudan ve dolaylı katkıda bulunması vb. nedenlerden dolayı vazgeçilmez bir sektördür.

Dünyadaki hemen hemen her ülke, genel hatları ile kırsal alanda yaşayanları yerinde tutmak, nüfusunu beslemek, gıda güvenliği ve güvencesini sağlamak ve tarımsal ürün ticareti yapmak amacıyla tarıma önem vermektedir. Türkiye'de de özellikle kırsaldan kente göçü önleme, kırsalda istihdamın devamını sağlama, tarıma dayalı sanayiye hammadde temini gibi nedenler ile tarımın ayrı bir yerinin olduğu söylenebilir (Ataseven, 2016).

Tarımsal üretimin kendine özgü özellikleri ve kırsal alanın sosyo-ekonomik özelliklerinin getirdiği zorluklar, desteklemeyi zorunlu kılmaktadır. Bu özelliğinden dolayı hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelerde korumacı politikaların en yaygın olarak uygulandığı sektör durumundadır (Yapar, 2005).

Türkiye'de tarımda sürdürülebilirliği sağlama ve özellikle genç çiftçilerin girişimciliğinin desteklenmesi, gelir düzeyinin yükseltilmesi, alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması ve kırsalda genç nüfusun istihdamına katkı sağlanması amacıyla, Genç Çiftçi Projeleri 2016 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından

Kırsal Kalkınma Destekleri kapsamında desteklenmeye başlanmıştır. Genç Çiftçi Projelerinin Desteklenmesi 5 Nisan 2016 tarihli Resmî Gazete’de yayınlanan Tebliğ ile yürürlüğe girmiştir. Tebliğde kırsal alanda yaşayan genç çiftçilerin mahallinde uygulayacağı bitkisel üretim, hayvansal üretim, yöresel tarım ürünleri, tıbbi ve aromatik bitki üretimi, işlenmesi, depolanması ve paketlenmesine yönelik projelere, otuz bin TL’ye kadar hibe ödenmesine ilişkin usul ve esaslar yayınlanmıştır (Anonim, 2016).

2016 yılında yaklaşık 15 000 genç çiftçiye çeşitli projeleri karşılığı olarak 450 milyon TL’lik hibe verilmiştir. Bu destek kapsamında 8 514 genç çiftçiye kişi başı 6 adet olmak üzere toplam 51 084 büyükbaş hayvan ve 2 680 genç çiftçiye ise kişi başı 40’ar adet olmak üzere 107 200 adet koyun/keçi hibe edilmiştir. Arıcılık ve kanatlı hayvan projeleri kapsamında 2 264 genç çiftçiye 68 milyon TL, bitkisel üretim projeleri kapsamında 1 520 genç çiftçiye 45 milyon TL hibe verilmiştir (Anonim, 2017a). 2017 yılında ise 16 067 genç çiftçiye yine projeleri karşılığı olarak hibe verilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı bu destek ile kırsal kalkınmanın ve tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasını, kırsaldan kente göçü azaltılmayı, kırsalda istihdam olanağı yaratmayı, tarımsal geliri artırmayı, tarımsal nüfusu gençleştirmeyi ve kırsal kalkınmanın gençlerle beraber daha dinamik ve kalıcı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamayı hedeflemiştir.

İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırmasına göre TR83 bölgesinde 18-40 yaş arası genç nüfusun toplam istihdamı 496 bin olup bunun 133 bini tarım sektöründe istihdam edilmektedir. Bölgede 18-40 yaş arası genç nüfusun toplam istihdamı içerisindeki tarım sektörünün payı %26,81’dir (Anonim, 2018).

TR83 bölgesinde hibeden yararlanan 888 işletme mevcuttur. Bu işletmelerin %18,46’sı Amasya’da , %28,28’i Tokat’da, %24,97’si Çorum’da, %28,29’u Samsun’da bulunmaktadır (Anonim, 2017b). Bölgede hibeden yararlananların %55,27’si Büyükbaş hayvancılık, %18,58’i Küçükbaş hayvancılık, %9,94’ü örtüaltı yetiştiriciliği, %8,05’i arıcılık konularında destek almışlardır (Anonim, 2017b).

Çalışmada, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen Genç Çiftçi Projelerinin Desteklenmesi kapsamında Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri (İBBS2) sınıflandırmasında yer alan TR83 Bölgesi’nde genç çiftçilerin desteklemelerden yararlanma durumları üzerinde etkili faktörler ve bu faktörlerin projeden yararlanma durumunu ne yönde ve hangi düzeyde etkilediği araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın hedef kitesini TR 83 Bölgesinde (Tokat, Amasya, Çorum, Samsun) “Genç Çiftçi Projesi” Destek Programına başvuru yapmış destekten yararlanmış ve başvuru yapmış destekten yararlanamamış üreticiler oluşturmuştur. Örneklem,

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{d^2(N-1) + z^2\sigma^2} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

Bu çalışmada, 2016 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı “Genç Çiftçi Projesi” Destek Programına başvurmuş olan üreticiler (yararlananlar ve yararlanamayanlar) arasından, %99 güven aralığında, 0,01 hata payı ile örnek hacmi belirlenmiştir. TR-83

Bölgesinde Destekleme Programından yararlanan 888 çiftçi üzerinden örnekleme yapılmıştır. Araştırmada destekten yararlanan 120 ve desteklemeden yararlanamayan 140 olmak üzere toplam 260 üretici ile anket çalışması yürütülmüştür.

Çalışmada, Genç Çiftçi Desteklemelerinden yararlanma durumuna etki etmesi muhtemel olan özellikler Lojistik Regresyon yardımıyla araştırılmıştır. Sosyal bilimlerde bağımlı değişkenin nitelik bildiren durumlar olması halinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde etkisi lojistik regresyon yardımıyla aranmaktadır (Çağlayan, 2013). Lojistik regresyon analizinde, bağımlı değişkenin ölçüldüğü ölçek türüne ve seçenek sayısına göre, bağımlı değişken iki seçenekli bir kategorik değişken ise “İkili Lojistik Regresyon Analizi (Binary Logistic Regression Analysis)” adını alır. Üreticilerin destekten yararlanma ve yararlanamama durumu iki seçenekli kategorik değişken olduğundan (Stephenson, 2008), çalışmada binary (ikili) lojistik regresyon analizi kullanılmıştır.

Mevcut genç çiftçi desteğinden yararlanma durumu bağımlı değişken alınmış, bağımlı değişken üzerinde etkili olması beklenen bağımsız değişkenler teker teker modele dâhil edilmiştir. Modelin anlamlılığını olumsuz etkileyen ya da güvenilirlik düzeyini düşüren değişkenler modelden çıkarılmıştır.

İkili lojistik regresyon modelinde bağımlı değişkenin gözlenen değeri iki olası durumu ifade etmek üzere, olayın meydana gelmesi durumunda 1, meydana gelmemesi durumunda 0 değerini alır (Walker and Duncan, 1967). Araştırmada mevcut genç çiftçi desteğinden yararlanılması durumu: (1: evet, 0: diğer durumlar) bağımlı değişken olarak alınmıştır. Modele dahil edilen bağımsız değişkenler; Çiftçinin yaşı (yıl), cinsiyeti (0: erkek, 1:bayan), medeni durumu (1:evli, 0:bekâr), eğitim seviyesi (1: ilkokul, 2:ortaokul, 3: lise, 4: üniversite), ailedeki birey sayısı (adet), çiftçilik deneyimi (yıl), tarım dışı geliri olma (0: var, 1:yok), ikamet edilen bölgenin en yakın şehir merkezine uzaklığı (km), üreticinin engelli, şehit yakını, gazi olma durumu (1:evet; 0:hayır), çiftçi örgütlerine üyelik (1:üye, 0:üye değil), sosyal güvence varlığı (1:var, 0: yok), tarımsal üretim konularında eğitime katılım (1:katıldı, 0:diğer durum), arazi varlığı (dekar), alet ekipman sahip varlığı (1:var, 0:yok), hayvan varlığı (sığır baş), tarımla ilgili bilgi edinme amacıyla internet kullanma alışkanlığı (1:var; 0:yok), tarımsal işletmeye sahip olma (1:yeni başlayacak; 2:çiftçilik yapıyor alet-ekipmanı yok; 3:tarımsal işletmeye sahip; 4:ebeveynle çalışıyor ve işletme yöneticisi genç çiftçi; 5: ebeveynle çalışıyor ve genç çiftçi işletme yöneticisi değil)

Destek tercihlerinin belirlenmesinde (Champ ve ark., 2003) belirtilmiş tercihler ana başlığından Tercih Deneyi Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, deneydeki değişkenlerin ortogonal bir şekilde tasarladığında her bir değişkeni korelasyonsuz olarak tahmin edilmesini sağlamak ve açıklanmış tercihler yöntemine göre önemli bir avantaj sağlamaktadır (Hanley ve ark., 1998). Bireylere sunulan seçenekler söz konusu mal ya da hizmetin niteliklerine göre tanımlanmakta ve en yüksek faydayı sağlayacak olan seçenek tercih edilmektedir (Colombo ve ark., 2005; Vega ve ark., 2011).

Tercih deneyinde temel değişkenler ve seviyeleri belirlenmesi gerekmektedir (Holmes ve Adamowicz, 2003; Champ *et al*, 2003). Bu amaçla verilen hibe ve bu hibe 3 seviye (25 000, 30 000, 40 000) desteği; (Zagata and Sutherland, 2015) tarafından önerilen 3 temel destek parametresi Türkiye için modifiye edilerek, SGK primi desteği sağlanması, 2 seçenek (binary), pazarlama durumu 2 seçenek (sözleşmeli olarak

satıyor, girişimci kendi pazarlamasını kendi yapıyor) ve uygun faizli kredi desteği şeklinde düzenlenmiştir. Ortogonal tasarım yardımıyla belirlenen seçeneklerden çiftçilere kendileri için en uygun olanı seçmeleri istenmiştir.

Burada sunulan seçeneklerden girişimciye en uygun olanı (faydasını maksimize eden) seçenektir. Seçeneklerin ağırlıklarının hesaplanmasında:

$$U_{ij} = \alpha_i + \beta_{i3} Hibe_i + \beta_{i2} SGKDi + \beta_{i3} PS_{ij} + \beta_{i4} Kredi + u_{ij}$$

Fonksiyonu Multinomial Lojistik Regresyon (MNL) yardımıyla analiz edilmiştir. Çok Durumlu Logit Model (Multinomial Logit Model), modelin parametrelerinin tahmininde Maksimum Olabilirlik Tahmin Modeli (Maximum Likelihood Estimation) kullanan iki seçimli logistik modellerin genelleştirilmiş halidir (Greene, 2008). Modelin sonuçlarında HİBE değişkenin katsayısı yardımıyla, diğer değişkenlerin hibe'ye göre oranları hesaplanabilmektedir.

Kabul İstekliliği = $-\beta_{\text{karakteristik}} / \beta_{\text{Hibe}}$ şeklinde hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanında üreticilerin yaşı 18 ile 40 arasında değişmektedir ve yaş ortalaması 28'dir. Ankete katılan üreticilerin %74.23'ü kadın, %25.77'si erkektir (Çizelge 1). Doğan ve arkadaşlarının (2018) yaptığı çalışmada genç çiftçi desteklerinden yararlananların %79'u, Kan ve arkadaşlarının (2018) çalışmasında %80'i kadındır. Türkiye'de 2016 yılında genç çiftçi projesinden yararlanan 11 077'si kadın ve 3.893'ü erkek olmak üzere 14 970 proje sahibi destekten faydalanmıştır. Türkiye genelinde 2016 yılında destekten yararlananların %73.99'u kadındır. Genç çiftçi hibe desteği programında kadın çiftçilere pozitif ayrımcılık yapılarak kadın girişimcileri iş hayatına kazandırma yönünde teşvik edici olunmaya çalışıldığı ve ek puan verildiği bilinmektedir (Anonim, 2016). Bu uygulamanın sonuçlara yansıdığı görülmektedir.

Üreticilerin %88.08'i evlidir. Yarıdan fazlasının (%54.23) aileleri 6 veya daha fazla sayıda kişiden oluşmaktadır (Çizelge 1). Sarı Gedik (2019) tarafından yapılan çalışmada Tekirdağ ilinde genç çiftçi projesinden yararlanan üreticilerin %77.4'ünün evli olduğu, projeden faydalananların bireyler değil çiftçi aileleri olduğu belirtilmiştir.

Destekten yararlanan üreticilerin %42.50'si, yararlanmayanların % 45'i ilkökul mezunudur. Tarım dışı faaliyette bulunan üreticilerin oranı desteklemeden yararlanan işletmelerde %8.33, yararlanamayan işletmelerde %22.86'dır (Çizelge 1). Doğan ve arkadaşları (2018) tarafından yürütülen çalışmada genç çiftçilerin tarım dışı faaliyette bulunma oranı %35.9 bulunmuştur.

Çalışma kapsamındaki tüm gençlerin (destek alan, destek almayan) %77.31'inin sosyal güvencesinin olmadığı belirlenmiştir. Sosyal güvencesi olmayanların oranı, destekten yararlananlar grubunda daha yüksektir (Çizelge 1). Genç çiftçi desteğinde gelir durumu düşük, herhangi bir sosyal güvencesi olmayan bireyler daha fazla ön plana çıkarılmıştır.

Destekten yararlanan üreticilerin %39.17'sinin, yararlanmayanların %18.57'sinin çiftçi örgütlerine üyelikleri bulunmaktadır (Çizelge 1). Unakıtan ve Başaran'ın (2018) yaptıkları çalışmada, genç çiftçi projesinden faydalanan kişilerin %20.70'inin bir tarımsal örgüte üye oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırmaya katılan bireylerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri
Table 1. Socio-economic and demographic characteristics of the individuals participating in the research

		Destekten Yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Toplam	
		Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Cinsiyet	Kadın	98	81,67	95	67,86	193	74,23
	Erkek	22	18,33	45	32,14	67	25,77
Yaş	18-25	60	50,00	62	44,29	122	46,92
	26-33	43	35,83	56	40,00	99	38,08
	34-40	17	14,17	22	15,71	39	15,00
Medeni durum	Bekâr	6	5,00	25	17,86	31	11,92
	Evli	114	95,00	115	82,14	229	88,08
Eğitim	İlkokul	51	42,50	63	45,00	114	43,85
	Ortaokul	54	45,00	49	35,00	103	39,61
	Lise	9	7,50	22	15,72	31	11,92
	Ön lisans	3	2,50	3	2,14	6	2,31
	Üniversite	3	2,50	3	2,14	6	2,31
Tarım dışı gelir	Var	10	8,33	32	22,86	42	16,15
	Yok	110	91,67	108	77,14	218	83,85
Ailedeki birey sayısı	1-3	8	6,67	7	5,00	15	5,77
	4-5	48	40,00	56	40,00	104	40,00
	6 ve daha fazla	64	53,33	77	55,00	141	54,23
Sosyal güvence	Var	22	18,33	37	26,43	59	22,69
	Yok	98	81,67	103	73,57	201	77,31
Çiftçi örgütlerine üyelik	Üye	47	39,17	26	18,57	73	28,08
	Üye değil	73	60,83	114	81,43	187	71,92
Çiftçilik deneyimi	1-5 yıl	48	40,00	51	36,43	99	38,08
	6-10 yıl	54	45,00	64	45,71	118	45,38
	11 ve daha fazla	18	15,00	25	17,86	43	16,54
İkamet yerinin nüfusu	1000 ve altı	84	70,00	94	67,14	178	68,46
	1001-10 000	36	30,00	46	32,86	82	31,54
Tarımsal konularda eğitim	Aldı	40	33,33	13	9,29	53	20,38
	Almadı	80	66,67	127	90,71	207	79,62
Yıllık gelir	10.000 ve altı	25	20,83	36	25,71	61	23,46
	10 100-20 000	80	66,67	81	57,86	161	61,92
	20 100-30000	12	10,00	21	15,00	33	12,69
	30 100 ve üzeri	3	2,50	2	1,43	5	1,92

Desteğe başvuran bireylerin %38,08'inin çiftçilik deneyimlerinin 0-5 yıl, %45,38'inin 6-10 yıl arasında, %16,54'ünün 10 yıldan fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Araştırma sahasındaki üreticilerin %68,46'sının ikamet ettikleri yerin nüfusunun 1000 kişiden az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Doğan ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmada üreticilerin %57'sinin ikamet ettikleri yerin nüfusunun 1000 kişiden az olduğunu belirlemişlerdir.

Destekten yararlananların %33.33'ünün, destekten yararlanmayanların %9.29'unun tarımsal üretim konularında eğitim aldığı belirlenmiştir. Genel olarak tarımsal konularda eğitime katılım düşük düzeydedir (Çizelge 1). Doğan ve arkadaşları (2018) çalışmalarında genç çiftçi desteklerinden yararlananların %25.2'sinin tarımsal üretim konularında eğitim aldığını belirlemişlerdir. Genç çiftçi hibe desteğinden yararlananların %66.67'sinin, yararlanmayanların %57.86'sının yıllık işletme geliri 10 bin-20 bin arasındadır (Çizelge 1).

Araştırmaya Katılan Bireylerin Genç Çiftçi Desteklemelerinden Yararlanmaları Üzerinde Etkili Faktörler

Genç çiftçi projeleri desteklemesi hibe programına başvuru yapmış olan üreticilerin projeleri, İl Tarım ve Orman Müdürlükleri'nin kurdukları Değerlendirme Komisyonları tarafından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde kadınlara ve engelli/şehit yakını/gazilere pozitif ayrımcılık yapılması, dezavantajlı bölgelere ve eğitim sertifikası olanlara artı puan verilmesi kararlaştırılmış ve bu kriterler yayınlanan Tebliğde belirtilmiştir. Tebliğ'de belirtilen bu kriterlere ilave olarak, projeleri değerlendirecek olan Komisyona 10 puanlık bir puan verme yetkisi de sunulmuştur. Araştırma bölgesi için yetkilendirilen Komisyonun yaptığı değerlendirmelerde hangi kriterlerin ön plana çıktığını belirleyebilmek için, üreticilerin genç çiftçi desteklemelerinden yararlanmaları üzerinde etkili olabileceği düşünülen işletme özellikleri ile diğer bazı özellikler incelenmiştir. Bu faktörlerin ne kadar ön plana çıktığının irdelenmesiyle aynı zamanda, Tebliğ kapsamında ayrıcalık gösterilerek teşvik edilmek istenen gruplar için yapılan yönlendirmenin ne kadar etkili olduğu da ortaya konulmuş olacaktır.

Araştırma bölgesinde genç bireylerin bir tarım işletmesine sahip olma konusundaki durumu değerlendirilmiş, destekten yararlanan üreticilerin %64'ünün, yararlanamayan üreticilerin %55'inin ebeveynle çalıştığı ve işletme yöneticisinin ebeveyn olduğu görülmüştür. Ebeveynle çalışıp işletme yöneticisi olan genç çiftçilerin oranı, desteklemelerden yararlananlarda %23, yararlanamayanlarda %18'dir. Desteklemelerden yararlanan üreticilerden %9.17'si, yararlanamayanların %5'i tarımsal işletme sahibi ve yönetici konumundadır. Desteklemelerden yararlanan üreticilerin %1.67'sinin, yararlanamayan üreticilerin %7.86'sının kendisinin ya da ailesinin bir tarım işletmesine sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tarımsal işletme sahipliği

Table 2. Ownership agricultural holdings

	Destekten Yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Ebeveynle çalışmakta işletme yöneticisi ebeveyn	77	64.17	77	55.00	154	59.23
Ebeveynle çalışmakta işletme yöneticisi kendisi	28	23.33	26	18.57	54	20.77
Tarımsal işletme kendisine ait	11	9.17	7	5.00	18	6.92
Çiftçilik yapıyor alet ekipmanı yok	2	1.67	19	13.57	21	8.08
Tarımsal işletmeye sahip değil	2	1.67	11	7.86	13	5.00
Toplam	120	100.00	140	100.00	260	100.00

Destekten yararlanan genç çiftçilerin %18.33'ü bitkisel üretim, %22.50'si hayvansal üretim, %57.50'si hem bitkisel hem hayvansal üretim yapmaktadır. Destekten yararlanan üreticiler arasında hayvansal, yararlanmayanlarda bitkisel üretimin daha fazla yapıldığı görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İşletmelerin faaliyet alanları

Table 3. *Agricultural activities of agricultural holdings*

	Destekten Yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Bitkisel üretim	22	18.33	46	32.86	68	26.15
Hayvansal üretim	27	22.50	24	17.14	51	19.62
Bitkisel ve hayvansal üretim	69	57.50	59	42.14	128	49.23
Destekle üretime başlayacak	2	1.67	11	7.86	13	5.00
Toplam	120	100.00	140	100.00	260	100.00

Destekten yararlananların toplam arazi varlığı ortalama 34.48 dekar, destekten yararlanamayanların ise 38.29 dekadır. Bu değerlere genç çiftçilerin ailelerine ait araziler ve kiralanan araziler dahildir. Genç çiftçilerin doğrudan kendilerine ait mülk arazi varlığı oldukça düşüktür. Mülk arazi varlığı desteklemeden yararlananlarda ortalama 1,13 dekar, yararlanamayanlarda 1,68 dekadır. Genç yaşta oldukları için arazi mülkiyetleri ebeveynlerdedir. Aileye ait arazi varlığı ise destekten yararlananlarda ortalama 28.51 da yararlanamayanlarda 26.91 da'dır. Destekten yararlanamayanlar grubunda kira arazi ortalaması (9.70 da) yararlanarlardan (4.85 da) yüksektir. Üreticilerin işletmelerinde ortalama parsel sayısı yaklaşık 4 civarındadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Genç çiftçilerin arazi varlığı

Table 4. *Land ownership of young farmer*

	Destekten Yararlanan			Destekten Yararlanamayan			Genel		
	Ort.	Sayı	Max	Ort.	Sayı	Max	Ort.	Sayı	Max
Toplam arazi varlığı	34.48	120	1200	38.29	140	600	36.54	260	1200
İşlenen arazi	29.78	120	1200	26.92	140	600	28.24	260	1200
Mülk arazi	11.3	120	40	1.68	140	120	1.42	260	120
Ailesine ait arazi varlığı	28.51	120	1200	26.91	140	500	27.65	260	1200
Kiralanan arazi	4.85	120	190	9.70	140	580	7.46	260	580
Nadas	4.7	120	125	11.37	140	600	8.29	260	600
Toplam parsel sayısı adet	4.14	120	60	4.31	140	47	4.23	260	60
Sulanan arazi varlığı	7.75	120	150	13.94	140	300	11.08	260	300

İşletmelerin sahip olduğu hayvan varlığı incelendiğinde, küçükbaş, büyükbaş ve kanatlı grubunda çeşitlenmiş, ancak çok yüksek olmayan bir hayvan varlığından söz edilebilir. İşletme başına ortalama 4.13 baş sığır, 0.15 baş manda, 8.45 baş koyun, 1.43 baş keçi, 10.33 adet yumurta tavuğu vardır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Hayvan varlığı**Table 5.** Livestock

	Destekten Yararlanan			Destekten Yararlanamayan			Genel		
	Hayvan sayısı	İşletme Sayısı	Ortalama	Hayvan sayısı	İşletme Sayısı	Ortalama	Hayvan sayısı	İşletme Sayısı	Ortalama
Sığır baş	546	67	4.55	529	64	3.78	1075	131	4.13
Manda baş	30	1	0.25	9	3	0.06	39	4	0.15
Koyun baş	929	20	7.74	1269	18	9.06	2198	38	8.45
Keçi baş	172	4	1.43	200	1	1.43	372	5	1.43
Yumurta tavuğu	789	19	6.58	1898	19	13.56	2687	38	10.33
Ördek	40	4	0.33	34	4	0.24	74	8	0.28
Kaz-Hindi Arı	44	5	0.37	71	6	0.51	115	11	0.44
Kovanı (adet)	112	2	0.93	57	2	0.41	169	4	0.65

Projeye başvuru yapılan yerin yararlanma üzerinde avantaj ya da dezavantaj oluşturup oluşturmadığı da araştırma kapsamında incelenmiş, ikamet edilen yerin şehir merkezine uzaklığına göre yararlanma oranları değerlendirilmiştir. Destekten yararlananların ikamet yerinin şehir merkezine uzaklığının ortalama 17 km, yararlanamayan üreticilerin ise ortalama 16 km olduğu belirlenmiştir. Şehir merkezine uzaklık minimum 3 km maksimum 47 km olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. İkamet yerinin şehir merkezine uzaklığı**Table 6.** Distance of the village to city center

	İkamet edilen yerin şehir merkezine uzaklığı (km)			
	Frekans	Ortalama (km)	Minimum (km)	Maksimum (km)
Destekten Yararlanan	120	17.44	3	45
Destekten Yararlanamayan	140	16.02	2	47
Toplam	260	16.68		

Genç çiftçi desteklemeleri hibe programı; nüfusu yirmi binden az olan yerleşim birimlerini ve 6360 sayılı Kanunun yürürlüğe girmesinden önce tüzel kişiliği olan ve yirmi bin nüfusun altındaki yerleşim birimlerini kapsamaktadır. Araştırmada da genç çiftçi hibe programına, ikamet yerinin nüfusu az olan yerleşim birimlerinden başvuru yapıldığı görülmüştür. Destekten yararlananların %70'inin, yararlanamayanların %67'sinin ikamet ettiği yerin nüfusu 1000 kişi veya altındadır. Araştırma kapsamındaki genç üreticilerin ikamet yerleri bin kişiden daha düşük nüfuslu olup en fazla 10 bin nüfusludur (Çizelge 7).

Çizelge 7. İkamet yerinin nüfus sayısı**Table 7.** Population of the village

	Destekten yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
1000 ve altı	84	70.00	94	67.14	178	68.46
1001-10000	36	30.00	46	32.86	82	31.54
Toplam	120	100.00	140	100.00	260	100.00

Tebliğ içerisinde belirtilen kriterlerden üreticinin engelli, şehit yakını veya gazi olma hali de araştırma kapsamında ele alınmıştır. Desteklemelerden yararlanan üreticilerin %4,17'si, yararlanamayan üreticilerin %4,29'u, genel ortalamada %4,23'ü engelli, şehit veya gazi yakınıdır. Başvuru yapanlar içerisinde engelli, şehit ya da gazi yakını olan 11 kişi bulunmaktadır. Bu üreticilerden 5'i (%1,92) destekten yararlanmış, 6 kişi (%2,31) destekten yararlanamamıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Üreticilerin engelli, şehit yakını veya gazi olmalarına göre desteklemeden yararlanma oranları

Table 8. Benefit rates of producers based on whether they are disabled, martyrs or veterans

Engelli, şehit yakını ya da gazi mi?	Destekten Yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Evet	5	4.17	6	4.29	11	4.23
Hayır	115	95.83	134	95.71	249	95.77
Toplam	120	100.00	140	100.00	260	100.00

Genç Çiftçi Desteklerinden Yararlanan Üreticilerin Destek Aldıkları Proje Konuları ve Hibe Desteği Hakkında Düşünceleri

Genç çiftçi desteklerinden yararlanan üreticilerin hangi proje konularında destekleme aldıkları araştırma kapsamında incelenmiştir (Çizelge 9). Araştırma bölgesinde genç çiftçi desteklemelerinden yararlanan üreticilerin %68.33'ü büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık projeleri ve %15.83'ü kontrollü örtü altı yetiştiriciliği proje konularında hibe desteğinden yararlanmıştır. Destek alınan diğer proje konuları ise sırasıyla %5.83 kapama meyve bahçesi tesisi, %3.33 arı ve arı ürünleri yetiştiriciliği, %2.50 fide, fidan, iç ve dış mekân süs bitkisi yetiştiriciliği, %1.67 kültür mantarı üretimi, %1.67 kanatlı hayvan yetiştiriciliği, %0.33'de tıbbi bitki yetiştiriciliğidir. Sonuçlara göre hayvancılık projeleri önemli farkla ağırlık kazanmıştır.

Çizelge 9. Yaş gruplarına göre desteklenen proje konuları

Table 9. Project topics supported by age groups

Desteklenen proje konuları	18-25		26-33		34-40		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık projeleri	40	66.67	30	69.77	12	70.59	82	68.33
Arı ve arı ürünleri yetiştiriciliği	0	0.00	3	6.98	1	5.88	4	3.33
Kanatlı ve ipekböcekçiliği yetiştiriciliği	2	3.33	0	0.00	0	0.00	2	1.67
Kapama meyve bahçesi tesisi	2	3.33	5	11.63	0	0.00	7	5.83
Fide, fidan, süs bitkisi yetiştiriciliği	3	5.00	0	0.00	0	0.00	3	2.50
Kontrollü örtü altı yetiştiriciliği	12	20.00	3	6.98	4	23.53	19	15.83
Kültür mantarı üretimi	1	1.67	1	2.33	0	0.00	2	1.67
Tıbbi bitkiler	0	0.00	1	2.33	0	0.00	1	0.83
Toplam	60	100.00	43	100.00	17	100.00	120	100.00

Hibe desteğinin genç çiftçiler açısından önemi, destekle ilgili düşünceleri alınarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Desteklemeden yararlanan üreticilerin %65.83'ü bu sayede üretime başladığını belirtirken, %87.50'si mevcut üretimini artırdığını, %9.17'si mevcut üretimini koruduğunu, %5'i tarımsal üretim konusunda katkısı olmasa da maddi sıkıntısını giderdiğini ifade etmişlerdir. Faydası olmadı ya da zararı oldu diyen

üreticiye rastlanmamıştır. Genel anlamda üreticilerin destekten oldukça memnun oldukları görülmektedir ve sonuçlar desteğin tarımsal üretime yönlendirici olduğunu ortaya koymaktadır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Destekten yararlanan üreticilerin aldıkları destekle ilgili değerlendirmeleri
Table 10. Evaluations of the support beneficiaries regarding their support

		Destekten Yararlanan	
		Frekans	%
Destek sayesinde üretime başladım	Evet	79	65.83
	Hayır	41	34.17
Destekle birlikte mevcut üretimim arttı	Evet	105	87.50
	Hayır	15	12.50
Destek sayesinde mevcut üretimimi korudum	Evet	11	9.17
	Hayır	109	90.83
Desteğin tarımsal üretim konusunda katkısı olmasa da maddi sıkıntımı giderdi	Evet	7	5.83
	Hayır	113	94.17
Desteğin hiçbir faydası olmadı	Evet	0	0.00
	Hayır	120	100.00
Desteğin zararı oldu	Evet	0	0.00
	Hayır	120	100.00

Üreticilerin daha önce başka bir konuda hibe desteği alıp almadığı incelendiğinde, destekten yararlanan üreticilerin daha önce hiç hibe desteği almadığı belirlenmiştir. Destekten yararlanamayan grupta ise üreticilerin %2.86'sının daha önce başka bir konuda hibe desteği aldıkları belirlenmiştir. Daha önce hibe desteği alan üreticilerin ise üç tanesinin alet makine hibe desteği, bir tanesinin ise koyun hibe desteği aldığı belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Genç çiftçilerin daha önce bir hibe desteğinden yararlanıp yararlanmadığı

Table 11. Whether young farmers have previously utilized a grant support

Başka bir hibe desteğinden;	Destekten Yararlanan		Destekten Yararlanamayan		Genel	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Yararlandı	0	0.00	4	2.86	4	1.54
Yararlanmadı	120	100.00	136	97.14	256	98.46
Toplam	120	100.00	140	100.00	260	100.00

Genç çiftçi hibe programı olmaması durumunda üreticilerin bu yatırımı yapma olasılığına ilişkin sonuçlar Çizelge 12'de verilmektedir. Hibe desteğinden yararlanan üreticilerin %11.67'si destek almamış olsaydı bile bu yatırımı yapacağını, %80'i ise yapamayacağını ifade etmiştir. Üreticilerin %8.33'ü ise bu soruda kararsız kalmışlardır. Sonuçlara göre, genç çiftçi projesi genç üreticilerin %80'ini tarımsal üretimle ilgili yatırım yapmaya yönlendirmiştir. Unakıtan ve Başaran (2018) çalışmalarında genç çiftçi desteğinin tarımsal üretime özendirici katkısı olduğunu belirten üreticilerin oranını %67.20 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 12. Genç çiftçinin destek programı olmaması durumunda bu yatırımı yapma olasılığı

Table 12. Possibility to make this investment in the event that the young farmer has no support program

Genç çiftçi desteği olmaması durumunda Bu yatırımı:	Destekten Yararlanan	
	Frekans	%
Gerçekleştirirdi	14	11,67
Gerçekleştiremezdi	96	80,00
Kararsız	10	8,33
Toplam	120	100,00

Genç Çiftçi Projelerine Başvuranların Söz Konusu Projelerden Yararlanma Durumlarına İlişkin Logit Model Tahminleri

Genç çiftçi desteğinden yararlanmayı etkileyen sosyo-demografik ve karakteristik özellikler Lojistik Regresyon yardımıyla araştırılmıştır. Destekleme durumunu etkileyebileceği düşünülen 17 adet bağımsız değişken modele dâhil edilmiştir. Kurulan model ile Genç Çiftçi Proje Desteği seçim kriterlerinin seçim sonucunu yaklaşık olarak %28 oranında açıklayabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonucuna göre cinsiyet, ikamet edilen bölgenin şehir merkezine uzaklığı, tarımsal üretim konularında eğitim alma durumu %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu faktörler Tebliğde belirtildiği üzere dikkate alınan kriterlerdir. Tebliğde yer alanlar dışında öne çıkan diğer kriterler ise medeni durum, tarım dışı geliri olma, çiftçi örgütlerine üyelik, tarım ile ilgili bilgi edinme amacıyla internet kullanma alışkanlığı, tarımsal işletmeye sahip olma durumudur. Sonuç olarak üreticilerin desteklemeden yararlanma olasılığını; kadın olma, evli olma, tarım dışı geliri olmama, ikamet yerinin şehir merkezine uzak olması, çiftçi örgütlerine üye olma, tarımsal üretim konularında eğitim alma, tarım ile ilgili bilgi edinme amacıyla internet kullanma alışkanlığının olması ve tarımsal işletmeye sahip olma pozitif yönde etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir (Çizelge 13).

Kan ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada etki katsayılarının büyüklükleri açısından GÇPD seçilme kriterleri değerlendirildiğinde sırasıyla; kadın, evli, 18-30 yaş aralığında, 1000 ve altı nüfuslu yerleşim yerlerinde ikamet eden, tarımsal üretim konusunda bir eğitime sahip, engelli, şehit yakını ya da gazi olan ve yıllık 10 000 TL ve düşük gelirli işletmelerde bulunan bireylerin, GÇPD'den daha fazla oranda yararlandıklarını belirlemişlerdir.

Doğan ve arkadaşlarının (2018) tarafından TR 71 bölgesinde gerçekleştirilen çalışmanın Logit model sonuçlarına göre; cinsiyet, medeni durum, çiftçilikle uğraşma, ailenin çiftçilikle uğraşma durumu, ikamet edilen yerin nüfusu, sosyal güvence, tarım eğitimi sertifika sahibi olma durumu ve mülk arazi sahibi olma durumu bireylerin genç çiftçi desteklerinden faydalanmaları üzerinde etkili bulunmuştur. Araştırmaya göre, cinsiyet, tarımsal konularda eğitim aldığına dair sertifika sahibi olma pozitif etkili; bekâr olma, çiftçilikle uğraşıyor olma, ailenin çiftçilikle uğraşıyor olması, sosyal güvence sahibi olma negatif etkili faktörlerdir. Ayrıca ikamet edilen yerin nüfus atkıkça da destekten yararlanma olasılığının azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 13. Genç çiftçi desteğinden yararlanma durumuna ilişkin logit model tahminleri
 Table 13. Logit Model forecasts regarding utilization of young farmer support

Bağımsız değişkenler	Katsayı	Standart hata	z- değeri	p- değeri	Marjinal etki
Sabit	-3.64894**	1.59727	-2.28	0.0223	
Çiftçinin yaşı	-0.01694	0.04056	-0.42	0.6762	-0.00281
Cinsiyet	1.67924***	0.47128	-3.56	0.0004	0.25718***
Medeni durum	1.52837**	0.61103	2.50	0.0124	0.23521***
Eğitim seviyesi	0.03626	0.23062	0.16	0.8751	0.00601
Ailedeki birey sayısı (adet)	-0.10229	0.07637	-1.34	0.1804	-0.01695
Çiftçilik deneyim (yıl)	-0.03758	0.04812	-0.78	0.4349	-0.00623
Tarım dışı geliri olma	1.51428**	0.59744	-2.53	0.0113	0.23599***
İkamet yerinin şehir merkezine uzaklığı	0.05307***	0.01924	2.76	0.0058	0.00879***
Engelli, şehit yakını, gazi olma	0.58482	0.70217	0.83	0.4049	0.09711
Çiftçi örgütlerine üyelik	1.38908***	0.41118	3.38	0.0007	0.23260***
Sosyal güvence varlığı	-0.27746	0.46813	-0.59	0.5534	-0.04583
Tarımsal üretimle ilgili eğitime katılım	2.52062***	0.50554	4.99	0.0000	0.40152***
Arazi varlığı	-0.00092	0.00156	-0.59	0.5542	-0.00015
Alet ekipman varlığı	0.44673	0.33871	1.32	0.1872	0.07422
Hayvan varlığı	-0.00705	0.02362	-0.30	0.7653	-0.00117
Tarımla ilgili bilgi edinme amacıyla internet kullanma alışkanlığı	0.99172***	0.35311	2.81	0.0050	0.16820***
Tarımsal işletmeye sahip olma	0.41670**	0.16868	2.47	0.0135	0.06904**

Mc Fadden R Squared:0,28, X²: 100.90427, Log Likelihood: -128.99614, F:128.9961 (P:0.000)

* %10, **%5, ***%1

Araştırma sonuçları karşılaştırıldığında, cinsiyet konusunda Kan ve arkadaşlarının çalışmasıyla paralellik, Doğan ve arkadaşlarının çalışmalarıyla farklı yönde sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir. Evli olma, tarımsal konularda eğitim almış olma ve az nüfuslu yerlerde ikamet etme her üç araştırmada pozitif etkili faktörler olarak belirlenmiştir.

Tercih Deneyi Sonuçları

Girişimci adaylarına destekleme ile ilgili farklı alternatiflerden oluşan beş farklı seçenek sunulmuş ve hangilerini tercih edecekleri konusunda fikirleri alınmıştır. Birinci seçenek; 25 bin TL hibe desteği olsun, sosyal güvence desteği olsun, sözleşmeli satış olsun ve kredi desteği olsun seçeneğidir. İkinci seçenek; 30 bin TL hibe desteği olsun, sosyal güvence desteği olsun, sözleşmeli satış olmayabilir ve kredi desteği olmayabilir seçeneğidir. Üçüncü seçenek; 30 bin TL hibe desteği olsun, Sosyal güvence desteği yok, sözleşmeli satış olmayabilir ve kredi desteği var seçeneğidir. Dördüncü seçenek; 40 bin TL hibe desteği olsun, sosyal güvence desteği yok, sözleşmeli satış olmayabilir ve kredi desteği yok seçeneğidir. Beşinci seçenek; 40 bin TL hibe desteği olsun, sosyal güvence desteği yok, sözleşmeli satış olsun ve kredi desteği yok seçeneğidir. Sorulan beş farklı seçeneğin tercih sıralamasına bakıldığında en çok tercih edilen seçenekler 1 ve 2 numaralı seçeneklerdir. Bir numaralı seçenek; 25 000 lira hibe, sosyal güvence desteği var, sözleşmeli alım garantisi var, kapasite artırımı için kredi desteği var seçeneği en çok tercih edilen seçenektir. İkinci sırada en çok tercih edilen seçenek ise 30 000 lira hibe, sosyal güvenlik desteği var, sözleşmeli alım desteği yok, kapasite artırımı için kredi desteği yok seçeneğidir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Tercih deneyi sonuçları**Table 14.** Results of preference experiment

Seçenekler	Frekans	%
1	105	40.39
2	98	37.69
3	1	0.38
4	49	18.85
5	7	2.69
Toplam	260	100.00

1 Hibe: 25.000 / SGK Desteği: Evet / Satış Durumu: Sözleşmeli olarak satıyor. / Kredi Desteği: Var

2 Hibe: 30.000 / SGK Desteği: Evet / Satış Durumu: Kendi satıyor. / Kredi Desteği: Yok

3 Hibe: 30.000 / SGK Desteği: Hayır / Satış Durumu: Kendi satıyor. / Kredi Desteği: Var

4 Hibe: 40.000 / SGK Desteği: Hayır / Satış Durumu: Kendi satıyor. / Kredi Desteği: Yok

5 Hibe: 40.000 / SGK Desteği: Hayır / Satış Durumu: Sözleşmeli olarak satıyor. / Kredi Desteği: Yok

Kabul etme rakamlarına bakıldığında girişimcilerin tarımda kalmak için istedikleri başlangıç sermaye desteği 38 500 liradır. SGK desteği yaklaşık 9 000 liralık bir sermayeye, alım garantisi 2 200 lira, Kredi desteği ise 12 000 liralık bir sermaye desteğine denk gelmektedir (Çizelge 15).

Takashi ve arkadaşları (2016), çalışmalarında tercih deneyi yardımıyla genç çiftçilerin tarıma katılmaları için en uygun politikanın belirlenmesini araştırmışlardır. Çalışmalarında bir girişimcinin çiftçiliğe başlamasının, tarımdan yıllık 121.000 Pound getiri, teknik destek sağlanması ve garanti alım ile mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Girişimci adaylarına uygun politika destek araçlarına ilişkin tercihleri incelendiğinde hibe miktarının artırılması girişimcilik üzerinde negatif bir etkiye sahip olmaktadır. Diğer değişkenler sabitken üreticilere pazarlama desteği sağlanması, sağlanmayan desteğe göre tarımda kalma eğilimini 0.10 Kat (%10) fazla artırmaktadır.

Çizelge 15. Tercih deneyi seçeneklerine ilişkin Lojistik Regresyon Analizi**Table 15.** Logistic Regression Analysis related to preference experimental options

Değişkenler	Katsayı	ODDS Oranları	Std. Hata	Z	P> Z	Kabul Etme İstekliliği
Hibe	-0.0010	-	0.0002	-5.1200	0.00	38576.8718
SGK	-9.3798	0.0001	2.0303	-4.6200	0.00	9061.7757
Pazarlama	-2.2626	0.1041	0.4430	-5.1100	0.00	2185.8371
Kredi	-12.1620	0.0000	3.0447	-3.9900	0.00	11749.5894
Sabit	39.9309	-	8.0812	4.9400	0.00	
Pseudo R ²	0.2179	L.O. Ki-Kare	280.19	Ki-Kare(p)	0,00	

SONUÇ

Kırsal Kalkınma Destekleri kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı, genç çiftçilerin girişimciliğinin desteklenmesi amacıyla genç çiftçilerin mahallinde uygulayacağı projeleri 2016 yılında destekleme kapsamına almıştır. Araştırmada TR-83 bölgesi (Tokat, Amasya, Samsun ve Çorum) destekleme programına başvuru yapmış desteklemeden yararlanmış üreticilerle ve desteklemeden yararlanamamış olan üreticilerle çalışılmıştır.

Destekleme verilirken kadınlara pozitif ayrımcılık yapılması ilgili tebliğde yer aldığı gibi, araştırma alanında da kadınların destekten daha çok yararlandığı tespit edilmiştir. Ancak saha çalışmalarında destekten yararlanan kadınların birçoğunun girişimci olmadığı, eş ya da babanın işletme yöneticiliğini üstlendiği, çoğunlukla kadınların varlığının proje başvuru aşamasıyla sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu durum

göstermektedir ki, çeşitli politikalarla yönlendirilmeye çalışılan kırsal kesim toplumu daha iyi analiz edilmelidir. Kadınların daha girişimci olması amaçlanıyorsa, bunun önündeki toplumsal engeller öngörülme ve uygun politikalarla bertaraf edilmeye çalışılmalıdır.

Çalışma kapsamındaki gençlerin (destek alan ve almayan) çoğunluğunun sosyal güvencesinin olmadığı belirlenmiştir. Görüşülen gençlerden her dördünden üçünün kendisini ve geleceğini güvenceye alamamış olması, kırsal alanda bu konunun çözüm beklediğine işaret etmektedir. Son yıllarda çalışmalarda sıkça dile getirilen, kırsal alanda kalınması koşuluyla sosyal güvence sağlanması önerisi üzerine düşünülmelidir.

Bunların dışında, çiftçi örgütlerine üyelik ve tarımsal konularda eğitim almış olma destekten yararlananlarda daha yüksek orandadır. Bu kriterler ve kırsal kalkınma açısından önemi kabul edilen başka kriterler, desteklerden yararlanırken burada olduğu gibi avantaj sağlamalıdır. Kırsal alana yönelik desteklerde avantaj haline getirilmesi, söz konusu kriterleri yaygınlaştırmanın en etkili yollarından biri olabilir.

Desteğe başvuru yapan üreticilerin çoğunluğu nüfusun azaldığı (nüfusun 1000 kişiden az olduğu) yerlerde ikamet etmektedir. Kırdan göç genç çiftçi destek programının temelini oluşturan bir neden olduğu için, az nüfuslu köylerdeki gençleri harekete geçirmiş olması açısından önemlidir. Buradan hareketle, diğer tarımsal desteklerde nüfusu azalmış kırsal yerleşim birimlerine ayrıcalık tanınmasının etkisi üzerine düşünülmeli ve önemli bir etki sağlayacağı öngörüldüğünde bu ayrıcalık sağlanmalıdır.

Arazi varlığı açısından destekten yararlananlar yararlanmayanlara göre daha dezavantajlıdır. Destekten yararlanan üreticilerin %80'i hibe desteği almamaları durumunda başvuru yaptıkları konuda yatırım yapamayacaklarını ifade etmişlerdir. Şu anda faaliyet gösteren tarımsal işletmelerde yapılan yatırımın %80'i destekleme sayesinde aktif hale gelmiştir. Desteklemenin tarımsal istihdam, gençleri tarım sektörüne kazandırma ve tarımsal üretim açısından olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Bundan sonraki süreçte bu işletmelerin tarımsal faaliyetlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi yatırımın sürdürülebilirliği açısından önemli görülmektedir.

Desteklemeden yararlanmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan regresyon analizi sonucunda; kadın olma, evli olma, tarım dışı geliri olmama, görel olarak şehir merkezine daha uzak bir yerde ikamet etme, çiftçi örgütlerine üye olma, tarımsal üretim konularında eğitim almış olma, tarımsal konularda bilgi edinme amacıyla internet kullanma ve tarımsal işletmeye sahip olma pozitif yönde etkili faktörler olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında, genç çiftçilerin kendilerine sunulan farklı destekleme seçeneklerinden hangisini tercih edecekleri konusunda da değerlendirme yapılmıştır. Üreticilere sunulan beş alternatiften; “25 000 lira hibe verilsin, sosyal güvence desteği olsun, sözleşmeli alım garantisi olsun, kapasite artırımı için kredi desteği olsun” en çok tercih edilen seçenek olmuştur. İkinci sırada en çok tercih edilen seçenek ise; “30 000 lira hibe verilsin, sosyal güvence desteği olsun, sözleşmeli alım desteği olmayabilir, kapasite artırımı için kredi desteği olmayabilir” seçeneğidir. Üreticiler desteğin yanında sosyal güvence olmasını da önemsemektedirler. Ankete katılanların %77'sinin sosyal güvencesi olmadığı düşünüldüğünde, üreticiler için sosyal güvencenin, kredi desteği ya da sözleşmeli alım garantisinden daha ön plana çıkması anlamlı gözükmektedir.

Seçeneklere ilişkin alt seçeneklerin önem düzeylerini ve her düzeyin ne kadar önemli olduğunu belirlemek için yapılan Lojistik Regresyon sonucu kabul etme rakamları incelenmiştir. Genç çiftçilerin tarımda kalmak için istedikleri başlangıç sermaye desteği 38 500 liradır. SGK desteği yaklaşık 9 000 liralık bir sermayeye, alım garantisi 2 200 liralık, kredi desteği ise 12 000 liralık bir sermaye desteğine denk gelmektedir. Burada da özellikle üretken nüfusun kırsal alanda tutulmasını sağlamak için, sosyal güvence olanağının yönlendirici bir politika aracı olarak nasıl kullanılabileceği üzerinde düşünülmelidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Gülçin Altıntaş: Araştırmanın yürütülmesi, örnekleme çalışması, verilerin analizi ve yorumlanması, rapor yazımı

Atila Altıntaş: Örnekleme çalışması, anket çalışması ve verilerin toplanması, verilerin analizi ve yorumlanması

Esen Oruç: Verilerin yorumlanması, rapor yazımı

Halil Kızılaslan: Verilerin yorumlanması, rapor yazımı

Erol Çakmak: Anket çalışması ve verilerin toplanması

Duygu Birol: Araştırmanın kurgulanması, anket formların hazırlanması, örnekleme çalışması

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü iş birliğiyle yürütülen ve TAGEM tarafından desteklenen, “Genç Çiftçi Desteklemelerine Kriter Olabilecek Parametrelerin ve Gençlerin Tarımda Kalma Eğilimlerinin Belirlenmesi (TR83 Bölgesi)” Projesi sonuç raporundan elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

Anonim (2016). www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/04/20160405-2.htm (05.11.2018)

Anonim (2017a). <https://www.tarim.gov.tr/Haber/1148/Genc-Ciftcilere-2017-Yilinda-483-Milyon-Tl-Hibe-verilecek> (11.12.2018).

Anonim (2017b). Tarım Reformu Genel Müdürlüğü İstatistik kayıtları.

Anonim, (2018). Türkiye İstatistik Kurumu www.tuik.gov.tr/

Ataseven Y (2016). Türkiye’de tarımsal destekleme politikaları: genel bakış ve güncel değerlendirmeler. *Türkiye Ziraat Odaları Birliği Çiftçi ve Köy Dünyası Dergisi*, 375: 54-59.

Champ PA, Boyle KJ and Brown TC (2003). A primer on nonmarket valuation. *Kluwer Academic Publishers*, ISBN: 0-7923-6498-8, Netherlands.

Colombo S, Hanley N and Calatrava-Requena J (2005). Designing policy for reducing the off-farm effects of soil erosion using choice experiments. *Journal of Agricultural Economics*, 56 (1): 81-95.

Çağlayan E (2013). Ekonometriye giriş. 2. 4. Basımdan Çeviri. (Wooldridge, J.M., Introductory Econometrics, Michigan State University). *Nobel Akademik Yayıncılık*. Yayın no: 473.

Çiçek A ve Erkan O (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No:12*, Ders Notları Serisi:6, Tokat.

Doğan HG, Kan A, Kan M, Tosun F, Uçum İ, Solmaz C ve Birol D (2018). Türkiye’de genç çiftçi proje desteğinden yararlanma düzeyini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (11): 1599-1606.

- Greene WH (2008). NLOGIT 4 student version, user's guide. Econometric Software, Australia. Websites: www.limdep.com and www.nlogit.com
- Hanley N, Wright R and Adamowicz W (1998). Using choice experiments to value the environment, *Environmental & Resource Economics*, 11 (3): 413-428.
- Holmes TP and Adamowicz WL (2003). Attribute-based methods. Champ, P.A., Boyle, K.J., and Brown, T.C. (Ed.), in A Primer on Nonmarket Valuation Chapter 6 (pg171-219). *Kluwer Academic Publishers*, ISBN: 0-7923-6498-8, Netherlands.
- Kan A, Kan M, Doğan HG, Tosun F, Uçum İ ve Solmaz C (2018). Evaluation of young farmers project support program in terms of agri-entrepreneurship in Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55 (4): 1021-1031. DOI: 10.21162/PAKJAS/18.7321
- Kan M, Tosun F, Kan A, Dogan HG, Ucum İ, and Solmaz C (2019). Young Farmers in Agriculture Sector of Turkey: Young Farmers Support Program. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(1):15-26
- Sarı Gedik D (2019). *Kırsal kalkınmada genç çiftçi projesi: Tekirdağ ili örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, s. 85. Tekirdağ.
- Stephenson B (2008). Binary response and logistic regression analysis. www.public.iastate.edu/~stat415/stephenson/stat415_chapter3.pdf. (22.10.2008).
- Takahashi T, Maruya K ve Nakajima T (2016). *Non-farmers' willingness to farm: a large scale choice experiment to identify policy options that can induce new entry to the agricultural industry*. 90th Annual Conference of the Agricultural Economics Society, University of Warwick, 4-6 April 2016, England,
- Unakıtan G ve Başaran B (2018). Genç çiftçi projesinin başarısı için bir öneri: Genç çiftçi kooperatifleri. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 04 (02): 149-157.
- Vega DC and Alpizar F (2011). Choice experiments in environmental impact assessment, the case of the Toro 3 hydroelectric project and the Recreo Verde tourist center in Costa Rica, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29:4, 252-262, DOI: 10.3152/146155111X12959673795804
- Walker SH and Duncan DB (1967). Estimation of the probability of an event as a function of several independent variables. *Biometrika*, 54 (1-2): 167-179.
- Yapar S (2005). Türkiye'de tarımsal destekleme ekonomi ve destekleme politikasının bir aracı olarak doğrudan gelir desteği sistemi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2 (5): 21-37.
- Zagata L. and Sutherland L-A. (2015). Deconstructing the 'young farmer problem in Europe': towards a research agenda. *Journal of Rural Studies*, 38: 39-51.



Determination of Ecological Footprint of SIU-Faculty of Agriculture and Evaluation in Terms of Landscape Architecture

Arzu ALTUNTAS¹^{*}

¹Department of Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, University of Siirt, 56100, Merkez, Siirt -TURKEY

(^{*}): Corresponding author. arzualtuntas@yahoo.com.tr; Tel: +90-484-2121111

ABSTRACT

In this study, ecological and carbon footprints of students who have undergraduate education in 8 different departments of Siirt University Faculty of Agriculture were calculated. In the research, online “Ecological Footprint Survey” was used as material. Descriptive statistics such as average and standard deviation were used in the analysis of the data. In this context, a survey was applied to 132 students. According to the results of the questionnaires, the average ecological footprint of the students was 3.5 gha and the average of carbon footprint was 8.9 tons. The departments of the Faculty were analyzed among themselves and according to the parameters of gender, age, number of family members, but there was no statistically significant difference. According to the results, the students’ ecological footprints were found on the average of Turkey and the world. Determining the ecological footprints of individuals living in a region is also important for the landscape architecture studies to be carried out there. The low or high ecological footprint is an indication of the use of natural resources in the region. Contributions to be made to the preservation or formation of the natural balance can be determined with this indicator. In short, landscape studies in the region can be shaped with ecological footprint data.

RESEARCH ARTICLE

Received: 18.05.2020
Accepted: 19.06.2020
Available online: 26.06.2020

Keywords :

- Ecological footprint,
- Carbon footprint,
- Sustainability,
- Landscape
- Architecture,
- Siirt University

To cite: Altuntas A (2020). Determination of Ecological Footprint of SIU-Faculty of Agriculture and Evaluation in Terms of Landscape Architecture. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 169-176.

INTRODUCTION

Since the existence of the world, human who has lived a life intertwined with nature has interacted with the environment throughout history, has learned to fulfill his needs from the environment and has tried to gain control over a wide area until he reaches farming, domestication, production and finally genetically modified foods. Nature is mostly seen as a “boon” and excessive consumption or excessive use have destroyed nature. The rate of damage to the environment has increased with the industrial revolution. While using the environment, people have could not predict the harms of

this in the following periods. The unconsciously used environment and excessive consumption have started to harm both the natural environment and the human being that is a part of it. The number of diseases related to environmental pollution has increased (Abdalla, 2018).

Climate change and global warming are among the most discussed environmental issues in recent years. The effects of environmental problems, especially global warming, are increasing each year. Therefore, the concept of ecological footprint has bandied about in order to measure the use of natural resources.

Ecological footprint is a concept that shows which natural resources are used for human activities and how much natural production area is required to replace each one (Seçme, 2019). The ecological footprint is a concept that shows how much space individuals use with their consumption habits and how much space they will need while maintaining these habits, and can present data that can help organize the habits in favor of the environment (Öztürk, 2010).

Sustainability - Environment – Ecology

In 1980, World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development had emphasized the fact that natural resources and the ecosystem's carrying capacity are limited due to the use of natural resources and economic development. It had emphasized that the interests of future generations should be protected (Seçme, 2019). With the Brundtland Report (Our Common Future) published in 1987, sustainability has been an important issue worldwide. According to the report, sustainability had defined as “meeting today's needs without compromising the possibilities of future generations”. Considering that almost all needs are met from nature / environment, the link between environment and sustainability is more clearly understood.

According to Seçme (2019), considering the common aspects of the many definitions made, the environment is the place where the assets maintain their relationships in their habitats and realize the biological, physical and social contexts between them. In other words, environment is the place in which beings are in a certain interaction system in natural, artificial and social sense. As a result, the environment is seen as the relationship between all living and inanimate beings and the whole of different factors that affect the life of living things.

Today, the concepts of human, environment and ecology are considered as a whole. The term ecology, first introduced by the German biologist Haeckel in 1870, is briefly defined as "a branch of science that investigates the effect of the interrelationships between living things and their ecosystems". Man affects the ecosystem that he lives in, namely his environment, and continues his life using the resources in this ecosystem. Unfortunately, the negative effect of human on the environment causes environmental problems. Natural resources are not unlimited. For this reason, ecological footprint is used to measure resource use and to reveal the relationships between people and the environment.

Ecological Footprint

The concept of ecological footprint was introduced by Wackernagel and Rees in the 1990s. According to Akıllı et al. (2008), it refers to a tool that calculates the biological productive area that the individuals use to meet all their needs in order to measure the

productivity and quantity of intact natural resources, and to produce solutions that prevent the destruction of nature. The ecological footprint is the biologically fertile land and water area required to reproduce resources consumed by individuals or activities, with the help of existing technology. It is expressed as “global hectare (gha)”. In addition it includes the infrastructure and the areas required for vegetation to absorb waste carbon dioxide (CO²) (WWF Türkiye, 2012).

The main ecosystem categories for ecological footprint calculation are sea area, arable area, rural area, forest area required for absorption of CO² input-output and construction area (Wilson ve Anielski, 2005).

The concept of "ecological footprint" is an intuitive idea to measure impact of individuals and communities on nature. It provides us with a simple and elegant calculation tool that helps us see the effects of human consumption patterns in the world. The ecological footprints of individuals, households, cities, countries in a particular region can be measured (Schaller, 1999).

The Global Footprint Network (GFN) of the Wildlife Conservation Foundation (WWF) measures the biological capacity demands of more than 150 countries worldwide and publishes the National Footprint Accounts (NFA) (WWF-Türkiye, 2012).

According to the global footprint network data of WWF, in 2016 the world's and Turkey's global ecological footprints were, respectively, 20.60 and 0.24 billion gha, while the ecological footprint per capita were calculated as 2.06 gha and 3.36 gha (WWF 2017).

There are national (Dıştan, 1999; Çabuk and Karacaoğlu, 2003; Atasoy and Ertürk, 2008; Ertekin, 2012; Coşkun, 2013; Çetin, 2015; Akkor, 2018; Arıca and Kağar, 2018; Aşık, 2018; Baran et al., 2019) and international (Flint, 2001; Anderle, 2002; Bond, 2003; Rees, 2003; Meyer, 2004; Knaus, Löhr and Bernadette, 2005; Ryu and Brody, 2006; Klein Banai and Theis, 2011; Medina and Toledo Bruno, 2016) studies on determining the ecological footprint. The aim of this research is to determine the students' ecological footprints at Siirt University Faculty of Agriculture and to compare the ecological footprint sizes about the 8 different departments in the faculty.

MATERIAL and METHODS

The main material of the study is the survey data of 132 undergraduate students. For this purpose, some questions were asked to the students. For example; “How often do you consume meat and meat products or vegetables?” or “What type of residence do you live in with your family?” or “How many kilometers per week do you travel with motorcycles, cars and public transport?” In addition, relevant articles, theses, reports and papers have been used.

The research was carried out in three stages. At the first stage, a literature review was made and questionnaire forms were prepared. In the first part of the questionnaires, there were multiple-choice questions related to food, travel, domestic and other vital habits to determine the ecological footprint. In the second part of the questionnaires, questions regarding demographic characteristics were included. "Ecological Footprint Calculation Survey" in the ecological footprint calculation engine was used in the preparation of the survey questions (GFN, 2019). In the second stage, the applied questionnaires were analyzed. The data obtained from the questionnaires were processed into the ecological footprint calculation engine and the ecological

footprint of the survey participants was calculated. The findings are summarized with the frequency table. Whether ecological and carbon footprint data show normal distribution or not was investigated by applying Kolmogorov-Smirnov test. Ultimately it was determined that they did not show normal distribution. Therefore, the significance levels between the variables were questioned by one of the nonparametric tests, Kruskal-Wallis test. In the third stage, all the data obtained so far have been evaluated.

RESULTS and DISCUSSION

Demographic features

The demographic characteristics of the participants are given in Table 1. According to Table 1, 45.5% of the participants are women and 54.5% are men. The proportion of participants between the ages of 18-25 is 67.5%. 48.5% of the participants have 5-7 people in their families.

Table 1. Demographic characteristics of the survey participants

Demographic characteristics	Parameters	Frequency	Percentage
Gender	Female	60	45,5
	Male	72	54,5
Age	18- 25	89	67,5
	26- 35	32	24,2
	36- 45	11	8,3
Number of individuals in the family	1-4	39	29,5
	5-7	64	48,5
	8-10	22	16,7
	More than 11	7	5,3

Ecological and carbon footprint assessment

The ecological footprint averages of the students participating in the survey were calculated as 3.5 gha and their carbon footprints were calculated as 8.9 tons. It has been determined that the calculated ecological footprint consists of a combination of resources, which are 29.1% from food-sourced, 20.0% from travel, 30.1% from domestic and 20.8% from the other (Table 2).

Table 2. Ecological and carbon footprint averages and distribution of ecological footprint components

Parameter	Value	
Ecological footprint (gha)	3.5	
Ecological footprint components (%)	Food	29.1
	Travel	20.0
	Domestic	30.1
	Other	20.8
Carbon footprint (ton)	8.9	

When the ecological footprints of the participants were evaluated on department basis (Table 3), it was found that the department with the lowest ecological footprint was Field Crops (3.4 g ha). Landscape Architecture (3.7 g ha) and Horticulture (3.8 g ha) follow it, respectively. Among the departments, the department with the largest ecological footprint is the Agricultural Economics (4.4 g ha). The ecological footprint differs according to the departments, however, this difference was not statistically

significant ($p > 0.10$). In addition, the ecological footprint was analyzed according to gender, age groups and the number of individuals in the family, but there was not statistically significant difference ($p > 0.10$).

Table 3. Average of ecological and carbon footprint and their distribution by departments

Parameter		Horticulture	Plant	Biosystem	Landscape	Field	Agricultural	Agricultural	Animal
		protection	Engineering	architecture	Crops	Economy	Biotechnology	Science	
EFP (gha)		3.8	4.1	4	3.7	3.4	4.4	4.1	4.2
<i>P= 0.333</i>									
EFP component (%)	Food	31.0	26.2	25.0	40.3	29.6	31.3	27.9	22.6
	Travel	19.0	26.2	26.7	7.0	20.3	21.9	26.2	30.6
	Domestic	29.3	26.2	26.7	28.0	31.5	25.0	26.2	25.9
	Other	20.7	21.4	21.6	24.6	18.6	21.8	19.7	20.9
CFP (ton)		9.5	10.3	10.3	7.9	9.1	10.3	10.5	11.4
<i>P=0.429</i>									

When the carbon footprints of the participants were evaluated on department basis (Table 3), it was found that the department with the lowest carbon footprint was Landscape Architecture (7.9 tons). Field Crops (9,1 tons) and Horticulture (9,5 tons) follow it. Among the departments, the department with the largest ecological footprint is the Animal Science (11.4 tons). The carbon footprint differs according to the departments, however, this difference was not statistically significant ($p > 0.10$). In addition, the carbon footprint was analyzed by gender, age groups and the number of individuals in the family, but there was not a statistically significant difference was found ($p > 0.10$).

Keleş et al. (2008) found the ecological footprint of Aksaray University Faculty of Education students as 4.04 g ha. Turkis and Çil (2017) found the ecological footprint of Ordu University classroom teaching students as 2.57 gha. Ağaç and Yalçın (2018) found the ecological footprint of Çanakkale 18 March University Faculty of Education students as 1.6 g ha. Yıldız and Selvi (2015) found the ecological footprint of 90 pre-service science teachers of a public university as 3.04 gha. In our study, the ecological footprint of students is founded as 3.5 g ha. This value is lower than Keleş et al., but it is higher than the others. In addition, the ecological footprint value in our study is above the average of Turkey and the world.

CONCLUSION

In this study, in order to measure the ecological and carbon footprint, face-to-face surveys were carried out with 132 students. As a result of the analyzes, the ecological footprint average of the students was 3.5 g ha and the average of the carbon footprint was 8.9 tons. According to these results, the ecological footprints of the students were found above the average of Turkey and the world.

Landscape architecture is one of the professions where ecology-based learnings are given intensely. Landscape architects prioritize the aims of protecting the ecological balance and creating sustainable living spaces as well as aesthetic values in their works. For this purpose, they use the ecological education they receive in their works.

An ecological footprint is a measurement tool used to determine the amount of natural resource usage. Determining the ecological footprints of individuals living in a region is also important for the landscape architecture studies to be carried out there. A low ecological footprint can be accepted as an indication of the need to maintain the natural balance in that area. In such areas, it is a mission to give more importance to the protection of natural balance in landscape studies. A higher ecological footprint is a criterion that indicates that studies should be done to create a natural balance in that region. Landscape architects should contribute to the formation of natural balance while working in this region. In short, landscape studies in the region can be shaped with ecological footprint data.

Besides, ecology is an issue that concerns all people today. Increased environmental problems and therefore deteriorations affect life negatively. Minimizing these effects is only possible through education. As with all levels, ecology education is now given in universities to raise awareness of university students about ecology. In this study, the ecological footprints of Siirt University Faculty of Agriculture students were calculated. The result was found 3.5 gha. Ecology-based courses are given in the faculty. Although the result is above the average of the Turkey and the world; it was lower than some of the other studies researched. This shows that students have ecological knowledge, but they do not adequately integrate this knowledge into their lives.

Living in a sustainable environment and using natural resources rationally is very important in reducing the ecological footprint. For this purpose;

- Wastes should be recycled as much as possible.
- If possible, public transport should be preferred for short or long travels.
- Energy saving applications should be made in all areas.
- Natural areas should be protected and their numbers should be increased.
- Waste should be avoided in the use of natural resources.
- Instead of materials that cannot be dissolved in nature, materials that are in harmony with nature and that can be dissolved in nature should be used.
- In order to raise the awareness of the public on the subject, more promotion, advertisement etc. applications should be made.
- The number and quality of ecology-based trainings should be increased in each age group.

As a result, it should never be forgotten that nature has a carrying capacity and natural resources are not unlimited. It should not be forgotten that in order to live in a sustainable world and leave a beautiful nature to the next generations, it is necessary to be a conscious user and consumer.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The author declares that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

As an author, the planning, execution and writing of the article was done by me.

REFERENCES

- Abdalla YMS (2018). *The relationship between ecological footprint and the cultural world view of environmental science: A study on Turkish and Sudanian students*. Master thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Social Sciences, Department of Public Administration, p. 110, Kahramanmaraş-Turkey (In Turkish).
- Ağaç H and Yalçın S (2018). How Many Planets Do University Students Need According to Their Ecological Footprints? *Journal of The International Scientific Researches*, 3(2): 960-967.
- Akıllı H, Kemahlı F, Okudan K and Polat F (2008). Conceptual content of ecological footprint and individual ecological footprint calculation at Akdeniz University Faculty of Economics and Administrative Sciences. *Akdeniz I.I.B.F. Journal*, (15): 1-25 (In Turkish).
- Akkor Ö (2018). *Application and Evaluation of the Ecological Footprint as a Tool of Environmental Education for Sustainable Life*. TRNC Near East University Institute of Educational Sciences Environmental Education and Management, Doctoral Thesis (In Turkish).
- Anderle K (2002). *Integrating Life Cycle Analysis and Ecological Footprint Calculator to Foster Sustainable Behaviors*. MS Thesis, University of North Texas.
- Arıca ŞÇ and Kağar C (2018). The Key to Leaving a Livable World for Future Generations: Ecological Literacy. *Responsible Production and Consumption*, 1 (2): 31-42 (In Turkish).
- Aşık NA (2018). Environmental Attitudes and Behaviors of Students Receiving Tourism Education at Associate's Level. *Journal of Social and Humanities*, 10 (2): 99-113 (In Turkish).
- Atasoy E and Ertürk H (2008). A Field Research on Primary School Students' Environmental Attitude and Environmental Knowledge. *Journal of Erzincan Education Faculty*, 10 (1): 105-122 (In Turkish).
- Baran MF, Gökdoğan O, Eren Ö and Bayhan Y (2019). Determination of ecological and carbon footprints of Adıyaman Directorate of Provincial Agriculture and Forestry staffs. *European Journal of Science and Technology*, 15: 280-288.
- Bond S (2003). Ecological Footprinting: Comparing Nature's Supply with Human Demand. *Ecological Footprinting*.
- Coşkun İÇ (2013). *Investigation of ecological footprint levels of classroom teacher candidates*. Master thesis, Gazi University, Institute of Education Sciences, Department of Primary School Education, p. 104, Ankara.
- Çabuk B and Karacaoğlu Ö (2003). Investigation of Environmental Responsibilities of University Students. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal*, 36: 189-198 (In Turkish).
- Çetin FA (2015). *The effect of ecological footprint training on 8th grade students' attitude, awareness and behavior level towards sustainable life*. Master Thesis, Gazi University Institute of Educational Sciences, p 165, Ankara-Turkey (In Turkish).
- Dıştan H (1999). *The Place and Importance of Education in the Formation of Environmental Protection Awareness and Sensitivity (The Case of Turkey)*. Master Thesis, Gazi University Institute of Educational Sciences, Ankara-Turkey (In Turkish).
- Ertekin P (2012). *The effect of environmental education practices on sustainable resource use on primary school students' awareness of carbon footprint*. Master Thesis, Muğla Sıtkı Koçman University Institute of Educational Sciences, p. 135, Muğla-Turkey (In Turkish).
- Flint K (2001) Institutional Ecological Footprint Analysis – A Case Study of the University of Newcastle, Australia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2 (1): 48-62.
- GFN (2019). Global Footprint Network. <https://www.footprintcalculator.org/> (07.11.2019).
- Keleş Ö, Uzun N and Özsoy S (2008). Measuring and Evaluating Pre-Service Teachers' Ecological Footprints. *The Journal of Ege Education*, (9) 2: 1-14.
- Klein-Banai C and Theis LT (2011). An urban university's ecological footprint and the effect of climate change, *Ecological Indicators*, 11 (3): 857-860.
- Knaus M, Löhr D and Bernadette O (2005). Valuation of Ecological Impacts- A Regional Approach Using the Ecological Footprint Concept. *Environmental Impact Assessment Review*, 12-18.
- Medina MAP and Toledo-Bruno AG (2016). Ecological Footprint of University Students: Does gender matter?. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2 (4): 339-344.
- Meyer V (2004). *The Ecological Footprints as an Environmental Education Tool for Knowledge, Attitude and Behaviour Changes Towards Sustainable Living* MS Thesis, University of South Africa.
- Öztürk G (2010). *The use and evaluation of the concept of ecological footprint for environmental education in 7th grades of primary education*. Master Thesis, Gazi University Institute of Educational Sciences, p. 116, Ankara-Turkey (In Turkish).

- Rees EW (2003). Impeding Sustainability? The Ecological Footprint of Higher Education. *Planning for Higher Education*, 31 (3): 88-89.
- Ryu HC and Brody DS (2006). Examining the Impacts of a Graduate Course on Sustainable Development Using Ecological Footprint Analysis. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7 (2): 158-175.
- Schaller D (1999). Our footprints-They're all over the place. *Newsletter of the Utah Society for Environmental Education*, 9 (4).
- Seçme D (2019). *Ecological footprint awareness:example of SDU faculty of architecture students*. Master thesis, Suleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, Isparta, Turkey, 67 p.
- Turkis S and Çil E (2017). Environmental Education Course Efficiency of The Ecological Footprint Dimension of The Teacher Candidates. *The Journal of Kesit Academy*, 3 (12): 174-179.
- Wilson J and Anielski M (2005). Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions. *Ecological Footprinting*.
- WWF-Türkiye (2012). Turkey's ecological footprint report.
[http://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey Ecological Footprint Report Turkish.pdf](http://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf) (07.12.2019).
- WWF (2017). <https://data.footprintnetwork.org/#/> (07.12.2019).
- Yıldız E and Selvi M (2015). The Ecological Footprints and the Views on Ways to Reduce the Ecological Footprint of Pre-Service Science Teachers. *GEFAD/GUJGEF* 35 (3): 457-487.



Kırsal Alanda Sosyal Sermaye Oluşumunun Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi

Zeki BAYRAMOĞLU^a a Merve BOZDEMİR^b*^b

^aTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, , 42000, Selçuklu Konya – TÜRKİYE

^bTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, 42000, Selçuklu Konya – TÜRKİYE

(* Corresponding Author. mbozdemir.akademi@gmail.com. Tel: +90-544-4048950

ÖZET

Teknolojik gelişmelere ve ekonomik sistemdeki değişimlere bağlı olarak zaman zaman öncelik sıralamasını kaybetse de tarım sektörü gıda ihtiyacının karşılanması ve insanların yaşamsal faaliyetlerini devam ettirmesi açısından daima önem arz etmektedir. Bu nedenle tarım sektöründe sürdürülebilir üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, üretimde; verimli, bilinçli ve işin amacına yönelik farkındalığı yüksek bireylerin görev alması gerekmektedir. Bunun için kırsal alanlardaki insan kaynaklarının sosyal ve beşeri sermaye düzeylerinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Büyüyen ekonomilerde doygunluk seviyelerine erişilmesi, yalnızca fiziksel sermaye artırımlarının kalkınma için yeterli olmaması sonucunda insan odaklı ekonomiler önemsenmeye başlanmıştır. Yaşanan gelişmelerle birlikte meydana gelen sosyo-ekonomik değişimler sonucunda bilgi toplumu hareketliliğine yönelik kabullerin yaygınlaşması, sermayenin farklı temsilcilerinin üretilmesine olanak sağlamıştır. Böylece insan odaklı temaları barındıran sosyal ve beşeri sermaye kavramları fiziksel sermayeye kıyasla daha güçlü bir temsiliyete sahip olmaya başlamıştır. Hem kalkınmaya yönelik faaliyetler hem de diğer sektörlerde işgücü kaynağı yaratma bakımından ön plana çıkan tarım sektöründe sosyal sermayenin oluşturulması kalkınma sürecine katkı sağlamak için şarttır. Bu çalışmada kırsal alanda sosyal sermayenin artırılmasına için mevcut insan kaynakları değerlendirilerek; gerçekleştirilebilecek faaliyetlere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

DERLEME MAKALE

Alınış tarihi: 01.05.2020

Accepted: 02.06.2020

Available online: 26.06.2020

Anahtar Kelimeler:

- Kalkınma,
- Kırsal,
- Sosyal sermaye,
- Sürdürülebilirlik,
- Tarım

Alıntı için: Bayramoğlu Z, Bozdemir M (2020). Kırsal Alanda Sosyal Sermaye Oluşumunun Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 179-189.

The Effect of Social Capital Formation on Sustainable Development in the Rural Areas

ABSTRACT

Due to the technological developments and changes in the economic system, although the agriculture sector sometimes loses its priority ranking, agriculture sector is always important in terms of meeting food needs and maintaining people's vital activities. For this reason, individuals who are productive, conscious and highly aware of the purpose of the job should be involved for realization of sustainable production activities in the agricultural sector. For this, there is a need to increase the social and human capital levels of human resources in rural areas. Achieving saturation levels in growing economies wasn't only sufficient for development of physical capital increases. For this, human-oriented economies have started to be taken into consideration. As a result of the socio-economic changes that occurred with the developments, widespread acceptance for information society mobility has allowed the production of different representatives of the capital. Thus, the concepts of social and human capital, which include people-oriented themes, have started to have a stronger representation compared to physical capital. Creating social capital in the agricultural sector, which stands out for development activities and creating labor resources for other sectors, is essential to contribute to the development process. Within the scope of this study, suggestions have been made considering the human resources for the activities to be carried out in rural areas to increase social capital.

REVIEW ARTICLE

Received: 01.05.2020

Accepted: 02.06.2020

Available online: 26.06.2020

Keywords :

- Development,
- Rural,
- Social capital,
- Sustainability,
- Agriculture

To cite: Bayramoglu Z, Bozdemir M (2020). The Effect of Social Capital Formation on Sustainable Development in the Rural Areas. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 179-189.

GİRİŞ

Klasik iktisadi görüş içerisinde; bireylerin ekonomik faaliyetlerinin öncelikli olması ve bireylerin sosyal yönlerinin ikinci planda bırakılması; ekonomik hayata katılımında iletişim ve güven kavramlarının ihmal edilmesine neden olmuştur. Aksine ekonomik ilişkiler, sosyal ilişkilerdeki temel olguların etkisi üzerine oluşturulmaktadır (Coleman, 1990). Ulusların kalkınmaları ve sürdürülebilirliklerini sağlamaları için ekonomik özellikler taşıyan doğal kaynaklar ve fiziksel sermayeye sahip olmalarının yanı sıra beşeri ve sosyal sermayelerini de geliştirmiş olmaları gerekmektedir. Kalkınma sürecinin hızlanması, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kırsaldaki insan kaynağının yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmayı güvence altına almak için kırsaldaki insan kaynağının ekonomik, sosyal ve çevresel baskıları yönetebilme ve piyasa beklentilerine cevap verebilme becerilerinin sosyal sermaye araçlarıyla geliştirilmesi gerekmektedir (Mathijs, 2003; Jordan ve ark., 2010; Munasib and Jordan, 2011). Sosyal sermaye bir yatırım davranışının sonucu olarak da değerlendirilerek gelir yaratma amacına yönelik olarak gerçekleştirilebilir. Bu yönüyle sosyal sermayeden bir üretim kaynağı olarak da

yararlanılabilir (Klien, 2011; Ongan 2013). Sosyal sermayenin artırılması ve sosyal uyumda güç elde edilmesi; bağlılık yoluyla güven kurulmasını, bireylerin bilgi paylaşımına teşvik edilerek risk almaya karşı isteksizliğin azaltılmasına katkıda bulunur (Beddington ve Warham, 2014). Risk alma istekliliği girişimciliği tetikleyerek, yeni yatırımların gerçekleştirilmesini ve yeni istihdam alanlarının oluşturulmasını sağlar. Böylece sosyal sermaye oluşumu mevcut koşullar içerisinde kırsalda yaşanan birçok problemin çözümü için kolaylaştırıcı rol üstlenebilir ve kırsalda sürdürülebilir bir yaşam imkânı yaratır. Tüm bu sebeplerle kırsal alanda sosyal sermayenin oluşturulması zorunludur.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda sosyal sermaye ve kalkınma arasındaki ilişkiler sıklıkla vurgulanmıştır. Üretim sürecine yönelik etkinlik düzeylerinin artırılması, rasyonel kaynak kullanımı ve iş birliği yoluyla işlem maliyetlerinin minimize edilmesi, eğitim düzeyinin artışı ile yeni teknolojilerin benimsenme düzeyinin artması ve etkili kullanımının sağlanması, gelir dağılımının adaletli olması, ekonomik büyümenin hızlanması gibi değer yaratan süreçlerin tamamında sosyal sermayenin önemli bir kaynak olduğu belirlenmiştir (Karaçay ve Varol, 2015; Yağmur, 2017).

Kırsal alanda sosyal sermayenin oluşumu Türkiye'deki düşük gelirli, sınırlı eğitilmiş ve yetersiz fiziksel sermayeye sahip tarım işletmelerine dinamizm kazandırılması açısından etkili bir kaynak olacaktır. Kırsal alanda sosyal sermaye oluşumu sahip olunan doğal kaynakların yönetimi, yeni üretim teknikleri ve teknolojinin benimsenme düzeyini yükselterek işgücünün verimliliğine katkıda bulunulabilecektir (Pretty ve Smith, 2004). İşgücü verimliliğinin artması sahip olunan doğal kaynakların ve fiziksel sermayenin yönetim etkinliğini artıracaktır. Kaynakların etkin yönetimi; kaynakların optimum kullanımı ve toplumsal sorumluluk bilinciyle yapılan yatırımları artırarak kırsal alanda hem ekonomik hem de sosyal sürdürülebilirliğin oluşumuna katkıda bulunacaktır.

Bu çalışma kapsamında sosyal sermayenin kavramsal tanımlaması, makro ve mikro boyutları, bileşenleri, sürdürülebilir tarımla ilişkisi belirlenmiş, araştırma bulgularının hazırlanmasında ikincil verilerden faydalanılmıştır. Bu verilerin derlenmesinde konuyla ilgili kitap, dergi, makale, raporlar ve web siteleri taranmıştır. Kullanılan ikincil veriler Dünya Ekonomik Formu Raporları ile Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (OECD) ve Our World in Data internet sayfalarından derlenmiştir.

Dünya ekonomik formundan; ülkelerin kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla (GSYH) değeri ile sosyal sermaye endeksi değerleri alınmıştır. Rapora göre sosyal sermaye endeksinin hesaplanmasında 1 ile 100 arasında yapılan puanlama dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan Gini katsayısı endeksinde ise kaynak olarak OECD'den yararlanılmış, verilerde yüzdelik (%) ifade kullanılmıştır.

SOSYAL SERMAYE KAVRAMI VE GELİŞİMİ

Sermaye; gelir ve kazanç yani bir fayda akışı sağlayan varlık fonunu ifade etmektedir (Krishna ve Uphoff, 2002). Sermaye kavramı fiziksel olarak üretim faktörleri içerisinde süreci kolaylaştıran, işgücünün verimliliği artıran ve daha önce üretimde kullanılmak üzere üretilmiş araç-gereçler olarak tanımlanmış, ayrıca parasal sermaye de zaman zaman fiziksel sermayenin içine dâhil edilmiştir. Endüstrileşme sürecinin ve yapılan yatırımların insanları tatmin etmemeye başlaması üzerine bilginin ön plana

çıkmasıyla sosyal ve beşeri sermaye kavramları hem makroekonomik hem de mikroekonomik açıdan önem kazanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sermaye kavramının yapısal dönüşümü (Luthans ve ark., 2004; Kitapçı, 2017)

Table 1. Structural transformation of the concept of capital (Luthans ve ark., 2004; Kitapçı, 2017)

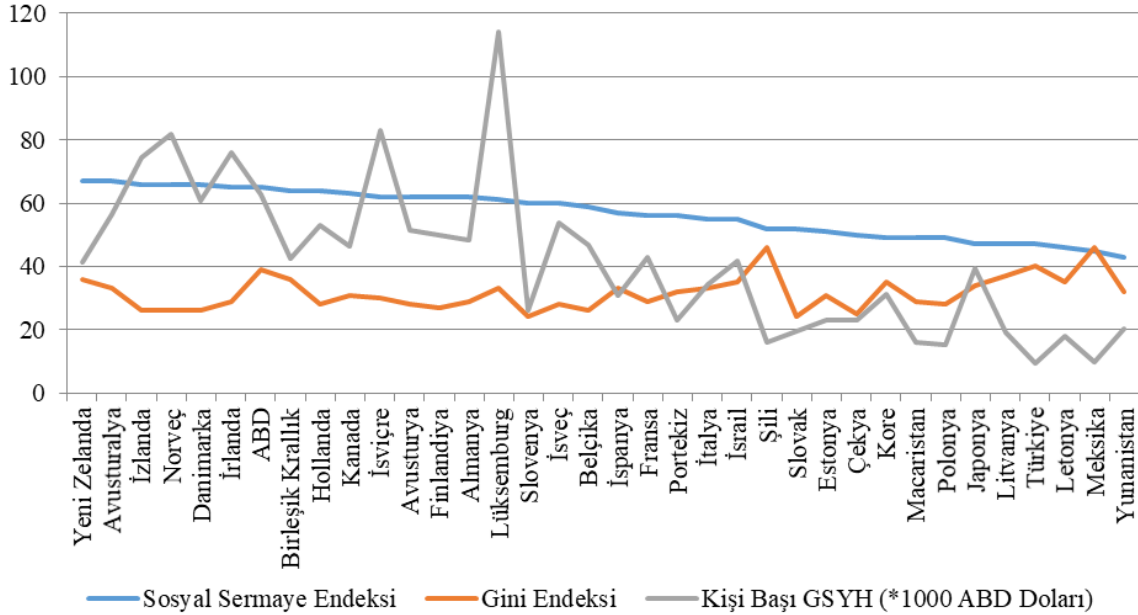
Geleneksel ekonomik sermaye	Beşeri sermaye	Sosyal sermaye	Bilişsel sosyal sermaye
Ne ye sahipsin?	Ne biliyorsun?	Kimi tanıyorsun?	Kimsin? Ne hissediyorsun?
Para	Tecrübe		Güven
Bina	Eğitim	İlişkiler	Umut
Araç ve Gereçler	Yetenekler	Ağ Bağlantıları	Hayal
Patentler	Bilgi	Arkadaşlar	Özel Yetenekler
Veriler	İdealler		

Hanifan (1916)'a göre sosyolojik bakış açısıyla sosyal sermaye; bireylerin topluma karşı sahip olduğu iyi niyet, arkadaşlık, sempati ve sosyal ilişkilerin yaşamda yoğun bir şekilde yer almasıdır. Eğer bir birey ailesi ve komşularıyla iyi ilişkiler içerisindeyse ve çevredeki diğer bireylerinde birbirleriyle iyi ilişkileri varsa, burada bir sosyal sermaye birikimi söz konusudur. Sosyal sermaye birikimi; bireylerin ihtiyaçlarına hızla cevap verilmesini sağlayarak, toplumsal birlikteliğe ve ilerlemeye dinamizm kazandıracaktır. Ekonomik açıdan sosyal sermaye Sprengers ve arkadaşları (1988) tarafından; bireye daha iyi yaşam koşulları sağlayan üretimin kaynağı olarak tanımlanmıştır. Temple (2000)'a göre sosyal sermaye; toplumu oluşturan bireyler, sivil toplum örgütleri, kamu kurum ve kuruluşları arasında koordinasyonu kolaylaştıran, toplumun verimliliğini artıran; güven, norm ve iletişim ağının özellikleridir. İnsanlar arasındaki güvene dayalı iletişimin ekonomik getirilerini analiz eden sosyal sermaye; kişinin sosyal yapısını, eğitim durumunu, aile ilişkilerini, çalışma hayatını, sivil katılımlarını ve kamu idaresindeki faaliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Sosyal sermaye kavramı son dönemlerde popüler olmaya başlasa da kavramsal olarak kullanımı 1900'lü yıllara kadar uzanmaktadır. Sosyal sermaye kavramının ilk kullanımı Lyda Judsen Hanifan (1916) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sosyal sermayenin iktisadi açıdan ekonomik büyüme ve kalkınmaya olan etkilerini inceleyen çalışmalar ise 1980'lerde başlamıştır. Ekonomik büyüme ve kalkınma çerçevesinde kavramın temelinde genel olarak; bireyler arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin oluşturduğu sosyoekonomik etkiler yer almaktadır (Öztopcu, 2017). Sosyal sermaye bireyler arasındaki ilişkiler üzerine gelişmekte olup toplumda birleştirici ve örgütlü hareketlere teşvik eden bir faktördür. Bireyler arasındaki etkileşim düzeyinin yüksek, açık ve öngörülebilir olması ekonomik etkinlik düzeyini artıracaktır. Kültürün ve sosyal bağların ekonomide önemli bir birleştirici olduğu bilinmektedir (Rupasingha ve ark., 2000; Kitapçı, 2017). Sosyal kelimesi anlamca toplumla ilgili, toplumsal anlamına gelmektedir. Sermaye ise iş yapabilme kolaylığı sunan ya da ekonomik anlamda ilave katma değer yaratmaya imkân sağlayan maddi ve manevi değerlerdir (Karagül, 2012). Dolayısıyla sosyal sermaye; toplumla ilgili kaynakları kullanarak ekonomik olarak katma değer yaratmanın bir ifadesidir.

Kalkınmanın tespit edilmesinde; sosyal sermaye, kişi başına GSYH, gelir eşitsizliği gibi değişkenlerin önemli olduğuna vurgu yapılmaktadır (Kaldaru ve Parts, 2005). Birçok bilim adamı sosyal sermayenin kalkınma sürecine önemli katkılarda bulunduğunu belirterek, sosyal sermaye düzeyi yüksek ülkelerde kalkınma düzeyinin

de yüksek olduğunu savunmuşlardır (Yıldız ve Topuz, 2011). Şekil 1’de sosyal sermayenin en yüksek değere sahip olduğu Yeni Zelanda’dan en düşük değere sahip olduğu Yunanistan’a doğru bir sıralama yapılmıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında aynı doğru üzerinde kişi başına düşen GSYH’nin azalan bir eğimde olduğu görülmektedir. Bu durumda sosyal sermayenin ekonomik açıdan katma değer yarattığını söylemek yanlış olmayacaktır.



Şekil 1. Ülkelere göre sosyal sermaye endeksi, GINI ve kişi başına GSYH (World Economic Forum, 2019; OECD, 2020)

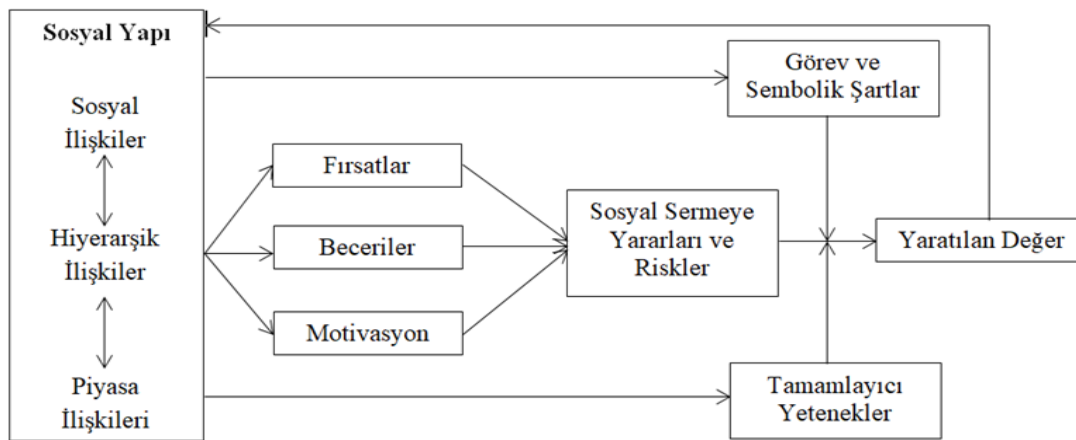
Figure 1. Social capital index, GINI and GDP per capita by country (World Economic Forum, 2019; OECD, 2020)

Sosyal sermaye kalkınmanın iki temel bileşeni olan makro ve mikro düzeydeki ekonomik oluşumlara doğrudan katkı sağlamaktadır. Mikro boyutuyla sosyal sermaye yerel kurumlarla iş ilişkilerinden faydalanarak piyasaların işlevselliğinin ve istihdamın artırılmasına katkı sağlar (Şekil 2). Makro boyutuyla ise kamu ilişkileri çerçevesinde ekonomik büyüme ve kalkınmaya katkı sağlarken, yönetim ve kontrol aracılığıyla üretimin etkinliğini artırır. Kamu aracılığıyla sosyal sermayeye dinamizm kazandırılması yapısal, bireylerin çabaları ile sosyal sermayenin oluşturulması bilişsel boyutun bir sonucu olarak meydana gelir. Sosyal sermayenin bilişsel boyutunda kültür, inanç, norm, değer, tutum ve ideoloji gibi ortak değerlerle işbirlikçi davranışlara yönlendiren zihinsel bir süreç söz konusudur (Uphoff, 2000; Kitapçı, 2016). Bilişsel boyut kırsal alandaki insan kaynakları açısından daha önemlidir. Çünkü örgütlü hareket edebilme, bilgi paylaşımına açık olma, iş birliği ve dayanışmaya yatkınlık, aidiyet duygusu taşıma gibi kavramlar daha bireysel ve farkındalık gerektiren yatkınlıklardır. Kırsal değerler ve imece kültürü ile iş birliği yaratmak, mental olarak bireysel farklılıkların minimize olması gibi avantajlar kırsal alanda sosyal sermaye oluşumunu kolaylaştırıcı faktörlerdir.



Şekil 2. Sosyal sermayenin boyutları (Grootaert ve Van Bastelaer, 2001)
Figure 2. Dimensions of social capital (Grootaert ve Van Bastelaer, 2001)

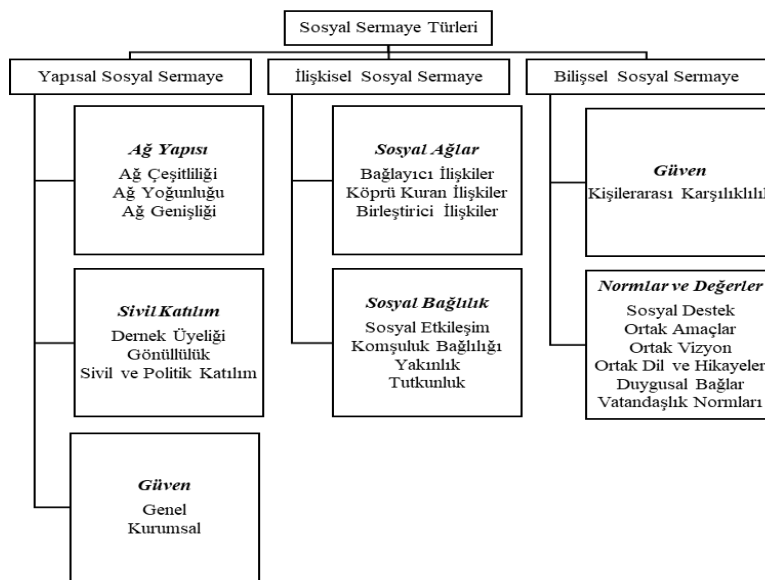
Sosyal sermayenin geliştirilmesini sağlayan temel kaynaklar aile, akrabalar, arkadaşlar, komşular ve iletişim kurabildiğimiz diğer kişilerdir. Zamanla iletişim kurduğumuz kişilerin çeşitlenmesi nedeniyle sosyal sermayede artış yaşanması mümkündür. Sosyal sermaye artışının göstergeleri; güven, iletişim, karşılıklılık, iş birliği, ağbağlar, normlar gibi soyut faktörlerdir. Bu faktörlerin oluşturduğu sosyal sermayenin kavramsal çerçevesi Adler ve Kwon (2002) tarafından açıklanmıştır. Şekil 3'e göre ekonomik performansı etkileyen güçlü çıktılarının olduğu söylenebilir. Örneğin; etkin işleyen bir piyasada alıcı ve satıcı arasında sosyal bir yapı kurabilmek için sağlıklı bir bilgi akışına ihtiyaç duyulmakta, kolay sözleşme hazırlamak için de yetenek sahibi olmak gerekmektedir. Sosyal sermayenin kavramsal çerçevesi incelendiğinde; motivasyona yönelik güç ve yeteneklerin ön plana çıkararak yeni fırsatlara ulaşmanın daha kolay hale geleceği görülmektedir. Bu noktada toplumsal sürdürülebilirliğin sağlanması; devletin piyasa başarısızlıklarının azaltılmasına, hukukun üstünlüğüne katkıda bulunulmasına, siyasal hakları ve sivil özgürlükleri savunabilmeye bağlıdır (Kitapçı, 2017). Sosyal sermayenin makro boyutuna katkı sağlanması için mikro boyutunda bilişsel alanın oluşturulması yani farkındalık yaratılması gerekmektedir.



Şekil 3. Sosyal sermayenin kavramsal çerçevesi (Adler ve Kwon, 2002; Kitapçı, 2017)
Figure 3. Conceptual framework of social capital (Adler ve Kwon, 2002; Kitapçı, 2017)

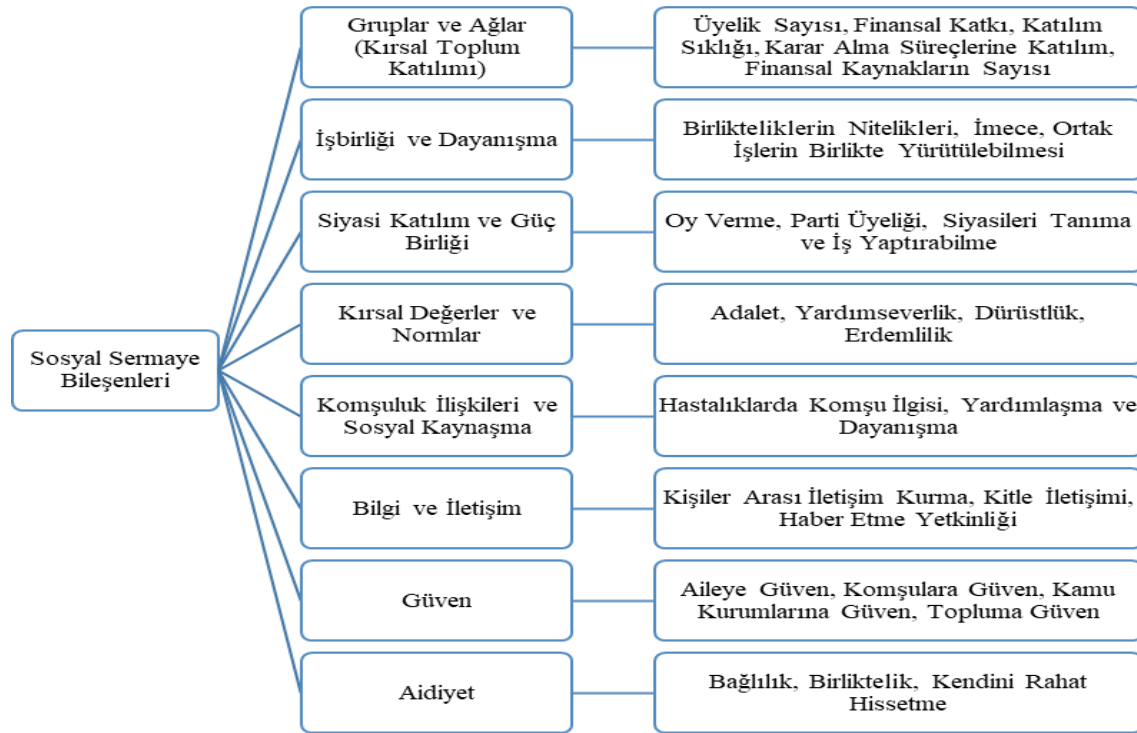
Sosyal sermaye türlerini hem bireysel ve hem de toplumsal açıdan incelemek gerekmektedir (Şekil 4). Sosyal sermaye; bireysel ilişkilerde mikroekonomik düzeyde, toplumsal ilişkilerde makroekonomik düzeyde değer yaratacaktır. Mikroekonomik değer yaratmada süreklilik ve sıklıkla oluşan etkileşim, makroekonomik düzeyde daha düşük olacaktır. Makroekonomik düzeyde sivil toplum kuruluşları, dernek organizasyonları gibi faaliyetlere gönüllü katılım ve bu topluluklarla iş birliği ilişkileri daha aralıklı olup, etkileşimde olunan bireyleri etkileyerek daha büyük bir iletişim ağının oluşturulmasına katkı sağlar. Fakat makroekonomik boyutuyla sosyal sermayenin sürdürülebilir olması; güven ortamının oluşturulması, eş zamanlı hareket edilmesi, ortak kararlar alınması ve uygulanması açısından daha güçtür. Mikroekonomik boyutuyla bireysel ilişkilerin iyi olması, daha küçük kitlelerle ortak karar alma ve uygulamanın kolay olması, iş süreçlerine sağlanan katkılarla iş verimliliğinin artırılması daha makuldür. Bu yönüyle de kırsal kalkınmanın sağlanabilmesi için mikro ölçekli atılımların yapılması, örgütlenme ve iş birliğine yönelik faaliyetlerde daha küçük kitlelerle karar alınması sosyal sermayenin oluşumu açısından kolaylaştırıcı rol üstlenilmesini sağlayacaktır.

Kırsal alanda sosyal sermaye oluşumuna yönelik gerçekleştirilen değerlendirmelerde Şekil 5'ten yararlanılmaktadır. Sosyal sermaye bileşenlerinin her bir alt başlığı sosyal sermaye oluşumuna katkı sağlamakta fakat hiçbir kavram tek başına sosyal sermayeyi temsil etmemektedir. Bileşenlerin tek başlarına temsiliyet yetenekleri olmamasına rağmen herhangi birinin başarıya ulaşması diğer bileşenler üzerinde olumlu gelişmelerin meydana gelmesine katkıda bulunacaktır. Örneğin; kırsal alanda herhangi bir işin gerçekleştirilmesi sırasında yapılan iş birliği beklentiye yönelik bir sonuç vermiş ise elde edilen sonuç güven düzeyindeki artışa da katkı sağlayacaktır (Öztopcu, 2017).



Şekil 4. Sosyal sermaye türleri (Acquaah ve ark., 2014; Camps ve Marquès, 2011; Kitapçı, 2016)

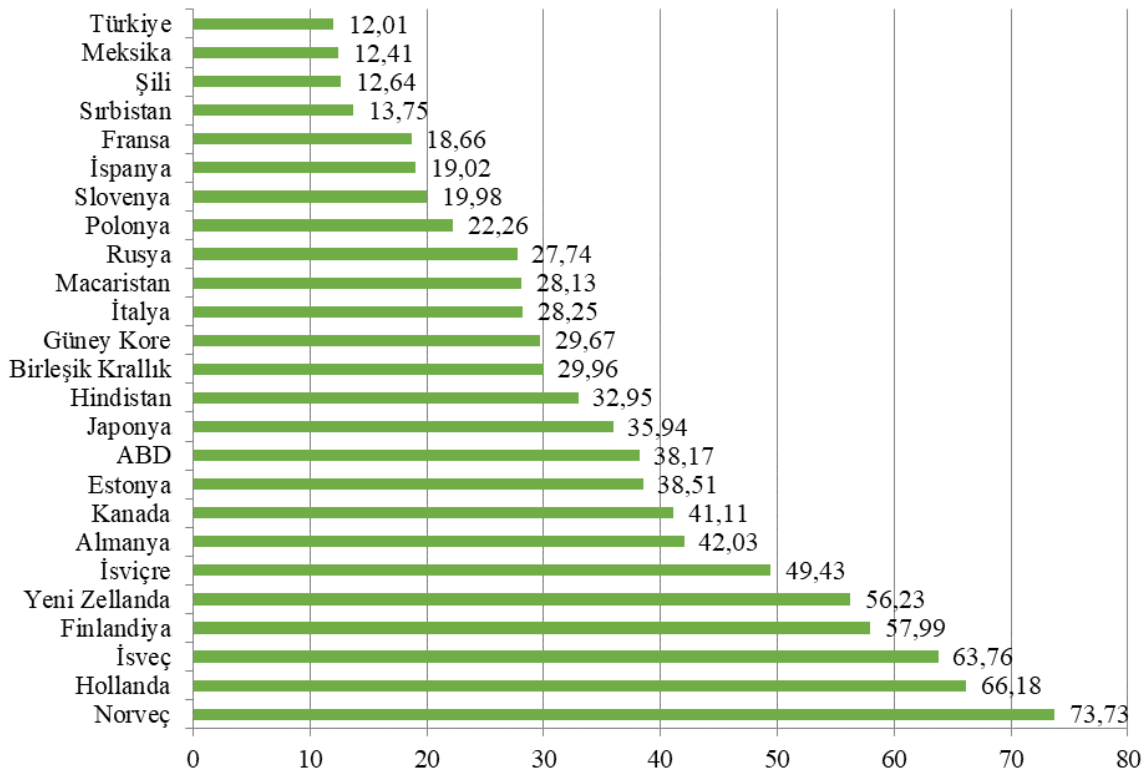
Figure 4. Types of social capital (Acquaah ve ark., 2014; Camps ve Marquès, 2011; Kitapçı, 2016)



Şekil 5. Sosyal sermaye bileşenleri (Keleş, 2014)
Figure 5. Social capital components (Keleş, 2014)

Güven kavramının sosyal sermaye üzerine etkisine vurgu yapan bilim insanları ağırlıklı olarak Coleman, Putnam ve Fukuyama olmuştur. Coleman (1988); güveni bir yetenek olarak tanımlayarak, insanların ortak amaçlar ve organizasyonlar içinde çalışabilmelerine olanak sağladığını vurgulamıştır. Putnam (1993); güvenin yalnızca sivil iş ağlarına dâhil olabilmek için değil, sosyal ilişkilerin sürdürülebilir olması için de gerekli olduğunu vurgulamıştır. Fukuyama (1998); toplumun tamamında ya da bir bölümünde güven duygusunun hâkim olması sonucunda elde edilen yetiyi sosyal sermaye olarak tanımlamıştır. Bireylerin güvenilir olması sosyal ilişkilerini güçlendirecek, böylece ekonomik hayata dâhil olmaları ve dâhil edilmeleri kolaylaşacaktır.

Dünya genelinde kırdan kente daha yoğun bir göç hareketliliğinin olması ve tarım sektörünün diğer sektörlerle yönelik insan kaynağı yaratmada etkin rol alması nedeniyle kırsal alanlarda sosyal sermayenin oluşumu son derece önemlidir. Şekil 6'da ülkelere göre kişilere duyulan güven ölçüldüğünde en yüksek güven değerine sahip ülkenin Norveç olduğu görülmektedir. Güven düzeyinin yüksek olmasının sosyal sermaye endeksi değerine de katkıda bulunduğu (Şekil 1'de incelenen ülkelere göre sosyal sermaye endeksi, GİNİ ve kişi başına GSYH) ve kalkınma düzeyi üzerinde pozitif etki yarattıkları görülmektedir. Kişilerarası güven duygusu; iş başarıma, ekonomik değer yaratma, kaynakların adil bölüşümünü tahsis ederek sosyal sermaye oluşumunu kolaylaştırmakta ve güçlendirmektedir. Bu durumun aksine Türkiye'de kişilerarası güvenin OECD ülkeleri içerisinde en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Çoğu kişi güvenilirdir ifadesini kabul edenlerin oranı (%-2014) (Our World in Data, 2020)

Figure 6. Proportion of those who accept the statement most people are reliable (%-2014) (Our World in Data, 2020)

KIRSAL ALANDA SOSYAL SERMAYENİN OLUŞUMU

Kırsal alanda yaşayan ve istihdam edilen nüfusun yaşlanması sosyal sermaye oluşumunu zorlaştıran etmenlerden biridir. Türkiye'deki tarım işletmelerinde çiftçilerin genel yaş ortalamasının 52-55 aralığında olduğu bilinmektedir (Arısoy, 2019; Kızılkaya, 2019; Erden ve ark., 2020). Belirlenen bu yaş ortalaması tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle tarım sektöründe yaş ortalamasının iyileştirilmesine, genç nüfusun istihdamına yönelik önlemlerin alınması ve politikaların uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bozdemir ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında gelirinin tamamını tarımsal faaliyetlerden elde eden çiftçilerin %69,22'sinin çocuklarının gelecekte tarım sektöründe istihdam edilmesini istemedikleri tespit edilmiştir. Altıntaş ve arkadaşlarının (2019) yapmış oldukları çalışmada "Genç Çiftçi Projesi" ile sağlanan desteklerin tarımsal faaliyetleri sürdürme eğilimine etkisi incelenmiştir. Destekten yararlanan üreticilerin yaklaşık %60'ı, destekten yararlanamayan üreticilerin yaklaşık %75'i çocuklarının gelecekte tarımsal faaliyetlerinde bulunmasını istememektedirler. Tarımsal faaliyetlerle yaşamlarını devam ettiren ailelerin sektöre olan güvensizlikleri gençleri de tarımdan uzaklaştırmaktadır. Sosyal sermayenin önemli unsurlarından biri olan güven ailede başlar. Sektörel güvensizlik; sosyal sermayenin oluşumunu zorlaştırmakta ve sürdürülebilirliği de tehdit etmektedir. Bu problemin çözümüne yönelik acil eylem planlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kooperatifler özellikle küçük aile işletmelerinde üretim gücünü ve gelir seviyesini artırarak refah artışına doğrudan katkı sunmaktadır (Can ve ark., 2017). Kooperatiflerin güven ve iş birliği esaslarına göre gerçekleştirecekleri faaliyetler işgücünden tasarruf edilmesine, işletmelerin verimlilik performanslarının artmasına ve üretimde etkinliğin tahsisine imkân sağlayacaktır. Örneğin; doğal kaynak yönetimi için işletmelerin kooperatifler aracılığıyla sulama faaliyetlerinde ortak eylemler gerçekleştirmesi gerekmektedir. Hem kaynakların hem de faaliyetlerin sürdürülebilir olması için iş birliğinin güven üzerine kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Güven üzerine kurulan iş birliği çiftçiler arasında bilgi paylaşımının artırılmasına da katkıda bulunarak her işletme için mevcut riskleri minimize edecektir (Beddington ve Warham, 2014). Ayrıca sosyal sermaye kamu ve özel banka kredilerinin sağlanamaması, sigorta yaptırılmaması gibi resmi risk yönetiminin olmadığı durumlarda yoksul ve yoksun kişi ya da toplulukların ekonomik problemlerle mücadele etmesini kolaylaştıracaktır.

Değer zinciri küçük ölçekli tarım işletmeleri ve tüketiciler arasındaki iletişimin temsilcisidir. Tarıma yönelik değer zincirinin oluşumu üretim, pazarlama, dağıtım ve tüketime yönelik kanalların tamamında katma değer yaratılmasına imkân sağlar. Üretimden-tüketime kadar geçen sürecin tamamında sosyal sermaye bileşenlerinden özellikle güven, iş birliği ve dayanışma sayesinde yaratılan değer zincirindeki kişilerin iyi ilişkileri; risklerin minimize edilmesine, tedarik ve pazarlama ağının hız kazanmasına yönelik etkinliği artırarak çiftçilerin daha iyi kazançlar elde etmesine katkıda bulunacaktır. Elde edilen kazançlar çiftçilerin iş başarmaya yönelik isteklerini ve motivasyonlarını artırarak işi sürdürülebilir hâle getirecektir. Ayrıca katma değerli üretimin teşvik edilmesine yönelik oluşturulacak yatırımlar çiftçilerin alternatif gelirler elde etmesine, kırsaldaki gençlerin bu alanlarda iş imkânlarına sahip olmasına olanak yaratacaktır. Böylece kırsal alanlarda işe yönelik yeniden organize edilebilme fırsatı oluşurken, kırsalda yaşayan kişilerinde iş ve yaşam olanakları güçlendirilecektir.

Üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması, maliyetlerin minimize edilerek, işgücünün verimliliğinin artırılmasına yönelik gerçekleştirilecek en önemli faaliyetlerden biri teknoloji kullanımınıdır. Kırsal alanda sosyal sermayenin oluşturulması; yeni teknolojilerin benimsenmesine ve yüksek teknolojilerin ortak kullanımının teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır. Kırsal alanda sahip olunan parçalı ve küçük genişlikteki arazi varlıklarının iş birliği içerisinde işlenmesi, hasatta yüksek teknoloji makinaların kullanılabilmesi, doğal kaynakların yönetimini esas alan projelerin başarıyla uygulanabilmesi için ortak eylem gerektiren bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için de güçlü bir sosyal uyum içerisinde olmak, kişiler arasında güven ilişkileri tahsis etmek, bilgi paylaşımlarının kolaylıkla gerçekleştirilebileceği alanlar oluşturmak gerekmektedir.

Tarım sektöründe özellikle son 5 yıldır ciddi oranda göçmen-mülteci istihdam edilmektedir. Genellikle mevsimlik gezici tarım işçileri olarak çalışan bu kişiler; farklı kültürel özelliklere sahip olmaları, dil yetkinliklerinin kısıtlı olması, iş başarmaya yönelik yeteneklerinin ve yeterliliklerinin düşük olması, teknoloji kullanımına yönelik eğitimlerinin eksik olması gibi nedenlerle işe yönelik verimliliği azaltırlarken, iş ilişkilerinin sürdürülebilirliğine de olumsuz katkı vermektedirler. Kırsal alanda sosyal sermayenin oluşumu için öncelikle var olan problemlerin bertaraf edilmesi özellikle iletişimden kaynaklanan problemlerin çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Yerli ve

yabancı işgücünün ücret farklılıkları sonucunda oluşan güvensiz iş ortamının sendikal faaliyetler yardımıyla minimize edilmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Sosyal sermaye; içsel ve dışsal çeşitli bileşenlerden oluşan, ekonominin insan kavramına yaptığı vurguyu bilişsel anlamda ön plana çıkaran bir kavramdır. Sosyal sermayenin oluşumu yakın çevreden (aile, akrabalar, arkadaşlar vs.) başlayarak bir çember gibi genişler ve nihayetinde makro boyutlara (sivil toplum örgütleri, iş ilişkileri vb.) ulaşır. Makro sınırlar içerisinde oluşmuş bir sosyal sermaye kalkınmanın temelini oluştururken; makroekonomik her problemin çözümünün mikroekonomik olması nedeniyle öncelikle sosyal sermayenin mikro oluşumunun sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle diğer sektörlerle doğrudan ekonomik ilişkiler içerisinde olan ve iş ilişkilerinin ilk basamağı olarak diğer sektörlerle işgücü kaynağı sağlayan tarım sektöründe sosyal sermaye oluşumuna öncelik verilmelidir.

Aile ve iş ilişkilerinin organik bir bağa sahip olduğu tarım işletmelerinde sosyal ilişkiler, ağ bağlar ve güven; ekonomik kazanımlar açısından önem teşkil eden sosyal sermaye bileşenleridir. Hatta günümüz ekonomik koşulları ve kırsal alanda yaşanan problemler incelendiğinde Türkiye’de en önemli problemin güven duygusundan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Tarım sektöründe çalışan ailelerin; yaşadıkları ekonomik problemler, emek-değer karşılığının yaşam standartlarına yansımaması, üretim faaliyetleri sonucunda beklentilerin gerçekleşmeme ihtimali, girdi maliyetlerinin konjonktürel dalgalanmalara yönelik hassasiyetleri gibi olumsuzlukların yanı sıra işletmelerde sosyal korunmaya yönelik yeterli kaynağın yaratılamaması, çalışma süresi ve şartların zorluğuna rağmen emekliliğe yönelik yatırımların gerçekleştirilememesi nedeniyle sektöre yönelik güven kayıpları yaşanmaktadır. Dolayısıyla mevcut üretim faaliyetlerini devam ettiren çiftçiler çocuklarının tarımsal faaliyetlere katılmalarını istememekte; eğitim seviyesi düşük, diğer sektörlerde çalışma yeterlilikleri kısıtlı olsa dahi gençler kentsel alanlara göç etmektedirler. Ailelerin sektöre azalan güvenleri, gençlerinde sektörde istihdam edilmeye yönelik beklenti ve isteklerini olumsuz etkilemektedir. Bu durum kırsalda yaş ortalaması yüksek bir nüfusun oluşmasına, üretim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine yönelik risklerin artmasına neden olmaktadır. Kırsalda yaş ortalamasının yüksek olması nedeniyle örgütsel faaliyetlere katılımın sınırlanması, sektöre ve işe yönelik beklentilerin azalması sosyal sermaye oluşumunu kırsal alanlar için zorlaşmaktadır.

Kırsal alanda sosyal sermaye oluşumuna katkı sağlayabilmek için gençlerin sektörde kalma eğilimleri artıracak uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için tarım sektörüne ve kırsal alanda yaşam faaliyetlerine yönelik start-up uygulamaları yapılmalı, özellikle genç istihdamının olduğu alanlarda sosyal korunma olanaklarının iyileştirilmesi amacına yönelik uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Gençlerin kırsal alanlarda tutundurulması sosyal sermaye oluşumunu teşvik ederek diğer faaliyetlerde de kolaylaştırıcı rol oynayacaktır. Tarımsal yayım ve eğitim faaliyetleriyle; kişilerarası iş birliklerinin üretimden pazarlamaya kadar tüm aşamalarda yaratacağı fayda üzerine eğitimler verilmelidir. Eğitim içeriklerinde; örgütlü faaliyetlerin fiyat oluşumunda yaratacağı koruyucu etkiye, işletmelerin kârlılık düzeyinin artırılmasına sağlayacağı katkıya ve kırsalda katma değerli üretim yapmanın gelirlerin çeşitlendirilmesine imkân yaratacağına da vurgu yapılmalıdır. Böylece iş birliğinin

teşvik edilmesi sonucunda kırsal alanda sosyal sermaye oluşumuna katkıda bulunulacaktır.

Sosyal sermaye oluşumuna yönelik gerçekleştirilecek faaliyetlere yönelik olarak; son yıllarda tarım sektöründe işgücü kaynaklarının çeşitlenmesine katkıda bulunurken, ekonomik, sosyal ve kültürel değişimlere de neden olan göçmen-mülteci istihdamı üzerine projeler gerçekleştirilmelidir. Kırsal alanlarda sosyal uyum problemlerinin minimize edilmesine ve entegrasyon süreçlerinin hızlandırılmasına katkı sağlayacak uygulamalara acil ihtiyaç duyulmaktadır. Sosyal sermaye oluşumunu olumsuz etkileyen; ücret eşitsizliklerinde oluşan belirgin farklılıkların neden olduğu güven problemlerine yönelik olarak sendikal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ve işgücü çeşitleri arasındaki birlikteliğinin ön plana çıkarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak çalışmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve makale olarak yazılmasında herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak; makalenin planlanmasında, yürütülmesinde, yazım aşamalarında ve makalenin son şeklinin verilmesinde Zeki Bayramoğlu ve Merve Bozdemir olarak katkı sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Acquaah M, Amoako-Gyampah K and Nyathi NQ (2014). Measuring and valuing social capital: A systematic review. *Network for Business Sustainability South Africa*, http://cpbucket.fiu.edu/1155-fiu01-man-6892-secrx8c_emba_1155-53182%2Fmeasuring-and-valuing-social-capitalsouth-africa-study-2014.pdf, (12.04.2020).
- Adler PS and Kwon SW (2002). Social capital: Prospects for a new concept. *Academy of Management Review*, 27 (1): 17-40.
- Altıntaş G, Altıntaş A, Bektaş H, Çakmak E, Oruç E, Kızılaslan H ve Birol D (2019). Genç çiftçi desteklemelerinin gençlerin tarımda kalma eğilimleri üzerine etkileri: TR-83 Bölgesi örneği. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (10): 1682-1693.
- Arısoy H (2019). Kente göçün önlenmesi beklentilerin karşılanmasıyla mümkün. *Türk Tarım ve Orman Dergisi*, <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/280/kente-gocun-onlenmesi-beklentilerin-karsilanmasiyla-mumkun>, (06.06.2019).
- Beddington J and Warham E (2014). Climate change and sustainable agricultural technologies. *Agriculture for Development*, 22: 9-13.
- Bozdemir M, Bayramoğlu Z, Ağızan K ve Ağızan S (2019). Mısır üretiminde geleceğe yönelik beklenti analizi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (3): 390-400.
- Camps S and Marquès P (2011). Social capital and innovation: Exploring intra-organizational differences. *UAM-Accenture Working Papers*: 1-39.
- Can BA, Engindeniz S ve Can O (2017). Kırsal kalkınmada kooperatiflerin rolü ve önemi: SS Çavuşlu Tarımsal Kalkınma Kooperatifi örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 52: 120-139.
- Coleman JS (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94: 95-120.
- Coleman JS (1990). Foundations of social theory. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Erden FF, Bozdemir M ve Bayramoğlu Z (2020). *Tarımsal işgücüne yönelik SWOT analizi*. 2. Uluslararası Gıda, Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi, 29 Şubat-1 Mart 2020, s. 221-236. Konya-Türkiye.
- Fukuyama F (1998). Güven: sosyal erdemler ve refahın yaratılması. Çeviri: A. Buğdaycı, *İş Yayın*, Ankara.

- Grootaert C and Van Bastelaer T (2001). Understanding and measuring social capital: A synthesis of findings and recommendations from the social capital initiative. Directions in Development, Social Capital Initiative Working Paper No: 24, World Bank, Washington DC.
- Hanifan LJ (1916). The rural school community center. *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, 67: 130-138.
- Jordan JL, Anil B and Munasib A (2010). Community development and local social capital. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 42: 143-159.
- Kaldaru H and Parts E (2005). The effect of macro-level social capital on sustainable economic development. University of Tartu Faculty of Economics and Business Administration Working Paper No: 42.
- Karaçay H ve Varol Ç (2008). *Sosyo-ekonomik kalkınmada fiziki, beşeri ve sosyal sermaye yatırımları: vakıflar genel müdürlüğü örneği. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17 (3): 100-121.
- Karagül M (2012). Sosyal sermaye (kapitalizmin kör noktası). *Nobel Akademi*, 1. Basım, Ankara.
- Keleş S (2014). Kırsal alanda sosyal sermayenin oluşumu üzerine bir araştırma: Erzurum ili örneği. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, s. 42, Erzurum-Türkiye.
- Kitapçı İ (2016). Ekonomide yenilikçi bir kavram: bilişsel sosyal sermaye. *Maliye Dergisi*, 171: 108-132.
- Kitapçı İ (2017). Sosyal sermaye: sosyal, ekonomik ve bilişsel bir perspektif. Beta Basım, 1. Baskı, İstanbul.
- Kızılkaya S (2019). Çiftçilerin yaş ortalaması 52'ye yükseldi. <https://www.amerikaninsesi.com/al/%C3%A7ift%C3%A7ilerin-ya%C5%9F-ortalamas%C4%B1-52-ye-y%C3%BCkseldi-15150077.html>, (02.11.2019).
- Klein C (2011). Social capital or social cohesion: what matters for subjective well-being (SWB). CEPS Working Papers, No: 2011/36.
- Krishna A and Uphoff N (2002). Mapping and measuring social capital through assessment of collective action to conserve and develop watersheds in Rajasthan, India. The Role of Social Capital in Development: an Empirical Assessment, Cambridge, UK: *Cambridge University Press*: 85-124.
- Luthans F, Luthans KW and Luthans BC (2004). Positive psychological capital: beyond human and social capital. *Business Horizons*, 47 (1): 45-50.
- Mathijs E (2003). Social capital and farmers' willingness to adopt countryside stewardship schemes. *Outlook on Agriculture*, 32: 13-16.
- Munasib ABA and Jordan JL (2011). The effect of social capital on the choice to use sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 43: 213-227.
- Ongan TN (2013). Sosyal uyum-sosyal sermaye eksenli kalkınma yaklaşımının sınıfsal sonuçlarına ilişkin bir değerlendirme. *Çalışma ve Toplum*, 1: 211-228.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2020). <https://data.oecd.org/inequality/income-inequality.htm>, (25.04.2020).
- Our World in Data (2020). <https://ourworldindata.org/trust>, (24.04.2020).
- Öztopcu A (2017). Sosyal sermaye teorisi ve sürdürülebilir yerel kalkınma. *Yeni İnsan Yayınevi Eğitim Serisi*, 1. Baskı, İstanbul.
- Pretty J and Smith D (2004). Social capital in biodiversity conservation and management. *Conservation Biology*, 18 (3): 613-638.
- Putnam R (1993). Making democracy work: civic tradition in modern Italy. *Princeton: Princeton University Press*.
- Rupasingha A, Goetz SJ and Freshwater D (2000). Social capital and economic growth: a country-level analysis. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, December: 565-572.
- Sprengers M, Tazelaar F and Flap HD (1988). Social resources, situational constraints and the re-employment. *The Netherlands Journal of Sociology*, 24: 98-116.
- Temple J (2000). Growth effect of education on social capital in the OECD countries. OECD Working Paper No: 00/36.
- Uphoff N (2000). Understanding social capital: Learning from the analysis and experience of participation. *Social Capital A Multifaceted Perspective*, pp. 215-249, World Bank.
- World Economic Forum (2019). The global competitiveness report. Insight Report, Switzerland.
- Yağmur A (2017). Sosyal sermayenin bölgesel kalkınmaya etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 13: 111-124.
- Yıldız Z ve Topuz H (2011). Sosyal sermaye ve ekonomik kalkınma ilişkisi açısından Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Sosyal Siyaset Konferansları*, 61: 201-226.



Termal Stres Altında Yetiştirilen Küçükbaş Hayvanlarda Kısıtlı Su Uygulamasının Etkileri

Murat DURMUŞ^{1a*}, Nazan KOLUMAN^{1a}

^a Zootekni Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, TÜRKİYE

(*): Corresponding author. Tel: +90-322-3386084

ÖZET

Su, en küçük canlıdan en büyüğüne kadar tüm canlıların biyolojik yaşamları ve faaliyetleri için gerekli olan en temel besin maddesidir. Fakat, canlılar için hayati öneme sahip olan ve dünya yüzeyinin dörtte üçünü kaplayan su varlığının sadece %1'den daha az miktarı, ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu durum, yakın gelecekte artan insan nüfusunun beslenmesi ve suya erişimi konusunda endişelere sebep olmaktadır. Ayrıca, özellikle insan ve hayvanların beslenmesinde ortak kullanılan yem hammaddeleri ve suyun tüketimi üzerine bir rekabet olacağı düşünülmektedir. Bu durumda, hayvancılıkta sürdürülebilir yapıyı sağlama noktasında dünya üzerinde kısıtlı olarak bulunan ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarının miktar ve kalitesinin yetersiz kalması beklentisine karşı su kullanım etkinliğinin artırılması gerekmektedir. Bu nedenle hayvansal üretimde zor koşullara dayanıklı olmaları ve bu koşullarda verimliliklerini devam ettirebildikleri için özellikle küçükbaş hayvanların gelecekte önem kazanacağı düşünülmektedir. Bu derlemede, nüfusun artması ile birlikte yakın gelecekte gerçekleşmesi beklenen kısıtlı su olanaklarının sıcak koşullar altında yetiştirilen küçükbaş hayvanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

DERLEME MAKALE

Alınış tarihi: 18.04.2020
Accepted: 09.06.2020
Available online: 26.06.2020

Anahtar Kelimeler:

- Su kısıtlaması,
- İklim değişikliği,
- Koyun,
- Keçi

Alıntı için: Durmuş M ve Koluman N (2020). Termal Stres Altında Yetiştirilen Küçükbaş Hayvanlarda Kısıtlı Su Uygulamasının Etkileri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 190-199.

The Effects of Limited Water Application in Small Ruminants Breeding under Thermal Stress

ABSTRACT

Water is the most basic nutrient required for the biological life and activities of all living things from the smallest to the largest. However, only less than 1% of water existence, which is vital to living things and covers three-quarters of the Earth's surface constitutes freshwater resources conducive to ecosystem and human use. This condition is causing concerns about the nutrition and access to water of the increasing human population in the near future. In addition to, it is thought that there will be a competition on feed raw materials and water consumption, which are used jointly in nutrition of human and animals especially. In this case, in order to provide a sustainable structure in animal husbandry, efficiency of water use should be increased against expectation that the amount and quality of freshwater resources suitable for human use and ecosystem will be insufficient. For this reason, it is thought that will gain importance in the future, especially due to small ruminants are resistant to difficult conditions and can maintain their productivity in these conditions. In this review, the effects on small ruminants breeding under hot conditions of limited water opportunities which are expected to occur in the near future with the increase of population were examined.

REVIEW ARTICLE

Received: 18.04.2020

Accepted: 09.06.2020

Available online: 26.06.2020

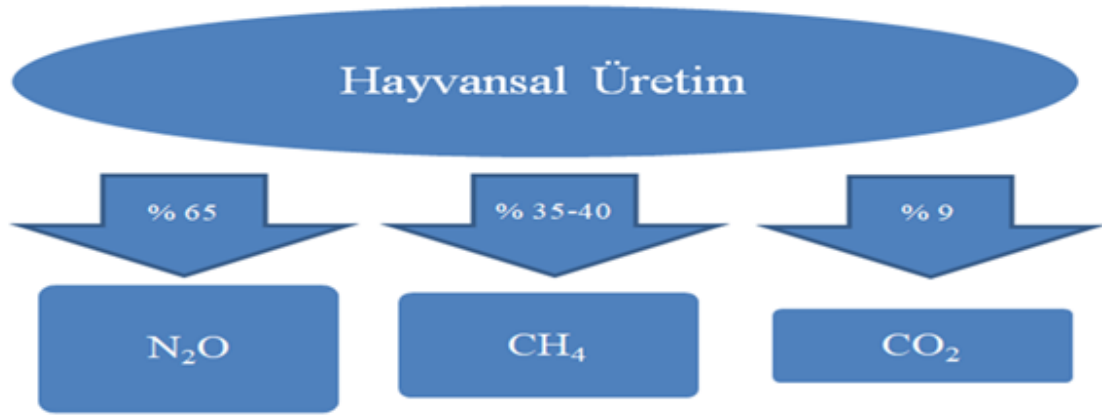
Keywords :

- Water restriction,
- Climate change,
- Sheep,
- Goat

To cite: Durmuş M ve Koluman N (2020). The Effects of Limited Water Application in Small Ruminants Breeding under Thermal Stress. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 190-199.

GİRİŞ

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesinde hayvansal gıdaların (kırmızı et, beyaz et, süt, yumurta vs.) yeri ve önemi büyüktür. Çünkü hayvansal kaynaklı gıdalar sağlıklı bir yaşam için gerekli olan esansiyel besin maddeleri açısından zengin, besin maddelerinin yararlanımı açısından biyolojik değerleri yüksek ve başka kaynaklardan alınamayacak besin maddelerine sahiptir. Bu nedenle insan beslenmesindeki yeri, tarımsal gelire olan katkısı, bir milyon insanın geçim kaynağı olması, kullandığı arazi miktarı ve tatlı su kaynakları itibarıyla hayvansal üretim tarımın sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan en önemli alt sektörüdür (Herrero ve Thornton, 2013). Hayvancılığın gelecekte de bu önemini koruyacağı ve hayvansal ürünlere olan talebin 2050 yılında iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (McMichael ve ark., 2007). Günümüzde, artan insan nüfusunun hayvansal protein ihtiyacının karşılanması amacıyla hayvansal üretimin önemli derecede entansifleştiği görülmektedir. Hayvansal üretimde entansifleşmenin artmasına paralel olarak hayvanlar tarafından atmosfere salınan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi küresel ısınmaya sebep olan gazların miktarı da artınca iklim değişikliği ile birlikte gözler hayvansal üretime çevrilmiştir. Bahsi geçen gazların atmosferdeki toplam miktarına hayvansal üretimin etki oranları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Hayvansal üretimin atmosfere salınan bazı sera gazlarına etki oranları (Koyuncu ve Akgün, 2018)

Figure 1. Effect rates of animal production on some greenhouse gases released into atmosphere (Koyuncu ve Akgün, 2018)

Yukarıdaki şekle göre atmosfere salınan karbondioksit gazının %9'u, metan gazının %35-40'ı ve diazot monoksit gazının %65'i hayvansal üretimden kaynaklandığı görülmektedir. Ayrıca hayvansal üretim, çeşitli şekillerde çevreye salınan özellikle CH₄ gazı ile küresel ısınmaya katkı sağlarken bunun sonucunda meydana gelen iklim değişikliğinden de olumsuz etkilenmektedir. İklim değişikliğinin sonuçları olarak, atmosfer sıcaklığında artma ve yağış miktarında azalmanın yanısıra sel ve kuraklık gibi doğa olaylarında düzensizliklerin yaşanacağı tahmin edilmektedir. Bahsi geçen ekstrem olaylar ve mevsimsel dalgalanmalar hayvanların refahını etkilerken, verim ve üreme performansında gerilemeye neden olabilmektedir (Sejian ve ark., 2013). Tüm bu nedenlerle iklim değişikliği; pek çok türün, ekosistemlerin ve dünyanın birçok yerinde hayvancılık üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği için önemli bir tehdit olarak görülmektedir (Moss ve ark., 2000).

Uluslararası iklim değişikliği paneli (IPCC, 2007) raporlarına göre Akdeniz havzası iklim değişiminden en fazla etkilenen bölgedir ve ülkemiz bu bölge içerisinde yer almaktadır. Ülkemizde yaşanacak olan kuraklık; gıda güvenliği, gıdanın bulunabilirliği, gıdanın erişilebilirliği ve bu maddelerin düzenli olarak sağlanabilmesi problemini doğuracaktır. Türkiye'de gelecek yüzyılda sıcaklığın artacağı, yağışların azalacağı, toprak neminin azalacağı, deniz seviyesinin yükseleceği tahmin edilmektedir. Öngörülen iklim projeksiyonlarına göre, gelecek yüzyılda yıllık ortalama sıcaklığın 1,5°C artması ve yağışların 1,5 mm/gün azalması beklenmektedir (IPCC, 2007). Türkiye'nin 2030 yılında kuru ve sıcak iklimin etkisine gireceği bildirilmektedir (Özçatalbaş, 2014). Bu değişimler nedeniyle de kuraklık, sel ve heyelan riskinin artacağı özellikle de su kıtlığının yaşanacağı düşünülmektedir. Bu durumda, tatlı su kaynaklarının dünya genelinde kullanım alanlarına bakıldığında Şekil 2'de görüldüğü gibi toplam kullanımın ortalama %69'u tarım ve hayvancılık sektöründe olması nedeniyle özellikle hayvansal üretimin sürdürülebilirliği risk altındadır.



Şekil 2. Dünya üzerinde tatlı su kaynaklarının kullanım alanları (Anonim, 2020)

Figure 2. Usage areas of freshwater resources in the World (Anonymous, 2020)

Çünkü hayvansal üretimde alınan verim için doğrudan hayvan tarafından harcanan suya ilaveten hayvanların beslenmesinde kullanılan yem hammaddelerinin üretiminde de su harcanmakta ve bu hammaddeler insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla tarımsal ve hayvansal üretimdeki su tüketiminin büyük bir oranı hayvansal üretime aittir. Bazı tarımsal ve hayvansal ürünlerin bir ton üretimi için m³ cinsinden harcanan su miktarları Şekil 3'te verilmiştir.

Su; gıda üretimi için de büyük önem taşımaktadır. 1 ton üretmek için gerekli su miktarı		Ürün	Miktar (m ³ /ton)
		Patates	160
		Mısır	450
		Süt	900
		Buğday	1.200
		Soya	2.300
		Çeltik	2.700
		Tavuk	2.800
		Yumurta	4.700
		Peynir	5.300
		Sığır eti	15.000

Şekil 3. Bazı tarımsal ve hayvansal ürünlerin üretimde harcanan su miktarları (FAO, 2009)

Figure 3. Water amounts spent in production of some agricultural and animal products (FAO, 2009)

Hayvanlar üzerindeki iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkan olumsuz etkilere karşı mücadelede, adaptasyon ve etkisini hafifletme yaklaşımları önemli bir rol oynamaktadır (Sejian ve ark., 2015). Bu anlamda, iklim değişikliği ile birlikte artan sıcaklığın aksine azalan su kaynaklarının efektif kullanımını giderek önem kazanmaktadır. Çünkü, çiftlik hayvanları için su en kritik besin maddesi olup vücut dokularında yeterli su bulunması, yaşamın normal devam ettirilebilmesi için gerekli

bir ön koşuldur (Altınçekiç ve Sözcü, 2013). Su tüketiminde ve su kalitesinde bir aksama hayvanların performansını düşürmektedir (Kutlu ve ark., 2005). Hayvansal organizmada metabolik olayların düzenli ve sürekli yapılması, yemlerin sindirilmesi ve sindirilmeyen maddelerin atılımı için mutlak suya ihtiyaç duyulmaktadır (Alçiçek, 2013). Hayvansal üretimde kullanılan hayvan türleri düşünüldüğünde; küçükbaş hayvanların cüsselerinin küçük ve metabolik gereksinimlerinin az olması nedeniyle su ve enerji gereksinimleri diğer çiftlik hayvanlarına göre daha düşüktür. Bu nedenle keçi ve koyun türlerinin diğer türlere göre zor koşullara daha dayanıklı olmaları ve bu koşullarda verimliliklerini devam ettirmeleri nedeniyle gelecekte önem kazanacağı düşünülmektedir. Bu derlemede, nüfusun artması ile birlikte yakın gelecekte gerçekleşmesi beklenen kısıtlı su olanaklarının sıcak koşullar altında yetiştirilen küçükbaş hayvanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Kısıtlı su olanaklarının küçükbaş hayvanlar üzerine etkileri; hayvanların performans parametreleri, fizyolojik adaptasyon parametreleri, sindirim sisteminde besin maddelerinin sindirilme dereceleri ve biyokimyasal kan parametrelerindeki değişimler incelenerek aşağıdaki başlıklar şeklinde ortaya konulmuştur.

PERFORMANS PARAMETRELERİ

Birçok tür üzerinde miktar veya süre olarak suyun kısıtlaması ile yapılan çalışmalarda, vücudun büyük bölümünü oluşturan suyun %15'inden daha fazlasının kaybedilmesi durumunda ölüme neden olacağı belirtilmektedir. Fakat ruminant hayvanlar içerisinde özellikle keçi ve koyun türleri ön midelerini su deposu fonksiyonunda kullanabildikleri için vücutlarındaki suyun %20'sinden daha fazlasının kaybedilmesi durumunda bile yaşamlarına devam edebilmektedir (Jaber ve ark., 2004). Kısıtlı yemleme ve su koşullarında koyun ve keçilerin, yem tüketimi (Mousa ve ark., 1983), canlı ağırlığı (Lynch ve ark., 1972) ve performansı (Alamer ve Al-hozab, 2004) önemli düzeyde gerilese de tolere edebilmektedirler. Abioja ve ark. (2010), 56 günlük periyotta su tüketimi %33 ve 67 oranlarında kısıtlanan African Dwarf ve Red Sokoto keçilerinde yem tüketimi ve canlı ağırlıkta düşmelerin görüldüğünü bildirmişlerdir. Casamassima ve ark. (2008), tarafından yapılan ve 40 gün süren benzer bir çalışmada, su tüketiminin %20 ve 40 oranlarında kısıtlandığı Comisana koyunlarında canlı ağırlığın azaldığını, ancak yem tüketimi ile süt kalitesi ve kantitesinde önemli düzeyde değişimlerin oluşmadığını belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada, Yankasa koyunlarına 50 gün boyunca ad libitum veya 24, 48 ve 72 saat aralıklarla su veren Aganga ve ark. (1990), susuzluk süresi uzadıkça yem tüketimi, canlı ağırlık ve geviş getirme davranışının gerilediğini bildirmişlerdir.

Vosooghi-Postindoz ve ark. (2017), tarafından yapılan 42 günlük çalışmada, Baluchi kuzularının su tüketim miktarında %50 kısıtlama yapılması durumunda kuru madde alımının düştüğü ve buna bağlı olarak canlı ağırlık kazancının gerilediği açıklanmıştır. Alamer (2006), 30 gün süren çalışmasında Hipsi, Aardi ve Zumri ırkı tekelere suyun ad libitum veya 72 saat aralıklarla verilmesi şeklinde su kısıtlaması uygulamıştır. Sonuç olarak, susuzluk süresi uzadıkça yem tüketiminin giderek azaldığını böylece canlı ağırlıkta gerilemelerin görüldüğünü bildirmiştir. Benzer bir çalışmada Kaliber ve ark. (2016), 30 gün boyunca su tüketimi %56, 73 ve 87 oranlarında kısıtlanan Alpin keçilerinde tüketilen su miktarı azaldıkça yem tüketimi ve canlı ağırlıkta gerilemelerin meydana geldiğini belirtmiştir. Küçükbaş hayvanlarda su

kısıtlamasının performans üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda; su kısıtlamasının yapıldığı gruplarda yem tüketim miktarının azalması ile kuru madde alımının azaldığı bu nedenle de canlı ağırlık ve süt verimi değerlerinde düşmelerin gerçekleştiği yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmuştur.

FİZYOLOJİK ADAPTASYON PARAMETRELERİ

Sıcak ve nemli bölgelerde yetiştirilen hayvanlarda özellikle yaz aylarında sıcaklık stresi büyük bir sorundur. Bu durumda sıcaklık stresinin etkilerini azaltmak amacıyla hayvanlarda görülen ilk tepki su tüketiminin arttırılmasıdır. Gelecekte iklim değişikliği nedeniyle hava sıcaklığının artması ve su kaynaklarının azalması ile sıcaklık stresinin etkileri artacak ve hayvanlardan elde edilen verim miktarı önemli miktarda düşecektir. Sıcaklık ve su kıtlığı nedeniyle artan stresin hayvan üzerindeki belirtileri davranışsal, fizyolojik ve metabolik olarak gözlemlenebilir (Yavuz ve Biricik, 2009; Sucu ve ark., 2015).

Kaliber ve ark. (2016), 30 günlük periyotta su tüketimi %56, 73 ve 87 oranlarında kısıtlanan Alpin keçilerinde suyun kısıtlandığı gruplarda rektal ve deri sıcaklıklarında yükselme meydana gelirken, solunum sayısı ve nabız hızında azalmaların olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, hayvanların beslenme ve yürüme davranışında kısıtlı su uygulamasıyla birlikte düşüş yaşanırken ayakta durma ve dinlenme davranışlarında hem frekans hem süre olarak artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Hipsi, Aardi ve Zumri ırkı tekelere 30 gün boyunca ad libitum veya 72 saat aralıklarla su veren Alamer (2006) susuzluğun solunum sayısı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ancak Hipsi ırkı tekelere solunum sayısının %30 düştüğünü bildirmiştir. Ayrıca tüm ırklarda su kısıtlaması ile birlikte rektal sıcaklıkta artış olduğu belirlenmiştir.

Casamassima ve ark. (2016) tarafından yapılan 28 günlük çalışmada, Lacaune koyunlarında su tüketiminin %20 ve 40 oranlarında kısıtlanması sonucunda su kısıtlaması yapılan grupların solunum hızında azalma ve rektal sıcaklıkta artma olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, Yankasa koyunlarına 50 gün boyunca ad libitum veya 24, 48 ve 72 saat aralıklarla su verilmiş ve susuzluk süresi uzadıkça solunum sayısının düştüğü ve rektal sıcaklığın yükseldiği saptamıştır (Aganga ve ark. 1990). Küçükbaş hayvanlarda su kısıtlamasının fizyolojik adaptasyon parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda; su kısıtlaması yapılan gruplarda rektal sıcaklık ve deri sıcaklığında artma gözlemlenirken solunum sayısı ve nabız hızında azalma görülmüştür.

SİNDİRİM SİSTEMİNDE BESİN MADDELERİNİN SİNDİRİLME DERECELERİ

Suyun canlı organizmada bilinen en temel işlevlerinden biri besin maddelerinin vücut içerisinde taşınması ve metabolizma sonucu açığa çıkan artık ürünlerin vücut dışına atılmasında rol almasıdır. Hayvansal organizmada metabolik olayların düzenli ve sürekli yapılması, yemlerin sindirilmesi ve sindirilmeyen maddelerin atılımı için mutlak suya ihtiyaç duyulmaktadır. Su kısıtlamasının rumen ve barsaklarda gıdaların daha uzun süre tutulmasına neden olduğu bundan dolayı da yemlerin sindirilebilirlik oranlarının arttığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Sirohi, Marwari ve Kutchi tekelere 60 gün boyunca ad libitum veya 24 ve 48 saat aralıklarla su veren Misra ve

Singh (2002), 48 saate kadar yapılan su kütlemasının kuru madde alımı, besin madde sindirimi ve metabolik su üretimi değerlerinin ad-libitum su tüketen tekeler ile benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Vosooghi-Postindoz ve ark. (2017), 42 günlük periyotta su tüketimi %50 kısıtlanan Baluchi kuzularında ham protein, nötr deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve organik madde sindirilebilirliğinde artış olduğu bildirilmiştir. Nejad ve ark. (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Corriedale koyunlarına 14 ve 21 gün boyunca suyun ad libitum veya beslenme sonrası 2 ve 3 saat aralıklarla verilmesi şeklinde su kısıtlaması uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, su kısıtlaması yapılan gruplarda sindirilebilir azotun (N) önemli ölçüde arttığı fakat idrar ve dışkı azotunun önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada; ham protein, ham selüloz, organik madde, kuru madde, NDF, ADF ve lif dışı karbonhidratların sindirimi besleme sonrası 2 saat su kısıtlamasının yapıldığı grupta önemli derecede daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Küçükbaş hayvanlarda su kısıtlamasının yemlerin sindirimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda; ham protein, ham lif, organik madde, kuru madde, NDF, ADF ve lif dışı karbonhidratların sindirimini arttırdığı bildirilmiştir. Araştırmacılar bu sonucu su kısıtlamasının yapıldığı muamele gruplarında yemlerin sindirim sisteminden geçiş hızında düşme olacağını böylece yemlerin sindirim sisteminde kalma süresinin uzamasıyla sindirilmeme derecelerinin arttığı şeklinde açıklamışlardır.

BİYOKİMYASAL KAN PARAMETRELERİ

Kan, çiftlik hayvanlarının yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirmesi için gerekli olan oksijenin, hormonların ve temel besin maddelerinin ilgili doku ve hücrelere taşınmasını sağlayan, büyük oranda sudan oluşan vücut içi bir sıvıdır. Bu nedenle çiftlik hayvanlarında yetersiz su tüketimi yaşamsal faaliyetlerde aksamalara dolayısıyla verimde düşmelere sebep olacaktır. Küçükbaş hayvanlarda suyun kısıtlı olarak sağlandığı çalışmalarda kanın besin madde kompozisyonundaki değişimler aşağıda özetlenmiştir. Hamadeh ve ark. (2006), İvesi koyunlarına 21 gün boyunca suyun ad libitum veya 72 saat aralıklarla verildiği çalışmada, kısıtlı su uygulanan hayvanların kan hemoglobin, serum kolesterol, üre, kreatinin, toplam protein, albümin, sodyum ve klor değerlerinin yükseldiğini; kortizol, potasyum ve kalsiyum değerlerinin ise düştüğünü saptamışlardır. Benzer bir çalışmada İvesi koyunlarına 42 gün boyunca ad libitum veya 48 ve 96 saat aralıklarla su veren Jaber ve ark. (2004), su kısıtlamasının uygulandığı gruplarda kan şekeri, toplam protein, kolesterol, üre, kreatinin ve sodyum konsantrasyonunda artış; potasyum düzeyinde azalış; klorid ve kalsiyum düzeyinde ise önemli bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.

Igbokwe (1993) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Yankasa koyunlarına 42 gün boyunca suyun ad libitum veya 96 ve 192 saat aralıklarla verilmesi şeklinde su kısıtlaması uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, su kısıtlaması uygulanan gruplarda yem tüketiminin azalması ve vücut depo yağlarının mobilize edilmesi nedeni ile kolesterol ve trigliserid düzeylerinin yükseldiğini bildirmiştir. Ayrıca böbreklere daha düşük düzeyde su gelmesi ve üriner sistemdeki kan dolaşımının azalmasından dolayı kan üre seviyesinde artış olduğunu ortaya koymuştur. Corriedale koyunlarına 14 ve 21 gün boyunca ad libitum veya beslenme sonrası 2 ve 3 saat aralıklarla su veren Nejad ve ark. (2014), su kısıtlaması yapılan gruplarda serum protein, glikoz ve üre azotu bakımından önemli bir farkın olmadığını bildirmiştir. Ayrıca immünoglobulin G,

kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri, hemoglobin, hematokrit, bazofiller ve eozinofiller dahil kan hematolojisi bakımından da muamele grupları arasında önemli bir farkın olmadığı belirtilmiştir. Fakat, serum trigliserit konsantrasyonu besleme sonrası 2 saat su kısıtlamasının yapıldığı grupta diğer muamele gruplarına göre önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Casamassima ve ark. (2016), 28 günlük periyotta su tüketimi %20 ve 40 oranlarında kısıtlanan Lacaune koyunlarında; serum toplam protein, üre, kreatinin, sodyum, klor, reaktif oksijen metabolitleri, kortizol, hemoglobin, kırmızı kan hücresi sayısı ve hematokritte önemli derecede bir artışa neden olduğu bildirilmiştir. Alpin keçilerinde su tüketiminin 30 gün boyunca %56, 73 ve 87 oranlarında kısıtlandığı benzer bir çalışmada, su tüketim miktarındaki azalmayla birlikte kan glukoz, kolesterol, üre, kreatinin, sodyum ve vazopressin düzeylerinde artış meydana geldiği, kan potasyum seviyesinde ise azalma olduğu bildirilmiştir (Kaliber ve ark., 2016). Küçükbaş hayvanlarda su kısıtlamasının kan parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların büyük çoğunluğunda; serum glikoz, hemoglobin, albumin, toplam protein, kolesterol, üre, kreatinin, sodyum, klor, kırmızı kan hücresi, aldesteron ve kortizol hormonlarının konsantrasyonlarında artış; potasyum düzeyinde ise azalış olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Dünya nüfusunun hızla arttığı son yıllarda, kısıtlı olan doğal kaynakların kullanımı üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların en belirgin ortak yönü insanların çeşitli alanlarda gerçekleştirdiği faaliyetler sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının var olan denge ve düzeni bozarak iklim değişikliğine yol açmasıdır. Günümüzde, artan insan nüfusuna paralel olarak artan sanayileşme ve şehirleşmenin yanısıra insanların beslenme ihtiyacının karşılanması amacıyla bitkisel ve hayvansal üretimin artması nedeniyle küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği yaşanmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9.3 milyara ulaşması ve bu nüfusun %60'dan fazlasının şehirlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda iklim değişikliğine bağlı etkilerin daha fazla hissedileceği ve doğada bulunan doğal kaynakların (özellikle kullanılabilir su kaynakları) insan ihtiyaçlarını karşılama noktasında yetersiz kalacağı öngörülmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinin ciddi zararları (aşırı sıcaklıklar, yağış dalgalanmaları, sel ve kuraklık vb.) ve olası etkileri (azalan orman alanı, azalan ve verimsizleşen meralar, hayvan verimin düşmesi, su stresi, yeni hastalıkların ortaya çıkması, sürü yönetiminde değişikliklerin olması vb.) ile başa çıkmak için sürdürülebilir hayvancılık sistemlerinin uygulamaya geçmesi gerekmektedir. Gelecekte gerçekleşmesi beklenen kısıtlı su olanaklarına karşı hangi hayvan türü ve ırkının avantajlı olduğu ve uzun süre susuz kalınması durumunda verimliliğini devam ettirebileceği de dikkatle irdelenmesi gereken bir konudur. Özellikle ekstrem soğuk veya sıcak bölgelerde yapılacak bitkisel ve hayvansal üretim için en uygun çeşit, tür ve ırk belirlenmeli ve üretim sistemlerine ilişkin stratejiler şimdiden geliştirilmelidir. Dolayısı ile hayvansal üretimin sürdürülebilirliği için kurak ve yarı kurak bölgelerde zor koşullara adaptasyonu yüksek olan keçi ve koyun türleri ile türler içindeki ırklar karşılaştırılarak geleceğe yönelik bir planlama yapılmalıdır. Böylece gelecekte gerçekleşmesi ön görülen sınırlı su kaynakları için çeşitli canlı türleri (insan, bitki, hayvan) arasında oluşacak rekabetin azaltılması mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abioja MO, Osinowo OA, Adebambo OA, Bello, NJ and Abiona JA (2010). Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. *Archivos de Zootecnia*, 59: 195-203.
- Aganga AA, Umunna NN, Oyedipe EO, Okoh PN and Aduku AO (1990). Response to water deprivation by Yankasa ewes under different physiological states. *Small Ruminant Research*, 3 (2): 109-115.
- Alamer M and Al-hozab A. (2004). Effect of water deprivation and season on feed intake, body weight and thermoregulation in Awassi and Najdi sheep breeds in Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, 59: 71-84.
- Alamer M (2006). Physiological responses of Saudi Arabia indigenous goats to water deprivation. *Small Ruminant Research*, 63(1-2): 100-109.
- Alçıçek A (2013). "Et Sığırlarının Beslenmesi", Hayvan Besleme, Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Yayınları, 2013.
- Altınçekiç ŞÖ ve Sözcü A 2013. *Çiftlik hayvanlarında suyun önemi ve kalite özellikleri*. 8. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, s. 321-329. 5-7 Eylül 2013. Çanakkale-Türkiye.
- Anonim 2020. <https://blog.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu>. Erişim tarihi (18.04.2020).
- Casamassima D, Pizzo R, Palazzo M, D'alessandro G and Martemucci G (2008). Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in comisana sheep reared under intensive condition. *Small Ruminant Research*, 78: 169-175.
- Casamassima D, Vizzarri F, Nardoia M and Palazzo M (2016). The effect of water-restriction on various physiological variables in intensively reared Lacaune ewes. *Veterinarian Medicina*, 61(11): 623-634.
- FAO (2009). The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?. Expert meeting on how to feed the World in 2050, 24-26 June 2009.
- Nejad GJ, Lohakeare JD, West JW and Sung KI (2014). Effects of water restriction after feeding during heat stress on nutrient digestibility, nitrogen balance, blood profile and characteristics in Corriedale ewes. *Animal Feed Science and Technology*, 193: 1-8.
- Hamadeh SK, Rawda N, Jaber LS, Habre A, Abı Said M and Barbour EK (2006). Physiological responses to water restriction in dry and lactating Awassi ewes. *Livestock Science*, 101 (1-3): 101-109.
- Herrero M and Thornton PK (2013). Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (52): 20878-20881.
- Igbokwe IO (1993). Hemoconcentration in Yankasa sheep exposed to prolonged water deprivation. *Small Ruminant Research*, 12: 99-105.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for policy makers. Online at <http://www.ipcc.cg/SPM13apr07.pdf>.
- Jaber LS, Habre A, Rawda N, Abi Said M, Barbour EK and Hamadeh S (2004). The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, 54: 115-120.
- Kaliber M, Koluman N and Silanikove N (2016). Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. *Animal*, 10 (1): 82-88.
- Koyuncu A ve Akgün M 2018. Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 151-164.
- Kutlu HR, Görgülü M ve Çelik LB (2005). Genel hayvan besleme (Ders notu). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Adana.
- Lynch JJ, Brown GD, May PF and Donnelly JB (1972). The effect of withholding drinking water on wool growth and lamb production of grazing Merino sheep in a temperate climate. *Australian Journal of Agricultural Research*, 23: 659-668.
- McMichael AJ, Powles JW, Butler CD and Uauy R (2007). Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, 370 (9594): 1253-1263.
- Misra AK and Singh K (2002). Effect of water deprivation on dry matter intake, nutrient utilization and metabolic water production in goats under semi-arid zone of India. *Small Ruminant Research*, 46 (2): 159-165.
- Moss AR, Jounany JP and Neebold J (2000). Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Ann. Zootech.*, 49: 231-253.
- Mousa HM, Alı KE and Hume ID (1983). Effect of water deprivation on urea metabolism in camels, desert sheep and desert goats fed dry desert grass. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 74: 715-720.

- Özçatalbaş O (2014). *Küresel iklim değişikliğinin tarım yayımı ve politikaları üzerine olası etkileri*. Ulusal Aile Çiftçiliği Sempozyumu, s.80-85. 30-31 Ekim 2014. Ankara-Türkiye.
- Sejian V, Maurya VP, Kumar K and Naqvi SMK (2013). Effect of multiple stresses (thermal, nutritional and walking stress) on growth, physiological response, blood biochemical and endocrine responses in Malpura ewes un-der semi-arid tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, 45: 107-116.
- Sejian V, Bhatta R, Soren NM, Malik PK, Ravindra JP, Prasad CS and Lal R (2015). Introduction to concepts of climate change impact on livestock and its adaptation and mitigation. In: *Climate change Impact on livestock: adaptation and mitigation*. Springer-Verlag GmbH Publisher, New Delhi, India.
- Sucu E, Akbay KC ve Filya İ (2015). Ruminantlarda sıcaklık stresinin metabolizma üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 10 (2): 130-138.
- Vosooghi-Postindoz V, Tahmasbi A, Naserian AA, Valizade R and Ebrahimi H (2017). Effect of water deprivation and drinking saline water on performance, blood metabolites, nutrient digestibility and rumen parameters in baluchi lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8 (3): 445-456.
- Yavuz HM ve Biricik H (2009). Süt sığırlarının sıcak stresinde beslenmesi. *Uludağ Üniversty Journal of Research in Veterinary Medicine*, 28 (1): 1-7.



A Review on Inter-row Crops Mechanical Weeder

Adewale Moses SEDARA¹* Oluwadunsin Seun SEDARA¹

^a Department of Agricultural and Environmental Engineering, School of Engineering and Engineering, The Federal University of Technology, Akure, NIGERIA

(*): Corresponding author. adewale.sedara@gmail.com; Tel: +2348188068438

ABSTRACT

Weeds can be thought of as plants growing in the wrong habitation, place and time thereby, doing further damage than improving the crop. Taking out weed growths is a vital practice but in the same way its time consuming. Increase in the use of machine-like intra-row weeder is of much interest around the world today because of its impact on the environment and a growing request for healthy foods produced. Today the agricultural industries wants non-chemical weed control that can safeguard consumers demand for high quality food crops and pay special attention to food safety. Through the mechanical development of different devices for weeding manually, such as accurate inter-row and intra-row weeders, weeds can be mitigated. Through these mechanical means food production safety can be guaranteed. There is a need to review existing mechanical weeders to know their merits and demerit.

RESEARCH ARTICLE

Received: 21.05.2020

Accepted: 21.06.2020

Available online: 26.06.2020

Keywords :

- Weeds,
- Weeder,
- Weed control,
- Mechanical weeder

To cite: Sedara AM, Sedara OS (2020). A Review on Inter-row Crops Mechanical Weeder. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 200-221.

INTRODUCTION

Weeds are plants which grows where they are not needed, the history of weeds is as old as when man started practicing agriculture. Since the beginning of crop production system and all through generation, waste plant growth among the planted crops has been the major task facing agriculturalists all generations. There is competition between the non-crop plant and crops for sunlight, soil water, space and soil nutrient, the non-crop plant/waste plant is known as weed (Parish, 1990). Different species of weeds which has been identified is over 3000, weeds compete directly for nutrients, light, soil water, air and space in the soil to decrease yield. In plant propagation and production cycle, weed removal is essential and similarly a tedious operation. It is therefore essential to control weed in order to reduce losses in production cost and improve crop yield. Poor weed control can result in over 50-70 % reduction in crop yield and one third of the cultivation costs is weed cost (Oni, 1990). The damages caused by weeds can be severe in agricultural sector. The damages comprises crop quality loss,

crop yield loss, plant pests sheltering, diseases and in addition decrease values in land. In Africa the common weeding practice is mostly manual, 75% of Nigeria population is involved in agriculture. During a planting season weeding accounts for over 25% of total labor requirements (Nag and Dutta, 1979). As agriculture becomes mechanized, row crops are spaced widely to accommodate farming practices developed to control weeds in inter row work. Weeding in Nigeria is not effective because row crop weeder are not encouraged (Olukunle and Oguntunde, 2006). Mechanical methods of weeding are very easy and simple for adoption and understand by farmers. Weeding done traditionally are done using inter culture tools such as hand hoe and spade (Yadav and Pund, 2007). New technologies are always helping to improve the productivity on the field (Mehta *et al.*, 2019). Weeding mechanically if introduce in subsistence agriculture, it would lead to increase in crop produce and reduce shortages (Olukunle and Oguntunde, 2006). Mechanical weeders can be classified on the basis of power, design and mechanism as manual weeding tools, animal drawn weeders and power or tractor operated weeders (Kumar *et al.*, 2012).

REVIEW of EXISTING MECHANICAL WEEDERS

A review was done to know the merits and demerit of some existing mechanical weeders with their year of production.

Mandava-Single Row Weeder (2000)

Machine description

The parts of the weeder are float, rotor, handle, handle rod and rotor frame (Figure 1 and 2).

Mechanism of operation

The mechanism is to remove weeds from the soil by rotation of the integrated spiked; it is powered by the movement manually.

Merit

1. Low cost of operation and manufacture
2. Less weight (5 kg) with more strength
3. Simple design
4. Suitable to all types of soil
5. Easy to operate
6. Better handle
7. Reduces drudgery
8. Can be manufactured locally

Limitation

1. It ineffectual because it digs deeper into the soil than compulsory.
2. No provision for adjustment
3. It is manually operated



Figure 1. Pictorial view of Mandava single row weeder (Ravi, 2000)

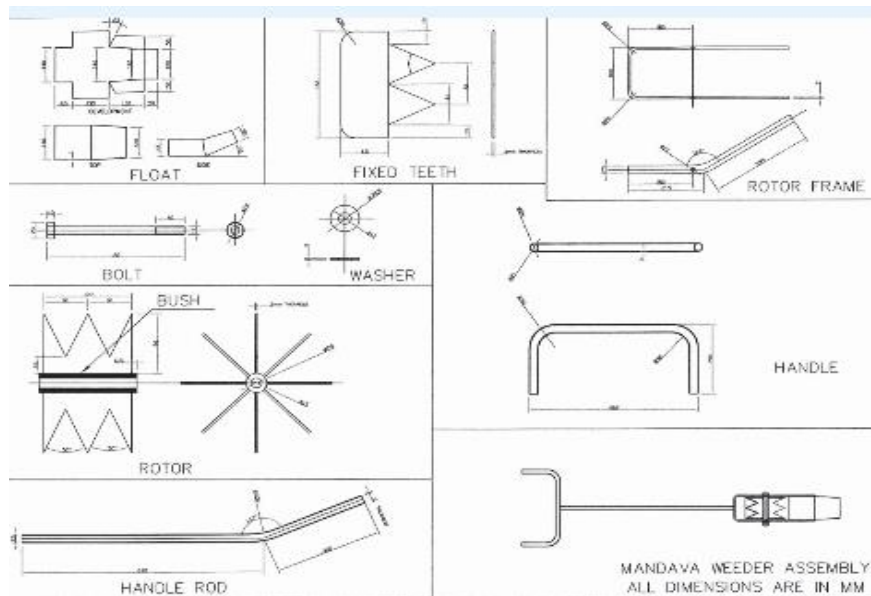


Figure 2. Detailed description of Mandava single row weeder (Ravi, 2000)

Row Crop Weeder (2006)

Machine description

The weeder machine has 5 hp electric motor as the source of power that transmits motion to other part the machine which reduce drudgery and increasing crop production. The machine was developed and found to weed effectively. Parts of the machines are transmission system, spike-brush abrasive auger, motor, wheels and frame. It has an adjustable cutting height and can operate as mower (2 cm to 4 cm above the ground level) and weeder (between 2 cm to 1 cm). For small and medium scale farmers this machine is affordable and has a simple design. The use of this machine reduces drudgery in a positive direction for weeding crops in rows. Operational condition adopted for these machine is for crops on flat beds with conventional tillage, zero tillage and other cultural tillage practices (Figure 3).

Machine mechanism

Width of cut of the machine is 50 cm with field capacity 0.0751 ha h^{-1} . The machine can weed a hectare of farm in a day when operated by two person with 90% average field efficiency and functional efficiency was between 90 and 98.5%.

Merits

1. It's cost effective and consumed less fuel
2. Increase in the brush speed increases the weeding efficiency

Limitations

1. It can be used on dried land
2. Its can only be used for small scale farm
3. It's not self-propelled



Figure 3. Pictorial view of a row crop weeder (Olukunle and Oguntunde, 2006)

Manual Weeder with V-Frame (2007)

Machine description

The machine consist of the following parts the handle, blade (spokes), v-frame and wheel. The wheel of the machine was made from mild steel flat with a hub made from mild steel. At the wheel centre the spokes were attached to the hub. Mild steel flats was selected for the weeding blade because it is ductility to withstand forces acting as load of the machine. The soil is penetrated through the sharp blades at suitable angle and anticipated depth during weed removal. Mild Steel Square bar was the material used for the prongs having dimensions 175 x 10 x 10 mm. The headpiece houses the blade and prong fixed at both ends. Galvanized iron pipe material was selected for the headpiece 30 mm x 350 mm in diameter and length with adjustable grooves for spacing between blades. Nut and bolts were supported by U–shape flat bar and shaft. The ground wheel with the main frame supports the handle connected by a V-shape steel flat. Mild steel pipes was used to fabricate the handle with a height of 955 mm at an angle of 37°. The ergonomics of the machine was done to fit the operator. Mild steel material was used for depth control with 120 mm diameter of ground Wheel (Figure 4 and 5).

Mechanism of operation

The mechanism was cut at the first impart with the weed. The materials selected was able to withstand the resultant resistant of the weed to cut, with steel flat weeding blades. The machine is rigidly supported by mild steel V-shape support directly fused

to the handle to link the ground wheel with the main frame. Working depth of the machine developed 30 mm, field capacity of 0.048 ha h⁻¹ with to 92.5 % weeding efficiency.

Merits

1. It's easy to operate
2. The cost of production is low
3. The ergonomics of the operator was design for in the machine

Limitation

1. It is manually operated
2. It can only be used at early stages



Figure 4. Pictorial view (Yadav and Pund, 2007)

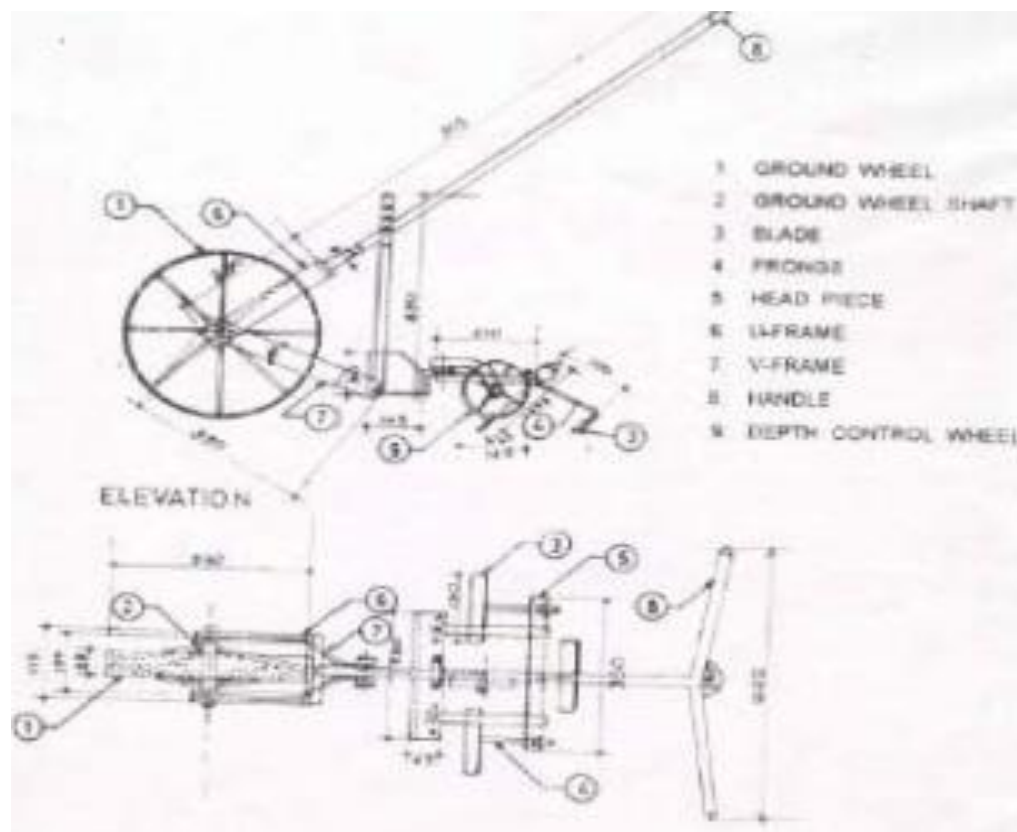


Figure 5. Isometric view (plan and side view) (Yadav and Pund, 2007)

Hymatic Cono Weeders (2008)

For shallow water weeding conditions Hymatic Cono Weeders can be utilized.

Mechanism of operation

Its mechanism involves uprooting (teeth) and burying weeds in the mud by push and pull operations of the machine. It saves labour by 50% while covering 0.18 ha day⁻¹ (Figure 6 and 7).

Machine description

The parts that make up the machines are floater, cones, handle, cono and frame.

Merits

1. It can easily be operated by both gender.
2. The cost of weed control is low.
3. It is not heavy to work with.
4. Easy for farmers to operate.

Limitations

1. It cannot be used on dry or stony land
2. It can only be used at early stages of the crop

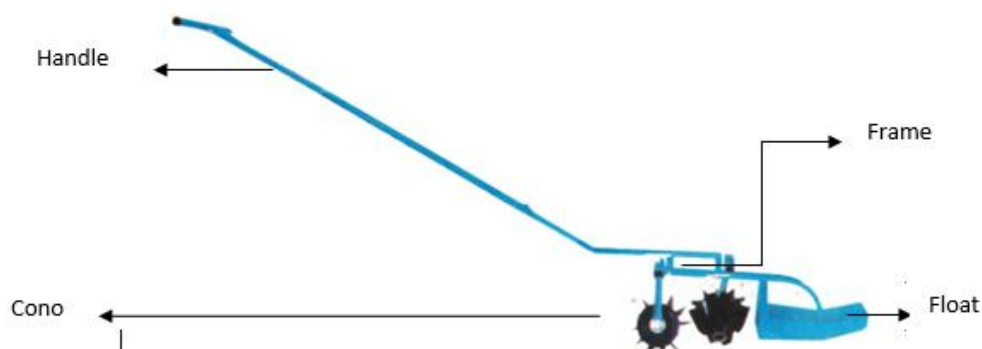


Figure 6. Pictorial view of hymatic cono weeder ([www.hymatic.in/hymatic cono weeder](http://www.hymatic.in/hymatic-cono-weeder))

CAD specifications

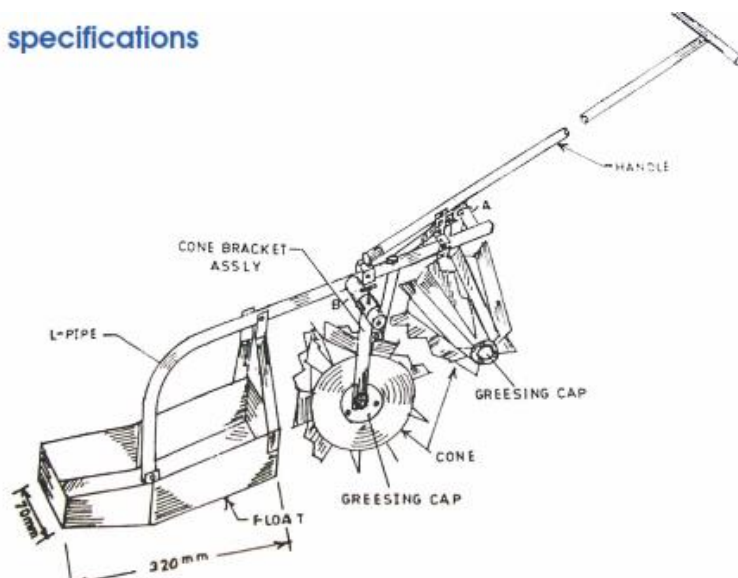


Figure 7. Isometric view of hymatic cono weeder ([www.hymatic.in/hymatic cono weeder](http://www.hymatic.in/hymatic-cono-weeder))

Row Crop Mechanical Weeder (2009)

The machine comprises of three set of blades, petrol engine as main source of power was, frame, transmission system and ground wheel. The dimension of the machine was 0.32 m wide, 0.85 m long and 0.24 m in height. The weeding efficiency of the machine was observed during field test to be 95% having a depth of cut of 0.24m, cutting speed of 800 rpm and 0.7L h⁻¹ fuel was consumed on the average. The weeding capacity of the machine was 0.053ha h⁻¹. As at 2007, production cost of the weeder was estimated to be US\$285.

Machine description

The weeder was designed and constructed to research in crop rows. The main features of the weeder are as follows:

Mainframe: it was built of a rectangular hollow pipe (with a length of 500 mm a steel channel was welded to the frame, with brackets to hold the engine in place.

Handle: the main frame was the point of attachment for the handle. This feature helps in push or pull mechanism of the machine with the aim of controlling the direction by the operator during operation within crop rows.

Cutting blade: there are three sets of the cutting blades mounted on the shaft with the frame given main support. For every gang there are four L-shaped blades arranged into orthogonal planes.

Blade shields: a shield was necessary to cover cutting area. The operator is protected by a shield from soil splash and cut weeds so that he/she can concentrate on the job

Transmission unit: the arrangement of belt and pulley from the prime mover transmits power to the cutting blades.

Wheels: two types of wheels were used, a single wheel in front of the machine behind the blades whose function were to control.

Internal combustion engine: a commercial 5hp petrol engine (Honda), engine speed (4200 rpm) was used as the power source (Figure 8 and 9).

Mechanism of operation

The engine gives the source of power and transmits it all other parts.

Merits

1. It's environmental friendly because it does not pollute the environment
2. The machine protects crop
3. Its fuel economic
4. It's cost effective
5. The machine was rugged and designed for easy maintainability

Limitation

1. Used in early stage of the crop
2. It can work for small hectares of land and dependent on the operator

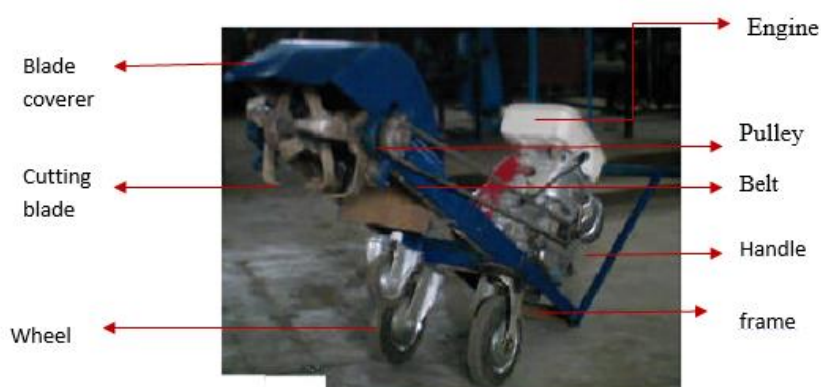


Figure 8. Pictorial view of row crop mechanical weeder (Manuwa et al., 2009)



Figure 9. Cutting blade of the row crop mechanical weeder (Manuwa et al., 2009)

Manually Operated Single Row Weeder (2010)

Machine description

Frame support: Metallic square pipe material of 82 cm by 10 cm was selected with pipe supports of different measurements.

Secondary cutting edge: A sharpened metallic flat bar of 30 cm in length was used for the design of the cutting edge

Handle: The material selected for the handle is a square pipe of different sizes

Frame cover: The metallic sheet of 82 cm by 10 cm was used as the cover of the frame on both sides of the weeder.

Primary cutting edge: The primary cutting edge was made up of flat bar. On a horizontal bar of 30 cm long were placed vertically eight blades sharpened at both ends

Machine mechanism

The machine is operated manually by human using cutting edge mechanism (primary and secondary) for weed cutting. The loosening of the soil and the lifting of the weeds is done by the primary cutting edge in the front while the cutting is done by the blade behind. A rope pulled through a loaded spring balance was used to determine the force needed to uproot a weed. The principle of operation of the machine was impact and abrasion mechanism which cause weed stem failure and soil or root failure. Fabrication which include metal cutting, bending, shaping and welding was carried out at the

workshop. The machine was tested at average human being speed on different types of soil (clay, loamy and sandy) and different position on the soil (Figure 10).

Merits

1. It easy to operate
2. It can operate on different soil
3. Its cost effective

Limitations

1. Its uses only the human speed so its operation is dependent on the operator
2. It can be used at early stage of the crop
3. The primary and secondary cutting blade can only uproot with low depth of penetration into the soil

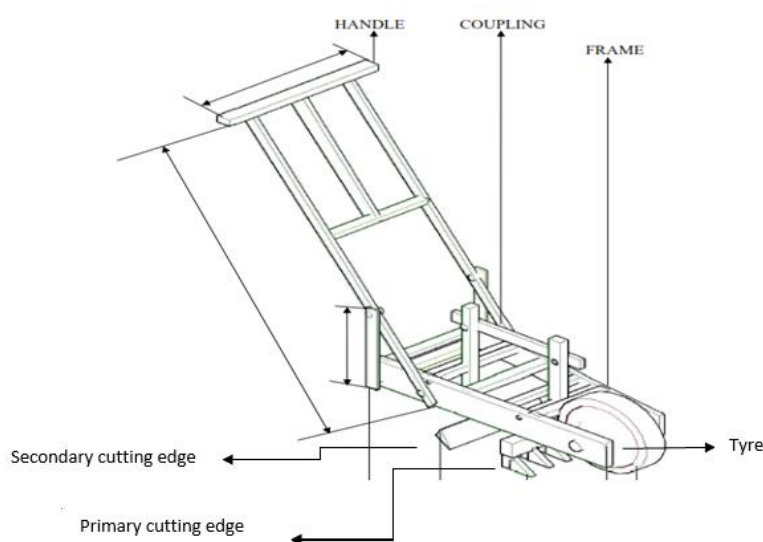


Figure 10. Manually operated single row weeder (Quadri, 2010)

Model Cl262 Power Weeder (2011)

Machine description

A 1.4hp Mitsubishi (japan) engine which operates on the weeder machine, which transmission of power from the engine is through the gear box (the worm type, grease filled gear box) the weight of the power weeder was 0.014 kg, height was 1.02 m, engine type is a petrol engine with mixing oil of 2T 30 ml for 1 litre of petrol while the fuel tank capacity was 600 ml, principle of operation was that the blades are the ones doing the cutting in the direction of motion. The starting model of the machine was a recoil type with sizes of wheels/blades 4 numbers; width of wheels/blades 0.25 m and also 4 wheels/0.25 m, 3 wheels/blades 0.2 m, 2 wheels/blades 0.17 m. The power weeder can be run on 4, 3 or 2 blades with the handles and controls provide controls for the forward motion of the power weeder.

Mechanism of operation

The main source of motion/power is the engine connected to the gear box to which the other moving parts like the wheels and blades are all connected through rotary motion.it is self-propelled with a 1.4hp fuel/petrol engine with capacity of 1-8ha day⁻¹ (Figure 11).

Merits of the machine

1. This machine increases the yield up to 15%.
2. Enhances even crops with better land utilization.
3. Helps in saving water.
4. Labour and time saving.
5. Enhances proper weed control.

Limitations

1. The machine produces fume which is not environmental friendly
2. The cost of machine and maintenance is much to be used commercially
3. Power weeder can be used at early stage of the crop

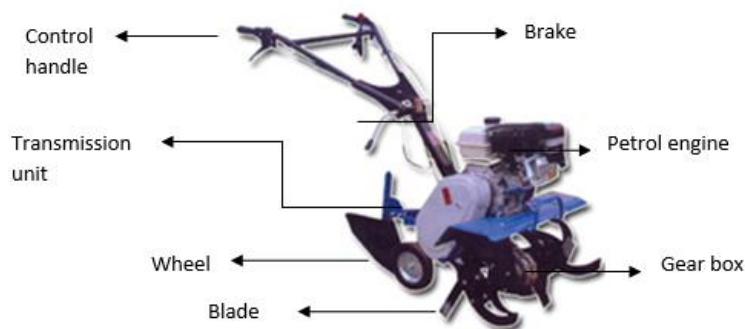


Figure 11. Model CL262 Power Weeder ([www.RekhaAgriplasltd.com/power weeder CL262](http://www.RekhaAgriplasltd.com/power_weeder_CL262))

Rotary Power Weeder (2011)

Machine description

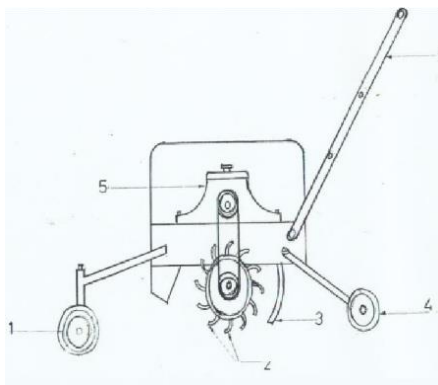


Figure 12. Schematic illustration of power rotary tiller: 1: Front wheel, 2: Tine, 3: Guard, 4: Rear wheel, 5: Prime mover, 6: Handle (Olaoye and Adekanye, 2011)

Mechanism of operation of a Rotary Power Weeder

A vivid arrangement of a rotary power tiller is shown above. The major component of the machine are ground wheel, two assembly, petrol engine motor, frame and handle. The machine is manually operated and powered source from the petrol engine motor that supplies power to rotary hole through the transmission system (belt and pulley). A theoretical motion analysis was carried out by Hendricks and Gill (1978) rotary tiller blade. The weeding disc motion at every point on rotary tiller surface travels through a trochoidal or cycloidal path subject to point of distance from the rotor axis (radius).

During operation, the motion of the rotor is generated by combining forward and rotational motion of disc-type tines and rotor Radius (Figure 12, 13 and 14). The parametric equation which describes the path of a point on the rotor is as shown in Figure 15.



Figure 13. Isometric view of a power rotary tiller (pictorial view) (Olaoye and Adekanye, 2011).

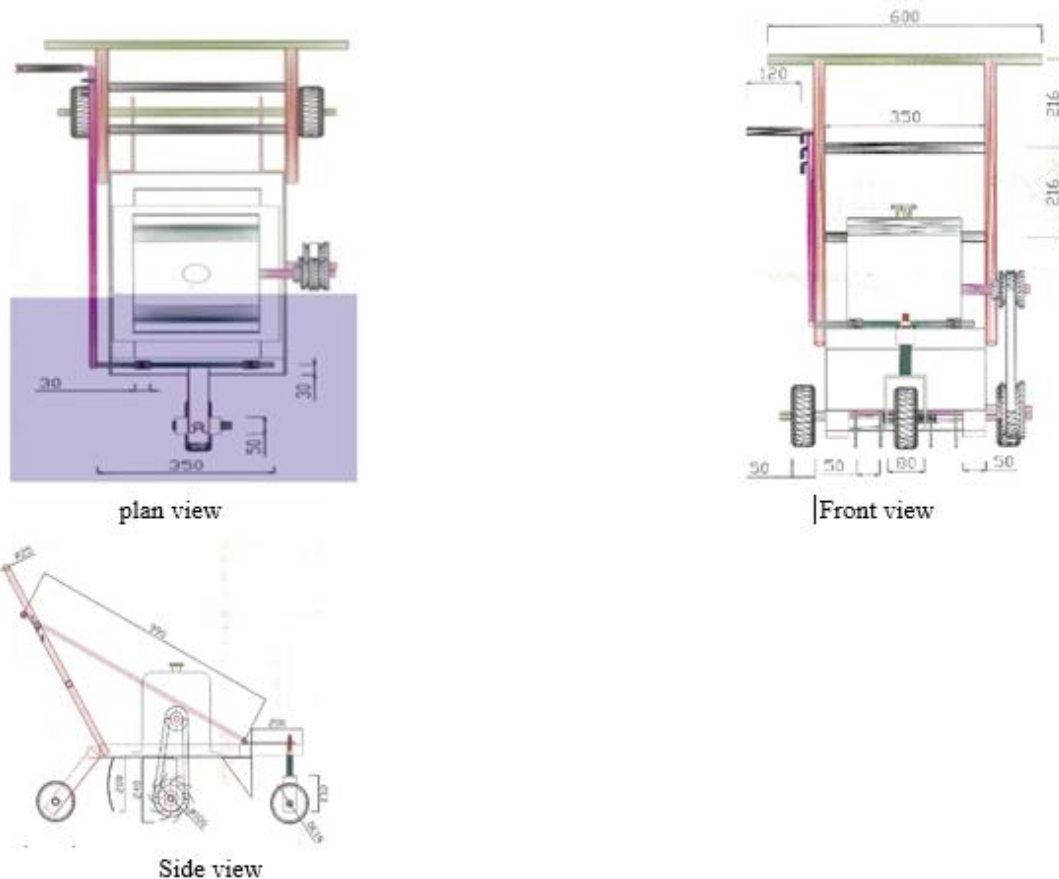


Figure 14. Orthography view of a power weeder (Olaoye and Adekanye, 2011)

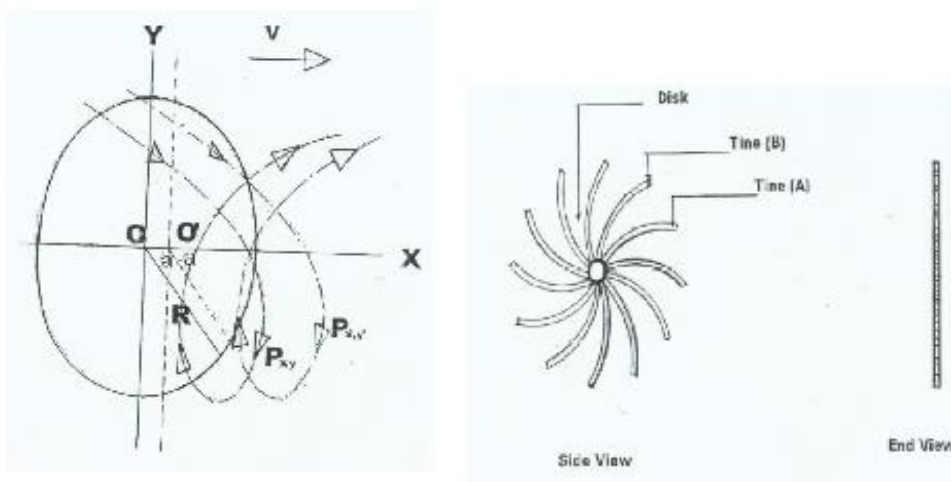


Figure 15. Sketch of disc with tines motion (Olaoye and Adekanye, 2011)

Merits

1. Ease of operation
2. Cost effective
3. Good ergonomics on the part of the operator

Limitations

1. It can only be used at the early stages of the crop.
2. It is not automated
3. It can work for a longer period it works is dependent on the availability of fuel and energy of the operator.

Cono-weeder technical drawings (2012)

Machine mechanism

The machine was used on swampy land, the teeth of the machine uproot the weeds and bury them in the mud as the machine is move to and fro manually (Figure 16, 17 and 18).

Merits

1. The machine buries the weed cut thereby adding manure to the soil.
2. During operation of the machine it gives aeration to the root.
3. Longer life to the tool.

Limitations

1. It's used on swampy soil
2. It can only be used at early stages of the crop



Figure 16. Pictures of the cono weeder (Godfrey and Jonne, 2012)



Figure 17. CAD design of a cono weeder (Godfrey and Jonne, 2012)

Machine description in detail

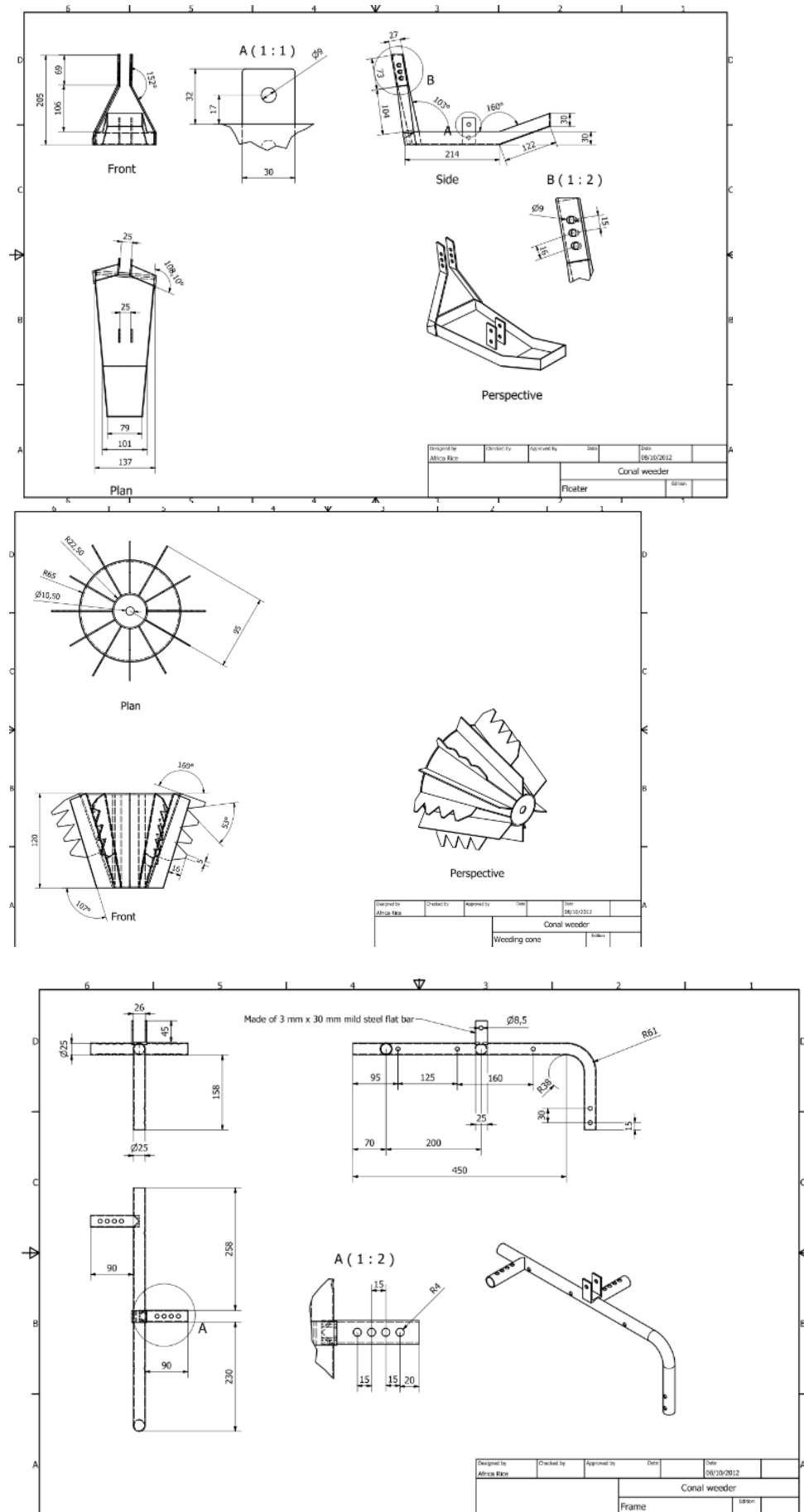


Figure 18. CAD design of Cono weeder (Godfrey and Jonne, 2012)

Rotary Power Weeder (2012)

The use of non-chemical control for weeding has been effective for crop production. Performance evaluation was carried out on the machine it was observed that weeding efficiency was 73% while the field capacity was 0.07 ha hr⁻¹. Estimating cost of manual weeder to be N 12,000.00 as against N 2,700.00 for rotary power weeder.

Machine description

The following are the components part of the machine:

Frame: mild steel angle iron of 30 mm x 30 mm x 5mm thickness. Marking out was done to cut the material into 600 mm and 350 mm sizes as required. The instrument used for cutting and chamfering edges was a hacksaw blade for effective joining through welding of the cut part to form the frame of the machine.

Rotary Hoe (Disk): A circular disk plate of mild steel material was cut out 12 mm thickness in five sets having 128 mm diameter each. In each disk a drill hole of 50 mm was made at the centre for shaft passage with 60 mm length circular pipes was drilled and welded to make it stable.

Tines: A 13 mm diameter metallic rod made from mild steel was curled and welded centrifugally on the disk with twelve tines per disks. The tine was 138 mm in length and effective to cut weeds.

Transmission units: A 5 hp internal combustion engine was used to power the machine and transmitted through belt and pulley to other moving parts (Figure 19).

Mechanism of Operation

The machine is manually moved from one place to the other. The cutting blades (tines) was given motion/power from the electric motor and the transmission unit is through the belts, pulley, shaft and bearing. The machine was tested on the field and it was observed that 2261 rpm speed gives a better weed cut than 2400 rpm speed which means the machine efficiency is influenced by the speed of the engine. The forward movement of the machine give the draught and cutting in the direction of motion.

Merits

1. It's easy to operate and maintain i.e. its cost effective
2. The movement of the machine is controlled by the operator
3. Helps in saving time on field operation

Limitation

1. The machine can't work for a longer period of time
2. It's not self-propelled
3. The work rate is dependent on the operator

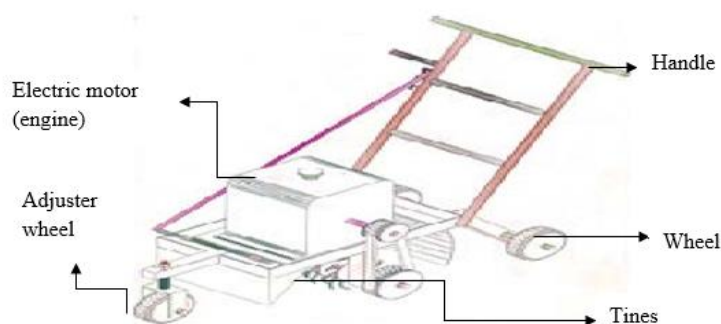


Figure 19. Pictorial view (Olaoye et al., 2012)

Manually Operated Ridge Profiler (2013)

A ridge profile rotary weeder was designed, fabricated and tested. The operation of the machine was manual. The machine has two rotary hoes with one half of the each hoe in line ridge during weeding. The rotary hoe is adjustable to the ridge profile at an angle to the ridge with row spacing of 750 – 900 mm not considering crop height. It was observed during the pilot tests carried out on the machine that the energy requirement is high and young weeds were effectively controlled.

Mechanism of operation

The machine was designed for inter-row operations. The component parts are two rotary hoes, frame and handle. It is not limited by crop height, which is a major advantage over other manual weeder. For every rotary hoe the ridge was inclined at about 30° and sloped in the direction of travel at an angle of 60° . Draught power ranging from 0.71-1.26 kW was found to be the optimum setting for weed removal. The soil type and ridging technique determines angle of repose of the ridge. It was also observed that a decrease in angle of repose increases draught power and decreases weeding efficiency of the machine.

The arrangement of the rotary hoe is to ensure gradual weed removal and a slight disturbance of soil around the base of the crops.

Machine description

The machine was designed to have the following component parts: frame, tool bar, rotary-hoe gang, handle and ground wheel as shown in Figure 11. The major part used for cutting is the rotary hoes which consist of tines sharpened both at the cutting edges and at the tip (Figure 20 and 21).

Merit

1. It is used for inter row weeding
2. Limitation
3. It is manually operated
4. It can operate better using a combustion engine to make it automatic

Limitation

1. The machine can be used only for rows
2. The handle cannot be adjusted it's stationary

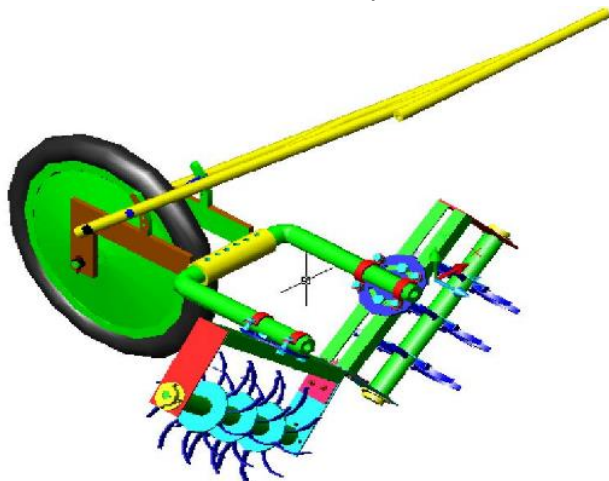


Figure 20. Pictorial view of ridge profile weeder (Kamal and Oladipo, 2013)

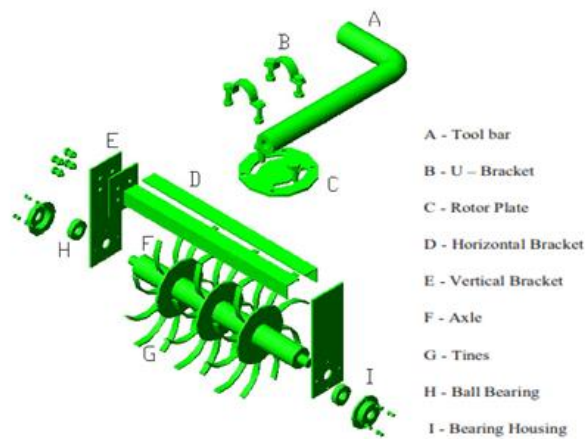


Figure 21. Exploded view of the rotary hoe (Kamal and Oladipo, 2013)

Single Wheel Weeder (2013)

Mechanism of operation

The machine is made up of primary cutting edge and secondary cutting edge. The loosening of the soil is done by the primary cutting edge while cutting and lifting of weeds by secondary cutting edge. The machine can also add fertilizer and seeds to the soil through the funnel. The machine was able to perform tilling, mulching and weeding.

Machine description

The machine can be describe to have cutting edges (primary and secondary), frame, handle and funnel (Figure 22).

Merits

1. The weeder is more efficient compared to hand weeding.
2. It require less skills to operate
3. The cost of maintenance is low

Limitations

1. It has no ability to roll over obstacle.
2. Since the handle can't be adjusted, ergonomics is poor

Scope for future work

1. Lightweight materials can be selected to reduce the weight of the machine.
2. It can be semi-automated.

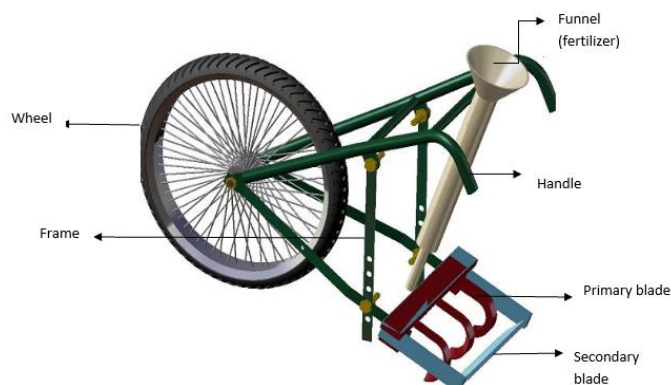


Figure 22. Conceptual ideal (Sridhar, 2013)

Multipurpose weeding machine (2015)

Machine description

Different components of multiple purposes weeding machine are:

i) body ii) prime mover iii) shaft iv) v belt v) pulley vi) director wheel vii) chain sprocket viii) blades ix) safety cover of blade shaft (Figure 23).

Machine mechanism of operation

During the operation of the weeder there is interaction between soil and machine caused by the blades. The geometry design of the blades helps to reduce power required and size of the machine. The electric motor provides the power needed for all the moving parts of the machine. On the flange there are blades attached to a rotating shaft through bolts and nuts. A blade with L-shaped design is economical and efficient as its help to reduce plant damage and weeding cost by 10.88%, with weeding efficiency up to 91%. Hence belt can safely transmit 550.54 kW power.

Merits

1. It will save the total labour cost involved in whole weed removal operation.
2. The weeds can be removed in much shorter span of time.
3. Its environmental friendly
4. The design is compact so that it is capable of removal of weeds from complex places.
5. It will reduce the need for frequent inspection of weeds by farmers.

Limitations

1. Its can only be used on the early stages of the plant
2. Its cannot be used in all type of soil
3. The weeder machine is also self-propelled.

Application

1. Large agricultural fields.
2. Fields with huge quantity of weeds.
3. Labour deficient regions
4. Private lawns



Figure 23. Pictorial view of a multipurpose weeding machine (Pathade et al., 2015).

Double Wheeled Multipurpose Weed Remover (2015)

Machine description

The major components of the machines are chassis, engine, chain, sprocket, handle, blades, seeding box, shaft and wheels (Figure 24).

Machine mechanisms

The weeder is driven by petrol engine to move in forward direction and the blades are attached at rear end of the machine. The engine transmit power to the blade given it strength to cut weeds. The machine works on chain and sprocket mechanism. Motion is transmitted to the wheel through a rotating shaft. The forward direction of the blades attached at the rear end of the weeder turns the soil and removes the un-wanted plant.

Merits

1. There is reduction in labour cost
2. It reduces drudgery

Limitation

1. Weight of the machine is much
2. The time required to assemble the machine

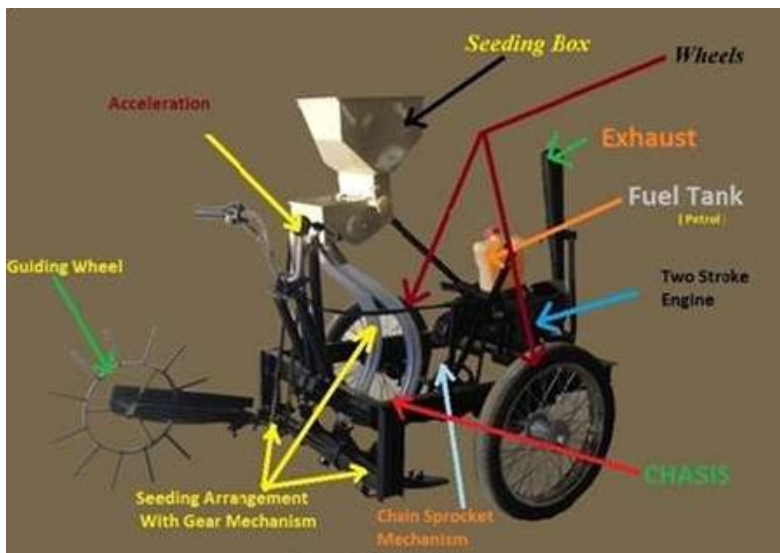


Figure 24. Pictorial view double wheeled multipurpose weed remover (Madhusudhana et al., 2015)

Prototype: A Ridge Profile Mechanical Power Weeder (2017)

Machine Components

The major components of the machine are main frame, rotor shaft, power transmission system, cutting blades, handle and power source.

Description and working of weeder

The power is generated for weeding purpose from ground by using a drum. The drum is mounted on a shaft, which moves when drum moves. A bicycle chain wheel is also mounted on that shaft which is connected to the free wheel, which is mounted on pinion shaft through a chain. So when drum moves the pinion shaft as well as tine mounted on pinion shaft also move with more peripheral velocity due to difference in number of teeth of chain wheel and gear wheel. The rotary blade enables cutting of weeds and

integrating it into soil. The width of coverage of weeder is 30 cm and depth of operation can be adjusted.

Weeding efficiency percentage ranged from 74.47 to 93.89% for different soil-machine parameter combinations (Figure 25).

Merits

1. It's easy to operate and maintain i.e. its cost effective
2. The movement of the machine is controlled by the operator
3. Helps in saving energy

Limitation

1. The machine can't work for a longer period of time because of manpower
2. It's not self-propelled
3. The work rate is dependent on the operator

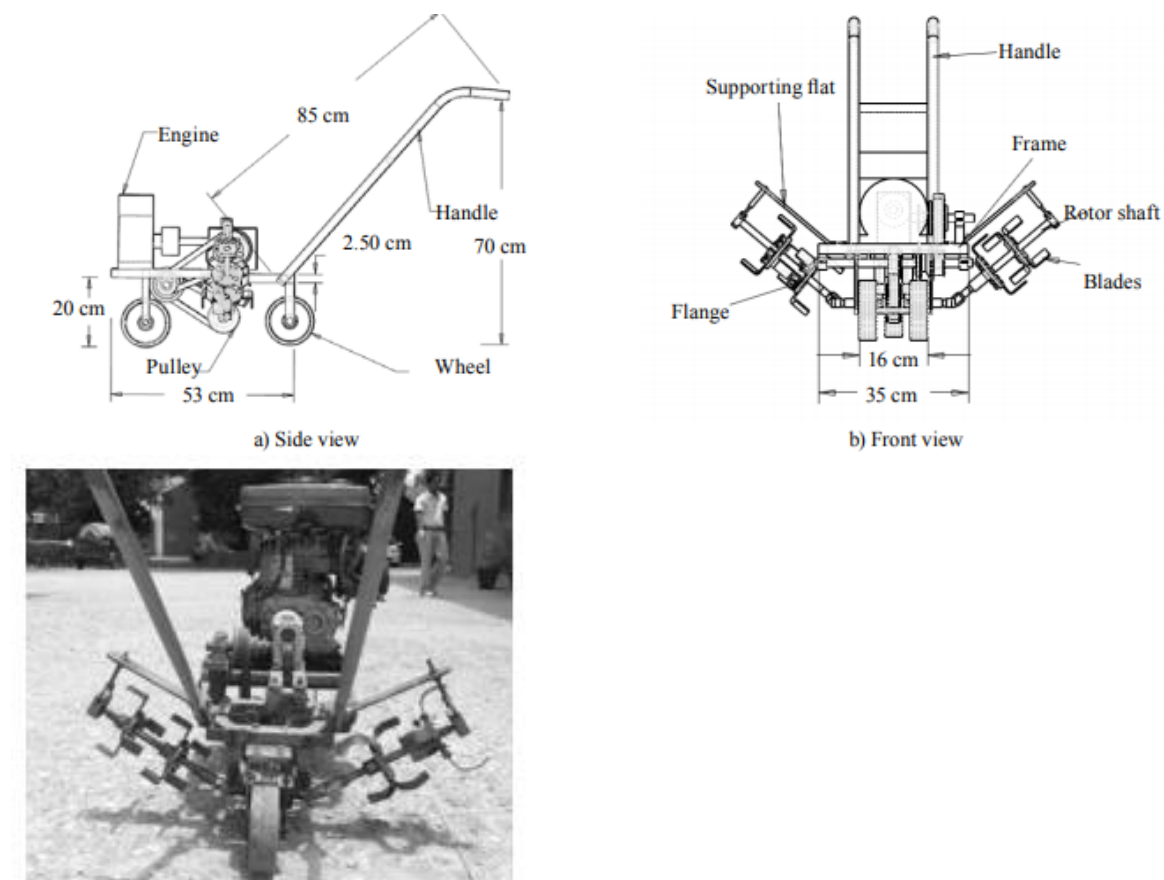


Figure 25. Developed prototype of ridge profile power weeder (Thorat et al., 2017)

Intra Row Weeder in Soil Bin (2019)

The developed machine was evaluated in the laboratory for the plant damage at different operating conditions. The evaluation was done in soil bin unit at Farm Machinery and Power Engineering department of College of Agricultural Engineering and Technology, Junagadh, India. The evaluation was conducted after creating an appropriate field condition. The soil bin unit was prepared in such a way that it could assist in computing the performance of developed automated intra row weeder.

Soil bin utilized for testing was rectangular in cross section having the area of 24 m² with soil fill. The soil bin module consists of a tool carrier, trail, variable speed motor,

rope drum unit and speed controller. The soil fill was perfectly levelled and seed bed condition was created by removing soil clods and stones. Tool carrier was held over a trail and was driven by rope drum unit through variable speed motor. The already existed tool carrier was attached with a frame to carry unit of developed automated intra row weeder as shown in the Figure 18. A 20 hp variable speed motor with speed control system was used to drive the tool carrier through rope drum unit over the trail. Speed of the tool carrier was varied by varying the speed of the motor using speed control knob on the control panel (Figure 26).

Merits

1. It's easy to operate (automation) in a controlled environment
2. The movement of the machine is controlled by the precision
3. Helps in new inventions on field operation

Limitation

1. The machine can't work for a longer period of time
2. It is self-propelled
3. The work rate is dependent on the operator



Figure 26. Laboratory setup and replant in the test track of soil bin (Jakasania et al., 2019)

CONCLUSION

In crop production weed management is a key operation involving high techniques as removal of weeds is costly and hard to accomplish. In this research, mechanical weeder has shown to be evolving in design, principle and mechanism over the years reviewing merits, demerit and limitations. Such findings reveal that much work is still needed to be done by researcher especially in Africa.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that there are no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Adewale Moses Sedara contributed to the manuscript in conceptualization, investigation writing original draft and review.

Oluwadunsin Seun Sedara contributed in the aspect of editing.

REFERENCES

- Godfrey M and Jonne R (2012). Cono-Weeder Technical drawings, *Centre for Agricultural Mechanization and Rural Technology (CAMARTEC)*, Arusha, Tanzania, Africa Rice Center (AfricaRice), Dar es Salaam, Tanzania

- Hendricks JG and Gill WR (1978). Rotary tiller design parameters; Part V-Kinematics. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, (10): 658-660.
- Hymatic Agro Equipment (2008). Hymatic Agro Equipment Pvt. Ltd. <https://www.hymatic.in/hymatic-cono-weeder>.
- Jakasania RG, Yadav R and Rudani M. (2019). Performance evaluation of intra row weeder in soil bin. *International Journal of Current Microbiology Applied Science*. 8(6): 2781-2785. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.806.335>
- Kamal AR and Oladipo NO (2013). Development of a manually operated ridge profile weeder, national centre for agricultural mechanization, (NCAM), Ilorin, Kwara State, Nigeria, *Global Journal of Current Research*, 2 (4), 70-73.
- Kumar DS, Prasad RMV, Kishore KR and Rao ER (2012). Effect of azolla (*Azolla pinnata*) based concentrate mixture on nutrient utilization in buffalo bulls. *Indian Journal Animal Resources*, 46 (3): 268-271.
- Madhusudhana S, Kanakaraja D, Srinivas A and Fayaz HussainBaig M (2015). Development of double wheeled multipurpose weed remover, *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*, 3 (2), ISSN 2349-4476
- Manuwa SI, Odubanjo OO, Malumi BO and Olofinkua SG (2009). Development and performance evaluation of a row-crop mechanical weeder. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4(4): 236-239.
- Mehta CR, Chandel N S, Jena PC and Jha A (2019). Indian Agriculture Counting on Farm Mechanization. *Ama-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America*. 50(1):84-89.
- Nag PK and Dutta P (1979). Effectiveness of some simple agricultural weeders with reference to physiological responses. *Journal of Human Ergonomics*, 8: 11-21.
- Olaoye JO, Samuel OD and Adekanye TA (2012), Performance evaluation of an indigenous rotary power weeder. *Energy and Environmental Engineering Journal*, vol 1(2); 94-97.
- Olaoye JO and Adekanye TA (2011). Analysis of the motion of weeding tools and development of a rotary power weeder. *Journal of Agricultural Engineering and Technology (JAET)*, Volume 19 (2), 9-25.
- Olukunle OJ and Oguntunde PG (2006). Design of a row crop weeder. *Conference on International Agricultural research for development. Tropentag, 2006*. Held at the University of Bonn. October 11-13, 2006. Germany.
- Oni KC (1990). Performance analysis of a ridge profile weeder. *Proceeding of Nigerian Society of Agricultural Engineers*. 3: 189-199.
- Parish S (1990). A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture and Horticulture*, 7: 117-137.
- Pathade HP, Priya S, Nilesh M and Sainath M (2015). Multipurpose weeding machine, *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2 (4), 402-405.
- Quadri AW (2010). Design, construction and testing of manually operated weeder. *Department of Agricultural Engineering College of Engineering, University of Agriculture Abeokuta*.
- Ravi T (2000). Development of Mandava single row weeder, *watershed support services and activities network* (wassan)
- Sridhar HS (2013). Development of single wheel multi use manually operated weed remover, *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3 (6), 3836-3840, ISSN: 2249-6645
- Thorat DS, Dipankar D, Sahoo PK and Iquebal MA (2017). Prototype: A ridge profile mechanical power weeder. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, 48 (1), 81-86.
- www.RekhaAgriplsltd.com/power-weeder-CL262 (2011).
- Yadav R and Pund S. (2007). Development and ergonomic evaluation of manual weeder. *Agricultural Engineering International: the CIGR E-journal*. Manuscript. PM 07 022. Vol. IX. October, 2007.

